

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2**



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2**



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

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

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de materiais e metalúrgica 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-551-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.515210610>

1. Engenharia de Materiais. 2. Metalúrgica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título. CDD 669

**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](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## 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

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, principalmente quando se diz a indústria 4.0, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Para obtenção desses novos materiais, muitos processos precisaram de alterações e de novos métodos, exigindo um desprendimento de força elevado nesta área. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura a todos.

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **STRESS-CRACKING: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DOS ÚLTIMOS 21 ANOS DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS**

Vinícius Pereira Bacurau  
Ana Larissa Soares Cruz  
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes  
Ermeson David dos Santos Silva  
Thalia Delmondes de Souza  
Leonardo Alves Pinto  
Edvânia Trajano Teófilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106101>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

#### **ESTUDO DA INFLUENCIA DA ADIÇÃO DO WC NANOESTRUTURADO NAS PROPRIEDADES DO AÇO MA957**

Kívia Fabiana Galvão de Araújo  
Maria José Santos Lima  
Fernando Erick Santos da Silva  
Cléber da Silva Lourenço  
Uilame Umbelino Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106102>

### **CAPÍTULO 3..... 30**

#### **CARACTERIZAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO MARTENSÍTICA EM AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS E DEFORMADOS POR DIFERENTES PROCESSOS DA ÁREA NUCLEAR**

Jamil Martins Guimarães Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106103>

### **CAPÍTULO 4..... 38**

#### **TRÊS MÉTODOS PARA MELHORAR AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO**

Juan José Arenas Romero  
Jesús García Lira  
Martín Castillo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106104>

### **CAPÍTULO 5..... 45**

#### **IMPACT OF ZINC CONCENTRATION AND pH IN THE ELECTROPLATING PROCESS IN AN ACID SULFATE-BASED SOLUTION**

Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves  
Pedro Manoel Silveira Campos  
Tácia Costa Veloso  
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106105>

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>56</b>
INSPEÇÃO ATRAVÉS DO ENSAIO VISUAL	
Marta Alves Marques	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106106">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106106</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>78</b>
RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SOBRE ARTIGOS CIENTÍFICOS E POLÍTICAS NACIONAIS NO ÚLTIMO QUINQUÊNIO	
Mariana Cordeiro Magalhães	
Fernanda Nadier Cavalcanti Reis	
Peolla Paula Stein	
Tatiane Benvenuti	
Tácia Costa Veloso	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106107">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106107</a>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>84</b>
PRODUÇÃO DE JANELAS INTELIGENTES BASEADAS EM POLÍMEROS NATURAIS	
Márcio Roberto da Silva Oliveira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106108">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106108</a>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>94</b>
BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DE TUBOS DE PAPELÃO ESTRUTURAL COMO SISTEMA CONSTRUTIVO	
Gabriela Santos Pereira Lopes de Barros	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106109">https://doi.org/10.22533/at.ed.5152106109</a>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>106</b>
ADIÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS ORIUNDA DE CAPEAMENTO NO CONCRETO ESTRUTURAL – UMA AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
Myrelle Pinheiro e Silva	
Maria Letícia Ferreira da Silva	
Daniele Gomes Carvalho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061010">https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061010</a>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>132</b>
AVALIAÇÃO DA BORRACHA NATURAL EPOXIDADA COMO UM POSSÍVEL MATERIAL AUTORREPARÁVEL	
Duane da Silva Moraes	
Helena Mesquita Biz	
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha	
Cristiane Krause Santin	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061011">https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061011</a>	

**CAPÍTULO 12..... 149**

**LAJOTAS DE PISO TÁTIL PREPARADAS COM ADIÇÃO DE *FLAKES* DE POLIESTIRENO RECICLADO COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSA**

Debora Scopel  
Mateus Vosgnach  
Vinicio Ceconello  
Ana Maria Coulon Grisa  
Edson L. Francischetti  
Mara Zeni Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061012>

**CAPÍTULO 13..... 159**

**ADSORCION DE XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO EN LA GALENA**

Claudia Veronica Reyes Guzman  
Leonor Muñoz Ramírez  
Sergio García Villarreal  
Gloria Guadalupe Treviño Vera  
Aglae Davalos Sánchez  
Gema Trinidad Ramos Escobedo  
Manuel García Yregoi  
Evelyn Rodríguez Reyna  
Samuel Chacón de la Rosa  
Luis Rey García Canales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061013>

