

# Design:

Contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável

RÉGIS PUPPIM  
(ORGANIZADOR)

# Design:

Contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável

RÉGIS PUPPIM  
(ORGANIZADOR)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Design: contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Régis Puppim

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

D457 Design: contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável / Organizador Régis Puppim. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-592-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.928211410>

1. Desenho de moda. 2. Sustentabilidade. 3. Design. I. Puppim, Régis (Organizador). II. Título.

CDD 741.672

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

  
**Ano 2021**

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

O livro “Design: Contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável” é uma obra coletiva, feita à muitas mãos e de diversas perspectivas, que propõe reflexões críticas e provocativas sobre os caminhos emergentes da pesquisa e desenvolvimento para a Sustentabilidade, como contributo significativo para o Design.

Em consonância com as mais atuais considerações sobre a temática da Sustentabilidade, globalmente e (quase que) irrestritamente às áreas da Ciência, tal questão (Sustentabilidade) é vista como fundamental para o futuro próspero do planeta e da humanidade. Neste sentido, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou e está promovendo, transversalmente, a Agenda 2030, chamada de “Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS)”, em que uma série de metas, métricas e perspectivas de resultados são propostos, de modo a propor uma nova visão para a Indústria, Governos, Corporações, Entidades e Pessoas, em que a Sustentabilidade Global é, indiscutivelmente e inadiavelmente, a pauta da vez.

Para a área do Design, ainda não é possível se estabelecer uma “adjetivação” de produto com “Design Sustentável”, uma vez que, o significado originário do termo “Sustentável/Sustentabilidade” frequentemente divergente, profundamente, dos atuais métodos produtivos e de manufatura na área do Design, sobretudo com pontos cruciais como a “Obsolescência Programada” e o atual cenário de estímulo constante ao Consumo (por vezes, sem racionalidade). Para muitos dos autores e pesquisadores especializados nesta área, o “Design Sustentável” é uma Utopia, que ainda está um tanto distante de ser alcançado.

Porém, como designers (e pesquisadores da área), a inquietude e o planejamento estratégico para superar obstáculos é uma meta constante e diariamente renovável. De modo que, mesmo distantes de um “Design Sustentável”, muitas propostas, projetos e empreitadas se mostram positivas e enobrecedoras num caminho do Design para a Sustentabilidade. Motivo pelo qual, este livro se faz tão importante e pertinente a este debate vigente.

Os capítulos constam de diferentes visões e propósitos para com o Design e a Sustentabilidade, de modo a propiciar uma perspectiva multidisciplinar e contributiva para os próximos passos em favor de um Design, cada vez mais, próximo à Sustentabilidade. Todos os capítulos foram feitos com esforços de pesquisas sérias e revisados, de modo a apresentar o melhor possível dos resultados alcançados.

Boa leitura e que o espírito da mudança, por um “Design mais Sustentável” possa contaminar, também, a você.




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

UMA FUGA DA INSUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO CARVÃO EM SANTA CATARINA

Julio Cesar Lopes Borges

Renata Corvino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114101>

### **CAPÍTULO 2..... 9**


INSCRIÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL NA CU UAEM ZUMPANGO, ANÁLISE DO SEU COMPORTAMENTO 1987-2020 NA PRIMEIRA ADMISSÃO

Raymundo Ocaña Delgado

Argelia Monserrat Rodríguez Leonel

Mario Gerson Urbina Pérez

Omar Eduardo Sánchez Estrada


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114102>

### **CAPÍTULO 3..... 19**

TIPOGRAFIA E DESIGN NA CONSTRUÇÃO DA LINGUAGEM VISUAL DA LETRA

Marcelo José da Mota

Mariangela Fazano Amendola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114103>

### **CAPÍTULO 4..... 35**

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO DESIGN NA DESMONTAGEM DE LÂMPADAS LED DO TIPO BÚLBO PARA POSTERIOR RECICLAGEM

Emanuele Caroline Araujo dos Santos

Angéli Viviani Colling

Aline Schaab

Carlos Alberto Mendes Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114104>


### **CAPÍTULO 5..... 48**

SUSTENTABILIDADE NO COLÓQUIO DE MODA: MAPEAMENTO E CATEGORIZAÇÃO DE ARTIGOS (2005-2017)

Régis Puppim

Luisa Arruda Mendes


Ana Cristina Broega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114105>

### **CAPÍTULO 6..... 60**

A ARTE COMO DISPOSITIVO FORMAL NA INSPIRAÇÃO DE *PRÊT-À-PORTER* CONTEMPORÂNEO


Anerose Perini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114106>

**CAPÍTULO 7..... 74**

**FIGURINO DE TEATRO PELO DESIGN DE MODA: UM CENÁRIO COLABORATIVO E SUSTENTÁVEL**


Mariane Fernandes Costa  
Cleuza Bittencourt Ribas Fornasier

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114107>

**CAPÍTULO 8..... 78**

**REDE DE COLETIVIDADE E COLABORAÇÃO E A VALORIZAÇÃO DA MODA AUTORAL: APRESENTAÇÃO DO PROJETO/MOVIMENTO SOMOS MODA AUTORAL GAÚCHA**


Paula Cristina Visoná  
Luciana Bulcão é Mestre

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114108>

**CAPÍTULO 9..... 85**

**MODA INCLUSIVA: IDENTIFICAÇÃO DE AVIAMENTOS DE VESTUÁRIO**

Mariana Luísa Schaeffer Brilhante  
Lucas da Rosa  
Silene Seibel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9282114109>

**CAPÍTULO 10..... 93**

**CONTRIBUTO DA MODA PARA A SUSTENTABILIDADE ATRAVÉS DA TÉCNICA DO *UPCYCLING***


Marcela Delgado Ranzani  
Carolina Yuri Mifune  
Gabriela Elora Lugli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.92821141010>

