



Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo  
(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável 2

**Jorge González Aguilera**

**Alan Mario Zuffo**

(Organizadores)

# A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P933 A preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-537-2

DOI 10.22533/at.ed.372191408

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente - Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável” no seu segundo capítulo aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 25 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram a evolução que tem acontecido em diferentes regiões do Brasil ao serem aplicadas diferentes tecnologias que vem sendo aplicadas e implantadas para fazer um melhor uso dos recursos naturais existentes no país, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A HORTA ESCOLAR COMO RECURSO DIDÁTICO PARA A REEDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL	
Pâmela Ribeiro	
Paola Ribeiro	
Monica Aparecida Aguiar dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA EM UM LAGO DO PERÍMETRO URBANO DE ALTA FLORESTA, MATO GROSSO, BRASIL	
Raquel Pereira Piva	
Bruna Morisso Cargnin	
Andreia Candido	
Andressa Hilario Dorca	
Jean Correia de Oliveira	
Maialu Antunes Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO DE VIÇOSA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	
Wagner Darlon Dias Correa	
William Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>24</b>
APLICAÇÃO DE MÉTODOS PARA CARACTERIZAÇÃO DE BACIA HIDROGRÁFICA NA TRANSIÇÃO CERRADO-PANTANAL POR SENSORIAMENTO REMOTO	
Keylyane Santos Da Silva Alves	
Thainá Sanches Becker	
Lucas Peres Angelini	
Danielle Christine Nassarden Stenner	
Pablinne Cynthia Batista da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
ASPECTO ALIMENTAR DE <i>RHINELLA PARAGUAYENSIS</i> (ÁVILA, PANSONATO E STRÜSSMANN, 2010) (ANURA: BUFONIDAE), NO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Rosana dos Santos D'Ávila	
Vancleber Divino Silva Alves	
Mariany de Fátima Rocha Seba	
Áurea Regina Alves Ignácio	
Manoel dos Santos Filho	
Dionei José da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914085</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>41</b>
AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS – RN	
Sabiniano Fernandes Terceiro Cibele Gouveia Costa Chianca Cássio Kaique da Silva Maria Natália Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914086</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>52</b>
AVALIAÇÃO DA SERRAGEM DECOMPOSTA NO CULTIVO DE ALFACE	
Jean Correia de Oliveira Marco Antônio Camillo de Carvalho Hudson de Oliveira Rabelo Raquel Pereira Piva Samiele Camargo de Oliveira Domingues Lara Caroline Alves de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914087</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>58</b>
CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS REJEITOS DESTINADOS AO ATERRO SANITÁRIO PELO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO DE IBIPORÃ/PR	
Diógenes Magri da Silva Tiago Dutra Galvão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914088</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>69</b>
CATÁLISE ENZIMÁTICA COMO UMA PLATAFORMA ECOLÓGICA PARA A PRODUÇÃO DE BIOLUBRIFICANTES	
Milson dos Santos Barbosa Luma Mirely Souza Brandão Cintia Cristina da Costa Freire Ranyere Lucena de Souza Ernandes Benedito Pereira Adriano Aguiar Mendes Matheus Mendonça Pereira Álvaro Silva Lima Cleide Mara Faria Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3721914089</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>82</b>
COMPARAÇÕES ENTRE OS MOSAICOS DE ÁREAS PROTEGIDAS DO RIO DE JANEIRO: SEMELHANÇAS E DIVERGÊNCIAS A PARTIR DA ANÁLISE DE EFETIVIDADE	
Ana Carolina Marques de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37219140810</b>	

**CAPÍTULO 11 ..... 87**

DESCARTE INADEQUADO DE RSU NA LINHA FÉRREA DO JAPERI, ENTRE AS ESTAÇÕES DE AUSTIN E NOVA IGUAÇU-RJ

Yasmin Rodrigues Gomes  
Lilian Levin Medeiros Ferreira da Gama  
Felipe Sombra dos Santos  
Yasmin Rodrigues Gomes  
Gabriela Dantas da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.37219140811**

**CAPÍTULO 12 ..... 95**

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA OFICINA MECÂNICA DE PEQUENO PORTE

Vitória de Lima Brombilla  
Isadora Tagliapietra  
Tariana Lissak Schüller  
Otavio Ficagna  
Aline Ferrão Custódio Pasini  
Yuri Lucian Pilissão

**DOI 10.22533/at.ed.37219140812**

**CAPÍTULO 13 ..... 105**

DIREITO AMBIENTAL CULTURAL E O DEVER CONSTITUCIONAL DO ESTADO EM GARANTIR A EFETIVIDADE NO ACESSO À CULTURA

Solaine Marisa Malikovsky  
Juliana Machado Fraga

**DOI 10.22533/at.ed.37219140813**

**CAPÍTULO 14 ..... 118**

FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRICS IN THE CHARACTERIZATION OF SOIL ORGANIC MATTER

Marciéli Fabris  
Jéssica Bassetto Carra  
Nathalie Merlin  
Larissa Macedo dos Santos Tonial

**DOI 10.22533/at.ed.37219140814**

**CAPÍTULO 15 ..... 128**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM CONDOMÍNIO VERTICAL EM FORTALEZA / CE

Nathália Gusmão Cabral de Melo  
Flávia Telis de Vilela Araújo  
Ari Holanda Junior  
Oyrton Azevedo de Castro Monteiro Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.37219140815**

**CAPÍTULO 16 ..... 139**

ESTUDO TEÓRICO SOBRE AS POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DE FAUNA

Marcela Marques Silva  
Jéferson Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.37219140816**

**CAPÍTULO 17 ..... 148**

LEVANTAMENTO DA ENTOMOFAUNA PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA FAZENDA SANKARA, EM CONQUISTA DO OESTE - MT