**CAPÍTULO 14..... 170**

**ADSORCION DE CIANURO EN CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE TAMARINDO**

Claudia Veronica Reyes Guzmán  
Leonor Muñoz Ramírez  
Sergio García Villarreal  
Gloria Guadalupe Treviño Vera  
Aglae Davalos Sánchez  
Gema Trinidad Ramos Escobedo  
María Gloria Rosales Sosa  
Evelyn Rodríguez Reyna  
Samuel Chacón de la Rosa  
Luis Enrique Barajas Castillo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061014>

**CAPÍTULO 15..... 180**

**DESENVOLVIMENTO DE MEMBRANAS DE QUITOSANA/GELATINA/FÁRMACO PARA REGENERAÇÃO DA SUPERFÍCIE OCULAR**

Amanda Eliza Goulart Gadelha  
Wladýmjr Jéfferson Bacalhau Sousa  
Albaniza Alves Tavares  
Rossembérg Cardoso Barbosa  
Maria Dennise Medeiros Macêdo

Thiago Cajú Pedrosa  
Ana Caroline Santana de Azevedo  
Fernando Melo Gadelha  
Kleilton Oliveira Santos  
Marcus Vinícius Lia Fook

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061015>

**CAPÍTULO 16..... 194**

**META-ARAMIDAS: DE UMA PERSPECTIVA DE PROTEÇÃO PESSOAL A UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL**

Natália de Oliveira Fonseca  
Íris Oliveira da Silva  
Francisco Claudivan da Silva  
Késia Karina de Oliveira Souto Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061016>

**CAPÍTULO 17..... 205**

**USINAS TERMELÉTRICAS E A SIDERURGIA**

Késsia de Almeida Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.51521061017>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 209**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 210**

## RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: UMA ABORDAGEM SOBRE ARTIGOS CIENTÍFICOS E POLÍTICAS NACIONAIS NO ÚLTIMO QUINQUÊNIO

*Data de aceite: 01/10/2021*

### **Mariana Cordeiro Magalhães**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais -  
Minas Gerais - Montes Claros

### **Fernanda Nadier Cavalcanti Reis**

Universidade Federal do Sul da Bahia - Bahia  
- Itabuna

### **Peolla Paula Stein**

Universidade Federal do Sul da Bahia - Bahia  
- Itabuna

### **Tatiane Benvenuti**

Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus

### **Tácia Costa Veloso**

Universidade Federal do Sul da Bahia - Bahia  
- Itabuna

**RESUMO:** O gerenciamento e processamento dos REEE é um desafio mundial devido à quantidade destes resíduos sendo gerados ao redor do mundo e a tendência é que essa quantidade aumente devido ao surgimento de novas tecnologias, associados à vida útil cada vez menor dos equipamentos eletroeletrônicos. No Brasil, somente no ano de 2019 foram somados 2143 kt de lixo eletrônico gerados, totalizando 10,2 kg per capita. Este trabalho correlaciona um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados em periódicos nacionais nos últimos cinco anos com as políticas governamentais de incentivo ao descarte correto de eletroeletrônicos

adotadas pelo Governo Brasileiro. Apesar da implementação de políticas nacionais para o gerenciamento de resíduos em níveis federais (PNRS, 2010) e locais, observa-se que ainda não existe uma operacionalização destas medidas e as rotas para explorar a reciclagem dos materiais presentes nos REEE permanecem pouco exploradas. A recuperação de materiais de resíduos da produção de eletroeletrônicos e de equipamentos após sua vida útil, nos canais de retorno previstos na legislação é de interesse, tanto do ponto de vista econômico, como ambiental e poderá refletir em diversos âmbitos. Ressalta-se ainda que as consequências do descaso e da má gestão do REEE não afetam apenas produtores e consumidores de EEE's, mas o planeta como um todo.

**PALAVRAS - CHAVE:** Mineração urbana, lixo eletrônico, REEE.

**ABSTRACT:** Management and processing of WEEE is a worldwide challenge due to the amount of this waste generated around the world and tendency for this quantity is increase as a result of emergence new technologies, associated with the ever shorter useful life of electronic equipment. In Brazil, in 2019, 2143 kt were generated electronic waste, totaling 10.2 kg per capita. This work correlates a bibliographic survey of scientific articles published in national journals in the last five years with government policies to encourage the correct disposal of electronics adopted by the Brazilian Government. Despite the implementation of national policies for waste management at federal (PNRS, 2010) and local levels, it is observed that there is still

no operationalization of these measures and as routes to explore the recycling of materials present in WEEE little explored remains. The recovery of waste materials from the production of electronics and equipment after their useful life, in the return channels results in the legislation is of interest, both from an economic and environmental point of view and can reflect in several areas. It is also noteworthy that the consequences of neglect and poor management of WEEE not only affect consumers of EEE's, but the planet as a whole.