**CAPÍTULO 11..... 99**

**PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E A INDÚSTRIA 4.0 NO SEGMENTO JEANSWEAR: INVESTIGAÇÃO NO CORREDOR DA MODA (CIANORTE-MARINGÁ-LONDRINA)**


Maryanna Bevervanso Buzin  
Ronaldo Salvador Vasques  
Eliane Pinheiro  
Fabrício de Souza Fortunato  
Priscila Locatelli  
Márcia Regina Paiva de Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.92821141011>

**CAPÍTULO 12..... 109**

**EMPRESAS DE MODA COM PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS BRASILEIRAS: UMA LINHA DO TEMPO**

Andréa dos Anjos Moreiras  
Isabel Cristina Scafuto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.92821141012>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>115</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>116</b>

# CAPÍTULO 4

## AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO DESIGN NA DESMONTAGEM DE LÂMPADAS LED DO TIPO BULBO PARA POSTERIOR RECICLAGEM

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 09/06/2021

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

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

### **Angéli Viviani Colling**

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

### **Aline Schaab**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Graduanda Engenharia Química  
São Leopoldo – RS

### **Carlos Alberto Mendes Moraes**

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

Artigo originalmente publicado nos anais do 11º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, realizado de forma online, em 10 a 12 de setembro de 2020.

**RESUMO:** Lâmpadas e luminárias LED são classificadas como resíduos de logística reversa obrigatória pela Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, pois se tratam de produtos eletroeletrônicos, devido a necessidade de uma placa de circuito impresso (PCI) para seu

funcionamento. Somado a isso, apresentam materiais de valor agregado, em especial os LEDs que são compostos por metais críticos e valiosos. No entanto, a desmontagem e reciclagem deste tipo de resíduo é um desafio, pois apresentam uma variedade de materiais misturados em sua composição. Além disso, o design de produtos eletroeletrônicos em geral e, conseqüentemente, das lâmpadas LED, não facilita o processo de logística reversa dos mesmos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do design de lâmpadas LED do tipo bulbo na desmontagem deste produto ao seu fim de vida útil. Para isso, 13 lâmpadas LED de 8 marcas diferentes foram catalogadas e desmontadas, em que se avaliou a forma como se deu a desmontagem, as ferramentas utilizadas, bem como os destinos para cada parte da lâmpada. Por fim, pode-se constatar que em algumas lâmpadas existem tecnologias de desmontagem mais eficientes do que em outras e pode-se sugerir a adoção de uma montagem padrão, em que sistemas por roscas e parafusos seriam as mais indicadas para garantir a melhor agilidade do processo de desmontagem e reutilização e/ou reciclagem de grande parte das peças.

**PALAVRAS - CHAVE:** *Lâmpadas LED; Desmontagem; Reciclagem.*

### EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DESIGN IN THE DISASSEMBLY OF LED BULB TYPE LAMPS FOR POSTERIOR RECYCLING

**ABSTRACT:** LED lamps and luminaires are classified as mandatory reverse logistics waste

by the 2010 National Solid Waste Policy, as they are electronics products, due to the need for a printed circuit board (PCI) for their operation. In addition, they present value-added materials, especially LEDs that are composed of critical and valuable metals. However, the disassembly and recycling of this type of waste is a challenge, as it presents a variety of materials mixed in its composition. In addition, the design of electronic products in general and, consequently, LED lamps, does not facilitate the reverse logistics process. The objective of this work was to evaluate the influence of the design of LED bulbs in the disassembly of this product at the end of its useful life. For this, 13 LED lamps from 8 different brands were cataloged and disassembled, where the way in which disassembly took place, the tools used, as well as the destinations for each part of the lamp were evaluated. Finally, it can be seen that in some lamps there are more efficient disassembly technologies than in others and it can be suggested the adoption of a standard assembly where systems by threads and screws would be the most indicated to guarantee the best agility of the process of disassembly and reuse and / or recycling of most parts.

**KEYWORDS:** LED lamps; Disassembly; Recycling.

## 1 | INTRODUÇÃO

Lâmpadas LED são definidas como produtos eletroeletrônicos de iluminação, elas são compostas por uma sequência de LEDs iguais, ligados em série ou paralelo, capazes de gerar um alto fluxo luminoso e luz visível, além disso, elas necessitam de um driver (fonte de energia) para seu funcionamento. Por serem consideradas substitutas diretas das incandescentes e fluorescentes, apresentam bases com rosca e soquetes idênticos as anteriores. (ABILUX, 2019; DIAS, 2012; HENDRICKSON et al. 2010; UNIÃO EUROPEIA, 2012). Devido a dependência de uma placa de circuito impresso (PCI), são classificadas como resíduos eletroeletrônicos (REEE) após seu fim de vida útil. (ABNT, 2013; XAVIER; CARVALHO, 2014). Portanto, sua logística reversa é obrigatória prevista pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei nº 12.305/10. (BRASIL, 2010).

Os REEE são caracterizados por apresentarem grande complexidade, devido à variedade de materiais constituintes como metais, polímeros, cerâmicos e materiais compósitos, muitos destes com alto valor agregado. (XAVIER; LINS; 2018; SILVEIRA, 2020). No entanto, estes resíduos possuem diversas substâncias tóxicas que podem causar a contaminação do meio ambiente ocasionando riscos à saúde humana, caso não sejam bem gerenciados. (KIDDEE, et al. 2013; SILVEIRA et al. 2020).