Eliandra Meurer  
José Gustavo Ramalho Casagrande  
Juliane da Silva Brilhadori

**DOI 10.22533/at.ed.37219140817**

**CAPÍTULO 18 ..... 155**

O ECODESIGN E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA ABORDAGEM SOBRE OS ELETROELETRÔNICOS

Tamires Augustin da Silveira  
Emanuele Caroline Araujo dos Santos  
Carlos Alberto Mendes Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.37219140818**

**CAPÍTULO 19 ..... 169**

PERCEPÇÃO SOCIAL ACERCA DO USO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO OU PRIVADO, DA COMUNIDADE DE CAJUEIRO, MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, PA

Bianca Cavalcante da Silva  
Paulo Henrique Batista Dias  
Ronaldo Ramos de Sousa  
Romário da Silva Santos  
Lívia Tálita da Silva Carvalho  
Antonio Michael Pereira Bertino  
Ismael de Jesus Matos Végas  
Danilo da Luz Melo  
Valéria Cristina de Paula Ferreira  
Thiago Feliph Silva Fernandes  
Lucas Ramon Texeira Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.37219140819**

**CAPÍTULO 20 ..... 177**

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL VOLTADO À CONSERVAÇÃO DO MICO-LEÃO-PRETO: ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ANGATUBA E SEU ENTORNO

Francini de Oliveira Garcia  
Bárbara Heliodora Soares do Prado

**DOI 10.22533/at.ed.37219140820**

**CAPÍTULO 21 ..... 193**

PROGRAMA DE EXTENSÃO CICLOVIDA DA UFPR, CONSTRUINDO A CULTURA DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

José Carlos Assunção Belotto  
Leticia Massaro  
Silvana Nakamori  
Ken Flavio Ono Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.37219140821**

**CAPÍTULO 22 ..... 199**

REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES E INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS: MUNICIPALIDADES, FACTORES INSTITUCIONALES Y DECISIONES

Patricio Valdivieso

**DOI 10.22533/at.ed.37219140822**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>224</b>
TIPOLOGIAS DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE GERADOS NO IFC- <i>CAMPUS</i> ARAQUARI	
Anelise Destefani	
Raianni Xavier	
Ana Paula Fonsakka de Braga	
Edvanderson Ramalho dos Santos	
Cristiane Vanessa Tagliari Corrêa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37219140823</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>234</b>
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO ESTADUAIS EM GOIÁS: DIAGNÓSTICO E UMA BREVE ANÁLISE COMPARATIVA	
Paula Ericson Guilherme Tambellini	
Júlio César Sampaio da Silva	
Júlia Corrêa Boock	
Bruno Gonçalves Paulino	
Caio César Neves Sousa	
Erlon Maikel de Gouvêa	
Eric Rezende Kolailat	
Glaucilene Duarte de Carvalho	
Juliano Ferreira Souza	
Maurício Vianna Tambellini	
Marcelo Alves Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37219140824</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>246</b>
UTILIZAÇÃO DE FORMIGAS COMO BIOINDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL, EM SANTA CRUZ DO XINGU-MT	
Eduardo Costa Reverte	
Eliandra Meurer	
Ana Carla Martineli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37219140825</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>253</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>254</b>

## O ECODESIGN E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UMA ABORDAGEM SOBRE OS ELETROELETRÔNICOS

### **Tamires Augustin da Silveira**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil  
São Leopoldo – RS

### **Emanuele Caroline Araujo dos Santos**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil  
São Leopoldo – RS

### **Carlos Alberto Mendes Moraes**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Programas de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil e Engenharia Mecânica  
São Leopoldo – RS

**RESUMO:** Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos estão entre os mais complexos devido ao fato de conterem muitos materiais na sua composição, como metais, polímeros, cerâmicos e compósitos, sendo que os diversos metais contidos nesses equipamentos podem causar impactos ambientais e de saúde negativos. O resíduo tecnológico é o tipo de resíduo que mais cresce mundialmente e no Brasil, com previsões de que esse aumento continue ocorrendo devido a fatores como o design mais inovador dos equipamentos que ocorre constantemente. Dentro desse contexto,

se os produtos fossem projetados com base em diretrizes como os da ferramenta *ecodesign*, os equipamentos seriam menos impactantes ao longo de sua vida, uma vez que a referida ferramenta considera todas as etapas do ciclo de vida do produto, ou seja, desde a concepção do conceito do mesmo, a escolha dos materiais a serem utilizados na fabricação, até o fim da sua vida útil como a reciclagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ecodesign*; Resíduo sólido; Design verde; Resíduo eletroeletrônico.

### ECODESIGN AND THE GENERATION OF SOLID WASTE: AN APPROACH ON THE ELECTRONICS

**ABSTRACT:** Waste electrical and electronic equipment (WEEE) are among the most complex due to the fact they contain many materials in their composition, such as metals, polymers, ceramics and composites, and the various metals contained in such equipment may cause negative health and environmental impacts. The WEEE is the fastest growing waste type worldwide and in Brazil, with predictions that this continue occurring due to factors such as the most innovative equipment design that occurs constantly. Within this context, if the products were designed based on guidelines such as the *ecodesign* tool, the equipments would be less impactful throughout your life, since this tool

considers all the stages of the life cycle of the product, it means, since the inception of the concept, the choice of materials to be used in manufacturing, to the end of your life as recycling.

**KEYWORDS:** Ecodesign; Solid waste; Green design; Electronic waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

Dados divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU) revelaram que foram geradas 41,8 milhões de toneladas de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) no mundo em 2014, o que significa uma geração de 5,9 kg de REEE por habitante a nível mundial. As previsões são ainda mais alarmantes: para 2018 estima-se que seja atingida a marca de 50 milhões de toneladas. O Brasil lidera o ranking dos países da América Latina que mais geraram e irão gerar REEE entre os anos de 2009 e 2018 (GSMA, 2015).

