



**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE
INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

YRIS RAQUEL SANTOS DE SANTANA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS NA PERSPECTIVA DA PROSPECÇÃO PATENTÁRIA**

**SALVADOR - BA
2021**

YRIS RAQUEL SANTOS DE SANTANA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS NA PERSPECTIVA DA PROSPECÇÃO PATENTÁRIA**

Elaboração de Relatório Técnico Conclusivo, Artigo Original e Cartilha apresentados como produtos para Defesa, requisito à obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia.

Orientador (a): Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima

**SALVADOR - BA
2021**

Biblioteca Raul V. Seixas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA Campus Salvador/BA.

Responsável pela catalogação na fonte: Samuel dos Santos Araújo - CRB 5/1426.

S232g Santana, Yris Raquel Santos de.

Gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na perspectiva da prospecção patentária / Yris Raquel Santos de Santana. Salvador, 2021.

149 f. ; 30 cm.

Relatório Técnico (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Ângela Maria Ferreira Lima.

1. Economia Circular. 2. Gerenciamento. 3. Hélice Quíntupla. 4. Patentes. 5. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. I. Lima, Ângela Maria Ferreira. II. IFBA. III. Título.

CDU 2 ed.347.77



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
Av. Araújo Pinho, 39 - Bairro Canela - CEP 40000-000 - Salvador - BA - www.portal.ifba.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA
PERSPECTIVA DA PROSPECÇÃO PATENTÁRIA**

YRIS RAQUEL SANTOS DE SANTANA

Produto(s) Gerado(s): Elaboração de Relatório Técnico Conclusivo, Artigo original - Qualis B3 e Cartilha

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima
Orientadora – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profa. Dra. Vivianni Marques Leite dos Santos
Membro Externo – Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Prof. Dr. Eduardo Souza Seixas
Examinador Externo – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profa. Dra. Núbia Moura Ribeiro
Membro Interno – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca 13/12/2021

Em 09 de dezembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **ANGELA MARIA FERREIRA LIMA, Docente da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação**, em 14/12/2021, às 08:03, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO SOUZA SEIXAS, Professor Efetivo**, em 15/12/2021, às 09:51, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Vivianni Marques Leite dos Santos, Usuário Externo**, em 15/12/2021, às 11:49, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **NUBIA MOURA RIBEIRO, Docente da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação**, em 15/12/2021, às 15:28, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2113655** e o código CRC **5BEDEE26**.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Deus que habita em meu coração e que me guia.

À minha família, meus pais e minha irmã, que sempre estiveram ao meu lado, fornecendo apoio e me encorajando a prosseguir e a buscar novos sonhos e realizá-los.

À minha querida orientadora, Profa. Dra. Ângela Lima, que aceitou embarcar nessa aventura comigo sendo parceira e abraçando meu projeto com respeito e dedicação.

Aos membros da banca examinadora: Eduardo Seixas, Viviane Santos, Núbia Ribeiro e Marcelo Silva, gratidão pelo tempo e atenção destinados ao meu trabalho e pelas valiosas contribuições.

Aos colegas e laços construídos ao longo dessa trajetória no PROFNIT, que contribuíram na minha passagem pelo curso, muito obrigada pela cumplicidade e pelas boas risadas.

Por fim, agradeço a todos aqueles que reservaram um tempo para ler esse trabalho, que ele possa trazer novos conhecimentos, reflexões, ideias e oportunidades.

RESUMO

Observa-se que a rapidez do avanço tecnológico vem conduzindo uma quantidade e variedade de equipamentos eletroeletrônicos que, associados ao aumento da aquisição tecnológica pela população e as estratégias mercadológicas, são rapidamente transformados em resíduos desenvolvendo, assim, elevados índices de volume e nocividade. Posto isso, o presente estudo tem como objetivo aplicar a técnica de prospecção patentária para elaborar proposições fundamentadas na utilização de tecnologias no gerenciamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil, de modo a mitigar seus entraves e fomentar práticas de gestão inovadoras. A metodologia escolhida foi a abordagem quali-quantitativa, de caráter exploratório, e como técnica de investigação foi utilizada a pesquisa bibliográfica e documental. A revisão da literatura possibilitou o desenvolvimento de uma narrativa crítica e reflexiva sobre a composição da análise e, para tal, utilizou-se como referência artigos publicados em revistas científicas, legislação, livros, e outras fontes. O estudo prospectivo utilizou às plataformas de busca do *Orbit Intelligence*®, *Espacenet* e INPI que permitiram um mapeamento de patentes em âmbito mundial sobre as tecnologias existentes, o que proporcionou construir parâmetros para o alcance dos objetivos traçados. Na análise das patentes, observou-se que as tecnologias foram categorizadas em processo, dispositivo, sistema e/ou método que, de modo geral, preconizavam auxiliar o tratamento e a recuperação de materiais oriundos dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Assim, identificou-se como pontos-chave: uso eficiente dos recursos, reaproveitamento e preservação ambiental e acompanhamento do ciclo de vida, bem como as premissas da Economia Circular; valorização da participação do consumidor na cadeia reversa; estímulo sobre o treinamento e mão de obra especializada; e necessidade de rastreamento dos Equipamentos Eletroeletrônicos e seus resíduos. Os resultados das análises das patentes auxiliaram na construção de inferências para a elaboração das orientações com base nos atores da Hélice Quíntupla (sociedade, universidade, empresa, governo e ambiente) e os ganhos gerados ao meio ambiente, considerando as ferramentas da Ecologia Industrial. Desse modo, as principais proposições desenvolvidas foram: promover a educação ambiental, associada ao rendimento da participação pública; fomentar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, bem como o incentivo à abertura de novas empresas; intensificar a abrangência de programas e projetos que estão aderentes à Economia Circular e gerenciamento em larga escala territorial; alavancar a produção e uso de tecnologias de rastreamento para produtos de Equipamentos Eletroeletrônicos; fomentar a criação de empresas que possam prestar serviços de caráter intelectual (consultoria) e tecnológico às recicladoras/associações e conceder incentivos econômicos e fiscais para usuários e empresas. Espera-se que este trabalho possa contribuir com o desenvolvimento da logística reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, pois é perceptível que o sistema, como um todo, carece de propostas de melhorias. No entanto, as reflexões abordadas podem ser incorporadas na sociedade, cadeias produtivas e outros, pois as barreiras observadas quanto aos recursos tecnológicos, humanos, financeiros e ambientais podem ser encarados e transformados em oportunidades pela articulação, sincronismo e fluidez da Hélice Quíntupla, buscando alcançar a melhoria contínua e a eficiência sobre seu dinamismo.

Palavras-chave: Economia Circular; Gerenciamento; Hélice Quíntupla; Patentes; Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

ABSTRACT

It is observed that the speed of technological advancement has led to a quantity and variety of electronic equipment that, associated with the increase in technological acquisition by the population and marketing strategies, are quickly transformed into waste, thus developing high levels of volume and harmfulness. That said, the present study aims to apply the patent prospecting technique to develop proposals based on the use of technologies in the management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Brazil, in order to mitigate its obstacles and promote innovative management practices. The methodology chosen was the qualitative-quantitative approach, of an exploratory nature, and as an investigation technique, bibliographic and documentary research was used. The literature review enabled the development of a critical and reflective narrative about the composition of the analysis and, for this, articles published in scientific journals, legislation, books, and other sources were used as reference. The prospective study used the search platforms of Orbit Intelligence®, Espacenet and INPI, which allowed a mapping of patents worldwide on existing technologies, which allowed the construction of parameters to reach the objectives outlined. In the analysis of patents, it was observed that the technologies were categorized into process, device, system and/or method that, in general, advocated to assist in the treatment and recovery of materials from Waste Electrical and Electronic Equipment. Thus, the following key points were identified: efficient use of resources, reuse and environmental preservation and monitoring of the life cycle, as well as the premises of the Circular Economy; appreciation of consumer participation in the reverse chain; stimulus on training and skilled labor; and the need to track Electronic Equipment and its waste. The results of the patent analyze helped in the construction of inferences for the elaboration of guidelines based on the actors of the Quintuple Helix (society, university, company, government and environment) and the gains generated to the environment, considering the tools of Industrial Ecology. Thus, the main propositions developed were: to promote environmental education, associated with the performance of public participation; to encourage research and development of technologies, as well as encouraging the opening of new companies; intensify the scope of programs and projects that are adherent to the Circular Economy and management on a large territorial scale; leverage the production and use of tracking technologies for Electrical and Electronic Equipment products; encourage the creation of companies that can provide services of an intellectual (consulting) and technological nature to recyclers/associations and grant economic and fiscal incentives to users and companies. It is hoped that this work can contribute to the development of reverse logistics of Waste Electrical and Electronic Equipment, as it is noticeable that the system, as a whole, lacks proposals for improvements. However, the reflections addressed can be incorporated into society, production chains and others, as the barriers observed in terms of technological, human, financial and environmental resources can be faced and transformed into opportunities through the articulation, synchronism and fluidity of the Quintuple Helix, seeking to achieve continuous improvement and efficiency over its dynamism.

Keywords: Circular Economy; Management; Quintuple Helix; Patents; Waste of Electronic Equipment.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREE	Associação Brasileira de Reciclagem de Eletrônicos e Eletrodomésticos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
CE	Comissão Europeia
CIP	Classificação Internacional de Patentes
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DS	Desenvolvimento Sustentável
EC	Economia Circular
EEE	Equipamentos de Eletroeletrônicos
EI	Ecologia Industrial
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
GRS	Gestão dos Resíduos Sólidos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LR	Logística Reversa
MRT	Manifesto de Transporte de Resíduos
NITs	Núcleos de Inovação Tecnológica
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis
OMPI	Organização Mundial de Propriedade Intelectual
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P+L	Produção Mais Limpa
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PI	Propriedade Intelectual
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP	Políticas Públicas
PWB	Placas de Circuito Impresso
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSR	Resíduos Sólidos Rurais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SI	Simbiose Industrial
SLR	Sistema de Logística Reversa
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos EEE adotada no Brasil	22
Figura 2 – Fluxograma de etapas de recuperação de metais dos REEE.....	25
Figura 3 – Modalidades da Propriedade Intelectual	28
Figura 4 – Evolução da Hélice Tríplice para Quintupla	33
Figura 5 – Níveis de interação da Ecologia Industrial	35
Figura 6 – Avaliação do Ciclo de Vida	36
Figura 7 – Conceitos que representam a Economia Circular	38
Figura 8 – Cadeia de suprimentos de circuito fechado para resíduos eletroeletrônicos.....	42
Figura 9 – Estrutura de Logística Reversa para REEE.....	43
Figura 10 – Síntese da Metodologia.....	52
Figura 11 – Visão Sistêmica do desenvolvimento de proposições com base nas patentes.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos REEE	21
Quadro 2 – Substâncias presentes nos REEE e seus efeitos sobre a saúde.....	23
Quadro 3 – Níveis de reciclagem de resíduo eletroeletrônico	26
Quadro 4 – Lista das palavras-chave para compor a busca das patentes	50
Quadro 5 – Resultado da prospecção de patentes nas três bases pesquisadas	54
Quadro 6 – Lista das patentes com análise detalhada	61
Quadro 7 – Proposições de gerenciamento dos REEE para o Brasil	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	17
1.2 Objetivos	18
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)	19
2.2 Propriedade Intelectual: definição e modalidades.....	27
2.2.1 <i>Prospecção Patentária</i>	28
2.3 Inovação: Hélice Tríplice a Quíntupla	31
2.4 Da Ecologia Industrial à Economia Circular	34
2.5 Logísticas: Verde e Reversa	39
2.6 Políticas Públicas para implementação/gerenciamento de resíduos sólidos	44
3 METODOLOGIA	49
3.1 Levantamento Bibliográfico.....	49
3.2 Prospecção Patentária.....	50
3.3 Cartilha.....	52
3.4 Etapas e Procedimentos.....	52
3.4.1 <i>Limitações do estudo</i>	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1 Prospecção Patentária.....	54
4.2 Proposições para o gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos..	
.....	64
5 CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A – PATENTES SELECIONADAS PARA ANÁLISE	100
APÊNDICE B – PUBLICAÇÕES GERADAS NO MESTRADO	113
APÊNDICE C – CARTILHA	114
ANEXO I – CERTIFICADO DE MELHOR TRABALHO NO ENPI 2020	149

1 INTRODUÇÃO

Atitudes conscientes e reflexivas sobre a conservação e preservação do meio ambiente vêm gerando questionamentos e exigências sobre o modo de atuação das empresas perante a sociedade. A exaltação sobre o desenvolvimento sustentável é recente tendo sua expansão a partir da década de 1980, onde foram incorporados novos paradigmas sobre os problemas ambientais, associando-os diretamente ao desenvolvimento econômico e à preservação do ecossistema. Com isso, foi necessário promover atitudes protecionistas ao meio ambiente, bem como desenvolver e adotar práticas ambientalmente corretas e sustentáveis (ZANATTA, 2017; CARVALHO *et al.*, 2019).

Assim, cada vez mais, as empresas estão sendo encorajadas e até pressionadas pela legislação a assumir a responsabilidade sobre a totalidade do ciclo de vida dos produtos que disponibilizam no mercado. Dessa forma, muitos países passaram a desenvolver legislações no intuito de regulamentar a responsabilidade do pós-consumo, tendo como principais objetivos a redução dos resíduos gerados e os impactos socioambientais causados, especialmente nas zonas urbanas que detêm a maior concentração populacional (OLIVEIRA; GALVÃO JÚNIOR, 2016; MENDES, 2017; CONSENZA, 2020).

Diante do exposto, cabe destacar que o Desenvolvimento Sustentável (DS) é um termo que vem sendo bastante discutido nos últimos anos em todas as esferas sociais, principalmente, nas políticas e assuntos relacionados a recursos naturais e desenvolvimento econômico, pois o DS deve atender às necessidades atuais do ser humano sem que haja, no futuro, risco para a sociedade se desenvolver (LEITE, 2018; COLLADO-RUANO, 2019; MENÊZES; MARTINS, 2021).

Reflexo disso é a Agenda 21, principal produto da Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92), tida como um dos principais instrumentos que difundiu globalmente o termo “desenvolvimento sustentável”, fomentando a difusão de políticas públicas e planos de ação para a sustentabilidade ambiental, cultural, econômica, social do desenvolvimento, pois seu principal objetivo era buscar um desenvolvimento que fosse justo e sustentável nos aspectos ambientais e sociais (BORN, 2006; LEITE, 2018).

Em consonância, em 2015, a ONU reuniu chefes de Estados e Governos e promulgou a Agenda 2030 que é um plano de ação elaborado para envolver as pessoas do planeta em busca da prosperidade (ONU, 2015). Essa agenda contém os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), os quais propõem uma cooperação e coordenação entre os diferentes

setores da economia como os governos, empresas, academias e sociedade civil, com o intuito de alcançar os 17 objetivos e suas 169 metas, estabelecidas como uma forma de promover uma vida digna para todos, construindo um modelo global para erradicar com a pobreza, fomentar a prosperidade e o bem-estar, além de proteger o meio ambiente (ONU, 2015).

Assim, o reconhecimento dos resíduos sólidos como um recurso a ser recuperado, total ou parcialmente, oriundo do processo de descarte do pós-consumo e/ou pós-venda pressupõe uma responsabilidade compartilhada/intergeracional, além de ser considerado um bem econômico passível de gerar um valor social (emprego e renda). Logo, o gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos elementos sociais capazes de promover a busca pelo DS (ZAMBAM; SANTOS, 2020).

No entanto, compreender essa premissa básica sobre os resíduos reverbera sobre a atuação política no que diz respeito ao comprometimento em prol da sustentabilidade que, nesse caso, deve atuar de modo a combater e prevenir todo tipo de “ameaça” à saúde do ecossistema social e natural, além da apropriação da natureza originária das dinâmicas sociais e territoriais.

No Brasil foi instituída, em 2010, a Lei n.º 12.305, conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Seu principal objetivo é a implementação de uma responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre o setor privado, o poder público e a sociedade civil. A PNRS confirma também a importância da prática de atividades como a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais e, caso isso não seja possível, reforça a importância do descarte correto (BRASIL, 2010).

As dinâmicas sociais e territoriais quanto à apropriação da natureza, descarte e destinação dos resíduos sólidos é reflexo de uma mudança fundamentada na internacionalização das bases produtivas. Assim, os ODS podem ser entendidos como uma série de atividades que devem ser cumpridas pelos diversos atores (governo, sociedade civil, setor privado) numa caminhada em prol da sustentabilidade nos próximos anos, com destaque para os ODS 11 e 12 que estão relacionados ao gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos (GRI; UN GLOBAL COMPACT; WBCSD, 2015; ONU, 2015).

O ODS 11 aborda a necessidade de cidades mais inclusivas, seguras, sustentáveis e resilientes, trazendo algumas metas específicas que se associam ao tema de gerenciamento dos resíduos sólidos, reuso, reciclagem e reutilização dos materiais recorrentes dos processos produtivos nos ambientes urbanos. E o ODS 12 fundamenta a produção e o consumo sustentável em caráter global e local, objetivando alcançar o uso eficiente dos recursos naturais, além de promover o manejo de maneira responsável dos resíduos químicos, a

diminuição da emissão de poluentes e o cuidado com os resíduos sólidos (ONU, 2015).

Partindo do pressuposto do desenvolvimento sustentável, a Economia Circular (EC) busca otimizar os materiais, ampliando a vida útil dos produtos baseando-se na circulação dos resíduos e subprodutos por meio da reutilização/reaproveitamento/reuso nas cadeias produtivas, pois promove um panorama cíclico e contínuo sobre a extração de matéria-prima e produção por meio da exploração e reaproveitamento de recursos de materiais/produtos descartados. Ou seja, faz um apelo para a incorporação de produção sustentável sem relegar o ritmo tecnológico ou comercial, buscando minimizar os danos causados pelo ser humano ao meio ambiente. Assim, a EC propõe soluções para maximizar a utilidade e o valor dos produtos/matérias, em outras palavras, é por essência restaurativa e regenerativa. Além disso, a transição de um modelo linear para um circular procura explorar o processo produtivo sustentável e busca otimizar o uso dos recursos (LEITÃO, 2015; WEBSTER, 2015; OLIVEIRA; SILVA; MOREIRA, 2019; CONSENZA *et al.*, 2020).