Os produtos de tecnologia LED seguem o mesmo caminho, apresentam uma natureza heterogênea e complexa, variando muito conforme a função do produto, isso se refletirá em todo o gerenciamento dele, principalmente no processamento e reciclagem. (FRAUNHOFER IZM, 2012; POURHOSSEIN; MOUSAVI, 2018). Além disso, de acordo com Gassmann et al. (2016), os LEDs são compostos por uma série de metais considerados críticos como, por exemplo: Lutécio (Lu) e Cério (Ce) que são terras raras, os metais tecnológicos Gálio (Ga) e Índio (In) e os preciosos ouro (Au) e prata (Ag).

De acordo com Santos et al. (2020), a recuperação destes metais é um obstáculo a ser enfrentado durante a reciclagem dos LEDs, uma vez que se encontram no interior dele, encapsulados por outros materiais, que necessitam ser removidos primeiramente. No entanto, o crescimento da indústria de LEDs é promissor e, conseqüentemente, a demanda por materiais críticos e a necessidade de fontes alternativas também. (SANTOS et al., 2020).

A desmontagem é uma etapa muito importante no processo de reciclagem e logística reversa de qualquer resíduo de equipamento eletroeletrônico, pois é nesta etapa, geralmente manual, que ocorre a primeira triagem de materiais, em que pode-se separar componentes tóxicos, os de fácil separação e os de valor agregado. (GOUVEIA; FERRON; KUNO, 2014; MORAES; ESPINOSA; LUCENA, 2014; SILVEIRA; SANTOS; MORAES, 2019). Com isso, pode-se separar o equipamento em diversas partes, em que muitas destas são compostas por um único material, podendo ir diretamente para a reciclagem. (SILVEIRA; SANTOS; MORAES, 2019).

Santos et al. (2019) afirmam que a etapa de desmontagem e separação dos LEDs pode ser crucial para recuperação dos materiais críticos contidos neles, uma vez que desta forma pode-se concentrá-los melhor. Alguns elementos, em especial os críticos, estão em baixas concentrações (na faixa de  $\mu\text{g}$ ) em produtos acabados, o que dificulta a detecção e quantificação, tornando um desafio a classificação e separação destes materiais ao fim de vida dos produtos. (BUCHERT; SCHULER; BLEHER, 2009; AYRES; PIERÓ, 2017; SANTOS et al., 2019).

Contudo, algumas dificuldades podem ser encontradas, como a diversidade de materiais em um mesmo componente e a complexidade dos mesmos, bem como o design da maioria dos equipamentos, que não é pensado para facilitar a sua desmontagem, tornando a etapa de separar cada parte do equipamento uma tarefa difícil e, conseqüentemente, um desafio para a reciclagem deste tipo de resíduo. (SILVEIRA; SANTOS; MORAES, 2019; TANSEL, 2017).

Uma simplificação do design de produtos eletroeletrônicos em geral aliada a uma automação do processo de desmontagem significaria benefícios em relação ao tempo e eficiência da desmontagem, e, portanto, a recuperação de materiais (SILVEIRA; SANTOS; MORAES, 2019; KNOTH et al., 2002), o que pode resultar em ganhos sociais, econômicos e ambientais.

Santos et al. (2019) encontraram diferença de design ao desmontar lâmpadas LED de marcas diferentes, o que acarretou diferenças na forma de desmontagem das lâmpadas. Além disso, algumas destas lâmpadas apresentavam maior dificuldade na desmontagem do que outras, desconectando-se facilmente, pois eram apenas encaixadas, outras apresentavam dificuldades devido ao uso de soldas e adesivos. Por fim, os autores sugeriram que se adotasse um padrão quanto a montagem destes equipamentos. (SANTOS et al., 2019). Gassmann et al. (2016) defendem que a diversidade e complexidade de

geometria dessas lâmpadas deve ser prevista durante a logística reversa e que se deve criar módulos de classificação a fim de direcionar o fluxo do processo de reciclagem a ser utilizado.

No entanto, de acordo com Hendrickson et al. (2010), a padronização na conexão das peças seria um benefício para a desmontagem e remanufatura de seus componentes, além da diminuição da variedade de materiais em partes estruturais a fim de se obter uma melhor homogeneização, facilitando assim a reciclagem. Hendrickson et al. (2010) indicam que os fabricantes de lâmpadas LED devem atentar para projetos de design que visem opções de gerenciamento de fim de vida, citando: projetos que visem na desmontagem, utilizem parafusos ou encaixes ao invés de soldas, evitem destruição das peças; Projetos que visem na reutilização e manutenção, ou seja, uso de peças substituíveis; Projetos a fim de facilitar a recuperação de materiais, que utilizem o mínimo de variedade de materiais e facilitem a identificação deles; e Auxiliem na criação de sistemas de logística reversa.

O desenvolvimento de equipamentos com materiais de maior potencial de reciclagem bem como de desmontagem facilitada significa um considerável ganho no tempo de desmontagem, bem como facilitação na triagem e classificação dos materiais, com a consequente agregação de valor na reutilização de partes, recuperação e reciclagem de materiais, o que tem potencial para gerar empregos e renda. (XAVIER; CARVALHO, 2014).

## **2 | OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do design na desmontagem de lâmpadas LED do tipo bulbo visando a logística reversa.

## **3 | METODOLOGIA**

Foram adquiridas 13 lâmpadas LED do tipo bulbo de 8 marcas diferentes, com ano de comercialização entre 2015 e 2017. Optou-se por nomeá-las em códigos (Marca A, Marca B, Marca C, etc.) para preservar as marcas. As potências das lâmpadas foram variadas, estando na faixa de 4 a 9W. A primeira parte da catalogação das lâmpadas deu-se de maneira visual, onde se avaliou materiais que compõe a parte externa das lâmpadas como: o bulbo (polímero ou vidro), o material da base e o fundo do parafuso de Edison ou E27 (polímero ou vidro).