**KEYWORDS:** Urban mining, electronic waste, WEEE.

## 1 | INTRODUÇÃO

Todos os produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos, são denominados equipamentos eletroeletrônicos (EEE). Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- i. Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- ii. Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- iii. Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;
- iv. Linha Verde: computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares.

Os produtos pós-consumo chegam ao final da vida útil, depois de esgotadas as possibilidades de atualização, reutilização ou reparo. Ou seja, são equipamentos quebrados, obsoletos ou que foram substituídos por outros mais modernos. A partir de então, estes produtos passaram a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, conhecidos pela sigla REEE (Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos) [1]. No Brasil, a geração de REEE tem aumentado significativamente, em um intervalo de cerca de cinco anos observou-se um aumento de 100% na quantidade de REEE gerados [2].

Considerando a importância da gestão adequada dos REEE e necessidade de recuperação de materiais a partir destes resíduos, este trabalho consiste em uma revisão crítica da literatura para compilar e atualizar as informações existentes sobre os REEE no Brasil, identificar as lacunas existentes e propor a direção de trabalhos futuros nesta área.

O objetivo principal deste trabalho é servir como suporte para estudantes, pesquisadores e empreendedores interessados em executar a logística reversa e/ou recuperar materiais a partir de REEE. Nesta perspectiva, o levantamento realizado expõe questões sobre os impactos ambientais causados pela geração crescente de REEE's e os problemas de saúde pública inerentes à toxicidade desses resíduos para os seres humanos. Ademais, aborda-se o histórico e a atual situação acerca da gestão deste tipo de resíduos no Brasil, bem como a obsolescência programada e o mau gerenciamento desses

produtos devido à falta de regulamentação e fiscalização adequada.

Considerando os fatos, justifica-se o trabalho proposto uma vez que o assunto em questão requer a atenção especial da sociedade como um todo, a fim de trazer à tona soluções efetivas para os problemas supracitados. As consequências do descaso e da má gestão, por exemplo, não afetam apenas produtores e consumidores de EEE's, mas todo o planeta, que comporta os resíduos contaminantes desses materiais, em especial, a fauna, a flora e a vida humana na terra.

## **2 | METODOLOGIA**

Este trabalho foi fundamentado a partir de um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados em periódicos nacionais nos últimos cinco anos. Neste sentido, foram realizadas buscas sistemáticas em revistas indexadas pela plataforma Periódicos - Capes, com o intuito de encontrar artigos científicos relacionados à temática de gestão, gerenciamento e caracterização de REEE. Para alcançar este objetivo, a combinação dos termos “resíduo(s)” e “eletroeletrônico(s)” foi utilizada de modo a filtrar trabalhos pertinentes ao tópico desejado. É importante ressaltar que a escolha da plataforma supracitada se justifica em função da confiabilidade das bases de dados indexadas pela respectiva ferramenta.

Com a finalidade de aprimorar a análise do tema, serão discutidas as políticas governamentais de incentivo ao descarte correto de eletroeletrônicos adotadas pelo Governo Brasileiro nos últimos anos. Por este ângulo, dados abertos disponibilizados por órgãos públicos e estudos elaborados por organizações intergovernamentais serão utilizados para facilitar a identificação das principais adversidades inerentes à gestão e gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil. De modo específico, serão apresentadas as diretrizes e estratégias da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), bem como sua correlação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Como consequência deste estudo, serão discutidas a expectativa projetada e a realidade factual que o Brasil enfrenta, podendo, a partir disso, traçar um panorama geral para o tópico em questão.

## **3 | RESULTADOS OBTIDOS**

A pesquisa pelo uso das palavras-chaves escolhidas resultou em 61 documentos nas bases de dados. Os tópicos de destaque relacionados à mineração urbana de REEE encontrados são sumarizados na Figura 1:

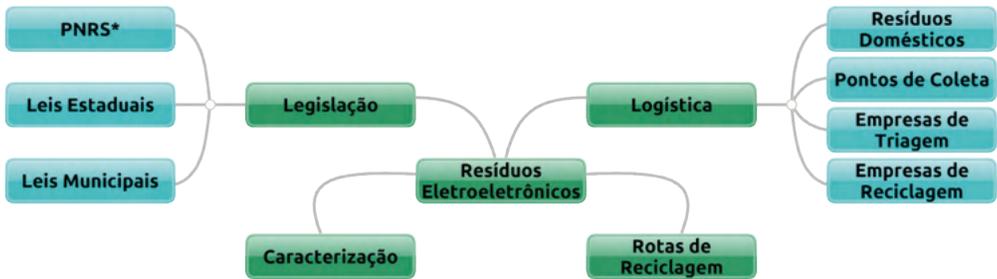


Figura 1: Mapa dos principais pontos abordados nos trabalhos encontrados.