O lançamento de novos modelos de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) no mercado pode contribuir significativamente para a parcela de resíduos eletrônicos e tem o potencial de gerar impactos ambientais. EEE podem conter materiais tóxicos, raros e preciosos. Assim, esses aparelhos em fim de vida podem impactar a disponibilidade de recursos - devido à extração de recursos naturais não renováveis, a saúde humana - por conta do contato de metais tóxicos no ambiente com a população, e os ecossistemas - em virtude da disposição inadequada dos REEE em cenários sem controle algum. Dessa forma, os resíduos eletroeletrônicos devem ser geridos de maneira adequada, eficaz e preventiva, a fim de evitar possíveis impactos de ordem social, ambiental e econômica (MEJAME et al., 2016).

O resíduo eletrônico é o resíduo sólido que mais cresce no Brasil e no mundo atualmente, devido às suas características únicas, como obsolescência programada, alta tecnologia e exponencial consumo no mercado (NICOLAI, 2016). O tempo médio de utilização de um telefone móvel é menor que 3 anos nos países em desenvolvimento e menor que 2 anos em países desenvolvidos, o que acarreta em um descarte muito frequente desses aparelhos (SARATH et al., 2015).

A obsolescência dos equipamentos eletroeletrônicos causa a geração de REEE, e essa se dá em função de alguns fatores, como: o design inovador, novas funcionalidades proporcionadas por tecnologias recentes, consumo desenfreado e maior capacidade e/ou velocidade para execução de tarefas, por exemplo. A vida útil cada vez mais curta desses equipamentos se traduz, por consequência, em um aumento na geração de resíduos (SENA, 2012).

Portanto, diante do exposto, são necessárias novas formas de projetar que permitam uma recuperação rentável dos materiais que fazem parte da composição dos produtos, por exemplo, como visam às ferramentas *Ecodesign*, *Design for Assembly and Disassembly* (DFA), *Design for Recycling* (DFR) e *Design for Environment* (DFE), as quais consideram todo o ciclo de vida do produto, desde a seleção dos materiais

até a escolha de técnicas de desmontagem, a fim de que o produto seja sustentável, ou seja, considere os aspectos ambientais, econômicos e técnicos.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi abordar a ferramenta ambiental Ecodesign voltada aos resíduos eletroeletrônicos.

## 2 | O DESIGN E A SUSTENTABILIDADE

Devido à possibilidade de esgotamento de recursos naturais não renováveis, associados à extração de matérias primas em um ritmo acelerado, o desenvolvimento sustentável tem assumido um papel importante no contexto mundial. Dessa forma, o desenvolvimento de produtos com base em princípios do *ecodesign* possibilitam a geração de impacto ambiental mínimo durante o ciclo de vida dos produtos, isto é, desde a extração das matérias primas até o fim de vida da mercadoria (PLATCHECK, 2003).

Ao desenvolver um novo produto, as escolhas dos projetistas vão determinar os impactos ambientais de todas as etapas do ciclo de vida desse, ou seja, desde a seleção e aquisição das matérias primas, os impactos associados aos processos de fabricação, uso, reutilização (quando houver) e descarte final (NAVEIRO et al., 2005).

Para Chaves (2010), o design para a sustentabilidade ambiental é algo já consolidado, de forma geral, porém na maioria das vezes é utilizado de forma global, sem se observar as especificidades de cada setor, processo e produto. Para serem utilizadas, as ferramentas precisam ser interpretadas e adaptadas para que se tenham resultados eficazes em termos de sustentabilidade ambiental.

Segundo Li et al. (2015), o *ecodesign* está focado em três aspectos fundamentais: a economia de recursos de materiais (e energia, de forma indireta), a redução de emissões de energia associados à produção e ao consumo, e a eliminação da toxicidade dos materiais nos produtos.

O *ecodesign* visa melhorar o desempenho ambiental do produto, minimizando o impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida, para que ele possa ser visto como uma forma de desenvolvimento de produtos em conformidade com o conceito de desenvolvimento capaz de sustentar o ciclo de vida. A ferramenta atual evoluiu do antigo *ecodesign*, que cobria apenas a fase de concepção do produto. Os escopos de design verde, produção mais limpa, sistema de gestão ambiental, fim de tubo e *ecodesign* estão ilustrados na Figura 1.

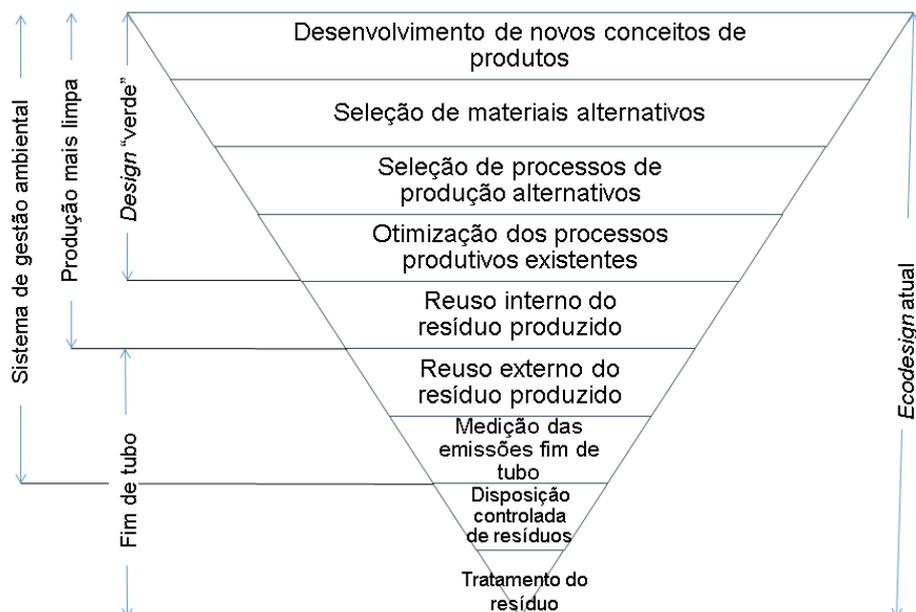


Figura 1 – Escopos do *green design*, produção mais limpa, sistema de gestão ambiental, fim de tubo e *ecodesign*.