Após a etapa de catalogação, passou-se para etapa de desmontagem, em que se avaliou a forma de desmontagem das lâmpadas, bem como a melhor ordem de desmontagem e as ferramentas necessárias. Por fim fez-se uma avaliação das formas de desmontagem das lâmpadas e sugeriu-se os destinos a serem tomados para cada parte.

## 4 | RESULTADOS

A seguir os principais resultados deste trabalho serão apresentados.

### 4.1 Catalogação

O Quadro 1 apresenta a catalogação, potências, ano de comercialização, quantidades, massas por marca e materiais das partes: bulbo, base e fundo do parafuso E27 das lâmpadas estudadas. Além disso, no Quadro 1 encontram-se também as potências equivalentes para lâmpadas fluorescentes compactas, indicadas nas embalagens das LEDs.

Lâmpada	Pot. (W)	Ano de Com.	Quant.	Massa média (g)	Bulbo	Base	Fundo parafuso E27
Marca A	9	2015	2	71,678	Polímero	Polímero	Polímero
Marca B	6	2017	1	63,376	Polímero	Polímero	Polímero
Marca C	4,8	2017	3	39,690	Polímero	Polímero	Polímero
Marca D	5	2017	3	31,122	Polímero	Polímero	Polímero
Marca E	9	2015	1	69,832	Polímero	Polímero	Polímero
Marca F	5	2017	1	36,850	Polímero	Polímero	Polímero
Marca G	4	2017	1	45,173	Polímero	Polímero	Polímero
Marca H	7	2017	1	50,009	Polímero	Polímero	Polímero

Quadro 1: Catalogação das lâmpadas LED estudadas

Fonte: Autores.

Pode-se observar no Quadro 1 que as massas das lâmpadas inteiras não são proporcionais às suas potências, pois a Marca G, de potência 4W, possui massa superior às Marcas C, D e F, de potências 4,8 e 5W, bem como a Marca C, de potência 4,8W, que possui massa superior à Marca D, de potência 5W, e a Marca B, de 6W, que possui massa superior a Marca H, de potência 7W.

Um ponto importante registrado neste quadro é o fato de que as lâmpadas mais antigas, comercializadas em 2015, apresentam as maiores potências (9W) e massas, além disso, tiveram uma vida útil de apenas cerca de 2 anos, sendo que foram descartadas em 2017 e que suas embalagens indicam possuir vida útil de até 25000 horas, esse esgotamento só seria possível se as lâmpadas ficassem ligadas 24 horas por dia durante esses dois anos. Algumas embalagens indicam vida útil de até 14 anos, se considerar 5 horas de uso diário por 365 dias ano.

Todas as lâmpadas catalogadas apresentaram bulbo de polímero ao contrário das lâmpadas fluorescentes cujo bulbo é fabricado em vidro, o que é positivo, pois oferece menos risco de acidentes aos trabalhadores que irão manusear estes resíduos.



## 4.2 Desmontagem

Para a etapa de desmontagem verificou-se a como se daria a desmontagem bem como a ordem de retirada das principais peças constituintes, bem como as ferramentas necessárias. A Figura 1 ilustra como ocorreu esta etapa.

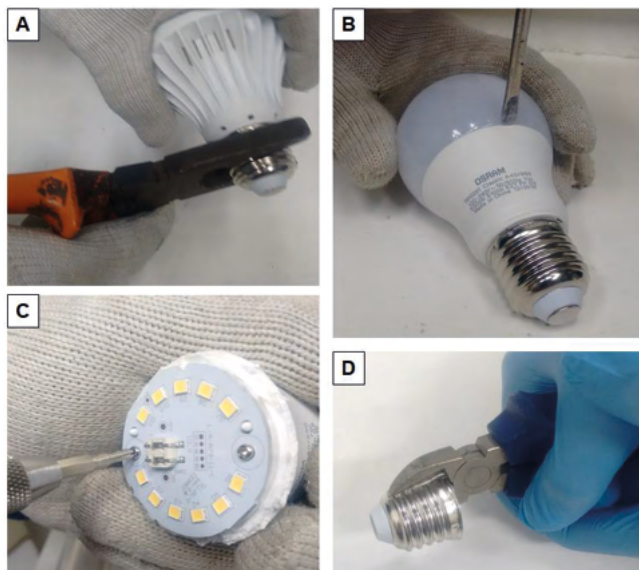


Figura 1 - Desmontagem de uma lâmpada LED tipo bulbo

Fonte: Autores.

A partir da Figura 1 pode-se verificar que para a desmontagem de uma lâmpada LED do tipo bulbo pode-se utilizar ferramentas manuais como alicate (Figura 1A), chave de fenda (Figura 1B), chave philips (Figura 1C) e alicate de corte (Figura 1E). Além disso, pode-se verificar que a desmontagem pode começar pela retirada do bulbo polimérico da parte superior ou pela retirada do parafuso de E27 da parte inferior, após isso as demais partes podem ser retiradas, além disso, o E27 também pode ser desmontado.

Após a desmontagem, pode-se dividir as lâmpadas em até oito partes: bulbo, base de polímero, base de alumínio, placa de alumínio, placa de LEDs, PCI, LEDs e parafuso E27, além disso, em algumas lâmpadas pode-se encontrar parafusos e um adesivo utilizado para junção das partes. A Figura 2 apresenta uma lâmpada LED tipo bulbo desmontada.