A Logística Reversa (LR) é um tema que tem estado em voga quando o assunto é a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, já que é uma atividade gerencial que busca sistematizar uma Gestão dos Resíduos Sólidos (GRS) e do pós-venda, ou seja, ela se destina a cuidar dos canais de distribuição reverso do pós-consumo ou pós-venda, recolhendo e organizando os resíduos que foram dispensados. Dessa forma, é possível compreender a LR como uma maneira eficiente de executar a gestão ambiental sob o modo de propor a GRS, pois a ação de devolver o produto de pós-consumo e/ou pós-venda à cadeia produtiva possibilita nortear a responsabilidade compartilhada entre o setor empresarial, consumidores e poder público (FERREIRA; CASTAGNARA, 2015; KARASKI *et al.*, 2016; PORCELLI; MARTÍNEZ, 2018).

Vale salientar que um dos grandes problemas ambientais no mundo é a geração dos resíduos sólidos, principalmente pela relação sociedade de consumo *versus* sustentabilidade que, associada a fatores como “crescimento populacional, desenvolvimento de novos produtos, ausência de políticas públicas, consumismo e desinformação” (KUNITAKE, 2017, p. 25), proporciona, dentre outros, a destinação inadequada de resíduos que podem ocasionar danos à saúde pública e ao meio ambiente (WILLE; BORN, 2013; FERREIRA; CASTAGNARA, 2015; MONTEIRO, 2017; KUNITAKE, 2017).

No Brasil, os resíduos sólidos são categorizados e alguns se destacam por serem considerados resíduos especiais, devido às suas características, periculosidade e volume, onde foram instituídos como resíduos de gerenciamento obrigatório, sobretudo pela estruturação e implementação da LR. São materiais que demandam gerenciamento de coleta e destinação

específicas, como é o caso das pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, embalagens de agrotóxicos e óleos lubrificantes, pneus e produtos elétricos e eletrônicos que, descartados de modo incorreto, tornam-se geradores do efeito estufa e demais problemas socioambientais (GÜNTHER, 2008; BRASIL, 2010).

Por conseguinte, destacam-se os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) que podem ser definidos como os produtos, partes ou componentes dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) do pós-consumo. Já os EEE são os produtos que funcionam por meio de correntes elétricas ou campo eletromagnético. Dessa forma, os REEE, além dos impactos ambientais que causam, refletem também em aspectos sociais, pois se configuram em grave problema para o ambiente e saúde pública, desde a sua produção até o descarte, já que são produtos constituídos de materiais altamente tóxicos como mercúrio, cádmio, berílio e o chumbo, tornando o seu gerenciamento complexo e necessário (SIQUEIRA; MORAES, 2009; RODRIGUES, 2012; CARVALHO; XAVIER, 2014; BALDÉ *et al.*, 2017; MORAIS, 2020).

Tudo isso reafirma a necessidade de ações e processos que possam efetivar o correto gerenciamento desses resíduos. Assim, entre os países da América Latina, o Brasil foi um dos primeiros que estabeleceu um marco regulatório abrangente, em âmbito federal, para fundamentar e regular a gestão dos REEE através da PNRS e dos fundamentos da LR. A assinatura do acordo setorial e o Decreto n.º 10.240/2020 representam uma possibilidade de mudança no cenário dos REEE gerados no Brasil, não só pela complexidade e diversidade dos EEE, mas principalmente pelas dificuldades e limitações que podem ser observadas na PNRS, tornando a gestão dos REEE no país deficiente, onde seu gerenciamento é basicamente feito de modo informal (MENDES, 2017; IBANESCU *et al.*, 2018; ABRELPE, 2019, BRASIL, 2019b; 2020).

Os desafios para a gestão dos REEE no Brasil se concentram na dificuldade de implementar a coleta seletiva; na ausência de tecnologias para reciclagem de componentes complexos como, por exemplo, as placas de circuito integrado; e na necessidade de disseminar e promover a educação ambiental para a sociedade em geral. Contudo, principalmente, esses desafios se concentram na dificuldade do poder público em fazer com que a lei seja cumprida e, aliada a isso, na ineficiência de incentivos governamentais para a implementação da LR, bem como na necessidade de fomentar e aderir a tecnologias que possam ajudar no controle do fluxo de REEE, sobretudo pelo fato de que no Brasil apenas 2% dos REEE gerados são reciclados (OLIVEIRA, 2016; MENDES, 2017; DIAS *et al.*, 2018; BRASIL, 2019).

Além disso, é importante considerar que, desde que a PNRS entrou em vigor, o país

ainda apresenta dificuldades no gerenciamento da coleta seletiva, reciclagem, destinação correta de resíduos. Percebe-se que pouco foi feito nesse sentido, se observarmos à sua implementação desde a sua promulgação, atestando que essas questões não são prioridades, tendo em vista os avanços mundiais nesse assunto, talvez pela dificuldade em conciliar os interesses contrastantes entre governo e empresas (RIBEIRO; INOUE, 2016).

Nessa perspectiva, observa-se que, por outro lado, o governo atua com grande influência no cenário econômico, pois possui um poder de compra forte capaz de intervir e estimular o mercado produtor, o que, para os aspectos do desenvolvimento sustentável, pode induzir o comportamento das empresas por meio das licitações públicas. Assim, a Instrução Normativa n.º 01/2010 é uma estratégia adotada pelo Governo para promover a sustentabilidade ambiental por meio de critérios estabelecidos no processo de contratações públicas (bens, serviços e/ou obras), além de especificar regras para a construção de Planos de Gestão de Logística Sustentável (Instrução Normativa n.º 10/2012), sendo uma ferramenta de planejamento que permite estabelecer condutas/práticas com enfoque na sustentabilidade e racionalização de gastos e processos administrativos (BRASIL, 2010; 2012; SARAIVA; SERRA; COUTO, 2020).

A possibilidade de mensurar e avaliar a equidade em que as sociedades estão caminhando, rumo ao desenvolvimento sustentável, permeia a relação entre governo, sociedade e, principalmente, as empresas. Estas, no que lhes concerne, para manterem-se competitivas buscam se diferenciar por meio da inovação e na tentativa de antecipar tendências para ficar à frente de seus concorrentes no mercado (RIBEIRO, 2018).

O processo da prospecção e o mapeamento de informações são fundamentais para desenvolver a inteligência competitiva, pois permitem identificar e coletar informações essenciais para à competitividade em um determinado setor. No entanto, as transformações tecnológicas que vêm ocorrendo nas últimas décadas demandam, cada vez mais, estudos prospectivos com ênfase na tecnologia (prospecção tecnológica) que contribuam na redução de incertezas e nos processos de decisão estratégica, sobretudo, voltadas para a inovação (AMPARO; RIBEIRO; GUARIEIRO, 2012; RIBEIRO, 2018).

Posto isso, apresenta-se o seguinte questionamento: Quais orientações podem ser propostas a partir da prospecção patentária para a gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no contexto brasileiro?

1.1 Justificativa

A possibilidade de entender as necessidades sobre a efetividade de um sistema de gerenciamento que direcione de forma correta a destinação dos resíduos provenientes de produtos eletroeletrônicos está arraigada no volume de REEE gerado no mundo. Segundo Baldé *et al.* (2017), o Brasil está classificado como o sétimo maior produtor de lixo eletrônico no mundo. Na América, o Brasil ocupa a segunda posição como maior produtor de REEE com 1,5 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos (6,3 milhões de toneladas). Em relação à América Latina, o Brasil é o país que tem o maior índice de geração de REEE. Além disso, apenas 2% do total produzido no país é reciclado (BRASIL, 2019b).

Os REEE são um problema global que se intensificam cada vez mais devido a fatores como: acelerado desenvolvimento tecnológico, levando a rápida substituição de eletrônicos para acompanhar a tendência de mercado, principalmente dos *smartphones* e *tabletes*; expansão do mercado e popularização do uso desses equipamentos, sobretudo em países em desenvolvimento como o Brasil onde, para a população de baixa renda, o fato de ter acesso e possuir esses equipamentos está associado diretamente a apresentar um padrão melhor de vida; novos hábitos de consumo; novas tendências em tornar objetos “comuns” em objetos com capacidade elétrica como, por exemplo, facas e brinquedos; e redução da vida útil desses equipamentos (obsolescência programada) (RODRIGUES, 2012; SANT’ANNA, 2014; OLIVEIRA, 2016; BALDÉ *et al.*, 2017; ROCHA; SOUZA, 2017).

Assim, esse estudo justifica-se pela possibilidade de encontrar na prospecção patentearia informações capazes de identificar o potencial de inovação, seja sobre o desenvolvimento de tecnologias, seja sobre o gerenciamento de alguma demanda social, nesse caso o gerenciamento dos REEE. Com isso, pretende-se que o trabalho contribua com uma discussão que se insere num âmbito do anseio global, e também no acadêmico, sobre a utilização das patentes como fonte de informação para processos de gerenciamento dos resíduos, pois, até o momento, nas fontes pesquisadas, não foram encontrados estudos que tratem sobre o foco dessa pesquisa. Assim, vislumbra-se a possibilidade de apresentar proposições capazes de mitigar os entraves sobre o gerenciamento dos REEE no Brasil por meio de uma abordagem que contemple o preâmbulo da inovação sobre os processos gerenciais por intermédio do modelo da Hélice Quíntupla.

Esse trabalho está dividido em seções, a saber: Introdução, apresentando relevância do tema, questão norteadora, delimitação do problema, justificativa, e objetivos geral e específicos; Referencial Teórico, que fundamenta o trabalho; Metodologia, com o

delineamento do percurso metodológico adotado pela pesquisa; os Resultados e Discussão obtidos a partir do levantamento de dados; e, por fim, as Conclusões.

Nos Apêndices A, B e C apresentam-se, respectivamente: arcabouço das patentes selecionadas para análise; as produções geradas no decorrer do Mestrado (PROFNIT); e uma Cartilha de orientação sobre os REEE, elaborada como complemento deste relatório. O Anexo I mostra o comprovante de melhor trabalho no Encontro Nacional de Propriedade Intelectual (ENPI), em 2020.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar a técnica de prospecção patentária para elaborar proposições fundamentadas na utilização de tecnologias no gerenciamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil, de modo a mitigar seus entraves e fomentar práticas de gestão inovadoras.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar na literatura científica e em outras fontes fundamentos que se fazem presentes no gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos.
- b) Analisar informações de cunho prospectivo sobre tecnologias para o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos.
- c) Propor alternativas para o gerenciamento para resíduos eletroeletrônicos no Brasil pelo modelo da Hélice Quintupla.
- d) Desenvolver uma Cartilha que sintetize as informações sobre o gerenciamento dos REEE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE)

De acordo com a NBR 10004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são classificados e identificados mediante o grau de riscos que afetam o meio ambiente e a saúde pública. Assim, define:

Resíduos sólidos: resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1).

A classificação dos resíduos sólidos de acordo com a sua periculosidade se faz necessária, pois é uma forma de estimular a elaboração, o planejamento e a realização, de forma correta, do tratamento desses resíduos em conformidade com os riscos que geram para a saúde pública e ao meio ambiente quando descartados, sobretudo, de maneira inapropriada. No entanto, os REEE são materiais em que a degradação se estende desde o uso da matéria-prima (gastos energéticos, água, produtos químicos), incluindo a fabricação, a comercialização até chegar ao descarte (produtos e embalagens) (WIDMER *et al.*, 2005; LEONARD, 2011; KUNRATH, 2015).

Nesse contexto, nos casos dos produtos que, pela legislação, devem ter estruturação e implementação da LR de modo obrigatório, o processo de gerenciamento reverso deve se dar por três instrumentos básicos, também estabelecidos pela PNRS, que são: regulamentação direta, acordo setorial e termo de compromisso. Esses dois últimos são firmados entre governo e o setor privado, o que de certo modo desmitifica a ideia da responsabilidade compartilhada pelo relacionamento puramente “comercial” que é inferido sobre o gerenciamento dos resíduos, o que reflete na necessidade de abrangência sobre o tema tanto da parte do governo como das outras instituições (empresa e universidades) que possam informar e estimular a participação do consumidor no intuito de garantir a efetividade do gerenciamento reverso/reciclagem e reuso desses materiais (BRASIL, 2010; CAPAZ; HORTA NOGUEIRA, 2014; SANTANA; MARQUES, 2017; MORAIS *et al.*, 2020).

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, como o próprio nome já sugere, são

provenientes dos equipamentos e/ou peças elétricas e eletrônicas que são descartadas em forma de resíduos, ou sem o intuito de reutilização. São conhecidos por algumas expressões: “lixo eletrônico”, “e-lixo”, “*e-waste*” e “resíduos eletroeletrônicos”, essa última consta na PNRS e é mais utilizada em publicações nacionais. Já a terminologia *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE) e a expressão “*e-waste*” apresentam-se como as mais utilizadas internacionalmente (CE, 2012; SANT’ANNA *et al.*, 2014; TORRES *et al.*, 2015; BALDÉ *et al.*, 2017).

É válido considerar que REEE é um termo genérico, pois abrange uma diversidade de tipos e formas de EEE que perderam valor para seus proprietários seja por motivos de danos, quebra ou até de utilização indesejada. Ou seja, podem-se considerar como REEE todos os componentes e materiais que se fazem presentes no momento em que um EEE é descartado, cujo funcionamento está diretamente relacionado ao uso de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos e demais equipamentos que possam gerar, transferir e medir essas correntes e campos (CARVALHO; XAVIER, 2014; MENDES, 2017; MANDARINO; SINAY, 2019).

Os REEE compreendem uma vasta gama de produtos que diferem por características como, por exemplo, tempo de vida útil, volume, composição, valor econômico e potencial de impacto sobre o ambiente e a saúde quando gerenciados de forma inadequada. Tais diferenças refletem diretamente nas propriedades e particularidades do gerenciamento do pós-consumo de cada um desses equipamentos e materiais, ou por outra, refletem diretamente nos processos de coleta, logística, reciclagem e, sobretudo, nas atitudes dos consumidores para o descarte (OLIVEIRA, 2016; BALDÉ *et al.*, 2017; MANDARINO; SINAY, 2019).

Sobre o método de classificação dos REEE, o modelo instituído pela Diretiva n.º 19, anexo I, vem sendo muito utilizado na literatura (CE, 2012; BALDÉ *et al.*, 2017), conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos REEE

Nº	Categorias de REEE	Exemplos de REEE
1	Eletrrodomésticos de grande porte.	Frigoríficos; Congeladores; Máquinas de lavar roupa; Secadores de roupa; Máquinas de lavar louça; Fogões; Fornos elétricos; Placas de fogão elétricas; Micro-ondas; Aparelhos de aquecimento elétricos; Radiadores elétricos; Aparelhos de ar condicionado.
2	Eletrrodomésticos de pequeno porte.	Aspiradores; Aparelhos utilizados na costura; Torradeiras; Máquinas de café; Facas elétricas; Aparelhos para cortar e secar o cabelo; Escovas de dente elétricas; Relógios de sala e pulso.
3	Equipamentos de informática e telecomunicações.	Computadores pessoais/portáteis (<i>laptop, notebook, notepad</i>); Telefones (postos telefônicos públicos, sem fios, celulares); Outros produtos ou equipamentos para transmitir som, imagens ou outras informações por telecomunicação.
4	Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos.	Aparelhos de rádio, televisão; Câmaras e gravadores de vídeo; Instrumentos musicais; Painéis fotovoltaicos.
5	Equipamentos de iluminação.	Lâmpadas e aparelhos de iluminação.
6	Ferramentas elétricas e eletrônicas, exceto as ferramentas industriais fixas de grandes dimensões.	Serras; Máquinas de costura; Equipamento para triturar, serrar, cortar, brocar, fazer furos, puncionar, dobrar, encurvar, e processos similares; Ferramentas para rebitar, pregar ou aparafusar ou remover rebites, pregos ou parafusos, ou para usos semelhantes; Ferramentas para soldar ou usos semelhantes.
7	Brinquedos e equipamento de desporto e lazer.	Jogos de vídeo; Trens elétricos; Carros elétricos.
8	Aparelhos médicos, exceto todos os produtos implantados e infetados.	Equipamentos de radioterapia, cardiologia, diálise, ventiladores pulmonares.
9	Instrumentos de monitorização e controle.	Detetores de fumaça; Reguladores de aquecimento ou esfriamento e termostatos.
10	Distribuidores automáticos.	Distribuidores de bebidas, produtos sólidos; Dinheiro.

Fonte: Adaptado de Comunidade Europeia, anexo I (2012)

Esse nível de categorização reverbera na aplicabilidade prática sobre a coleta e, conseqüentemente, seu gerenciamento. A adoção dessa taxionomia ajuda na elaboração de diagnósticos sobre os problemas dos REEE, inclusive alguns autores, como Baldé *et al.* (2017), enfatizam que tal classificação coincide com os grupos de separação desses produtos no processo de coleta e, posteriormente, gerenciamento.

No Brasil, os EEE e, por consequência, os REEE são agrupados em quatro categorias denominadas de linhas: verde, marrom, branca e azul (ABDI, 2013), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Classificação dos EEE adotada no Brasil

Fonte: Adaptado de ABDI (2013)

Sobre a classificação utilizada no Brasil, o que chama atenção é o fato de que a PNRS, ao introduzir a regulamentação federal para a gestão dos resíduos, não menciona em seu texto, nem mesmo no seu decreto regulamentador (BRASIL, 2010b), uma definição/classificação/categorização para esses produtos e, conseqüentemente, seus resíduos. Inclusive, recentemente foi promulgado o Decreto n.º 10.240/2020, direcionado a estabelecer a “implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico” que também não aborda nenhum tipo de classificação desses produtos (BRASIL, 2010b; 2020b). Além disso, é possível observar que a classificação brasileira não abrange boa parte das categorias definidas pelas Diretivas n.º 19, de 2012, da Comunidade Europeia (CE, 2012).