Fonte: Adaptado de Li et al. (2015)

Como pode ser observado na figura 1, o design verde continha em seu escopo somente as etapas de desenvolvimento do conceito do produto, a seleção de materiais e processos alternativos, e a otimização dos processos existentes. Já o *ecodesign* como existe hoje abrange, além dessas etapas, outras intermediárias como o reuso interno e externo dos resíduos gerados nos processos, e no final de vida do produto, a disposição controlada de resíduos e o tratamento desses.

O *Ecodesign*, conhecido também como *Design for Environment* (DfE) – *design* sustentável ou *design* para o meio ambiente é uma metodologia que tem como objetivo prever os impactos ambientais ainda na fase de desenvolvimento do projeto. A avaliação dos aspectos e impactos adversos ao longo da vida dos produtos deve acontecer na fase de concepção do produto, a fim de assegurar que os efeitos ambientais do produto sejam considerados antes da fase de fabricação (GUERATO, 2010; TAHO, 2015). Assim, se verificado que este acarreta em muitos impactos, o projeto pode ser repensado de maneira diferente, por exemplo, utilizando componentes livres de substâncias perigosas como chumbo, cádmio, mercúrio, dentre outros proibidos pela diretiva europeia “Restrição de Certas Substâncias Perigosas” (RoHS). A partir de 2006 a indústria eletrônica europeia teve que se adequar e fabricar produtos livres de substâncias como as mencionadas anteriormente, gerando desafios na substituição desses elementos por outros não perigosos, mas que desempenhem a mesma função (UNIÃO EUROPEIA, 2012).

Para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2017), o *ecodesign* é todo o processo que contempla os aspectos ambientais onde o objetivo principal é projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços que de alguma maneira irão reduzir o uso dos recursos não-renováveis ou ainda minimizar o impacto ambiental dos mesmos

durante seu ciclo de vida. Isto significa reduzir a geração de resíduo e economizar custos de disposição final.

*Ecodesign* é uma ferramenta de competitividade utilizada por empresas nas áreas de arquitetura, engenharia e design atendendo novos modelos de produção e consumo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável através da substituição de produtos e processos por outros menos impactantes ao meio ambiente (MMA, 2017).

Segundo o MMA (2017), alguns princípios do *ecodesign* já estão sendo incorporados pela indústria, como:

- Escolha de materiais de baixo impacto ambiental: materiais menos poluentes, não tóxicos, de produção sustentável ou reciclados, ou ainda que requeiram menos energia na fabricação;
- Eficiência energética: minimização do consumo de energia para os processos de fabricação;
- Qualidade e durabilidade: produtos mais duráveis e que funcionem melhor, a fim de gerar menos resíduos;
- Modularidade: objetos com peças intercambiáveis, que possam ser trocadas em caso de defeito, evitando a troca de todo o produto, o que também gera menos resíduos;
- Reutilização/Reaproveitamento: projetar produtos para sobreviver ao seu ciclo de vida, podendo ser reutilizados ou reaproveitados para outras funções após seu primeiro uso.

Para Kutz (2007) e Hauschild et al. (2013) (apud Taho, 2015), as “Dez Regras de Ouro” que resumem as diretrizes para a abordagem do Design for Environment durante projetos de novos produtos são muito semelhantes aos princípios dados pelo MMA (2017):

1. Não utilizar substâncias tóxicas, mas adotar circuitos fechados quando for necessário utilizá-las;
2. Minimizar o consumo de energia e de recursos na produção e no transporte, procurando assegurar a eficiência desses;
3. Minimizar o consumo de energia e de recursos na fase de utilização, especialmente para produtos com aspectos ambientais mais significativos na fase de utilização;
4. Promover a manutenção e a modernização – manutenção para os produtos;
5. Promover a durabilidade para produtos com aspectos ambientais significativos quando fora da fase de utilização;
6. Usar características estruturais e materiais de alta qualidade, a minimizar a quantidade de material que precisa ser utilizada. Estas não devem interferir a flexibilidade, resistência ao impacto ou propriedades funcionais;
7. Usar materiais melhores e tratamentos de superfície ou estrutural para proteger

os produtos de sujeira, corrosão e desgaste;

8. Organizar com antecedência para atualização, reparação e reciclagem, através de bons acessos, rotulagem, módulos e pontos de interrupção, e fornecer bons manuais;

9. Promover a modernização, reparação e reciclagem de produtos pouco usados, reciclados, e usar materiais simples e em estado puro;

10. Priorizar o uso de parafusos, adesivos, soldadura, encaixe, bloqueio geométrico, etc. de acordo com as diretrizes do ciclo de vida.

### 3 | A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) E O *ECODESIGN*

A Lei 12.305 de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde trata sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Por meio dessa lei foram estabelecidos novos instrumentos e novas diretrizes que se relacionam com o *ecodesign*, conforme levantados por Taho (2015) no quadro 1.

Lei 12.305/2010 Art. 7º Objetivos	Diretrizes e Estratégias do <i>Design for Environment</i>
II – Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos	Redução da geração de resíduos com a utilização de materiais recicláveis, reutilizar aqueles que passíveis de recuperação
III – Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços	Minimizar o consumo de energia e de recursos na produção e transporte, procurando assegurar a eficiência
IV – Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais	Otimização energética em todas as etapas do processo produtivo, distribuição, utilização, reciclagem e disposição final
V – Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos	Não utilizar substâncias tóxicas, mas adotar circuitos fechados quando necessário a utilização

Quadro 1: Relação entre objetivos da PNRS e de diretrizes e estratégias do DfE.

Fonte: Taho (2015).