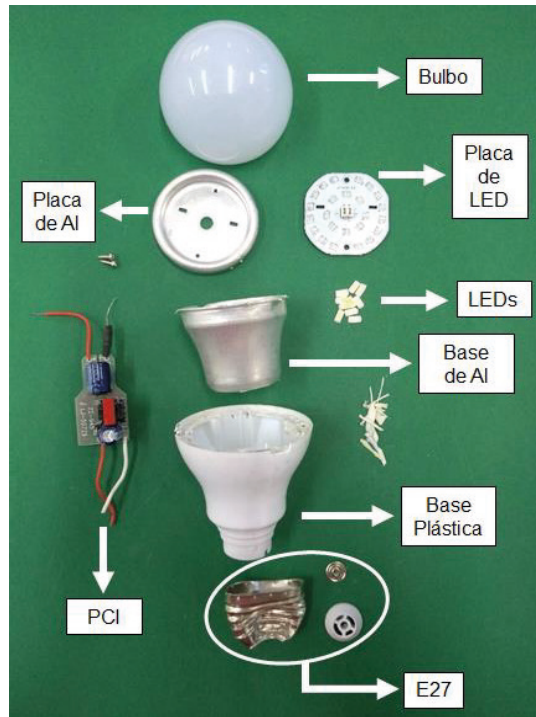


Figura 2 - Lâmpada LED tipo bulbo desmontada

Fonte: Autores.

Contudo, não houve padrão com relação a montagem das lâmpadas, ou seja, algumas lâmpadas não apresentavam base de alumínio ou placa de alumínio, já em outras encontrou-se uma peça composta por aletas, cujo formato pode-se inferir que se trata de um dissipador de calor. Por fim, em alguns casos nenhuma das três peças foram encontradas, por este motivo classificou-se estas partes como peças extra. De acordo com a literatura as lâmpadas LED necessitam de um dissipador de calor que pode ser de alumínio ou material cerâmico. (CASTRO, 2013; GASSMANN et al., 2016).

A figura 3 ilustra as três peças de alumínio.

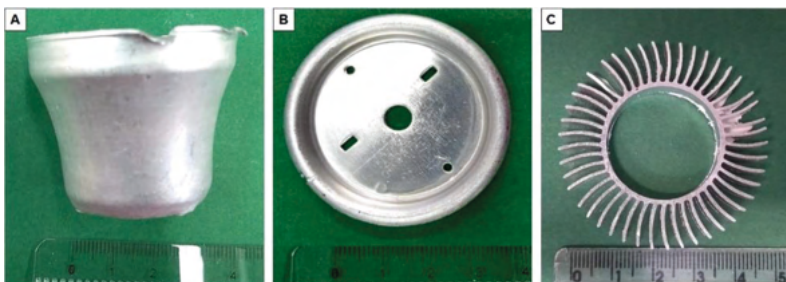


Figura 3 - Peças de alumínio encontradas em algumas lâmpadas

Fonte: Autores.

Com relação a forma de desmontagem também houve variações nas lâmpadas, algumas apresentaram maior dificuldade na desmontagem do que outras. No caso do bulbo, por exemplo, em algumas lâmpadas foi necessário o uso de chaves de fenda, enquanto outras precisavam apenas serem desrosqueadas manualmente. A Figura 4 ilustra as formas de retirada do bulbo utilizadas, onde na Figura 4A ilustra-se a retirada por ajuda de chave de fenda e a Figura 4B ilustra a retirada manual dele.

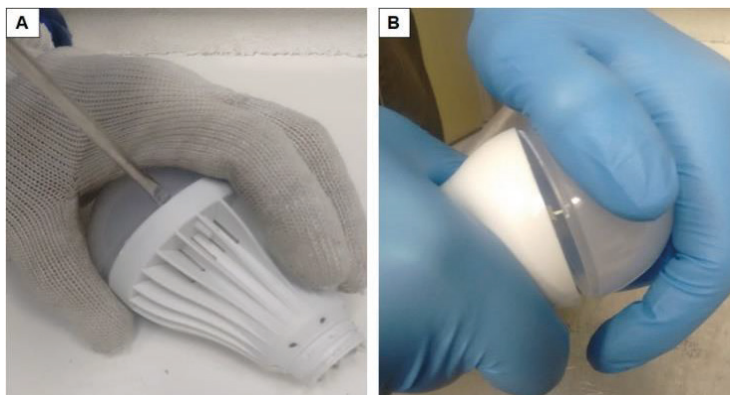


Figura 4 - Desmontagem do bulbo de lâmpadas LED tipo bulbo

Fonte: Autores.

Com a Figura 4 pode-se verificar a facilidade encontrada na desmontagem de algumas lâmpadas, onde uma leve força manual pode ser aplicada. Somado a isso em algumas lâmpadas encontrou-se um adesivo utilizado para fixação desta parte.

A Figura 5 ilustra a forma como se deu a retirada da PCI e da placa de LEDs do interior da lâmpada.

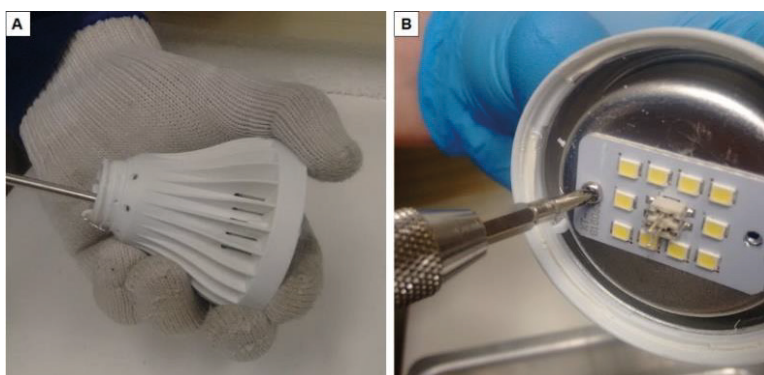


Figura 5 - Formas de retirada da placa de LED e PCI de lâmpadas LED tipo bulbo

Fonte: Autores.