Alguns dados encontrados podem ser destacados: somente no ano de 2019 foram somatizados 2143 kt de lixo eletrônico gerados pelo Brasil, totalizando 10,2 kg per capita. Além do mais, foram contabilizados apenas 0,14 kt de lixo eletrônico documentado para ser coletado e reciclado. Este fato evidencia a discrepância entre o número de resíduo eletrônico gerado e a quantidade de resíduo eletrônico coletado/reciclado [3].

Apesar dos desafios explicitados, o Brasil é um dos poucos países da América Latina que se preocupa com a gestão do lixo eletrônico e enfatiza a necessidade e importância dos sistemas de coleta formal propostos pela regulamentação. Segundo o relatório anual “The Global E-waste Monitor 2020”, disponibilizado pela ONU, na América Latina apenas Brasil e Chile estão estabelecendo bases para iniciar a implementação de uma estrutura regulatória formal para o lixo eletrônico [3]. Neste sentido, em 2019, o Brasil iniciou uma consulta pública com a finalidade de estabelecer uma proposta para destinação final ambientalmente adequada de produtos eletrônicos no âmbito doméstico. Como resultado, em fevereiro de 2020, foi publicado o Decreto Federal nº 10240, que tem como finalidade a estruturação, implementação e operacionalização de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes [4,5].

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável consiste em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, documentado na Assembleia Geral da ONU que aconteceu em setembro de 2015 em Nova York. As perspectivas de um futuro sustentável e várias formas de incentivo para transformar o mundo em um lugar melhor foram a pauta dessa reunião [6].

Com o intuito de assegurar formas de produção e consumo sustentáveis, o objetivo nº 12 apresenta uma tarefa desafiadora, porém indispensável para a manutenção dos recursos energéticos e naturais no planeta. Esse objetivo ampara uma gestão efetiva e transparente com promoção de informações reais que estimulem conscientização e compromisso, principalmente, nos consumidores para que adotem um estilo de vida mais coerente com padrões sustentáveis [7].

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

No Brasil, a política nacional de resíduos sólidos, PNRS, foi instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, e regulamentada em dezembro de 2010 pelo decreto nº 7.404. Nesta, quando se trata de REEE, traz a necessidade de sistemas de logística reversa, uma vez que tais resíduos não devem ser descartados em aterros comuns [1].

Apesar da implementação de políticas nacionais para o gerenciamento de resíduos em níveis federais (PNRS, 2010) e locais, observa-se que ainda não existe uma operacionalização destas medidas e as rotas para explorar a reciclagem dos materiais presentes nos REEE permanecem pouco exploradas [2]. Portanto, não raro os REEE são destinados como “lixo comum” para aterros e lixões [8,9]. A problemática desta destinação está principalmente em dois fatores: (i) os equipamentos eletrônicos contêm materiais com características de toxicidade e periculosidade; (ii) a composição dos REEE inclui polímeros, cerâmicas e metais, ou seja, materiais com oportunidades econômicas de recuperação.

A composição dos REEE indica possibilidades de mineração urbana, uma vez que a concentração de metais de alto valor em sua estrutura é geralmente cerca de quatro ordens de grandeza maiores que nos corpos de minério virgem. A partir disso, as etapas do processo de recuperação são reduzidas em comparação com as rotas tradicionais da metalurgia para obtenção de metais a partir de seus minérios. Por esta perspectiva, é importante destacar que o Brasil possui um parque metalúrgico considerável e produz, a partir de minérios, grande parte dos metais encontrados nos REEE; contudo 89% das empresas de reciclagem nacionais atuam apenas no desmantelamento e triagem de REEE [8].

Os padrões de produção e consumo atuais que baseiam-se na cultura do desperdício e da obsolescência programada, não condiz com as metas e os ODS da Agenda 2030. De acordo com o cenário moderno, os propósitos da Declaração acordada na Assembléia da ONU são insustentáveis com o desenvolvimento e a produção exagerada dos EEE's no mundo [7].

## 5 | CONCLUSÕES

De forma geral, dados que envolvem a identificação das rotas utilizadas pelos REEE são difíceis de serem mensurados devido à variedade de equipamentos e às inúmeras destinações para estes materiais. Neste sentido, pesquisas com o propósito de coletar informações pertinentes acerca da gestão, caracterização e processamento dos resíduos eletroeletrônicos, que analisem o cenário brasileiro mais recente para esta conjuntura precisam ser elaboradas.