Ainda, em seu artigo 33, a PNRS obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor (BRASIL, 2010). Conforme o artigo 3º, logística reversa é uma ferramenta de desenvolvimento socioeconômico que envolve um conjunto de medidas com o intuito de facilitar o retorno dos resíduos sólidos a indústria para o seu

reaproveitamento. (BRASIL, 2010).

Estimulada pela PNRS, no ano de 2013 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a primeira edição da norma brasileira (NBR) 16156: Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa. A norma é aplicável a “organizações que realizam atividades de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos como atividade fim”. A mesma “estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos” (ABNT, 2013).

Segundo o Portal Brasil (2013), o objetivo dessa norma é assegurar a qualidade dos processos, sem afetar a saúde dos trabalhadores, garantindo a propriedade intelectual dos equipamentos, ou seja, a segurança dos dados. Além disso, instaura requisitos específicos relacionados à responsabilidade por substâncias perigosas; à rastreabilidade dos resíduos recebidos; e ao balanço de massa até a disposição (PORTAL BRASIL, 2013).

## 4 | A QUESTÃO DA DESMONTAGEM DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS PÓS CONSUMO

A desmontagem é uma etapa crucial para a logística reversa de um equipamento eletroeletrônico, pois é nela que ocorre a primeira separação de materiais, através dessa técnica, geralmente manual, pode-se separar o equipamento em diferentes partes, em que muitas vezes já se pode identificar alguns materiais. Alguns equipamentos possuem partes fabricadas por um único material, o que facilita a reciclagem.

No entanto, esta etapa ainda apresenta grandes desafios, pois a maioria dispositivos de EEE, principalmente os que possuem materiais de alto valor, apresentam uma grande mistura destes, o que dificulta muito a separação de dispositivos, e também os materiais que os compõem. Além disso o *design* desses equipamentos ainda, em sua maioria, não é desenvolvido para facilitar a desmontagem dos mesmos. Segundo Tansel (2017), a diversidade de materiais encontrados em REEE torna o processo de separação e manuseio trabalhoso. Ainda segundo o autor, para facilitar a desmontagem e a recuperação de materiais é essencial buscar mudanças no *design* desses equipamentos.

Outro ponto a se levar em conta segundo Knoth et al. (2000), é que como a desmontagem desses equipamentos se dá principalmente de forma manual, com o aumento da geração de REEE a serem reciclados será necessário o desenvolvimento da automatização deste processo, além da flexibilização e diminuição de custos durante esta etapa.

Tombini et al. (2014), realizaram a desmontagem de celulares de diferentes mecanismos e épocas e avaliaram a influência do *design* destes equipamentos para a

esta etapa. Os autores observaram que a não padronização do *design* e estrutura dos aparelhos fez com que cada uma necessitasse de ferramentas diferentes, pois cada celular apresentava parafusos com estilo e tamanhos diferentes, dificultando assim uma automação do processo, por exemplo. Além disso, os autores perceberam que os celulares do tipo barra *touch* (Figura 2), tecnologia mais utilizada nesta década, apesar de apresentar menor número de partes, tem apresentado maior dificuldade de desmontagem devido ao tamanho dos parafusos que eram muito pequenos e a existem de algumas partes coladas.

Apesar de o número de peça plásticas e metálicas diminuírem, os celulares mais modernos necessitam de mais atenção, pois devido a evolução da tecnologia acrescidas de novos componentes e novas funções estes equipamentos necessitam de mais materiais/metais em suas placas. (TOMBINI et al., 2014).

Santos et al. (2019) realizaram a desmontagem e caracterização de lâmpadas LED do tipo bulbo do ano de 2017 com o objetivo de avaliar a possibilidade de recuperação de materiais. Após a etapa de desmontagem os autores puderam dividir a lâmpada em 5 partes (conforme a Figura 3) e fazer uma pré-classificação dos materiais de algumas dessas partes

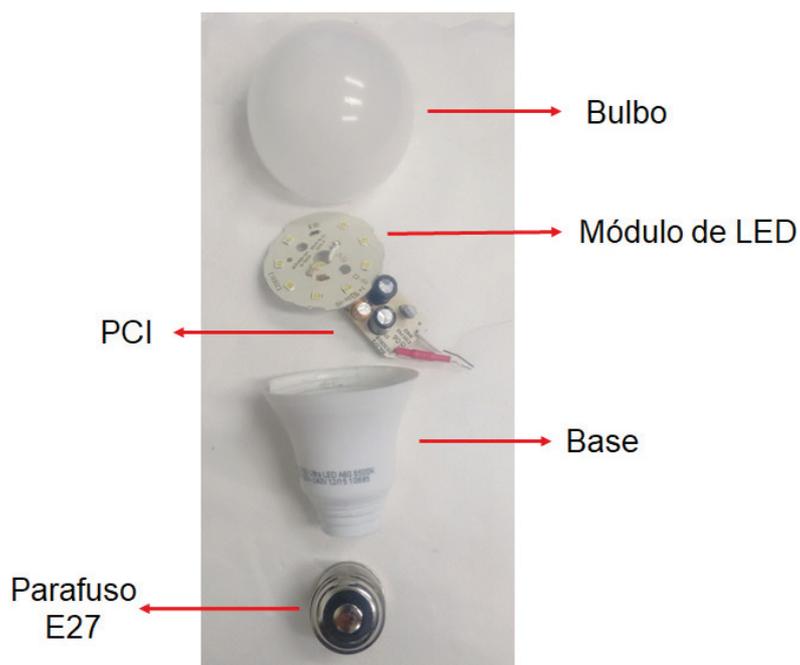


Figura 3 - Lâmpada LED tipo bulbo desmontada.

Fonte: Santos et al. (2019).