Os equipamentos eletrônicos possuem caráter generalizado, que basicamente podem se determinar por dois tipos de origens: institucional e domiciliar. Essas duas origens possuem fluxos distintos, sobretudo, pelo seu ponto de partida, sendo o primeiro correspondente às instituições públicas ou privadas, e o segundo gerado em residências (RODRIGUES; GUNTHER; BOSCOV, 2015).

De modo geral, é possível estabelecer os materiais que são mais encontrados na estrutura e composição desses equipamentos como, por exemplo: o ferro, que compõem aproximadamente 50% em peso; os plásticos, cerca de 21%; os metais não ferrosos, nesse caso abrangem os metais preciosos também, por volta de 13% em peso; além da presença de

vidros e outros materiais (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRETT, 2011; ABDI, 2013; OLIVEIRA, 2016; PORTO *et al.*, 2018).

No entanto, a composição desses materiais tem mudado ao longo dos anos, o que pode ser explicado pelo desenvolvimento tecnológico e pela pressão social e governamental em busca de ações/produtos mais sustentáveis. Apesar disso, as substâncias presentes nos EEE, como o mercúrio, o chumbo e o arsênio dentre outras, ainda têm apresentado potencial impacto negativo ao ambiente e à saúde humana. O descarte inapropriado contribui para a contaminação do solo, água, ar, poeira e da própria cadeia alimentar, além das implicações à saúde pública (WIDMER *et al.*, 2005; ROBINSON, 2009; CARVALHO *et al.*, 2014; BALDÉ *et al.*, 2017; MENDES, 2017; IBANESCU *et al.*, 2018).

O Quadro 2 apresenta algumas substâncias, sua aplicação na indústria de EEE e os principais danos que causam à saúde humana.

Quadro 2 – Substâncias presentes nos REEE e seus efeitos sobre a saúde

Substância	Aplicação no EEE	Danos à saúde humana
Antimônio (Sb)	Agente de derretimento no vidro CRT, caixas de computador de plástico e uma liga de solda em cabeamento.	O Antimônio foi classificado como carcinogênico (IARC 2B). Em casos de exposição crônica a esta substância, pode causar dor de estômago, vômitos, diarreia e úlceras de estômago.
Arsênio (Ar)	Arseneto de gálio é usado em diodo emissores de luz.	Tem efeitos crônicos que causam doenças de pele e câncer de pulmão, além de prejuízos das sinapses nervosas.
Bário (Ba)	Velas de ignição, lâmpadas fluorescentes e interiores de CRT em tubos de vácuo.	Provoca edema cerebral, fraqueza muscular, danos no coração, fígado e baço, mesmo em exposição de curto prazo.
Berílio (Be)	Caixas de alimentação, placas-mãe e presilhas.	A exposição ao berílio pode levar à beriliose, câncer do pulmão e doenças da pele. Berílio é uma substância cancerígena (IARC 1).
BFR; PBB; PBDE; TBBPA ¹	BFR são usados para reduzir a inflamabilidade em placas de circuito impresso, plástico, teclados e isolamento do cabo.	Essas substâncias são classificadas como interferentes endócrinos. Durante sua combustão, placas de circuito impresso e caixas de plástico emitem vapores tóxicos, conhecidos por causar distúrbios hormonais.
Cádmio (Cd)	As baterias recarregáveis de NiCd, <i>chips</i> semicondutores, detectores de infravermelho, tintas de impressora e <i>toners</i> .	Os compostos de cádmio representam um risco de danos irreversíveis à saúde humana, particularmente os rins.
Clorofluorcarbonos (CFCs)	Unidades de refrigeração e espuma de isolamento.	Essas substâncias impactam a camada de ozônio, o que pode levar a uma maior incidência de câncer da pele.
Cromo Hexavalente (Cr VI)	Invólucro plástico, cabos, discos rígidos e como corante em pigmentos.	É extremamente tóxico no ambiente, causando danos ao DNA e danos irreversíveis nos olhos.
Chumbo (Pb)	Solda, baterias de chumbo ácido, tubos de raios catódicos, cabos, placas de circuito impresso e lâmpadas fluorescentes.	Pode danificar o cérebro, sistema nervoso, rins e sistema reprodutivo e causar doenças do sangue. O acúmulo de chumbo no ambiente resulta em ambos os efeitos, agudos e crônicos, à saúde humana.

Substância	Aplicação no EEE	Danos à saúde humana
Mercúrio (Hg)	Baterias, bulbos de luz de fundo ou lâmpadas, monitores de tela plana, interruptores e termostatos.	O mercúrio pode danificar o cérebro, rins e fetos.
Níquel (Ni)	Baterias, invólucro do computador, tubo de raios catódicos e placas de circuito impresso.	Pode provocar reações alérgicas, bronquite e redução da função pulmonar e câncer de pulmão.
Bifenilas Policloradas (PCB)	Condensadores, transformadores e fluidos de transferência de calor.	PCB pode causar câncer em animais e pode conduzir a danos no fígado de seres humanos.
Policloreto de Vinila (PVC)	Monitores, teclados, cabos e invólucro plástico do computador.	O PVC tem o potencial de ser uma substância perigosa e contaminante tóxico do ar. A combustão incompleta de PVC libera o gás cloreto de hidrogênio, que forma o ácido clorídrico. O ácido clorídrico pode causar problemas respiratórios.
Selênio	Cilindros usados em fotocopiadoras.	Elevadas concentrações (5E-3 mg/kg/dia) podem causar selenose.

Fonte: Mendes (2017)

Nota¹: Retardantes de Chama a base de Brometos (BFR); Bifenilas Polibromadas (PBB); Éter Difenil Polibromado (PBDE); Tetrabromobisfenol (TBBPA).

Diante das informações descritas no Quadro 2, fica evidente que o contato direto ou indireto com essas substâncias ocasiona graves danos à saúde, o que só reafirma a importância dos processos que buscam efetivar o gerenciamento dos REEE, tendo em vista a diversidade e a complexidade dos materiais e substâncias tóxicas que são encontradas nos EEE, dificultando também em generalizar sua composição.

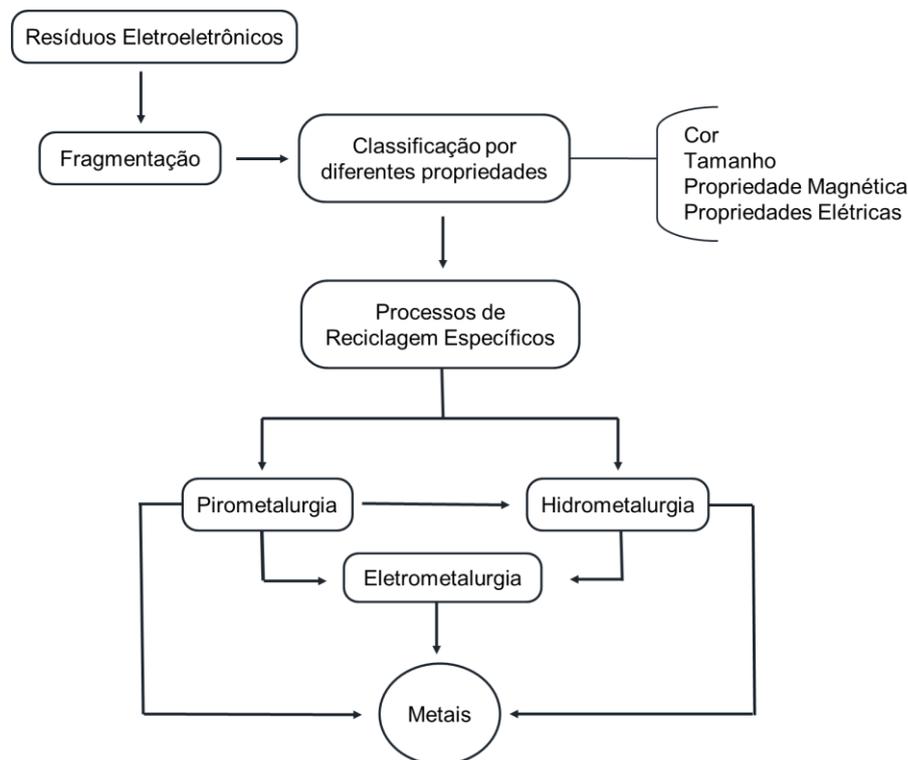
Contudo, é importante destacar que apesar dos EEE conterem essas substâncias classificadas como perigosas, não necessariamente irão causar danos ao meio ambiente e à saúde pública de forma direta. Para que ocorra a contaminação, esses componentes teriam que estar expostos de tal modo que a degradação dos mesmos provocasse a liberação dessas substâncias a ponto de contaminar o ar, solo, água e, conseqüentemente, os demais organismos vivos, bem como os seres humanos (KAYA, 2016; ATSDR, 2017; MENDES, 2017).

Assim, é de fundamental importância entender que o gerenciamento dos REEE demanda estratégia de coleta, tratamento e disposição final, pois as principais etapas são: pré-tratamento, responsável pela triagem e desmontagem desses equipamentos e seletividade dos componentes; beneficiamento, que compreende as etapas de moagem, processamento pirometalúrgico, hidrometalúrgico, biohidrometalúrgico e outros processos mecânicos e metalúrgicos para separar os materiais; e, por fim, o refino, onde é realizado processos físicos, metalúrgicos e eletrometalúrgicos para a concentração e purificação dos metais recuperados. (MORAES; ESPINOSA; LUCENA, 2014; PANT; KUMAR, 2018).

Nota-se, a princípio, a importância do constante desenvolvimento e aprimoramento de

tecnologias que possam auxiliar no processo de reciclagem para uma gestão considerada eficiente. Assim, a reciclagem dos REEE emprega procedimentos simples e complexos, conforme pode ser observado na Figura 2, que sintetiza os principais métodos usados.

Figura 2 – Fluxograma de etapas de recuperação de metais dos REEE



Fonte: Adaptado de Yamane (2012)

O processo de pirometalurgia é caracterizado pelo uso de altas temperaturas e é um método comumente utilizado para a recuperação e reciclagem de metais (não ferrosos e metais preciosos de REEE). A hidrometalurgia utiliza no processo de recuperação de metais as soluções ácidas, e seu modo de operação é simplificado podendo se adequar a pequenas escalas, no entanto, é um processo que gera muito resíduo líquido. E, por fim, a eletrometalurgia é utilizada para a recuperação de metais com alto grau de pureza (CUI; ZHANG, 2008; MORAES, 2011).

Verifica-se, principalmente, que as maiores dificuldades enfrentadas pelas recicladoras é a ausência de aporte tecnológico, pois muitas exportam esses materiais oriundos dos rejeitos para serem processados em empresas estrangeiras, causando uma descentralidade no processo e gerando um impasse para a criação de soluções concomitantes. Além dos fatos mencionados, a quantitativo e a diversidade são elementos que reprimem a identificação das fontes de geração desses resíduos (JÚNIOR *et al.*, 2016; NETO *et al.*, 2017).

Posto isso, cabe reiterar a importância das tecnologias sobre o processo de gerenciamento, pois o Nível 3 da reciclagem não atua em sua plenitude no país justamente pela escassez de recicladores com tecnologias que possam, essencialmente, executar esse nível, que atualmente se encontra a mercê da irregularidade da coleta de REEE (SANTOS; JACOBI, 2021). Conforme é possível observar no Quadro 3, os três níveis para tratamento dos REEE se baseiam no fluxo de materiais.

Quadro 3 – Níveis de reciclagem de resíduo eletroeletrônico

Níveis	Descrição
Nível 1	<p>Matéria-prima: REEE. Ação: classificação e desmontagem. Produtos: grandes frações de metais e plásticos, CRT (aparelhos de televisão com cubos), placas de circuito impresso e cabos. Descartados ou Reciclados: capacitores, baterias, interruptores de Mercúrio (Hg), Clorofluorcarboneto (CFCs), óleos, outros.</p>
Nível 2	<p>Matéria Prima: Produtos do Nível 1. Ação: Trituração de metais, plásticos e tratamento especial de vidros e placas de circuitos impressos. Produtos: Pequenas frações de metais ferrosos, não ferrosos e preciosos, e diferentes frações de plásticos, vidros e placas de circuito impresso. Descartados: CFCs remanescentes.</p>
Nível 3	<p>Matéria-prima: Produtos do Nível 2. Ação: Reciclagem e fundição de metais (ferroso e não ferrosos), separação dos metais preciosos, recuperação de energia e/ou incineração de plástico, reciclagem de circuitos impressos e indústria de vidro. Produtos: Metais reciclados, plásticos e vidros.</p>

Fonte: Adaptado de UNEP (2007); Santos e Jacobi (2021)

O Nível 1 é uma etapa de baixo custo e exige apenas o uso de equipamentos simples e de menor custo como, por exemplo, martelo e chave de fenda. Compreende um conjunto de procedimentos relativos às atividades de classificação e desmontagem de REEE e, quando pertinente, destruição de dados/informações dos usuários que estão contidos nesses equipamentos. Em seguida, o material/equipamento é classificado segundo os componentes presentes em sua composição, e assim é direcionado para a desmontagem que separa alguns materiais como plásticos, cabos, placas de circuito impresso e outros, direcionando-os ao próximo nível. O Nível 2 é onde ocorre o processamento e tratamento, por meio da fragmentação física (trituração), separando as frações de plástico, metais (ferrosos, não ferrosos e preciosos), direcionados ao Nível 3 (UNEP, 2007; SANTOS; JACOBI, 2021).

No Nível 3 as ações são mais complexas, por isso é considerada de alto custo, tendo em vista o maquinário a ser utilizado. Caso a recicladora não contemple a abordagem desse

nível os materiais que chegam ao Nível 2 seguem diferentes destinos como: venda para siderúrgicas, metalúrgicas ou empresas comerciais e/ou especializada em reciclagem, consideradas eficientes em reutilizar metais (ferrosos e não ferrosos), plásticos, placas de circuito impressos reciclados e incineração ou disposição em aterros (SANTOS; JACOBI, 2021).

Diante desse cenário, é notório a importância das tecnologias sobre os processos de gerenciamento dos REEE no cenário nacional brasileiro tendo em vista a estruturação do Nível 3 da reciclagem no Brasil, o que pode minimizar as dificuldades inerentes do segmento, quanto a sua implementação e manuseio dos equipamentos durante as atividades que envolvem reaproveitamento dos materiais descartados.

2.2 Propriedade Intelectual: definição e modalidades

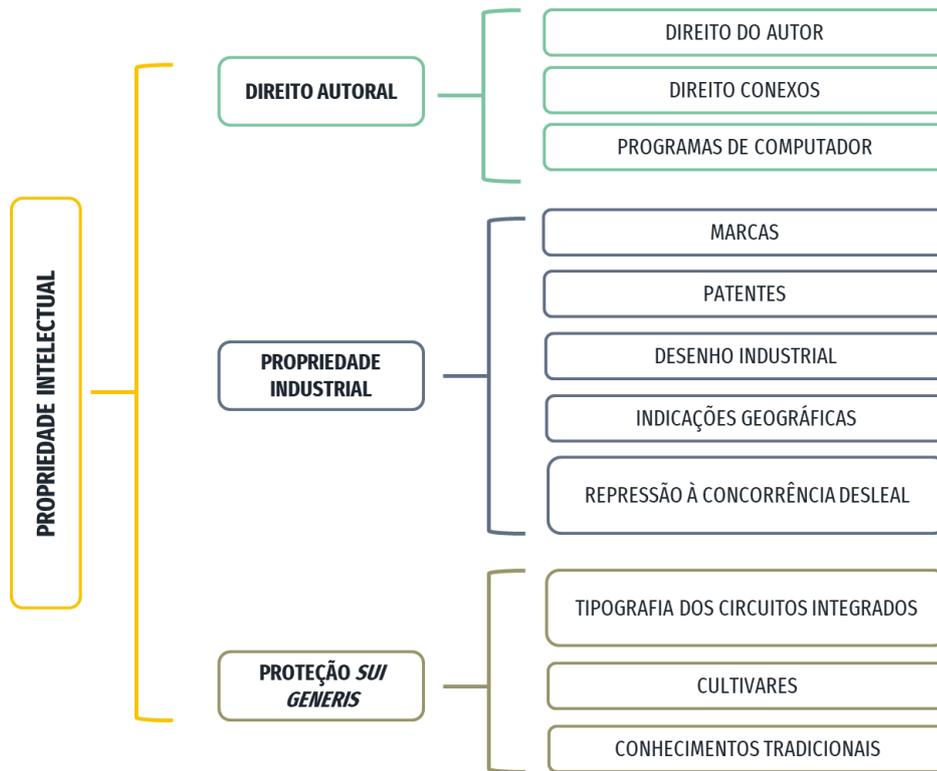
A Propriedade Intelectual (PI) é uma área do Direito que visa garantir a proteção de bem imaterial e/ou material oriundo da capacidade criativa e inventiva do intelecto humano. Assim, a título de compensação pelas variáveis: tempo, dinheiro, esforço, investimento e outros que foram aplicados na criação/desenvolvimento de uma determinada obra, é garantido ao titular/detentor da PI o direito de controlar a utilização de produções referentes à sua criação, bem como à sua exploração econômica por um determinado período (ARAÚJO *et al.*, 2010; GHESTI, 2016).

Ante o exposto, a Propriedade Intelectual pode ser definida como:

É a soma dos direitos relativos às obras literárias, artísticas e científicas, às interpretações dos artistas intérpretes e às execuções dos artistas executantes, aos fonogramas e às emissões de radiodifusão, às invenções em todos os domínios da atividade humana, às descobertas científicas, aos desenhos e modelos industriais, às marcas industriais, comerciais e de serviço, bem como às firmas comerciais e denominações comerciais, à proteção contra a concorrência desleal e todos os outros direitos inerentes à atividade intelectual nos domínios industrial, científico, literário e artístico. (BAGNATO; SOUZA; MURAWARA, 2016, p. 05).