Conforme a Figura 5A ilustra, em algumas lâmpadas a retirada da placa de LED e da PCI foi realizada pela parte inferior da lâmpada e por meio de força manual, ou seja, houve a necessidade de empurrá-las com força bruta. Já conforme ilustra a Figura 5B, algumas lâmpadas possuíam estas partes parafusadas, sendo necessário apenas desparafusá-las com o uso de chave do tipo *philips*. Além disso, a retirada da base externa polimérica também apresentou dificuldades em algumas lâmpadas, elas aparentavam estar injetadas às bases de alumínio, causando assim, a dificuldade na separação dela, em que muitas vezes quebravam no processo.

Encontrou-se também diferença na forma como a placa de circuito impresso estava conectada à placa de LEDs, enquanto algumas lâmpadas apresentavam as duas soldadas, outras possuíam um mecanismo de conexão mais moderno sendo apenas encaixadas, conforme mostra a Figura 6.

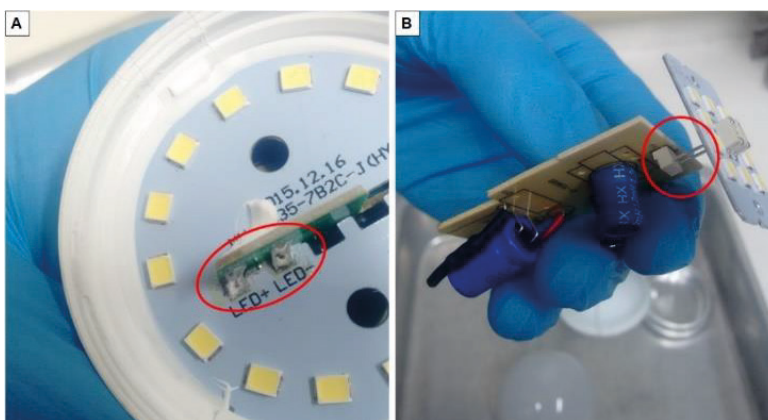


Figura 6 - Forma de desconexão de PCIs e placas de LED em lâmpadas LED tipo bulbo

Fonte: Autores.

Conforme a Figura 6A ilustra, algumas lâmpadas apresentavam a existência de uma solda entre a PCI e a placa de circuito impresso, o que ocasionou a necessidade de uma etapa de dessoldagem. Já outras lâmpadas possuíam um mecanismo de conexão entre as duas, que facilitavam sua desmontagem e evitavam a necessidade do uso de equipamentos de dessoldagem, o que facilita a logística reversa.

O parafuso de Edison pode ser retirado das lâmpadas quase sem danificações, no entanto, como estes são conectados às lâmpadas por meio de pressão ao retirá-los eles eram amassados. Além disso, pôde ser dividido em três partes: corpo, pino e fundo. Esta subdivisão corrobora com o que foi estabelecido por Santos et al. (2013) e Santos et al. (2020), em que os autores também puderam dividir o E27 nestas mesmas três partes.

Por fim, os LEDs foram separados das placas que os sustentam para balanço de massa. A desmontagem foi realizada de forma manual com a ajuda de um estilete, conforme

pode ser visualizado pela Figura 7.

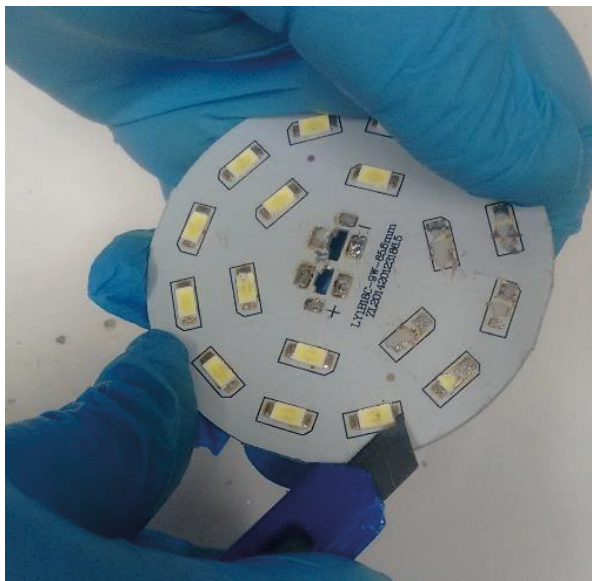


Figura 7 - Retirada de LEDs

Fonte: Autores.

A etapa de retirada dos LEDs foi considerada a etapa de maior dificuldade durante o processo de desmontagem das lâmpadas. Tal etapa necessitou de força manual e o uso de um equipamento cortante, o qual pode causar riscos ao trabalhador, além disso, os LEDs, em sua maioria, se quebravam durante a retirada.

### 4.3 Observações com relação ao design e desmontagem

Observações com relação ao design e desmontagem O Quadro 2 apresenta as observações e sugestões apontadas após a desmontagem das lâmpadas.

Parte	Observações	Destino
Bulbo	A forma de desconexão desta peça apresentou diferença entre algumas lâmpadas, além do uso de adesivo em alguns casos; sugere-se a adoção de montagem por rosca e a eliminação do uso de adesivo.	Reciclagem de polímeros.
Base polimérica	Sugere-se que a opção de conexão desta peça por meio de simples encaixe ou por parafusos pode facilitar a desmontagem.	Reciclagem de polímeros.
Base de alumínio	Esta parte da lâmpada pode ser retirada com maior facilidade e sem danificações; sugere-se a reutilização para o mesmo uso; ou que seja inserida diretamente no processo de reciclagem do alumínio.	Reciclagem do Al ou reutilização.
Placa de alumínio	Todas as observações e sugestões feitas para a base de alumínio podem ser aplicadas a ela.	Reciclagem do Al ou reutilização.