No entanto, os autores informam que houve variedade na forma de desmontagem das lâmpadas conforme suas marcas, enquanto que algumas demandaram de grande esforço outras necessitaram apenas serem desrosqueadas manualmente. Outra peça que apresentou diferença na forma como se encontrava foi a placa de circuito impresso (PCI), em algumas lâmpadas as mesmas eram soldadas juntamente a placa de LED enquanto que em outras as duas peças estavam apenas encaixadas de forma a se

eliminar a soldagem. Todas as lâmpadas apresentaram um adesivo utilizado para a junção de algumas peças, conforme pode ser visto na Figura 4. Com tudo, a maior dificuldade de desmontagem apontada pelos autores foi a separação do LED de sua placa base, além da necessidade de força manual os LEDs de quebravam durante o processo. (SANTOS et al. (2019).

Por fim Santos et al. (2019) concluíram que há a necessidade de padronização e de se repensar o *design* dessas lâmpadas. Algumas tecnologias encontradas em algumas lâmpadas foram apontadas como interessantes de se adotar, como a montagem por rosca e a conexão de encaixe entre a PCI e a placa de LED, essas duas medidas excluiriam a necessidade de adesivo e solda, o que seria positivo do ponto de vista ambiental e de logística. Além disso, os autores defendem a persistência na desmontagem de todas as partes da lâmpada, pois em algumas partes como os LEDs existem materiais de alto valor agregado, mas em pequenas quantidades, que seriam mais facilmente recuperados com a separação de todas as peças.

## 5 | ESTUDO DE CASO - *DESIGN* PARA REMANUFATURA NA CHINA: ESTUDO DE CASO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

O estudo publicado por Hatcher et al. (2013) fez parte de um projeto entre diversos Institutos da União Europeia e a China. Parte do programa envolveu o estudo do status de remanufatura e resíduos eletrônicos nas duas localizações, sendo que neste artigo o foco foi o status do design para remanufatura. A pesquisa abordou mais do que uma questão, mas para esse trabalho se trouxe a de maior interesse, sendo ela: “quão adequados são os produtos elétricos e eletrônicos para o processo de remanufatura em relação ao projeto de produto?”. Essas informações foram coletadas durante visitas a três empresas localizadas em Beijing, Shanghai e Qingdao, regiões da China. As três empresas são recicladoras de REEE e não estão envolvidas em atividades de remanufatura, revenda ou reparo. O Quadro 2, abaixo, traz uma breve descrição das três empresas estudadas.

Empresa	Descrição
<b>Empresa 1</b>	É uma das maiores instalações de tratamento de REEE em Shanghai. Está envolvida na coleta, classificação, tratamento, reciclagem e eliminação segura de uma variedade de EEE, como televisores, cartuchos de tinta, dentre outros.
<b>Empresa 2</b>	É uma empresa global de reciclagem de REEE com diversas instalações na China, Beijing, Shanghai - onde se encontra um centro de reciclagem. A empresa trata todos os tipos de resíduos eletrônicos. Na planta visitada o foco da entrevista foi a reciclagem de placas de circuito impresso para a extração de metais preciosos, como ouro e cobre.

<b>Empresa 3</b>	Opera um grande “parque ecoindustrial”, o qual se tornou um solucionador de problemas para diversos tipos de resíduos, que variam desde tratamento de resíduos perigosos, hospitalares, remediação de solo, entre outros. As operações de reciclagem de REEE da empresa incluem produtos como geladeiras, televisores, condicionadores de ar, máquinas de lavar e equipamentos de informática.
------------------	--

Quadro 2: Descrição das empresas estudadas.

Fonte: Hatcher et al. (2013)

As perguntas realizadas nas empresas, a fim de obter informações sobre a adequação de REEE para remanufatura e o design para remanufatura, foram as seguintes:

- a) qual é conexão/relação do reciclador com os fabricantes de equipamento original (OEM) do seu REEE?
- b) que problemas relacionados ao design do produto e barreiras atualmente enfrentam?
- c) quais outros problemas e desafios estão enfrentando atualmente?

## 5.1 Resultados

As empresas do estudo de caso tinham muitos parceiros OEMs na China, incluindo a Panasonic (Osaka, Japão), Sony (Tóquio, Japão), Kodak (Nova Iorque, EUA) e a Lenovo (Carolina do Norte, EUA).

A relação entre os recicladores e os OEMs é dita como complexa: em muitos aspectos, o OEM é o fornecedor de REEE, mas também é cliente do reciclador, pois o OEM depende do reciclador para se certificar de que a legislação ambiental é cumprida.

A comunicação entre o reciclador e os OEMs de REEE vem em primeiro lugar no momento da coleta e, também, durante processos de auditoria conforme especificado pelo OEM. No entanto, se o reciclador está enfrentando dificuldades na reciclagem de um determinado produto, eles poderão consultar o OEM para esclarecerem dúvidas. Uma das empresas entrevistadas afirmou que os OEMs às vezes fornecem detalhes dos resíduos perigosos contidos em seus produtos, como uma lista de materiais utilizados na sua produção. No entanto, mesmo que haja algum tipo de comunicação relacionada ao design com os OEMs, nunca é fornecida qualquer informação de design dos REEE recolhidos para os recicladores devido a preocupações de propriedade intelectual.

## 5.2 Barreiras e desafios no design de produto

Com relação às barreiras e desafio no design dos produtos, foi levantado pelas empresas que um problema no design que cria problemas em alguns processos de remanufatura é a desmontagem de componentes contendo resíduos perigosos. Quase toda desmontagem para remanufatura é manual. Portanto, a remoção segura desses componentes, de forma a não impactar na saúde, às vezes pode fornecer um desafio

aos trabalhadores, embora quase todas as empresas de reciclagem formais utilizem processos automatizados para essa etapa de desmontagem.

### 5.3 Outros desafios

Embora a reciclagem informal não tenha sido abordada nesse artigo, a China tem uma parcela muito grande de trabalhadores ligada a essas atividades, nas quais os mesmos desempenham suas atividades sem segurança alguma e sem considerar impactos ambientais que podem se originar com a desmontagem de REEE, como a emissão de gases tóxicos com a queima de cabos e placas de circuitos impressos e a geração de efluentes oriunda de banhos ácidos para a recuperação de cobre e ouro.