Dessa forma, os direitos de PI estão divididos em três modalidades, sendo elas: i) Direito Autoral e os que lhe são conexos; ii) Propriedade Industrial, que abarca o uso comercial como marcas e criações de aplicação industrial e iii) Proteção *su generis*, que incide sobre cultivares e suas diversidades de vegetais (VANIN, 2016), conforme Figura 3 a seguir:

Figura 3 – Modalidades da Propriedade Intelectual



Fonte: Adaptado de Jungman e Bonetti (2010) e Vanin (2016)

Nesse contexto, destaca-se que a Propriedade Industrial norteará o desenvolvimento desse relatório, pois é uma modalidade da Propriedade Intelectual que lida com bens intelectuais das atividades industriais e/ou comerciais de indivíduos e/ou empresas, assegurando ao titular exclusividade de fabricação, comercialização, importação, uso, como também a possibilidade de efetuar contratos de licença e cessão. No âmbito da Propriedade Industrial, têm-se as patentes (inovação radical ou incremental), as marcas, os desenhos e indicações geográficas, e a repressão à concorrência desleal (JUNGMAN; BONETTI, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2010; PAESANI, 2015).

2.2.1 Prospecção Patentária

A patente é um direito temporário de exclusividade concedido pelo Estado (inventores, autores, podendo ser pessoas físicas ou jurídicas) sobre uma invenção radical ou incremental (modelo de utilidade) que, nesse período, limita o uso de terceiros acerca da invenção nova e útil. No Brasil, o prazo de proteção é de 20 anos para as patentes radicais e 15 anos para os modelos de utilidade, contados a partir da data de depósito. Desse modo, é garantido ao

detentor da patente o direito sobre o uso comercial e a possibilidade de impedir que terceiros façam uso comercial da patente enquanto esta estiver no período da vigência de exclusividade. Por outro lado, o autor/inventor tem a obrigação de detalhar o conteúdo técnico do objeto que está sendo protegido, como também é nesse documento que a invenção é descrita, pressupondo que a inovação é socialmente mais produtiva sob tais condições (JUNGMAN; BONETTI, 2010; INPI, 2015; PARANHOS; RIBEIRO, 2018; SANTOS, 2018).

A análise de patentes apresenta-se como um elemento fundamental para o desenvolvimento da inovação de produtos ou processos, visto que possibilita predizer possíveis cenários futuros sobre uma dada tecnologia. Pode contribuir, por exemplo: no conhecimento e potencialidades do mercado; na identificação de empresas que investem em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento); no monitoramento das pesquisas científicas; na avaliação do grau de inovação em determinadas áreas, regiões e instituições, sendo considerada uma técnica de estudo informétrico pela possibilidade de aproximar instituições acadêmicas e a iniciativa privada. Logo, a prospecção tecnológica em patentes pode ser entendida como um método capaz de mapear desenvolvimentos tecnológicos e científicos futuros, de modo a influenciar e contribuir com a sociedade (PEREIRA, 2011; PARANHOS; RIBEIRO, 2018).

Partindo desse pressuposto, as patentes se dividem em: modelo de utilidade, que é o aperfeiçoamento de produtos preexistentes, ou seja, é qualquer objeto de uso prático, suscetível de aplicação industrial que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação; patentes de invenção, que se referem aos produtos ou processos considerados novos, ou originais, e são assim denominadas por apresentarem uma nova solução para um problema técnico específico. Assim, patenteável é a invenção que atenda aos requisitos de: novidade; atividade inventiva; e aplicação industrial (INPI, 2015; SANTOS, 2018).

Nessa premissa, também se faz relevante os requisitos de patenteabilidade. Tais requisitos estão previstos na Lei de Propriedade Industrial (Lei n.º 9.279/96) que, de modo geral, salienta que uma invenção para ser patenteável deve atender ao requisito de novidade, e atividade inventiva, ou seja, a matéria não deve pertencer ao Estado da Técnica, não sendo divulgada antes por nenhum meio no país de origem ou no exterior, partindo assim do princípio de que exista a atividade inventiva e que ela seja inédita. Por fim, é necessário que a invenção tenha uma aplicação industrial em qualquer meio produtivo (BRASIL, 1996; INPI, 2015; SANTOS, 2018).

Nesse contexto, e considerando que as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação que demandam altos investimentos, a proteção sobre a patente pode proporcionar benefícios para os aspectos da competitividade. Além disso, a ausência das patentes pode fomentar um comprometimento sobre o ritmo do desenvolvimento tecnológico, isso porque elas geram estímulos para o desenvolvimento e crescimento da economia e tecnologia, além de propiciar a busca por melhores padrões de vida para a sociedade, fazendo da PI uma estratégia fundamental no apoio à política de desenvolvimento.

Reflexo disso são as bases de dados patentárias que podem ser acessadas pela *internet*, onde algumas têm acesso livre e outras com acesso restrito, mas de modo geral possuem como finalidade a identificação de novas oportunidades sobre a exploração e aprimoramento de tecnologias patenteadas ou que estão em domínio público (FERREIRA; GUIMARÃES; CONTADOR, 2009; USPTO, 2012; SPEZIALI; SINISTERRA, 2015; SOARES *et al.*, 2019).

O acesso às informações oriundas das patentes fica disponível nos bancos de dados dos escritórios de patentes ou bases de dados comerciais. Em essência, essas bases possuem mecanismos de busca que possibilitam o mapeamento tecnológico sendo possível observar o país/região, titulares, autores, instituições, áreas da ciência, e outras informações sobre o segmento tecnológico que está sendo avaliado. No Brasil, a principal base de dados é coordenada pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual¹ (INPI), responsável por examinar e conceder as patentes no território nacional.

De modo geral, os bancos de dados nacionais, internacionais e comerciais como, por exemplo, o INPI, *Espacenet* e o *Questel Orbit* facilitam o acesso do público a informações técnicas das invenções, de modo a contribuir estrategicamente no gerenciamento e desenvolvimento da inovação, em que o conhecimento pode assumir um papel decisivo, incidindo na busca pelo diferencial tecnológico e gerencial pelo monitoramento da ação de concorrentes, identificação de novas tendências tecnológicas, base para investimentos, transferência de *know-how* e outros.

Cabe ressaltar que no processo de busca, a classificação das patentes exerce um papel fundamental. A Classificação Internacional de Patentes (CIP/IPC), coordenada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), é adotada por mais de 100 países e seu principal objetivo é facilitar o sistema de busca o qual é organizado por campos tecnológicos específicos e de forma hierarquizada que separa as tecnologias por áreas

¹ Criado em 1970, o INPI é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Economia pelo Decreto n.º 9.660/2019, e tem a missão de estimular a inovação e a competitividade a serviço do desenvolvimento tecnológico e econômico do Brasil, por meio da proteção eficiente da propriedade industrial (INPI, 2021).

(PARANHOS; RIBEIRO, 2018; WIPO, 2019; INPI, 2019; CARVALHO; SANTOS, 2019).

2.3 Inovação: Hélice Tríplice a Quintupla

A importância dada à inovação vem crescendo ao longo dos anos pela capacidade de reunir e combinar os conhecimentos, habilidades, estudos e outros que possibilitam progressos sociais, políticos, econômicos empresariais etc., pois é por meio da inovação que é possível introduzir o aperfeiçoamento do ambiente produtivo e social pelo resultado do desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços. A conjuntura econômica do mercado brasileiro baseia-se na inovação como elemento fundamental para a sobrevivência e estabilização em um mercado dinâmico e altamente competitivo, sendo a principal ferramenta de empreendedores que vislumbram a transformação das mudanças do mercado em oportunidades, para diferentes negócios, produtos e serviços, além de ser essencial para a manutenção da competitividade e, por consequência, do crescimento econômico (NASCIMENTO; LABIAK JÚNIOR, 2011; CARNEIRO, 2018).

Cabe destacar que a inovação tecnológica pode causar uma quebra no sistema econômico proporcionando um desequilíbrio que consegue alterar a formas de padrões de produção, desenvolvendo uma diferenciação para a empresa, sendo a inovação o ponto central para o desenvolvimento econômico de uma região, estado e/ou país, pois se configura como uma “mola” propulsora de crescimento mercadológico. Assim, inovar consiste no ato de incorporar novas capacidades aos recursos (processos e pessoas) que existem nas organizações/empresas com o intuito de gerar riquezas por seu caráter puramente novo ou incrementado, com atributos que superem os já existentes (DRUCKER, 1986; SCHUMPETER, 1988; GIRARDI, 2002; OCDE, 2005).

Na visão sistêmica, introduzir os atores que atuam nos processos de inovação, bem como o modo de suas interações possibilita a troca eficiente sobre os conhecimentos (científicos e tecnológicos). Logo, os sistemas de inovação são constituídos pela interação entre instituições pública e privada que buscam atuar com sinergia sobre a produção, difusão e uso do conhecimento na elaboração de novas tecnologias. Apesar dessa interação, o que determina a efetividade do sistema de inovação são as políticas públicas e as ações que buscam desenvolver o potencial tecnológico. Ademais, o ambiente institucional deve favorecer o estímulo para a prática das atividades inovadoras, sendo esse organizado e estável (MASKIO; VILHA, 2015; MAZZUCATO; PENNA 2016).

A observação sobre o processo de construção dessa interação entre os atores envolvidos nesse sistema proporciona uma análise capaz de mitigar possíveis entraves que podem afetar o desenvolvimento sistêmico da inovação. Assim, o inter-relacionamento estabelecido por tais atores, por meio dos recursos locais e da capacidade individual de desenvolvimento, possibilita a adoção de estratégias baseadas no potencial do território, garantindo melhores condições tecnológicas e institucionais para o progresso da inovação (PHILLIPS, 2014; KIM; LEE, 2016).

O modelo da Hélice Tríplice auxilia os atores públicos e privados (indústria-governo-universidades) a terem relações mais recíprocas, melhorando o desempenho desses no processo de desenvolvimento e inovação. De modo geral, essa cooperação acontece em plano regional dentro de contextos específicos como, por exemplo: *clusters* industriais, desenvolvimento acadêmico e pela presença ou ausência de ações governamentais. Nesse sentido, os três atores se articulam de forma integrada, organizada e com uma dinâmica de comunicação que lhes permite desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento de inovações, seja no processo de criação do conhecimento ou na capitalização. Vale salientar que não há preponderância de um deles a respeito da coordenação ou condução, pois trabalham de forma simultânea e interdependente, mediante retroalimentação de arranjos institucionais e configuração de cada um deles em suas respectivas “hélices” (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 1995; VERLINDE; MACHARIS, 2016; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

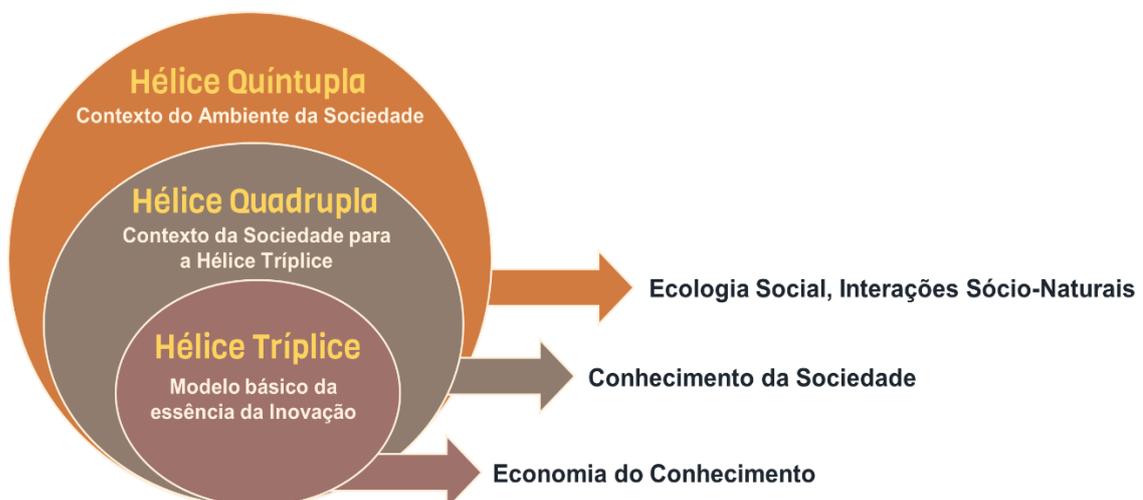
No pensamento principal da Hélice Tríplice, o processo e a concretização da inovação só acontecem pela intersecção desses três atores institucionais (indústria-governo-universidade). No entanto, como existem obstáculos para o desencadeamento desse processo, a configuração torna-se um mecanismo de apoio para o desenvolvimento da inovação, uma vez que: o governo formula e implementa políticas no âmbito científico-tecnológico; as universidades criam e desenvolvem ciência e tecnologia; e as empresas, apesar de ter o foco de gerar riquezas, possuem a racionalidade para o desenvolvimento de produtos e serviços inovadores com expertise e vocação comercial. De modo geral, a interação diante das capacidades desses atores tem a finalidade de estimular o aprimoramento e a introdução de novas “inovações”, além de fomentar a prática do empreendedorismo, e os benefícios gerados para cada um deles de forma mútua pela cooperação que desempenham (CLOSS; FERREIRA, 2010; SCHREIBER *et al.*, 2013, VERLINDE; MACHARIS, 2016; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017).

As mudanças que foram ocorrendo no âmbito ecológico e social geraram uma frequente pressão, quanto ao progresso tecnológico e ao desenvolvimento da inovação no

ambiente produtivo de diversos setores. Nesse contexto, passou a ser questionada uma ampliação sobre o modelo já estabelecido pela Hélice Tripla, dando origem à Hélice quádrupla incluindo a participação da sociedade civil. Nessa visão, a participação da sociedade foi estimulada pelo Sistema Nacional de Inovação (SNI) que, por sua vez, sofre forte influência da comunicação de mídia (*internet*, jornais, televisão, notícias, redes sociais) e da cultura (valores, experiências, tradições e visões) para analisar e informar como a ‘realidade pública’ vem se estabelecendo. Ou seja, o conjunto de “hélices” passou a considerar a colaboração dos usuários/consumidores/cidadãos no progresso da inovação de produtos, serviços e processos (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012; NORDBERG, 2015; MULYANINGSIH, 2015; CAMPANELLA *et al.*, 2017; SCHÜTZ *et al.*, 2019).

Posteriormente, percebeu-se a necessidade de criar mais uma hélice que contemplasse o ambiente devido aos fatores relacionados a questões como o aquecimento global e ao apelo mundial sobre o desenvolvimento sustentável e de tecnologias verdes, e assim criou-se a Hélice quádrupla. O ato de incorporar o ambiente natural como uma das hélices/subsistemas para o modelo de progressão do conhecimento sobre a inovação é uma forma de estabelecer o alcance pela preservação, sobrevivência e vitalidade da humanidade. Logo, os aspectos sustentáveis e a ecologia social tornam-se elementos constituintes da inovação social e da produção de conhecimento, incorporando novos conceitos como “eco-inovação” e “eco-empresendedorismo” (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012; CARAYANNIS; CAMPBELL, 2017; CRILLY, 2020). A Figura 4 ilustra a evolução do modelo da Hélice Tríplice para a Hélice quádrupla.

Figura 4 – Evolução da Hélice Tríplice para quádrupla



Fonte: Adaptado de Carayannis, Barth e Campbell (2012)

Assim, é possível observar que na Hélice Tríplice o eixo central são as universidades que atuam como indutoras do conhecimento (economia do conhecimento), e na Quádrupla o foco está na participação da sociedade civil. A Hélice Quíntupla atua como um modelo capaz de alcançar os quatro setores – universidade, empresa, governo e sociedade – tendo o ambiente como elemento transversal a todos eles, atuando de modo a incorporar processo sinérgico, pensamentos ecológicos para desenvolvê-lo, ações sustentáveis e uso inteligente de tecnologias. Assim, a quarta e a quinta hélices refletem a sociedade do conhecimento e o ambiente natural da sociedade, respectivamente (CARAYANNIS; BARTH; CAMPBELL, 2012; MINERIO *et al.*, 2018).

2.4 Da Ecologia Industrial à Economia Circular

A Ecologia Industrial (EI) é um termo que se fortaleceu pela necessidade de desenvolver mecanismos que pudessem orientar a “sociedade” industrial a um novo modelo organizacional/operacional atrelado ao desenvolvimento sustentável, pois seu caráter multidisciplinar aproxima a ciência, a tecnologia, e a economia à natureza de modo a promover a geração/impacto zero de resíduos ao meio ambiente (TREVISAN *et al.*, 2016; AL-THANI; AL-ANSARI, 2021).

Logo, a EI estimula o trabalho cooperativo entre as indústrias na busca de reduzir os impactos ambientais, a ampliação de resultados econômicos, além de estimular a participação em conjunto da sociedade. Isso reflete, nas diversas ferramentas e métodos que a EI reúne para promover a prevenção, redução e reaproveitamentos dos resíduos e efluentes gerados como, por exemplo, a ferramenta de Produção Mais Limpa (P+L) que surgiu como uma maneira prática de conscientização para as indústrias sobre o gerenciamento no que se refere aos danos causados ao meio ambiente, introduzindo a incorporação de conceitos ambientais no processo de planejamento e execução dos processos, produtos e serviços (HENS *et al.*, 2018; AL-THANI E AL-ANSARI, 2021).

De acordo com Chertow (2000), os conceitos e as ferramentas da EI podem ser divididos em níveis de integração, como apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Níveis de interação da Ecologia Industrial



Fonte: Adaptado de Chertow (2000)

Como primeiro nível têm-se as empresas que podem desenvolver atividades internamente, proporcionando a criação de produtos e/ou processos mais sustentáveis que geram o mínimo de impacto possível ao ambiente. No segundo nível estão as ferramentas/métodos desenvolvidas pelo envolvimento de diversas empresas (nível de maturidade alto). Por fim, o terceiro e último nível, que direciona uma integração ampla e mais estruturada pelo fato de alcançar agentes públicos e privados, como também possui uma maior capacidade de abrangência geográfica.

Partindo desse princípio, a Simbiose Industrial (SI) promove a cooperação entre as indústrias sobre o pleno gerenciamento de recursos de modo que o resíduo de um torne-se a matéria-prima para o outro. É uma lógica cíclica e gerencial que está alinhada ao conceito de Economia Circular, pois, além do caráter de otimização do uso da matéria-prima, proporciona a troca de informações, *know-how*, oportunidade de negócios e inovação (CHERTOW, 2000; SARACENI, 2014; MULROW *et al.*, 2017; SAAVEDRA *et al.*, 2018).