Placa de LED	Esta peça apresenta certa complexidade, pois além de possuir diversos LEDs sobre ela, apresenta também duas camadas de outros dois materiais; sugere-se uma melhor avaliação da composição dela; no entanto, esta parte poderia ser reaproveitada após um teste de funcionamento.	Necessita melhor avaliação ou reutilização
LEDs	Conforme a literatura os LEDs são compostos por uma série de materiais críticos e valiosos; no entanto ainda não existe uma tecnologia consolidada de recuperação de metais a partir dele.	Pesquisas via hidro, piro e biohidrometalurgia em andamento
PCI	Todas as PCIs são necessariamente ligadas às placas de LED e a forma como são conectadas variou conforme a marca da lâmpada; do ponto de vista de otimização do processo de desmontagem a tecnologia de conexão onde não se utilizava solda é a mais recomendada; esta parte da lâmpada também poderia ser reaproveitada após um teste de funcionamento.	Ciclo de reciclagem de REEE ou reutilização
E27	Esta parte da lâmpada poderia ser tranquilamente reutilizada para fabricação de novas lâmpadas ao se adotar uma montagem por rosca, evitando assim a danificação da peça; no caso da danificação da peça recomenda-se a desmontagem e reciclagem de cada parte.	Reutilização ou reciclagem de cada parte
Parafusos	Uso de parafusos em algumas lâmpadas pode ser visto de forma positiva trazendo maior agilidade na desmontagem das lâmpadas; esta peça pode ser considerada mais um elemento a se dar um destino, no entanto, poderia ser reutilizado.	Reutilização
Adesivo	Sugere-se que este material seja eliminado do processo de montagem das lâmpadas, uma vez que pode ser considerado uma contaminação dos materiais a serem reciclados; a adoção das técnicas de rosca e utilização dos parafusos poderia tranquilamente eliminá-lo.	No caso de não ser eliminado – destino aterro industrial

Quadro 2: Observações e sugestões levantadas a partir da desmontagem de lâmpadas LED tipo bulbo

Fonte: Autores.

## 51 CONCLUSÃO

Houve uma variação de design conforme a marca da lâmpada desmontada, no entanto algumas peças são necessárias para todas as lâmpadas como: bulbo, base, PCI, placa de LED e parafuso E27. As demais peças podem ser consideradas extras, no entanto, infere-se que tais partes são utilizadas para arrefecimento das lâmpadas e melhoria da montagem das mesmas.

O uso de técnicas de montagem que utilizem roscas e parafuso em algumas conexões de peças pode significar a otimização do processo de desmontagem bem como de logística reversa, além da eliminação do adesivo que pode ser considerado uma contaminação aos materiais a serem reciclados. Além disso, pode-se observar a possibilidade da reutilização de algumas peças na fabricação de novas lâmpadas de mesmo modelo e potência, o que pode representar em até 66,7% das partes, considerando uma lâmpada com todas as partes indicadas para reutilização.

Por fim, tais melhorias e adaptações podem significar um avanço no processo de reciclagem de lâmpadas e LED e vai ao encontro com conceitos de economia circular.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO (ABILUX). Guia LED descomplicado. 2019. Disponível em: < [https://abilux.com.br/docs/Abilux\\_Guia-LED-descomplicado.pdf](https://abilux.com.br/docs/Abilux_Guia-LED-descomplicado.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2019.

DIAS, M. P. Avaliação do Emprego de Um Pré-Regulador Boost de Baixa Frequência do Acionamento de Leds de Iluminação. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG, 2012.

HENDRICKSON, C. T.; MATTHEWS, D. H.; ASHE, M.; JARAMILLO, P.; MCMICHAEL, F. C. Reducing environmental burdens of solid-state lighting through end-of-life design. *Environmental Research Letters*. v. 5, 2010.

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. 59, 2012. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2012:197:FULL&from=PT>. Acesso em: 23 jul. 2019.

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

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 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: 14 julho 2019.

XAVIER, L. H.; LINS, F. A. Mineração Urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. *Brasil Mineral*. n.379, p. 22-26, 2018.

SILVEIRA, T. A.; SANTOS E. C. A.; COLLING, A. V.; MORAES, C. A. M.; BREHM, F. A. E-waste Management and the Conservation of Geochemical Scarce Resources. In: KHAN, A.; INAMUDDIN;

ASIRI, A. M. (Eds). *E-waste Recycling and Management – Present Scenarios and Environmental Issues*. 1 Ed. Springer Nature Switzerland AG. p. 179-200, 2020.

KIDDEE, P. NAIDU, R. WONG, M. H. Electronic Waste Management Approaches: An Overview. *Waste Management*. v. 33. p. 1237 – 1250. 2013.

GASSMANN, A. ZIMMERMANN, J.; GAUB, R. STAUBER, R. GUTFLEISCH, O. LED lamps recycling technology for a circular economy. *Latest LPR Magazine*. n. 25 de ago, 2016. Disponível em: < <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/led-lamps-recycling-technology-for-a-circular-economy>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

POURHOSSEIN, F.; MOUSAVI, S. M. Enhancement of copper, nickel, and gallium recovery from LED waste by adaptation of *Acidithiobacillus ferrooxidans*. *Waste Management*. v. 79, p. 98-108, 2018.

SANTOS E. C. A.; SILVEIRA, T. A.; COLLING, A. V.; MORAES, C. A. M.; BREHM, F. A. Recycling Processes for the Recovery of Metal from E-waste of the LED Industry. In: KHAN, A.; INAMUDDIN; ASIRI, A. M. (Eds). *E-waste Recycling and Management – Present Scenarios and Environmental Issues*. 1 Ed. Springer Nature Switzerland AG. p. 159-177, 2020.

Fraunhofer IZM. Project: Cycling resources embedded in systems containing Light Emitting Diodes. Fraunhofer Institute. Germany, 2012. Disponível em: < <http://www.cyc-led.eu/?LMCL=NcYj0n> >. Acesso em: 15 set. 2019.