### 5.4 Considerações finais

De acordo com os resultados levantados pelos autores do estudo de caso, as empresas recicladoras têm tido maior interesse na recuperação de elementos valiosos e na separação de materiais recicláveis. Dessa forma, preocupam-se em desmontar rapidamente os produtos pelos meios mais fáceis possíveis, o que pode envolver a ruptura de componentes, muitas vezes perigosos.

Ao mesmo tempo, muitos dos OEMs que trabalham com os recicladores envolvidos neste estudo pretendem aperfeiçoar seus produtos para reciclagem. Por exemplo, em seu site, a Panasonic afirma estar envolvida com o “green design”. A empresa afirma estar empenhada em reduzir materiais como o PVC, que é difícil de reciclar e é um material tóxico, e afirma também estar empenhada em projetar mais produtos orientados para a reciclagem. A OEM chinesa Lenovo alega estar próxima de cumprir as normas europeias da diretiva RoHS, “projetando equipamentos com consideração para o futuro, observando requisitos para o desmantelamento, recuperação e reciclagem”.

Considerando a adequação dos resíduos eletrônicos para a remanufatura, as informações coletadas até o momento sugerem que, em geral, os produtos elétricos e eletrônicos não são adequados atualmente para a remanufatura e que este processo não é uma solução de fim de vida alternativa viável para as práticas de reciclagem atuais. Os principais motivos para essa conclusão, com base nos resultados deste estudo, são os seguintes:

a) Atualmente, os EEE não são tipicamente projetados para uma desmontagem não destrutiva porque as tecnologias de reciclagem consideraram este requisito desnecessário. Muitos desses produtos contêm diversos metais preciosos, que uma vez recuperados através da reciclagem, têm um mercado de mais alto valor do que um produto remanufaturado provavelmente teria.

b) A maioria dos produtos usados que chegaram às empresas de reciclagem estudadas seriam considerados tecnicamente “desatualizados” ou obsoletos, mesmo que tenham sido lançados há poucos anos atrás. Haveria pouca demanda e baixo valor no mercado para um laptop ou um telefone móvel remanufaturado.

c) Uma parte muito importante do processo de reciclagem de REEE é a limpeza de dados. Embora isso também possa ser realizado para a remanufatura eletrônica, ao contrário da reciclagem, alguns componentes seriam reutilizados, e não moídos e reciclados. É possível que muitos clientes desconfiem e isso potencialmente reduziria o número de produtos usados que seriam coletados e depois revendidos.

## 6 | CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo discutir o *ecodesign* e sua influência no setor de equipamentos eletroeletrônicos. A partir da realização desse trabalho, pôde-se concluir que o *ecodesign* é uma ferramenta ambiental que visa projetar um produto observando todos os aspectos ao longo da cadeia de desenvolvimento desse. Assim, é possível antecipar os impactos ambientais advindos de todas as etapas da concepção de um produto, ou seja, desde a extração das matérias primas que serão utilizadas, até o final da sua vida, podendo evitar e também minimizar os mesmos.

Quando se trata de resíduos eletroeletrônicos, a maior importância se dá ao fato de ser um resíduo que utiliza diversas matérias primas não renováveis na sua fabricação, sendo ainda que muitas delas causam muitos riscos à saúde e ao meio ambiente no seu pós uso devido à presença de metais pesados na sua composição.

Dessa forma, se os produtos eletroeletrônicos fossem projetados com base nos princípios do *ecodesign*, seriam produtos mais sustentáveis seguindo diretrizes discutidas no presente trabalho. Uma das diretrizes da ferramenta ambiental, conforme discutido ao longo do trabalho, é a não utilização de substâncias tóxicas. Isso eliminaria a toxicidade desses resíduos e tornaria a reciclagem simplificada e menos complexa do que os processos de reciclagem existentes. Destaca-se ainda que o *ecodesign* aplicado a EEE causaria uma diminuição de REEE gerados, uma vez que a desmontagem dos equipamentos no fim da sua vida possibilitaria a reinserção de peças dos equipamentos na cadeia produtiva, ao invés dessas serem descartadas.

Os princípios do *ecodesign* estão inteiramente relacionados com os da Política Nacional de Resíduos Sólidos. No entanto, faltam exemplos concretos de empresas brasileiras que estejam desenvolvendo seus produtos com base nesses princípios.

Trabalhos citados apontam que a desmontagem é uma das etapas da logística reversa de REEE que mais sofre influência do *design* do produto. De acordo com a literatura existe a necessidade de uma simplificação e da automação deste processo, pois isso significaria ganhos em questão de tempo, eficiência e recuperação de materiais.

O estudo de caso destacou que no processo de reciclagem o principal problema ligado ao projeto dos produtos é a presença de elementos tóxicos. No entanto, deve-se salientar que projetar um produto visando à reutilização de peças não danificadas, por exemplo, reduziria mais ainda os impactos associados ao produto pós-consumo, pois estaria evitando a extração de recursos, bem como a disposição inadequada

desse, inserindo-o novamente no ciclo produtivo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16156: **Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa**, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 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 19 dez. de 2017.

CHAVES, L. I. **Design para a sustentabilidade ambiental: estratégias, métodos e ferramentas de design para o setor de móveis**. Estudos em Design. V.18, n.1, 1-14, 2010.

GSM Association (GSMA). **eWaste in Latin America: Statistical analysis and policy recommendations**. November 21, 2015.

GUERATO, A. M.; **Projeto Voltado para o descarte de estruturas primárias de material compositório**. Tese (Dissertação) Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2010.