Segundo Martin *et al.* (2015), o pleno desempenho ambiental associado a SI está diretamente relacionado ao conhecimento e estruturação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). É uma metodologia que auxilia na identificação dos potenciais impactos ambientais de um determinado produto, processo ou serviço, em cada etapa do seu ciclo de vida (da extração da matéria-prima até a reutilização/reciclagem) e de cada atividade, conforme é possível observar na Figura 6.

Figura 6 – Avaliação do Ciclo de Vida



Fonte: Braskem (2016)

A ACV é padronizada pela ABNT NBR ISO 14.040:2009 (Versão corrigida:2014), Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura, e ABNT NBR ISO 14.044:2009, Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida: Requisitos e orientações. A primeira contém a estruturação por meio de algumas regras/requisitos como, por exemplo, o relatório da ACV deve conter informações de caráter transparente, rastreável e auditável. Por ser uma metodologia que trabalha com uma grande quantidade de dados, pode favorecer a realização de comparações sobre alternativas de produtos, contribuindo para a prática do *benchmarking*, investimentos ambientais, além de facilitar e favorecer o fomento à inovação (ABNT, 2009; EMF, 2015b).

Assim, a ACV auxilia na identificação de medidas que são consideradas mais adequadas sob os aspectos ambientais e econômicos a serem adotados por uma empresa, podendo contribuir com o alcance de estratégias da Economia Circular, já que objetiva-se avaliar os impactos ambientais de bens e serviços direcionando a tomada das melhores decisões relacionadas à sustentabilidade (KORHONEN *et al.*, 2004; PEÑA *et al.*, 2020).

O conceito de Economia Circular (EC) contrapõe o modelo linear de extração de

matéria-prima podendo ser entendido como uma nova abordagem de modelo econômico, buscando ressignificar o conceito de “fim de vida útil” de um produto. Na EC, o intuito é preservar e reforçar a importância do capital natural pela otimização no uso dos recursos naturais, diminuição dos descartes e gerenciamento dos fluxos renováveis e não renováveis. Dessa forma, a economia linear pode ser convertida na EC se considerar a relação entre o uso de recursos naturais e a geração de resíduos ao longo da cadeia produtiva. Isso significa que a EC tem uma abordagem genuinamente sistêmica e potencialmente transformacional (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016; LACY; GUPTA; HAYWARD, 2019).

A EC está embasada nos princípios de Ecologia Industrial que vem se destacando no cenário mundial por considerar que os padrões de produção linear são insustentáveis e geram reflexos negativos para a sociedade. Em termos práticos, a EC propõe mudanças sobre o produto, seja sobre o *design*, consumo, processo de exploração e resíduos e, principalmente, na divergência entre a sustentabilidade ambiental com o crescimento econômico o que, de certo modo, vislumbra preconizar a relação entre o modelo sustentável com o ritmo tecnológico e comercial, buscando minimizar os impactos gerados ao meio ambiente. Além disso, existe uma forte tendência de as legislações determinarem a busca pela proteção e conservação dos recursos naturais, por isso o setor empresarial tem direcionado ações que possam aderir às propostas de conservação e preservação dos recursos naturais em prol do alcance da sustentabilidade (GONZÁLEZ; SARKIS; DIAZ, 2008; NOYA *et al.*, 2017; COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020).

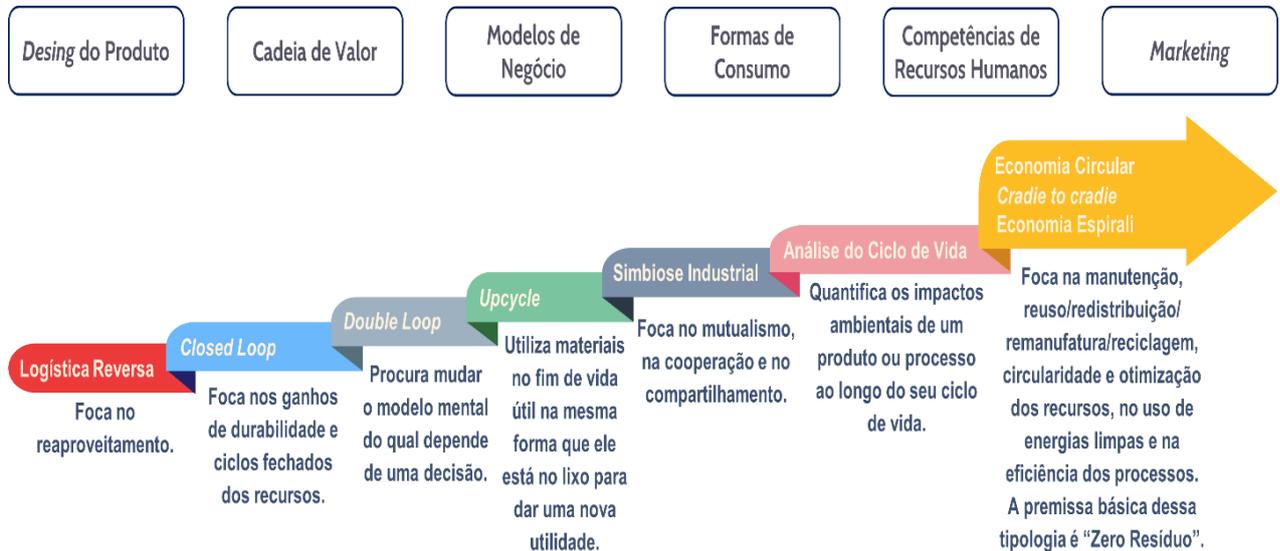
Conforme Geng *et al.* (2013), a EC também pode ser um sistema industrial restaurador, cujo foco está no ciclo de produção fechada, o que permite contribuir com a sustentabilidade em longo prazo, tendo em vista que a EC já se apresenta como novo modelo de negócios capaz de conduzir a busca e alcance pelo desenvolvimento sustentável e uma sociedade mais harmônica (GHISELLINI; CIALANI; ULGATI, 2016; NIKOLAOU; TSAGARAKIS, 2021).

Assim, pode-se dizer que a EC é sustentada pelas práticas de redução, reuso e reciclagem, caminhando em direção oposta aos padrões tradicionais de consumo e produção. Nessa perspectiva, a EC funciona como um sistema regenerativo onde a “entrada de recursos e o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento do fluxo de material e energia” (GEISSDOERFER *et al.*, 2017, p. 759).

De acordo com Sehnem *et al.* (2019), o modelo de EC sintetiza algumas escolas importantes do pensamento como, por exemplo, a “Economia de Performance” de Walter Stahel;

a “Ecologia Industrial” de Reid Lifset e Thomas Graedel; e o “Capitalismo Natural” de Hunter Lovins e Paul Hawken, proporcionando uma cadeia da economia restaurativa, representado pela Figura 7.

Figura 7 – Conceitos que representam a Economia Circular



Fonte: Adaptado de Sehnem *et al.* (2019)

Os conceitos apresentados na Figura 7 tem aplicabilidade sobre a cadeia de valor de um produto e/ou serviço desde a concepção até a destinação final. No entanto, ao longo do processo, a complexidade a respeito da aplicação de cada etapa na cadeia produtiva aumenta, do mesmo modo que proporcionalmente aumenta a imprescindibilidade de promover a inovação de modo que viabilize o desenvolvimento sustentável.

Por essa razão, a EC vem se articulando como solução para os desafios ecológicos e socioeconômicos originados por fatores como: aumento do consumo dos recursos não renováveis, geração de resíduo (sólidos e eletrônicos), poluição da água, solo e ar e, principalmente, pela escassez de recursos (LIEDER; RASHID, 2016; MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018).

A EC também está aderente às premissas da sustentabilidade tendo em vista que o destino dos materiais não permeia só o gerenciamento dos resíduos, até porque a ideia é que o valor dos recursos que um dia foi extraído e, por fim, produzidos sejam mantidos num processo cíclico de cadeias produtivas integradas. Pretende-se, com isso, eliminar o conceito de resíduo e enxergar como uma fonte energética renovável, capaz de preservar e transmitir valor pela necessidade de uma resposta frente aos problemas ambientais (WEBSTER, 2015;

LACY; GUPTA; HAYWARD, 2019).

Nesse contexto, destacam-se ações práticas e efetivas desenvolvidas na Região Sudoeste do Brasil, como o Programa de Economia Circular em Distritos Industriais no Estado de Minas Gerais, que atua diretamente nos distritos onde as indústrias estão localizadas com o intuito de propagar o conceito e cultura sobre a EC, objetivando o desenvolvimento de oportunidades de negócios coletivos que vislumbram as práticas de reuso, reaproveitamento, melhoria de indicadores ambientais e outros (FIEMG, 2019a).

Segundo a FIEMG (2019b), o programa Economia Circular já agiu mais de 760 empresas, sendo que nos anos de 2009 a 2015 recuperou cerca de 140 mil toneladas de resíduos que seriam destinados para aterros sanitários, cerca de 200 mil toneladas de recursos naturais foram poupadas, 90 mil toneladas de carbono não foram emitidas, e mais de 13 milhões de m³ de água foram reaproveitadas. Outro ponto que merece destaque é que, com a reciclagem de materiais, foi possível ter uma redução de 8,7 milhões de reais em custos nas empresas participantes. Apesar de ser um programa para Minas Gerais, é notório que no Brasil essa mudança de paradigma vem ocorrendo e demonstra convergência a esses temas e modelos gerenciais, principalmente no setor industrial onde algumas empresas do setor de eletroeletrônicos já possuem ações que buscam preconizar tais medidas.

O desenvolvimento da EC propicia vantagens competitivas para as instituições que se baseiam/adotam seus fundamentos como estratégia para crescimento. Assim, as empresas podem aplicar os princípios da EC desde a concepção do produto, utilização e, posteriormente, no processo de retirada desse produto do mercado. Logo, é válido salientar a necessidade de mudanças desde a concepção do projeto até a produção, consumo, uso, desperdício e, por fim, reutilização em toda a cadeia produtiva, de modo que sejam colocadas em prática as premissas da EC em sua amplitude para o alcance da sustentabilidade, principalmente nos movimentos empresariais (GHUNMI *et al.*, 2016; VELTE; STEINHILPER, 2016; NOYA *et al.*, 2017; TÓTH, 2019).

2.5 Logísticas: Verde e Reversa

A Logística é considerada uma importante estratégia de gestão dos fluxos dos materiais na cadeia produtiva. Sua abrangência circunda áreas de estudos nas organizações modernas, pois confere às empresas que usufruem de bons sistemas de gestão de logística maiores vantagens competitivas frente aos concorrentes.

A Logística pode ser definida como um conjunto de procedimentos realizados junto à

cadeia de suprimentos, tendo como principais objetivos: planejar, controlar e estruturar o fluxo de armazenamento de recursos e serviços. Assim, a integração entre os componentes do sistema logístico se orienta para propor soluções sobre a movimentação dos fluxos direto e inverso de materiais e informações da cadeia de suprimentos. Envolve também um conjunto de cinco atividades: aquisição, movimentação, armazenagem, entrega e descarte; devendo guiar-se pelo princípio *'just-in-time'* de estar no local e hora certa com o menor custo possível (CARVALHO JUNIOR; MACEDO, 2012; TANIGUCHI; THOMPSON; YAMADA, 2016).

O desenvolvimento do mercado varejista demanda melhorias nos métodos e modelos de eficiência da operação dos sistemas logísticos que devem se adaptar às mudanças e condições de solicitações de modo efetivo para atender os requisitos exigidos pelos consumidores. Sendo assim, é um processo capaz de planejar, implementar e controlar de modo eficiente todo o fluxo e armazenamento de produtos, serviços e informações associadas, capaz de amparar desde o ponto de origem até o ponto de consumo, tendo como objetivo atender às condições demandados pelo cliente/consumidor (NOVAES, 2004; GALKIN, 2015; GALKIN; DOLIA; DAVIDICH, 2017).

Paralelamente às questões logísticas, é oportuno conceder notoriedade aos aspectos gerencias da introdução de práticas sustentáveis que podem ser provenientes de fatores como conscientização e responsabilização dos gestores, exigências do mercado e atendimento à legislação ambiental. É na busca de promover a interação entre as operações logísticas com a sustentabilidade que a Logística Verde, um dos componentes do primeiro nível da EI (intraorganizacional) evidenciado na Figura 7, vem conquistando relevância, proporcionando ações que buscam inibir ou restringir danos ao meio ambiente e à sociedade. Assim, seu principal objetivo é fomentar as práticas das atividades inerentes à cadeia de suprimentos de modo a gerar o menor custo para o meio ambiente como, por exemplo, redução das taxas de emissões de poluentes e no consumo de recursos e energia (SEROKA-STOLKA, 2014; BASU; BAI; PALANIAPPAN, 2015; SANTOS *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016).

Nesse cenário, a Logística Reversa (LR) é um tema em voga no meio governamental, acadêmico e, principalmente, industrial, pois apesar de não ter essa finalidade direta de promover a sustentabilidade é uma atividade que possibilita desenvolver ações para a proteção ao meio ambiente e a busca pelo desenvolvimento sustentável. A ascensão do termo no cenário industrial se explica pela crescente conscientização ambiental por parte dos consumidores, pela adoção de práticas “verdes” capazes de minimizar os impactos causados ao ambiente por meio de ações como reuso, reciclagem e redução do uso de matérias-primas, além da previsão legal vigorada no Brasil pela PNRS (SANTOS *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et*

al., 2020).

A legislação brasileira possui uma definição clara e abrangente sobre a LR:

[...] instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010b, Art. 1).

Diferentemente do que ocorre com a Logística tradicional/direta, a LR trata dos aspectos que envolvem o retorno do produto, embalagens e materiais ao centro produtivo, ou seja, trata-se do caminho inverso da cadeia produtiva da logística tradicional. Assim, a gestão do fluxo dos materiais tem como ponto de partida os consumidores e como destino os fabricantes, sendo possível direcionar a recuperação do valor/aumento do tempo de vida útil ou o tratamento apropriado dos materiais/produtos/resíduos gerenciados pela cadeia de suprimentos reversa, proporcionando a redução dos impactos causados ao meio ambiente, provenientes do descarte incorreto (WILLE; BORN, 2013; AZEVEDO, 2015; KARASKI *et al.*, 2016; PORCELLI; MARTÍNEZ, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Para Leite (2009), os estudos e a relevância do tema LR têm ganhado importância e crescimento por conta da legislação ambiental, uma vez que diminui a responsabilidade do governo e passa a obrigar as empresas, ou suas cadeias industriais, a dispor de fluxos reversos para produtos de Pós-venda e Pós-consumo que são consideradas como as duas grandes áreas de atuação da LR. Os bens de Pós-consumo são aqueles que não têm mais utilidade para a sociedade porque foram aproveitados extensivamente e, por fim, descartados. Mesmo que apresentem alguma condição de uso, são produtos em que o consumidor não tem mais interesse e acaba por inutilizá-los. Um exemplo de Pós-consumo é quando um pneu, que já chegou ao fim da vida útil, é transformado em insumo para fabricação de asfalto.

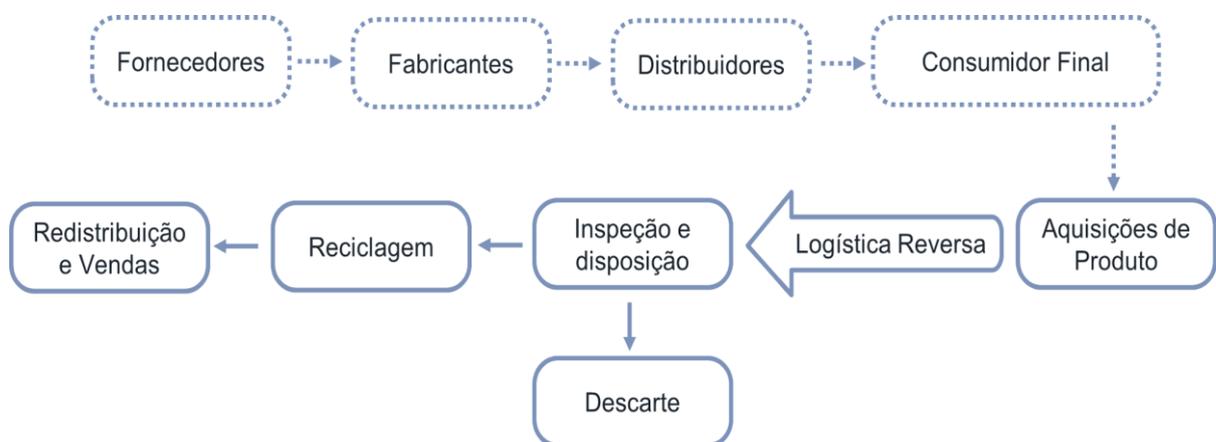
Por outro lado, a Logística de Pós-venda é o fluxo logístico que se encarrega de produtos que não foram usados, ou usados minimamente, porém que, por alguma razão, retornam à cadeia de distribuição direta. Seu objetivo é reintegrá-lo ao mercado para que seja novamente consumido. O produto é coletado, em seguida é feito o reparo ao dano que o tirou do mercado, para assim comercializá-lo outra vez. Um exemplo de Pós-venda é quando são comercializados, em grandes feiras, produtos com pequenas avarias por um preço menor proporcional ao dano/defeito (LEITE, 2009; VALLE, 2014).

É possível entender que a LR pode ir além da capacidade de devolver/retornar o

produto à cadeia produtiva ou ser mero instrumento de atender a determinação/obrigação legal preconizada pela lei. É necessário visualizar a LR como um agente atuante em prol da EC e pela busca pregressa da sustentabilidade, até porque o objeto da Logística Reversa é a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos.

Na Figura 8 é possível observar a cadeia de suprimentos de circuito fechado, a qual se entende como a combinação de fluxos de produtos diretos e reversos, além de informações na cadeia de suprimentos do qual circula um fluxo contínuo de produtos (DOAN *et al.*, 2019).