GOUVEIA, N.; FERRON, M. M.; KUNO, R. Os impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na saúde. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L.H. (Org.). Gestão de Resíduos eletroeletrônicos – uma abordagem prática para a sustentabilidade. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 129-148.

MORAES, V. T.; ESPINOSA, D. C. R.; LUCENA, L. L. Tecnologias de tratamento para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L.H. (Org.). Gestão de Resíduos eletroeletrônicos – uma abordagem prática para a sustentabilidade. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 113-128.

SILVEIRA, T. A.; SANTOS, E. C. A.; MORAES, C. A. M. O Ecodesign e a Geração de Resíduos: Uma Abordagem Sobre os Eletroeletrônicos. In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. (Org.). A Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável 2. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. E-book. Disponível em: < <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-A-Preservacao-do-Meio-Ambiente-e-o-Desenvolvimento-Sustentavel-2-1.pdf> >. Acesso em: 15 nov. 2019.

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: TULLIO, L. (Org.). Gestão de Resíduos Sólidos 2. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. E-book. Disponível em: < <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/03/E-book-Gest%C3%A3o-de-Res%C3%ADuos-S%C3%B3lidos-2-2.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2019.

BUCHERT, M.; SCHULER, D.; BLEHER, D. Critical Metals for Future Sustainable

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

KNOTH, R.; BRANDSTOTTER, M.; KOPACEK, B.; KOPACEK, P. Automated disassembly of electronic equipment. In: Conference Record 2002 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, San Francisco, CA, USA, 2002.

AYRES, R. U.; PIERÓ, L. T. Material Efficiency: Rare And Critical Metals. The Royal Society Publishing. Fontainebleau, France, janeiro, 2017.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ambiental 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 49, 55, 76, 83, 94, 103, 104, 110

Arte 5, 15, 26, 29, 33, 34, 48, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 115

### C

Coletividade 6, 4, 20, 55, 78, 79

Coletivo 79

Conceito 2, 4, 5, 11, 12, 26, 63, 65, 77, 91, 94, 96, 97, 98, 108

Consumo 4, 5, 6, 9, 23, 27, 48, 51, 54, 55, 56, 57, 61, 63, 68, 69, 71, 81, 93, 94, 96, 100, 103, 105, 109, 113

Cultura 2, 7, 10, 12, 20, 22, 26, 48, 61, 64, 67, 69, 72, 74, 80, 83, 84, 93, 100, 109, 115

### D

Desenho Industrial 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Desenvolvimento 1, 4, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 12, 17, 20, 25, 33, 38, 47, 49, 50, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 75, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 90, 97, 101, 103, 104, 105, 108, 110

Desenvolvimento Sustentável 1, 4, 1, 2, 4, 5, 6, 17, 47, 49, 58, 80, 103, 104, 110

Design 1, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 83, 84, 92, 98, 100, 104, 107, 113, 115

Design de Moda 6, 48, 58, 66, 68, 72, 74, 75, 77, 115

Designer 10, 11, 12, 19, 27, 28, 30, 31, 32, 50, 57, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 70, 73, 95, 115

Design Estratégico 48, 60, 63, 64, 78, 84, 104, 115

Design Gráfico 15, 19, 20, 27, 33, 115

Design Thinking 74, 75

### E

Eco 49, 58, 109, 111

Ética 55, 58, 108, 109, 110, 113

### F

Figurino 6, 74, 75, 77

Função 29, 30, 36, 64, 66, 76, 88

### I

Inclusão 80, 81, 87, 91, 92, 94

Indústria 4, 2, 6, 8, 13, 25, 33, 37, 46, 51, 55, 56, 62, 69, 77, 85, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113

Indústria 4.0 99, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Inovação 12, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 77, 78, 80, 84, 98, 103, 113

## **L**

Linguagem Visual 5, 19, 20, 33

Lipovetsky 55, 58, 61, 63, 64, 72

Logística Reversa 35, 36, 37, 38, 43, 45

## **M**

Marca 38, 39, 45, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 77, 96, 97, 98, 105, 107

Meio Ambiente 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 36, 47, 49, 50, 56, 75, 94, 97, 100, 103, 105, 106, 110

Mercado 3, 52, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 96, 99, 105, 108, 109, 110, 112

Moda 5, 6, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115

Moda Autoral 6, 78, 79, 80, 81, 82, 83

## **O**

Orgânico 56, 110, 111

## **P**

Pesquisa 4, 7, 12, 32, 48, 50, 53, 56, 60, 64, 65, 71, 75, 85, 86, 91, 92, 96, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 112

Planejamento 4, 5, 6, 33, 34, 81, 92, 103, 105

Projeto 6, 4, 12, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 50, 55, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 74, 78, 79, 80, 81, 83, 87, 92, 93, 101, 113, 115

Protótipo 65, 75, 104

## **R**

Reaproveitamento 74, 77, 97, 98

Reciclagem 5, 35, 36, 37, 38, 44, 45, 51, 52, 55, 57, 94, 99, 104, 105, 115

## **S**

Sustentabilidade 4, 5, 6, 1, 5, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 76, 77, 83, 84, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115

Sustentável 1, 4, 6, 1, 2, 4, 5, 6, 17, 47, 49, 50, 51, 56, 58, 74, 77, 80, 81, 94, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113

## U

Upcycling 6, 55, 74, 76, 77, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 111

Usabilidade 23, 25

Uso 1, 3, 6, 11, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 32, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 51, 55, 57, 61, 65, 67, 68, 69, 77, 81, 82, 85, 88, 89, 90, 93, 96, 98, 103, 104

## V

Vestuário 6, 51, 57, 78, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 94, 95, 98, 111, 113, 115

# Design:




Contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Design:

Contribuições significativas para o desenvolvimento sustentável

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)