HATCHER, G.D.; LJOMAH, W.; WINDMILL, J.F.C. **Design for remanufacturing in China: a case study of electrical and electronic equipment**. Journal of Remanufacturing 2013, 3:3

HAUSCHILD, M.Z.; JESWIET, J.; ALTING, L. **Design for Environment – Do we Get the focus right?** CIRP - Annals Manufacturing Technology // Volume 53, Issue 1, 2004, Pages 1–4. Anais. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850607606313>> Acesso em: 19 dez. de 2017.

KNOTH, R.; BRANDSTOTTER, M.; KOPACEK, B.; KOPACEK, P. **Automated disassembly of electr(on)ic equipment**. In: Conference Record 2002 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment.

KUTZ, M. **Environmentally Conscious Mechanical Design**. John Wiley & Sons, Inc. 2007. e-book. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=28QNI8XnPmYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=28QNI8XnPmYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)> Acesso em: 19 dez. de 2017.

LI, J.; ZENG, X.; STEVELS, AB. **Ecodesign in Consumer Electronics: Past, Present, and Future**, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45:8, 840-860, 2015.

MEJAME, P.P.M.; KIM, Y.M.; LEE, D.S.; L, S.R. **Effect of technology development on potential environmental impacts from heavy metals in waste smartphones**. J Mater Cycles Waste Manag. DOI 10.1007/s10163-016-0548-2

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ecodesign**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7654-ecodesign>>. Acesso em 19 dez. de 2017.

NAVEIRO, R.M.; PACHECO, E.B.A.V.; MEDINA, H. de V. **Ecodesign: o desenvolvimento de projeto de produto orientado para reciclagem**. In.: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Porto Alegre, RS, 2005.

NICOLAI, F.N.P. **Mineração urbana: avaliação da economicidade da recuperação de componentes ricos em Au a partir de resíduo eletrônico (e-waste)**. Belo horizonte, 329 p., 2016. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Ouro Preto.

PLATCHECK, E. R. **Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos**. Dissertação

(Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2003.

PORTAL BRASIL. **Norma regulamenta indústria reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil.** Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2013/04/norma-regulamenta-industria-reversa-de-residuos-eletronicos-no-brasil>>. Acesso em: 21 dez. de 2017.

SANTOS, E. C. A.; CAMACHO, A. L. D.; RAUBER, L. D.; MORAES, C. A. M. Desmontagem e caracterização de lâmpadas LED para recuperação de materiais. In: TULIO, L (Org.). **Gestão de resíduos sólidos 2** [recurso eletrônico]. 1. Ed. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. cap. 11, p. 115-124.

SARATH, P.; BONDA, S.; MOHANTY, S.; NAYAK, S.K. **Mobile phone waste management and recycling: View and trends.** Waste management (46) 2015, 536-545

SENA, F.R. **Evolução da Tecnologia Móvel Celular e o Impacto nos Resíduos Eletroeletrônicos.** Dissertação (mestrado). PUC – Rio de Janeiro, 2012.

TAHO, A. A. **Influência do design for environment na redução da geração de resíduos sólidos industriais.** Trabalho de Conclusão (MBA). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil, 2015.

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

TOMBINI, M. C.; SANTOS, E. C. A.; ALBANO, P.; DORNELLES, K.; GUIMARÃES, T. T.; MORAES, C. A. M. **Influência do design de celulares em sua desmontagem para posterior reciclagem.** In: 5º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. São Leopoldo, RS, 2014. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/602>>. Acesso em: 06 mai 2019.

UNIÃO EUROPEIA. **Directive 2012/19/UE of the European Parliament and of the Council.** Of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Official Journal L 197, p.38-71, 2012. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&qid=1409602622577&from=EN>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Jorge González Aguilera:** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

**Alan Mario Zuffo:** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água 13, 20, 22, 23, 33, 61, 128, 130, 135, 136, 176

AIA 246

Alimentação 2, 11, 35

Aterro de resíduos 41

Avaliação 18, 22, 33, 41, 57, 84, 126, 127, 137, 154, 173, 174, 234, 235, 236, 244, 246

### B

Bacia Hidrográfica 28

Bicicleta 193, 197, 198

Biolubricants 70

Biotechnological processes 70

### C

Captação de água da chuva 19

Caracterização 94, 125, 135, 136, 176

Coleta Seletiva 58, 60, 61

Coliformes 13, 17, 133

Composição gravimétrica 58, 63, 64, 65, 87, 91, 92

Compostos Orgânicos 126

### D

Design verde 155

Diagnóstico Ambiental 224

Distribuição da água 170

### E

Ecodesign 155, 156, 157, 158, 159, 167

Ecologia 33, 146, 148, 153, 246, 248, 251

Economia de água 135

Educação Alimentar 2, 11

Efetividade 84, 85, 234, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245

Ensino fundamental 1, 4, 5, 68, 183

Enzymatic Catalysis 70

Espécie ameaçada 177

Esterco Bovino 52, 53, 54, 55, 56

### F

Ferramentas audiovisuais 177

## **G**

Geração de resíduos 42, 58, 78, 96, 97, 98, 101, 156, 160, 168

Gestão 23, 84, 86, 117, 128, 134, 135, 137, 139, 144, 146, 168, 191, 193, 195, 229, 231, 234, 235, 236, 241, 243, 244, 245

## **H**

História natural 35, 36, 40

Horta didática 1

## **I**

Indicadores 61, 83, 107, 246

Índice Pluviométrico 19, 21

Inseto 35

IQR 41, 42, 43, 44, 49, 50

## **M**

Microrganismos 13

Mobilidade Ativa 193

Mobilidade Sustentável 193

Mobilidade Urbana 193, 196, 197, 198

Municipalidades 199, 204, 222

## **O**

Oportunista 35

## **P**

Pó de serra 52

Processo participativo 177

## **Q**

Qualidade da Água 176

## **R**

Reducción de Riesgos de Desastres 199

Resíduo eletroeletrônico 155

Resíduos de Serviços de Saúde 224, 225, 231

Resíduo sólido 155

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-537-2