Figura 8 – Cadeia de suprimentos de circuito fechado para resíduos eletroeletrônicos



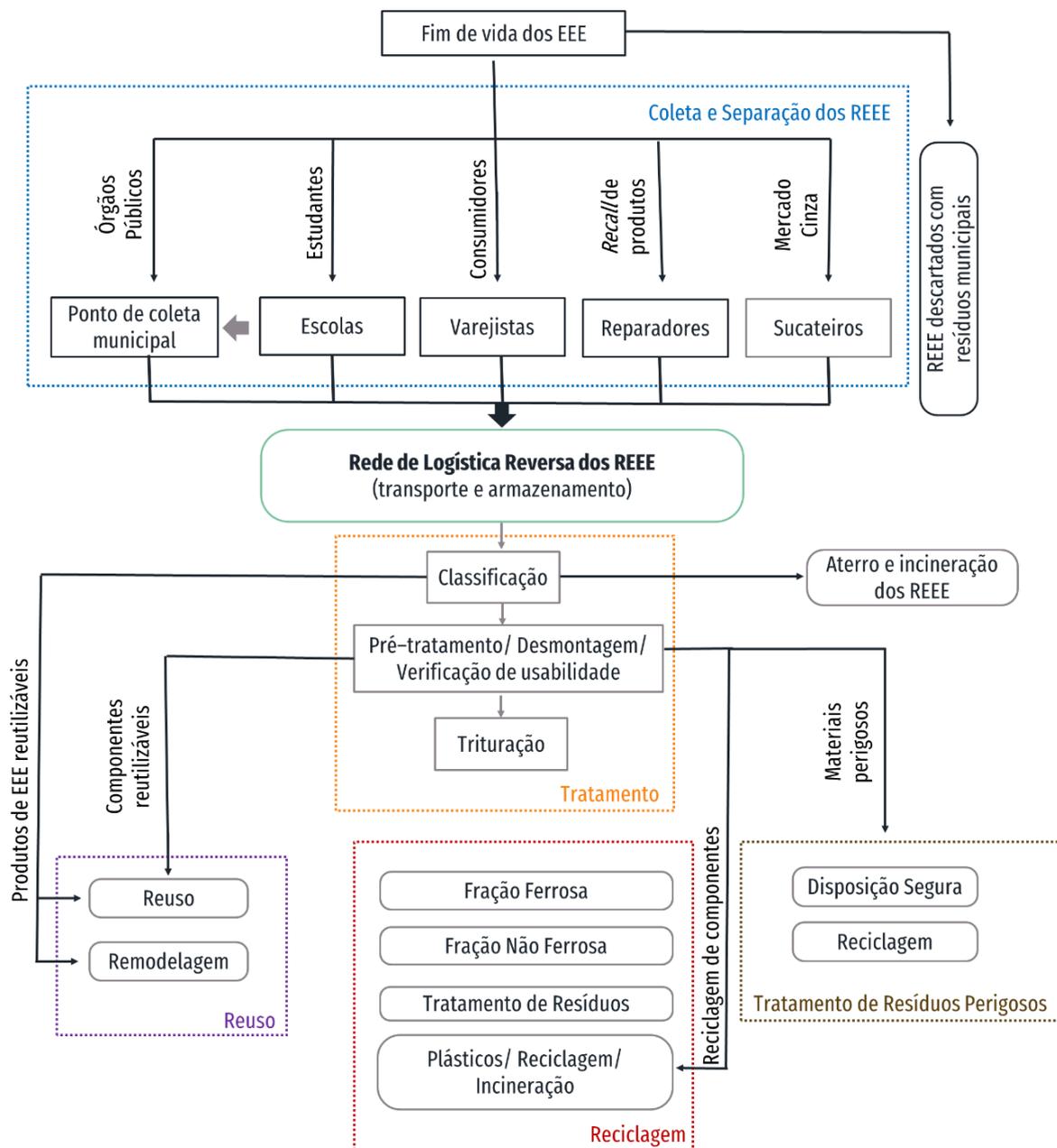
Fonte: Adaptado de Doan *et al.* (2019)

A cadeia de circuito fechado contempla a cadeia direta e reversa. A cadeia direta se inicia com a compra da matéria-prima de diferentes fornecedores, as fábricas são responsáveis pela produção de peças (para compor o produto) e montagem dos produtos acabados. Em sequência, o centro de distribuição encaminha esses produtos aos usuários finais (encadeamento pela linha tracejada). Já o fluxo reverso começa com a aquisição do produto na etapa de redistribuição e venda (encadeamento pela linha sólida) e o seu abastecimento é composto por cinco etapas básicas: aquisição de produtos (etapa de coleta de produtos devolvidos pelos usuários finais para tratamento posterior); logística reversa (produtos enviados para inspeção, triagem e descarte); inspeção e disposição (identificação da qualidade do produto usado e elaboração de estratégia adequada para sua recuperação); reciclagem (produto apto para recondição, reparos ou remanufatura) e redistribuição; e vendas (produtos direcionados aos clientes que não desejam ou não podem pagar o preço de um equipamento inteiramente novo) (DOAN *et al.*, 2019).

Assim, o desenvolvimento e coordenação da infraestrutura da LR é essencial para o gerenciamento eficiente dos resíduos, pois viabiliza o recolhimento e os sistemas de

recuperação. Logo, é fundamental estabelecer estratégias que possam integrar e contemplar os envolvidos e as atividades de reaproveitamento, reciclagem, recuperação energética e deposição de resíduos em aterro. A Figura 9 ilustra o fluxo de LR para os REEE. Para Achillas *et al.* (2010), tais fluxos devem ser considerados nas formulações de políticas abrangentes sobre a gestão dos REEE.

Figura 9 – Estrutura de Logística Reversa para REEE



Fonte: Adaptado de Achillas *et al.* (2010)

O fluxo ilustrado na Figura 9 sintetiza a otimização da LR para os REEE. Assim,

observa-se que no sistema coletivo de gerenciamento, o processo começa pelo descarte de um EEE que atingiu o fim de vida útil, é primordialmente realizada a coleta desses produtos por pontos de coletas administrado pelo próprio sistema coletivo, ou por meio de varejistas, reparadores de EEE, escolas e também pelos pontos de coletas informais (recicladores “cinzas”). Posteriormente, é feito o transporte das quantidades coletadas e o direcionamento para as instalações de tratamento, onde os REEE são classificados/categorizados. Após esse ponto, Achillas *et al.* (2010) evidenciam a possibilidade do reuso e reciclagem como principais alternativas. Os componentes que não apresentam condições para serem reutilizados são enviados para a reciclagem, conforme o tipo de material (ferroso, não ferroso, tratamento de resíduos e plásticos).

Observando o cenário brasileiro, a realidade das operações apresenta limites no sistema de coleta, desmontagem e transporte de materiais, pois no atual contexto das operações de LR, não há um controle dos materiais recuperados por parte das empresas de desmantelamento. Os materiais como madeira, baterias, papel, lâmpadas e espuma estão presentes no fluxo de resíduos coletados junto com os REEE, no entanto não são considerados pela regulamentação brasileira no sistema de REEE (ROCHA; PENTEADO, 2021).

Perpetuar a busca e alcance da efetividade do gerenciamento dos REEE no Brasil requer a incorporação da inovação/tecnologias, que possam amparar o processo produtivo da cadeia reversa e seus entraves, considerando seus impactos sociais, ambientais e econômicos.

2.6 Políticas Públicas para implementação/gerenciamento de resíduos sólidos

Políticas Públicas (PP) é um termo que comumente é associado ao Estado, contudo há diferentes agentes do setor público e privado que auxiliam na sua construção. Dessa maneira, é possível compreender as PP como “campos” para atuação que contemplam conhecimentos teóricos e empíricos no intuito de estimular intenções e ações governamentais que possam produzir transformações na sociedade, além de ser a maneira pela qual o Estado atua com o intuito de minimizar os conflitos e desigualdades (DIMOULIS, 2003; SOUZA, 2006; SILVA *et al.*, 2017).

É nesse contexto que a PNRS surge, sendo reflexo de uma conscientização sobre a sociedade e as questões ambientais. Assim, seu maior mérito é a sua própria existência, visto que atribui modernidade na promoção da preservação do meio ambiente nos princípios voltados à sustentabilidade que contemplam a coleta seletiva, a reciclagem, a logística reversa

e as tecnologias que podem proporcionar o aproveitamento energético dos resíduos e sua destinação ambientalmente adequada, quando esgotados (BRASIL, 2010b; SILVA, 2021).

Assim, a PNRS inova na gestão pública ao atribuir responsabilidades, para adequação dos sistemas de gerenciamento de resíduos, pela ideia e conceito da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida dos produtos entre o setor empresarial, o poder público e a sociedade civil, com o intuito de minimizar a geração e os impactos causados pelos resíduos sólidos à saúde humana e ao meio ambiente, além de instituir e propagar a conscientização de que o resíduo pode ser tratado e reaproveitado (BRASIL, 2010b).

É possível compreender que a PNRS é uma PP de cooperação já que envolve uma diversidade de atores sociais, de modo que pode ser considerada como uma ferramenta de desenvolvimento econômico, ambiental e social, a qual reúne um conjunto de ações, procedimentos e meios para auxiliar e viabilizar os processos de coleta, reaproveitamento, restituição, ou outro meio de destinação progressa ambientalmente adequada.

Mas, por ser uma política abrangente, o relacionamento entre os agentes e atores envolvidos na responsabilidade compartilhada tornar-se precário. Assim, percebe-se certa ineficácia em se estabelecer mecanismos legais que possam incentivar, fiscalizar as premissas e metas estabelecidas, resultando na ineficiência do gerenciamento de interesses contrastantes. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018), 54,8% dos municípios possuem um Plano Integrado de Resíduos Sólidos, e tal situação reflete diretamente sobre a atual Gestão dos Resíduos Sólidos num panorama nacional, de modo que apenas 3% dos resíduos gerados no país passam pelo processo de reciclagem (BRASIL, 2019a).

Em relação à gestão de resíduos sólidos de Pós-consumo, o setor de reciclagem, em 2018, conseguiu reciclar 116 610 toneladas de resíduos, um resultado 4,4% maior que no ano de 2017, ou seja, 22% das embalagens que foram colocadas no mercado foram recuperadas por um grupo de empresas associadas ao programa “Dê a Mão para o Futuro – Reciclagem, Trabalho e Renda”, que movimentou aproximadamente R\$ 62 milhões. Tal cenário faz refletir sobre a necessidade de uma unificação ou universalização da coleta seletiva para que os índices de reciclagem possam evoluir (ABRELPE, 2019).

Com relação à LR, a PNRS se baseia no princípio do ‘poluidor-pagador’ de modo a determinar a obrigatoriedade de implantação da logística reversa que, no caso dos REEE, está ocorrendo por meio da constituição de acordos setoriais e regulamentada pelo Decreto n.º 10.240/2020, partindo da premissa da responsabilidade compartilhada, ou seja, traz obrigações inerentes a todos os envolvidos na LR dos produtos em fim de vida útil (BRASIL, 2010c; BRASIL, 2020).

Assim, a ideia a respeito da responsabilidade compartilhada associada à LR traz a concepção de um processo cíclico, iniciando no consumidor final, passando pelos processos de: acondicionamento, coleta, reaproveitamento, disposição final e produção de matéria-prima, a qual será tratada pelas etapas de fornecimento, produção e distribuição, até chegar ao consumidor final novamente (VALLE, 2014).

Nesse sentido, o consumidor é peça fundamental, pois o descarte de produtos e resíduos parte em primeira instância dele, sendo o responsável por decidir se fará o descarte do produto de maneira apropriada ou jogá-lo no meio ambiente. No entanto, uma decisão errada por parte do consumidor pode estar diretamente relacionada ao acesso à informação, ou melhor, a falta desta, pelos diversos atores envolvidos no processo reverso, destacando-se aqui os varejistas e fabricantes. Em outras palavras, muitas organizações/empresas não dispõem de estruturas adequadas para realizar a LR e isso, por sua vez, as impede de incentivar o consumidor a praticá-la.

Em face desse cenário, a intersectorialidade das PP passa a ser um questionamento preponderante sobre as articulações e experiências para desenvolver, planejar e executar programas, projetos e avaliação, ou seja, cabe proporcionar diretrizes para “apoiar” implementação objetivando sua efetividade e eficiência por meio das instituições governamentais, empresas e sociedade civil, pela articulação de agentes de diferentes “setores”. Assim, pode-se afirmar que a intersectorialidade atua com o intuito de promover melhorias sobre a “condições de vida da população, na otimização e utilização dos recursos (financeiros, materiais e humanos) e nos ganhos de escala e de resultados” (NASCIMENTO, 2010; WANDERLEY; MARTINELLI; PAZ, 2020, p. 9).

No entanto, cabe mencionar que, além do arcabouço jurídico da PNRS e suas diretivas, outros setores/agentes públicos também amparam a gestão dos resíduos, conforme estabelece o princípio da intersectorialidade, dentre os quais se destacam: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Estes estabelecem orientações e possíveis soluções para que os geradores de resíduos possam conduzir o seu gerenciamento de maneira ambientalmente correta e sem causar danos à saúde pública. Existem normas/diretrizes e critérios para a maioria (se não todos) dos tipos de resíduos. No entanto, serão abordados apenas os que fazem referência ao REEE.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) possui algumas diretrizes, critérios e procedimentos quanto à gestão dos resíduos considerados perigosos, dentre os quais estão os REEE. A primeira resolução sobre resíduos perigosos foi a de n.º 23/1996,

posteriormente complementada por outras resoluções no Estado, e foi redigida tendo como base as normas adotadas pela Convenção da Basileia² acerca do controle de movimentos transfronteiriço de resíduos perigosos e do seu armazenamento (BRASIL, 1996).

De modo geral, é perceptível uma adequação da Resolução CONAMA n.º 452/2012 aos preceitos da PNRS, mas é a Resolução CONAMA n.º 401/2008 que traz uma abordagem mais específica sobre as substâncias tóxicas, especificamente no que se refere ao limite máximo de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas nacionalmente bem como os critérios/padrões que devem ser seguidos sobre o seu gerenciamento (BRASIL, 2008; 2012).

Destaca-se nessa resolução, a disposição de pontos de coleta para os consumidores depositarem os produtos no fim de vida útil, cabendo ao comércio varejista a responsabilidade sobre o encaminhamento dessas matérias recolhidas para os fabricantes e importadores, que serão responsáveis pela reciclagem e disposição em aterros (licenciados). Como também as informações sobre riscos e descarte correto devem estar descritos de forma clara e em destaque nas embalagens (BRASIL, 2008).

A ABNT NBR 10.004:2004 classifica os resíduos quanto aos potenciais riscos sobre o meio ambiente e saúde pública, em classes: Classe I – Perigosos; Classe II A – Não Perigosos e Não Inertes e Classe II B – Não Perigosos e Inertes (ABNT, 2004). Com relação aos REEE, a norma NBR 16.156:2013 especifica que deve ser aplicável em qualquer organização que desenvolva a atividade de manufatura reversa dos REEE como atividade-fim. Ou seja, estabelece critérios com o intuito de resguardar a integridade do meio ambiente e preservar a segurança e saúde do indivíduo, que está envolvido em alguma das atividades de manufatura reversa, dos riscos associados a tais atividades (ABNT, 2013).

Já o IBAMA, em 2012, publicou a Instrução Normativa IBAMA n.º 13 ou também denominada “Lista Brasileira de Resíduos Sólidos”. É uma proposta de padronização sobre a linguagem e terminologias utilizadas no Brasil a respeito dos materiais descartados. De modo a garantir uma melhor amostragem sobre a geração, destinação e disposição dos resíduos sólidos, ou seja, objetiva-se em promover um melhoramento no que tange ao monitoramento, controle, fiscalização e aporte aos sistemas de LR implantados (BRASIL, 2012).

A Instrução Normativa n.º 8/2021 do IBAMA aborda sobre “especificar as hipóteses de obrigatoriedade de emissão da Autorização Ambiental para Transporte de Produtos Perigosos para o transporte interestadual dos produtos eletroeletrônicos descartados e dos

² A Convenção de Basileia um acordo que define mecanismos de organização dos movimentos transfronteiriços de resíduos sólidos e líquidos perigosos e sua disposição final.

resíduos eletroeletrônicos” (BRASIL, 2021). Assim, pode ser considerado elemento significativo para o Sistema de Logística Reversa, pois estabelece que os produtos EEE descartados nos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) não são considerados perigosos desde que não envolvam atividades relativas a: desmontagem, a separação de componentes e/ou exposição a componentes considerados perigosos. Tal entendimento também foi direcionado para a etapa de transporte (carga não perigosa).

As resoluções e normas mencionadas contribuem com o esclarecimento e os fundamentos para o avanço do gerenciamento dos REEE no país. No entanto, denotam uma necessidade de sinergia entre os órgãos responsáveis, com vista a favorecer a fluidez sobre os processos e etapas inerentes à cadeia reversa dos REEE de maneira integrada e complementar.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os aspectos metodológicos empregados na pesquisa, contendo o detalhamento acerca da revisão da literatura, dos instrumentos de coleta dos dados e da forma de avaliação dos resultados.

A abordagem metodológica empregada foi de caráter quali-quantitativo. Inicialmente, foi utilizado o enfoque qualitativo para compreender o fenômeno estudado e, posteriormente, aplicado o caráter quantitativo para tabulação e compreensão dos dados que, por meio do procedimento metodológico, fez uso do mapeamento tecnológico mediante base de dados de patentes. A pesquisa, quanto ao objetivo, classifica-se como exploratória, pois mediante prospecção tecnológica em bancos de patentes (*Orbit Intelligence*®, *Espacenet* e INPI) foi possível elucidar parâmetros para a construção de proposições, conferindo uma perspectiva inovadora ao tema abordado.

A técnica adota é documental e bibliográfica, uma vez que considerou o conhecimento científico, a análise de leis vigentes – como a PNRS –, mas, principalmente, os documentos de patentes, a fim de evidenciar possíveis características/elementos que podem ser preponderantes para proporcionar a eficiência sobre o gerenciamento dos REEE no Brasil.