Este trabalho ressalta a escassez de estudos atualizados que busquem compreender a destinação dos REEE por parte do cidadão comum, assim como são poucas as pesquisas

que têm como finalidade a identificação do perfil de atuação de empresas no processo de recuperação dos REEE. Por fim, é notável a importância de se tratar questões como essa, de forma imediata e resoluta, visto as proporções que o mau gerenciamento do descarte dos REEE podem proporcionar para a sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

1. ABDI, A. B. d. D. I. (2013). *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica*. Brasil.
2. Rodrigues, A.C., M.E.G. Boscov, and W.M.R. Günther, *Domestic flow of e-waste in São Paulo, Brazil: Characterization to support public policies*. Waste Management, 2020. **102**: p. 474-485.
3. Forti, V., Baldé, C.P., Kuehr, R., Bel, G. The Global E-waste Monitor 2020. Quantities, flows, and the circular economy potential. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<https://globalewaste.org/>> . Acesso em 25 set. 2020.
4. Oliveira, J.D., Selva, V., Pimentel, R.M.M., Santos, S. M. *Resíduos eletroeletrônicos: geração, impactos ambientais e gerenciamento*. 2017. Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 10, n.5, p.1655-1667. PRODEMA - UFPE, Recife - PE.
5. Brasil. *DECRETO Nº 10.240, DE 12 DE FEVEREIRO DE 2020*. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm)> . Acesso em 25 set. 2020.
6. Sustainable Development Goals. United Nations. Disponível em: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/economicgrowth/> . Acesso em 25 set. 2020.
7. Plataforma AGENDA 2030. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/ods/12/> . Acesso em 26 set. 2020.
8. Dias, P., et al., *Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes*. Journal of Cleaner Production, 2018. **174**: p. 7-16.
9. Medeiros, N.M., *Caracterização e separação física de placas de circuito impresso de computadores obsoletos*, in *Centro de Tecnologia*. 2015, Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Brasil. p. 80.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço MA957 4, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Aços inoxidáveis 4, 30, 31, 36

Adsorción 159, 160, 162, 163, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178

Alumínio 4, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 95, 141

Argamassa 6, 112, 149, 150, 156, 157, 158

Austenita 30, 31, 36

Autorreparação 132, 133, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

### B

Biomateriais 180, 181, 182

Biopolímeros 172, 181, 187

Borracha 5, 90, 106, 108, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 137, 140, 147

### C

Cascara 6, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Cianuro 6, 170, 171, 174, 175, 176, 177, 178

Combustível nuclear 30

Compressão 30, 31, 33, 36, 40, 41, 96, 106, 108, 112, 113, 119, 121, 124, 125, 128, 129, 149, 150, 151, 154, 155, 158

Concreto 5, 100, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 150, 157, 158

Conforto Humano 149

### D

Deformação a Frio 38, 40, 41, 42

Desorción 160

### E

Eficiência de corrente 46

Eletrocromismo 84

Eletrodeposição reversível 84, 85, 86, 87

Eletro galvanização 45, 46

ENR50 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Ensaio visual 56, 57, 58

Estudo Bibliométrico 4, 1, 2

## **F**

Fármaco 6, 180, 181, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Ferritoscopia 30, 31, 35, 36

## **G**

Galena 6, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Geotêxteis 194, 201, 202

## **I**

Incêndios florestais 194, 195, 199, 200

## **L**

Lajota Piso Tátil 149

Laminação 30, 31, 32, 34, 35, 36, 39, 69

## **M**

Martensita 30, 31, 36

Meta-Aramidas 7, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203

Morfologia do revestimento 46

## **P**

Parâmetros operacionais 46

Poliestireno 6, 14, 15, 133, 149, 150, 156, 157, 158, 185

Polímeros 3, 5, 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 82, 84, 86, 90, 147, 158, 182, 192, 195, 196, 203

## **R**

Resíduos 5, 78, 79, 80, 82, 83, 94, 99, 103, 106, 107, 108, 110, 116, 119, 123, 125, 127, 129, 130, 131, 157

Reticulação com peróxido 132

Revestimento metálico 46

## **S**

Síntese 18, 21, 158

Soldagem 41, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 209

Superfície ocular 6, 180, 181, 182, 190, 191, 193

Sustentabilidade 103, 104, 106, 108, 127, 149

Sustentável 80, 81, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 116, 127, 130, 150

## **T**

Tamarindo 6, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Textura 30, 36, 37, 150

Tratamentos Térmicos 38, 39, 41

Tubos de papelão 5, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105

## **W**

WC nanoestruturado 4, 18, 20, 21, 26, 28

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

- 
-  [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)

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA 2

- 
- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)