3.1 Levantamento Bibliográfico

Com o intuito de delimitar o universo a ser estudado, utilizou-se de fontes de informações formais como: livro; artigos científicos de periódicos; leis vigentes; normas técnicas; dissertações e patentes.

O arcabouço teórico foi essencial para desenvolvimento e sustentação da pesquisa. A busca por referências bibliográficas considerou os periódicos científicos da base de Periódicos da CAPES, como a “*Scopus*” “*Web-of-Science*” e “*Scielo*”, em busca simples. Utilizaram-se os filtros: data de publicação (últimos cinco anos), no entanto não relegado publicações de anos anteriores; tipo de material (artigos); e idioma (inglês).

Com relação aos termos e palavras-chave utilizadas na busca, todos foram na língua inglesa: “*e-waste*”; “*industrial ecology*”; “*circular economy*”; “*reverse logistic*”; “*electronic waste management*”; “*reverse chain*”; “*sustainable development*”; “*fifth propeller*”, “*intellectual property*”; “*patents*”; “*public policy*”; “*Brazil*”. A busca desses termos foi feita de modo isolado e também pela combinação entre eles utilizando o booleano “AND” para estabelecer a intersecção: “*e-waste AND reverse logistic*”; “*e-waste AND*

circular economy”; “*industrial ecology AND circular economy*”; “*electronic waste management AND circular economy*”; “*intellectual property AND patents*”; “*reverse chain AND e-waste*”; “*reverse chain AND e-waste AND Brazil*”; “*public policy AND e-waste AND Brazil*” e “*public policy AND electronic waste management AND Brazil*”.

Também foi utilizada a base do Google Acadêmico para recuperação de dissertações e outros documentos, utilizando os mesmos critérios mencionados acima. Os termos da busca foram utilizados na língua portuguesa e inglesa. Cabe salientar que o levantamento bibliográfico forneceu subsídios para identificar os termos/palavras-chave (Quadro 4) para a etapa seguinte da pesquisa – a prospecção patentária.

3.2 Prospecção Patentária

A prospecção tecnológica foi realizada nas bases de patentes *Orbit Intelligence*®, *Espacenet* e INPI com foco nas tecnologias relacionadas ao gerenciamento dos REEE.

Inicialmente, foi realizada uma busca para sistematização das ideias, avaliação da eficiência dos termos estabelecidos e definição da estratégia de busca. Ao total, foram definidas 17 expressões/palavras-chave que foram encontradas na literatura e consideradas adequadas pela congruência que possuem com a temática, listados no Quadro 4.

Quadro 4 – Lista das palavras-chave para compor a busca das patentes

Item	Palavra/Expressão
1	<i>e-waste</i>
2	<i>management AND e-waste</i>
3	<i>e-waste AND (management OR logistic reverse OR circular economy)</i>
4	<i>recycling AND e-waste</i>
5	<i>waste recycling technology AND e-waste</i>
6	<i>waste electrical-eletronic</i>
7	<i>recycling of electro-electronic equipment AND components</i>
8	<i>management AND (waste electrical OR electronic scrap)</i>
9	<i>technological waste</i>
10	<i>waste disposal technology electronic</i>
11	<i>waste disposal technology AND e-waste</i>
12	<i>waste electrical AND electronic equipment</i>
13	<i>electronic scrap</i>
14	<i>electronic scrap AND management</i>
15	<i>post-consumer waste AND e-waste</i>
16	<i>electronic scrap recovery</i>
17	<i>disposal of electronic AND technological equipment AND components</i>

Fonte: Elaboração própria (2021)

O Quadro 4 apresenta os termos de busca selecionados com base na revisão bibliográfica. Utilizaram-se os booleanos *AND* e *OR* para compor a estratégia de busca das

patentes. Inicialmente, optou-se por fazer a busca na base *Orbit Intelligence*® por considerar seus aspectos funcionais e a abrangência da base. Assim, todos os 17 termos foram pesquisados na plataforma, por meio do sistema de busca avançado, com termos/palavras-chave no título e resumo, recuperação de patentes no período de 10 anos (01/01/2011 a 01/01/2021), e o código IPC (B09B 3/00) – destruição de resíduos sólidos ou transformação destes em algo útil ou inofensivo, que é subclasse do código B09 – eliminação de resíduos sólidos; recuperação de solo contaminado.

Com relação ao código IPC, cabe informar que foram considerados outros códigos para compor a busca como: C08J 11/00 (recuperação ou aproveitamento de materiais residuais); G06Q 10/00 (administração; gestão); A62D 3/00 (processos/dispositivos capazes de tornar inofensivos os agentes químicos); e A62D 101/00 (tratamento de resíduos perigosos ou tóxico). Esses dois últimos são códigos utilizados pelo IPC *Green Inventory*³, porém foram desconsiderados, pois só apresentaram resultado em três termos de busca “*management AND e-waste*” e “*e-waste AND (management OR logistic reverse OR circular economy)*”, e não estavam dentro da temática do trabalho, ficando assim definido o código IPC B09B 3/00.

Apenas sete termos apresentaram resultado: *e-waste*; *e-waste AND (management OR logistic reverse OR circular economy)*; *recycling AND e-waste*; *waste disposal technology AND e-waste*; *waste electrical AND electronic equipment*; *technological waste OR (technological waste AND electronic equipment)*; *electronic scrap*. O restante obteve resultado nulo.

Diante disso, vislumbrou-se a possibilidade de ampliar o escopo da busca, pois algumas patentes, das 33 recuperadas no *Orbit Intelligence*®, se repetiram quando utilizado termos diferentes e outras não contemplavam a abordagem dessa pesquisa.

Assim, optou-se por utilizar também na prospecção as bases *Espacenet* e INPI (que permite o acesso de pedidos e patentes depositadas no Brasil, por residentes e não residentes no país), com o intuito de ampliar a abordagem, com os sete termos que apresentaram resultados no *Orbit Intelligence*® para comparar os achados entre as bases. É importante ressaltar que a pesquisa foi realizada nos meses de Julho a Setembro de 2021 e para os termos de busca não foi utilizado “aspas”.

³ O IPC *Green Inventory* está relacionado com as tecnologias ambientalmente corretas, conhecidas como *Environmentally Sound Technologies* (EST).

3.3 Cartilha

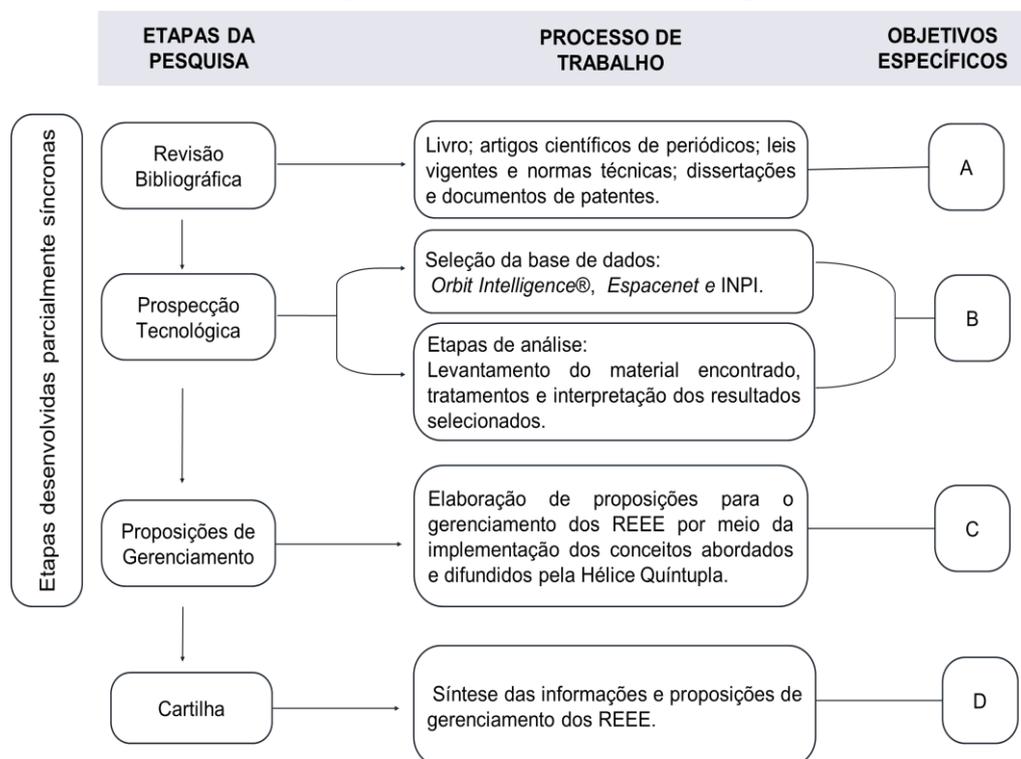
A Cartilha confeccionada (Apêndice C) apresenta os conteúdos e resultados analisados nesse trabalho de forma didática, ilustrativa e de compreensão acessível (linguagem simples). Assim, destina-se aos atores da Hélice Quíntupla.

3.4 Etapas e Procedimentos

Após a etapa da análise das patentes, foram elaboradas as proposições com ênfase no gerenciamento dos REEE por meio da base estrutural da Hélice Quíntupla, baseadas nas informações observadas na prospecção patentária que elucidaram perspectivas a serem mais bem trabalhadas nos REEE.

Por fim, o presente relatório conduziu a produção de uma Cartilha contemplando informações acerca do gerenciamento dos REEE sob a perspectiva das informações patentárias. Em virtude dos fatos mencionados, a Figura 10 contém uma síntese das etapas realizadas nesse estudo/relatório.

Figura 10 – Síntese da Metodologia



Fonte: Elaboração própria (2021)

3.3.1 Limitações do estudo

O estudo se limitou em investigar o gerenciamento dos REEE aplicado ao cenário brasileiro. Assim, não serão levados em consideração os outros tipos de resíduos que podem ser gerenciados pelo processo da cadeia reversa. Também não faz parte desse escopo definir uma infraestrutura completa para atender as necessidades do gerenciamento dos REEE no Brasil. Apenas foram elaboradas proposições baseadas nas descrições tecnológicas observadas nas patentes dentro do modelo da Hélice Quintupla. Não foi considerada a análise de métricas das patentes como: evolução por ano, os principais países, empresas, depositantes e outros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresenta-se o resultado e análise da prospecção patentária. A partir dos documentos analisados, foram elaboradas proposições para o gerenciamento dos REEE, por meio da implementação dos conceitos abordados e difundidos pela Hélice Quíntupla.

4.1 Prospecção Patentária

A prospecção foi feita utilizando a busca avançada nas três bases, com termos em inglês no *Orbit Intelligence®* e *Espacenet* e em português no INPI. O Quadro 5 mostra os resultados encontrados na prospecção de patentes nas três bases pesquisadas.

Quadro 5 – Resultado da prospecção de patentes nas três bases pesquisadas

Termos de Busca		<i>Orbit Intelligence®</i>	<i>Espacenet</i>	INPI
Inglês	Português			
<i>e-waste</i>	resíduo eletroeletrônico	15	10	19
<i>e-waste AND (management OR logistic reverse OR circular economy)</i>	eletroeletrônicos AND (gerenciamento OR logística reversa OR economia circular)	1	0	0
<i>recycling AND e-waste</i>	reciclagem e eletroeletrônicos	7	4	1
<i>waste disposal technology AND e-waste</i>	tecnologia de eliminação de resíduos AND eletroeletrônicos	1	1	0
<i>waste electrical AND electronic equipment</i>	resíduos eletroeletrônicos AND equipamento eletrônicos	5	12	0
<i>technological waste OR (technological waste AND electronic equipment)</i>	desperdício tecnológico OR (desperdício tecnológico AND equipamento eletroeletrônico)	1	193	0
<i>Electronic scrap</i>	Sucata eletrônica	03	18	3
TOTAL = 294		33	238	23

Fonte: Elaboração própria (2021)

Assim, foram recuperados, ao total, 294 patentes como resultado bruto da pesquisa, com documentos de patentes que se repetiam. Considerando a magnitude de documentos recuperados, optou-se por delimitar as patentes a serem analisadas da seguinte forma:

- i. Exploração do material, ou seja, tabulação dos dados e breve análise dos documentos selecionados verificando, pelo número de depósito, os documentos que se repetiam entre as bases *Orbit Intelligence®* e *Espacenet*.
- ii. Posteriormente, foi feita a seleção dos documentos que em seu resumo demonstraram aderência ao objeto do estudo (resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, processos relacionados ao seu gerenciamento e a seus componentes, como placas de circuito

interno). Assim, o escopo a ser analisado restringiu-se a 56 documentos, conforme apresentado no Apêndice A.

- iii. Dentre as 56 patentes analisadas, foram escolhidas as que apresentaram maior aderência ao tema abordado e as que, algum modo, expressaram no resumo, na descrição e nas reivindicações possíveis vantagens e desvantagens da tecnologia que fizessem alusão às ferramentas da Ecologia Industrial e aos princípios da Economia Circular. Como resultado, foram identificadas 19 tecnologias/patentes com a finalidade de evidenciar a sua aplicabilidade que, em geral, referem-se a métodos, processos, sistemas e/ou dispositivos para a recuperação de materiais, reciclagem, desmontagem, manuseio e/ou tratamento dos REEE e seus componentes.

Primeiramente, serão abordadas as patentes brasileiras. Assim, destaca-se o pedido de patente de n.º BR102018013098 (COSTA, 2020), que discorre sobre uma planta de processo industrial para reciclagem integrada e recuperação de elementos em resíduos sólidos, contemplando os REEE na sua abordagem. A tecnologia propõe-se a transformar resíduos sólidos urbanos (RSU), industriais (RSI), e/ou rurais (RSR), oriundos de objetos e elementos compostos em substâncias simples, em compostos equivalentes às naturais, consideradas como “neutras” quanto à contaminação e/ou poluição ambiental (COSTA, 2020). Destaca-se que essa patente foi a única recuperada em base internacional (*Orbit Intelligence*®).

Em síntese, a tecnologia caracteriza-se como um processo industrial integrado por subprocessos (etapas e estações de processamento), onde é feita a triagem e separação dos materiais que, em seguida, são direcionados às estações de tratamento (limpeza e classificação dos tipos de resíduos: eletroeletrônicos, pneus, papéis, vidros, metais, de construção e outros). Posteriormente, é feito o pré-processamento para obtenção da matéria-prima, da qual uma parte é destinada para outras indústrias e o restante é direcionado a linhas próprias de reciclagem, onde recebem tratamentos de origem física, química e/ou biológica, partilhando equipamentos e máquinas, resultando na fabricação de novos produtos. Com isso, é destacada no documento a possibilidade de viabilizar a sustentabilidade ambiental, social e econômica, além da capacidade de reduzir os riscos de contaminação e poluição resultantes da destinação inadequada dos resíduos sólidos em lixões e/ou aterros (COSTA, 2020).

O pedido de patente n.º BR1120180100951 (WIMMER, 2016) descreve um processo e um dispositivo para reciclagem de sucatas metálicas, essencialmente de sucatas de alumínio, onde parte dessa sucata é posta à disposição (embalagens individuais), em uma diversidade de lotes parciais (separados um do outro). Assim, em cada um desses lotes é realizado uma

análise de composição, em que a sucata é submetida a uma análise química, para estabelecer as proporções/teores de um ou mais elementos de liga, presentes na sucata (WIMMER, 2016).

Com isso, é evidenciada a necessidade da utilização de um “processo circular mais eficiente das sucatas” na perspectiva de que a separação deve ser feita já no ponto de coleta a fim de evitar a mistura de ligas diferentes, pois, depois da produção, ela será usada novamente para fabricação de produtos de ligas iguais ou similares, por fusão (WIMMER, 2016).

Com relação ao documento n.º PI11051841B1 (SOARES *et al.*, 2011), é reivindicado um processo de reciclagem de REEE e de recuperação de metais, composto por duas etapas: mecânica, com desmontagem e cominuição (processos mecânicos/físicos para diminuição de tamanho); e física, separação magnética e concentração de materiais (algumas são descritas como opcionais no processo de recuperação dos metais, como lixiviação complementar e desmontagem, caso o equipamento já chegue desmontado para o tratamento). É enaltecida, na descrição, a preocupação quanto ao processo pirometalúrgico, que é comumente utilizado pelas empresas como uma alternativa para concentrar e recuperar os metais.

Ainda a respeito do documento n.º PI11051841B1 (SOARES *et al.*, 2011), é narrada a não utilização do procedimento da pirometalurgia, este é substituído pelos processos mecânicos, físicos e hidrometalúrgicos que auxiliam a recuperação de materiais para reduzir o consumo sobre os recursos naturais e evitar a formação de gases tóxicos e de efluentes de complexo tratamento. Assim, no campo técnico, destaca-se o processamento hidrometalúrgico como um avanço tecnológico. Merece ressaltar as sequências dos processos utilizados na recuperação de metais, que é feita com reagentes baratos como o ácido sulfúrico que, segundo descrito na patente, não gera gases tóxicos e efluentes complexos de ser tratados, o que favorece a seletividade e na recuperação dos metais.

Acerca das patentes internacionais, evidencia-se a de n.º IN201921046763 (VIJAY, 2019) que se refere a um sistema para reciclagem e gestão dos REEE, composto por um banco de dados (*site/e-commerce*), contemplando desde o processo de armazenagem de dados/informações dos consumidores até o descarte das peças não utilizadas no processo de reciclagem/reuso/reaproveitamento. A invenção fornece um sistema para tratamento dos REEE, com ênfase nas seguintes etapas: armazenar as informações registradas sobre o produto pelo consumidor/usuário; coletar os dispositivos eletrônicos não utilizados; separar as peças de plástico e metal e posterior venda das peças que foram desmontadas; reciclar as peças metálicas; e descartar as que não foram utilizadas. Esses processos são possíveis porque o consumidor, ao fazer o registro no site, armazena as informações sobre produto. Como exemplo: O consumidor comprou um aparelho celular. Ao substituir esse produto por um

novo, faz um novo registro no sistema e, assim, é apresentada a possibilidade do usuário descartar o antigo aparelho e uma espécie de bonificação financeira para que esse descarte aconteça.

É considerado como um diferencial da tecnologia a capacidade de fornecer soluções econômicas e de alta eficiência para o gerenciamento dos REEE, contribuindo diretamente com os processos que ajudam a estender a vida útil de produtos eletrônicos promovendo a sua reutilização (VIJAY, 2019).

Com relação aos componentes de plásticos recuperados dos REEE, a patente de n.º CN110328207 (WANG, Y.; WANG, H., 2019) chamou a atenção por apresentar um processo simples, de alta eficiência de recuperação, fazendo da invenção “*environment-friendly*” (amiga do ambiente). O processo compreende as seguintes etapas: desmontagem; esmagamento; lavagem e peneiramento do objeto desmontado não metálico. Os produtos plásticos são secos, derretidos e granulados (partículas de plásticos de secagem).

Diante do exposto, referindo-se à eficiência da tecnologia, um exemplo a ser citado é o documento de patente n.º CN106424081 (BO, 2016) que versa sobre um processo tecnológico de tratamento de resíduos de eletrodomésticos, com as seguintes etapas: desmontagem manual; trituração; triagem hidráulica; classificação magnética e classificação por gravidade. Segundo a narrativa apresentada no documento, é um processo simples e proporciona uma colaboração entre homem e máquina, o que garante alta eficiência no processo. Além disso, é garantida uma alta efetividade sobre a resolução dos problemas de poluição ambiental causados por este tipo de resíduo.

Vale destacar também o documento n.º CN208261516 (LI, 2018) que se refere a um dispositivo para recuperar REEE. Assim, busca resolver o problema da separação dos materiais que compõem os REEE, como plásticos e outras impurezas. Com relação especificamente ao plástico, ao longo do processo de separação, ele é limpo, o que favorece a economia a respeito dos custos de reciclagem de REEE e aumenta efetivamente os benefícios econômicos deste. Como efeito benéfico, é divulgada uma lâmina raspadora em um dos eixos que, dentre outros, permite a limpeza de plásticos derretidos/aquecidos na superfície da placa dos REEE, o que garante uma simplificação das etapas de separação.

O documento n.º KR20140036480 (JEONG *et al.*, 2014) também tem como um dos objetivos a recuperação de constituintes metálicos dos componentes plásticos. A invenção é um método para recuperar metais valiosos da placa de circuito impresso dos REEE e consiste

em duas etapas: i) fabricação de mistura (metais, plásticos e água) para corte da placa; e ii) separação e recuperação de metais da mistura.

O processo denominado pirólise, que consiste na decomposição pela ação do calor em um ambiente com pouco ou nenhum oxigênio (SILVÉRIO; BARBOSA; PILÓ-VELOSO, 2008), foi identificado dentro no universo analisado nas patentes CN106269819, CN102441553, CN203304272 e US2018057751.

Verificou-se que o documento n.º CN106269819 (ZHENGHONG, 2016) refere-se a um dispositivo e processo para tratamento de pirólise para eliminação de REEE. A tecnologia funciona da seguinte forma: após os REEE serem entregues na fábrica de armazenamento, são direcionados para a trituração; em seguida, são levados para uma espécie de tambor rotativo de um dispositivo para o tratamento de pirólise, onde os materiais de escória carbonizada são enviados para uma oficina de fundição para que seja feita a reciclagem das fibras de vidro, os metais valiosos. Depois é feito um tratamento para lidar com os fragmentos que contém substâncias como dióxido de carbono, metano e outros. No entanto, é relatado no documento que a tecnologia tem um alto custo de fabricação e de tratamento, e que ainda não está madura e que sua popularização pode não ser alcançada.

A CN102441553 (KAIHUA, 2012) apresenta um método e dispositivo para recuperar materiais nobres dos REEE. A tecnologia tem vantagens de proferir aquecimento uniforme, alta velocidade e eficiência, economia de energia sem poluição, além de possuir baixo custo de produção e ser fácil de controlar. Assim, a invenção objetiva-se a recuperar metais preciosos de sucatas eletrônicas de modo que possam ser utilizadas ao máximo possível. Seu processo é composto por uma etapa de pré-tratamento correspondente à desmontagem, trituração mecânica e peneiragem, para obter o pó dos metais preciosos. Posteriormente, é feita a separação eletrostática e de remoção (borracha e plástico), seguida da separação de metais ferromagnéticos e não ferromagnéticos. O propósito dessa pré-etapa é pulverizar e purificar preliminarmente os REEE de metal precioso e remover os componentes como plásticos, borracha e metais ferromagnéticos. Após esse pré-tratamento, é feita as etapas de recuperação por meio de estágios de aquecimento por micro-ondas (pirólise), para separar cada metal precioso de acordo com o seu ponto de fusão.

Já a CN203304272 (XIA, 2013), cuja tecnologia é um sistema e um processo, visa fornecer soluções para a reciclagem de aparelhos eletrônicos usados utilizando o princípio da conversão termoquímica pela combinação da pirólise e remoção de poluentes, ou seja, é pretendido fazer uso total dos recursos de energia dos REEE, através de um sistema de reciclagem de metais, como cobre e alumínio. Essa tecnologia visa contribuir para a redução

da poluição secundária, causada pelo processo de reciclagem, como também consegue minimizar o custo da reciclagem e ampliar a quantidade de resíduos a serem tratados.

A invenção descrita em US2018057751 (BRANDHORST *et al.*, 2018) refere-se a um método para converter uma fonte de REEE em gás combustível limpo e fonte de carvão vegetal. Compreendem etapas de trituração dos REEE, sistema de termólise e uma faixa de pressão para separar os óleos e alcatrões (mistura complexa de substâncias). São feitos outros processamentos com reatores secundários para gerar a fonte de gás combustível limpo e de carvão. É evidenciado o benefício do método termólise utilizado no processo de conversão térmica, que fornece melhorias ao processo que não são alcançadas pelo método de pirólise.

Destacando o tema “minimizar os custos com reciclagem” e “poluição”, utilizada como argumentação favorável para as tecnologias, observou-se no documento n.º US10584399 (FOSTER; DIXON, 2019) que a tecnologia é capaz de reduzir consideravelmente custos e problemas relacionados aos processos convencionais de reciclagem. É divulgado um método e um sistema para recuperação de metais preciosos dos REEE, que basicamente funciona promovendo a preparação do material dos REEE sob condições controladas por substâncias químicas (agentes fundantes de óxido de sódio e outros metais), por meio de uma fornalha (gaseificação e fundição), para obter a escória (resíduo proveniente da fusão de alguns materiais), que pode incluir óxido de ferro e um metal fundido como o cobre.

Já documento n.º CN102218440 (RULIN *et al.*, 2011) apresenta um método para desmontagem e reciclagem dos REEE, os quais são encaminhados para um separador mecânico; em seguida, para um dispositivo de desmontagem (de descarte de plasma); e outro separador (centrífugo) para, assim, fazer a reciclagem dos produtos sólidos, cuja etapa é feita por um mecanismo que é monitorado e controlado por um *display* eletrônico em tempo real. Isso garante a realização completa do tratamento dos REEE, sendo mais rápido e eficiente, pois é capaz de evitar poluição ambiental oriunda de seus processos.

Quanto à recuperação de componentes funcionais dos REEE, destaca-se o documento n.º WO2017103902 (GUPTA *et al.*, 2017) que aborda um método e um processo. É exposto que a invenção se preocupa em segregar todos os componentes funcionais embutidos nos REEE, sem prejudicar sua funcionalidade e resistência física, já que as peças são verificadas considerando a qualidade. Assim, são separadas, limpas e embaladas para serem reutilizadas. É descrito que o método é ecológico, pois evita a emissão e exposição de vapores químicos durante o processo de recuperação. Ao todo, o método é composto por oito etapas que, em

síntese, contemplam aspectos de triagem e limpeza sob condições controladas (temperatura, ionização e solvente).

Já o documento n.º EP2790845 (CHEN *et al.*, 2014) refere-se a um método e aparelho para reciclar placas de circuito impresso (PWB) e separar materiais para reutilização e/ou recuperação, ao mesmo tempo em que minimiza a quantidade de produtos químicos básicos e outros recursos usados. O aparelho inclui as etapas de remoção de solda mecânica, solda química e aquecimento. Já a reciclagem é utilizada para remover parte das superfícies do PWB, usando um removedor de solda mecânica e química. É destacado que o método tem como principais desvantagens o fato de que o chumbo e o estanho são metais pouco voláteis, e o aquecimento e fusão criam um alto nível de emissões poluentes para o ar. Além disso, o calor danifica os componentes tornando-os inaceitáveis para reutilização.

O documento n.º EP3414507 (SAHAJWALLA, 2018) evidencia que o principal objetivo da invenção é reduzir a produção de gases tóxicos. Assim, é descrito um método de processamento dos REEE, caracterizando-se com etapas de aquecimento em duas zonas: a primeira, até 350 °C; e a segunda, até 850 °C. Isso garante que pelo menos alguns dos constituintes de metal dos REEE sejam parcialmente transformados termicamente por: fusão, formação de liga e/ou dissolução. Cada zona de temperatura permite a captura e recuperação separada de metais fundidos e ligas específicas, o que segundo apontado na reivindicação, diverge das demais metodologias utilizadas na reciclagem de REEE que envolvem a adição e/ou carregamentos desses resíduos a granel em uma fase líquida.

O documento n.º IN352438 (KHANNA; MUKHERIEE, 2020) também tem como objetivo reduzir as emissões de metais pesados durante o processamento térmico de REEE, no entanto é dado ênfase nas placas de circuito impresso (PCB), componente central desses equipamentos. Em síntese, a invenção refere-se a um método de redução e liberação de elementos tóxicos durante o tratamento térmico. Compreende etapas de trituração mecânica e redução do tamanho de PCB em pó. Assim, sob condições controladas, é possível capturar as emissões de metais por meio adsorventes (alumina ou carvão ativado), localizadas após os PCB em tratamento no forno, usando análise de plasma acoplada indutivamente o que, dentre outros, garante a redução de emissões de 50 a 90%.

Por fim, o documento n.º TW202023703 (GODA; KAWAMURA, 2019) apresenta um aparelho e método para analisar a composição de fragmentos de peças de dispositivos eletroeletrônicos que garantem a análise em um curto espaço de tempo. A tecnologia pode ser compreendida como um armazenamento de dados de classificação, pois através de imagens consegue identificar e extrair diferentes tipos de componentes presentes em um REEE.

Analisa, pelo menos, a área de superfície, número, tamanho médio de partícula e peso de cada tipo de componente classificado. Assim, compreende um dispositivo de captura de imagem para fragmentos de peças de dispositivos eletroeletrônicos; um dispositivo de análise de composição (classificação e armazenamento); e uma máquina para separar as peças das sucatas de REEE com base no resultado na análise feita.

A partir dos dados apresentados, notou-se uma preocupação a despeito do desenvolvimento de tecnologias que poderiam essencialmente recuperar componentes/materiais dos REEE. Assim, o Quadro 6 sintetiza as 19 patentes abordadas.

Quadro 6 – Lista das patentes com análise detalhada

Item	Título	Tipo ⁴	Nº de publicação
1	Planta de processo industrial de reciclagem integrada e recuperação de insumos a partir de resíduos sólidos.	Processo	BR102018013098
2	Processo para a reciclagem de sucata metálica, particularmente, sucatas de alumínio.	Processo e dispositivo	BR1120180100951
3	Processo de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e recuperação de metais.	Processo	PI11051841B1
4	Sistema para gerenciamento de resíduo eletrônico por meio de plataforma de <i>e-commerce</i> .	Sistema	IN201921046763
5	Tecnologia de processamento de recuperação ecológica para resíduos eletroeletrônicos.	Processo	CN110328207
6	Processo tecnológico de tratamento de resíduos de eletrodomésticos.	Processo	CN106424081
7	Dispositivo de recuperação de resíduos eletroeletrônicos.	Dispositivo	CN208261516
8	Processo de pré-tratamento para liberação de metais de placas de circuito impresso de resíduos eletroeletrônicos.	Método	KR20140036480
9	Dispositivo e processo de eliminação de resíduo eletrônico.	Processo e dispositivo	CN106269819
10	Método e dispositivo para recuperar metais preciosos de sucatas eletroeletrônicas.	Método e dispositivo	CN102441553
11	Sistema de reciclagem e processamento para resíduos de aparelhos elétricos usados.	Sistema e processo	CN203304272
12	Método de termólise para conversão segura e eficiente de materiais de resíduos eletroeletrônicos.	Método	US2018057751
13	Processo e sistema para reciclar material de resíduo eletrônico.	Método e sistema	US10584399
14	Método de processamento de recuperação de desmontagem de lixo eletrônico.	Método	CN102218440
15	Método e processo para recuperação dos componentes funcionais do resíduo eletrônico.	Método e processo	WO2017103902

⁴ Foram considerados nesse estudo: **Aparelho:** estrutura física que possui diferentes dispositivos para processar os REEE; **Dispositivo:** auxilia o processamento de informações presentes nos REEE; **Método:** técnica desenvolvida para tratar os REEE e recuperar equipamentos e componentes; **Processo:** consiste em etapas que devem ser seguidas para alcançar o tratamento eficiente dos REEE; e **Sistema:** conjunto de elementos capazes de processar, armazenar, capturar ou transmitir informações e componentes dos REEE ao longo do seu tratamento (reciclagem).

Item	Título	Tipo ⁴	Nº de publicação
16	Aparelho e método para decapagem de metais de solda durante a reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.	Aparelho e método	EP2790845
17	Método para processar uma fonte de resíduos compostos.	Método	EP3414507
18	Método para reduzir as emissões de metais pesados durante o tratamento térmico de resíduos eletrônicos.	Método	IN352438
19	Analisador de composição, dispositivo e método de tratamento de resíduos de peças de equipamentos eletroeletrônicos.	Método e aparelho	TW202023703

Fonte: Elaboração própria (2021)

O Quadro 6 apresenta as principais tecnologias observadas para a realização de atividades que, de algum modo, fazem menção ao desmanche, triagem e classificação de produtos oriundos dos REEE, para recuperação/reaproveitamento de seus componentes e materiais, contribuindo com o seu gerenciamento na cadeia/manufatura reversa.

Trazendo essa perspectiva para o Brasil, cabe mencionar que alguns desafios para viabilizar o gerenciamento dos REEE estão diretamente associados ao aspecto econômico, o que torna oportuno ter tecnologias que possam auxiliar sobre essa questão, já que o fator custo pode inviabilizar economicamente o gerenciamento da LR de REEE (FORTI *et al.*, 2019).

Verificou-se em três documentos de patentes uma abordagem ao custo, que é considerado determinante para a implementação de sistemas de gerenciamento dos REEE, principalmente se associado à LR, o que, pela legislação brasileira, é uma atividade obrigatória para sistematizar o fluxo sobre o gerenciamento desses resíduos. Assim, as patentes CN102441553 e CN203304272 abordam o custo, com uma vantagem da tecnologia, associando a sua aplicabilidade, demandar baixo valor de produção (KAIHUA, 2012) e de minimizar os custos relacionados à reciclagem (XIA, 2013). No entanto, o documento n.º CN106269819 apresentou que a invenção possui um alto custo de fabricação e tratamento (ZHENHONG, 2016).

Na tecnologia n.º IN201921046763 observou-se uma narrativa acerca do processo cíclico associado ao REEE. A invenção demonstra uma preocupação em acompanhar o ciclo de vida de EEE, propondo estímulos e soluções para o seu descarte, conferindo bonificação financeira para o usuário que fizer a destinação do REEE utilizando o sistema (VIJAY, 2021), o que, de certo modo, pode estar associado aos princípios da EI e EC, tendo em vista que contempla atividades que norteiam o ciclo de vida de um produto. É destacada também a valorização da participação do consumidor nos processos de reciclagem e reaproveitamento dos REEE, tendo um papel fundamental no processo de recuperação desses resíduos, sendo

oportuno incentivar uma conscientização do usuário para que colabore de maneira proativa, ou até estimulada (por meio de incentivos), sobre a ação de fazer o descarte regular e correto dos seus REEE, contribuindo significativamente para as etapas subsequentes do seu gerenciamento.

O documento n.º BR1120180100951 enaltece a capacidade de a tecnologia ser um processo de produção circular, permitindo um encadeamento no que tange ao que está sendo produzido, ser utilizado novamente em outra produção, e recomendando que a separação (das peças) deva ser feita já no ponto de coleta (WIMMER, 2016).

A desmontagem se faz presente na maioria das tecnologias analisadas, como um meio para recuperar e reciclar os materiais provenientes dos REEE. Inclusive a tecnologia descrita na patente brasileira n.º BR1120180100951 sugere a desmontagem/separação das peças (em lotes parciais ou embalagens pequenas) já no ponto de coleta justificando que isso evita a mistura de diferentes ligas. O termo “*disassembly*” (desmontagem) também foi identificado em outras três patentes (CN106424081, CN102218440 e CN110328207).

O dispositivo descrito na patente TW202023703 evidencia a importância da triagem e classificação dos REEE, de modo a facilitar e direcionar o seu tratamento adequado, reforçando a característica sobre a complexidade e diversidade de materiais e substâncias químicas presentes nesses resíduos (GODA; KAWAMURA, 2019; VIJAY, 2021).

Trazendo esse contexto para o cenário brasileiro, verificou-se, por meio da literatura, a necessidade de ampliação da capacidade dos processamentos desses resíduos (manufatura reversa) (FORTI *et al.*, 2019), pois mesmo tendo iniciativas (públicas e privadas) como, por exemplo, a *Green Eletron*, é notória uma carência de recicladoras para lidar com os REEE, seguindo as normas estabelecidas nacionalmente para tratamento de resíduos considerados perigosos.

Logo, é oportuna a utilização de tecnologias que, além de categorizar os REEE facilitando os processos de coleta, logística e reciclagem possa rastreá-los, o que não foi abordado nas patentes em análise, a que chegou mais próximo disso foi a IN201921046763.

O princípio da EC busca a otimização dos processos de fabricação, associado a menor dependência da matéria-prima (natural), priorizando os insumos duráveis, recicláveis e renováveis, contribuindo para o DS (SEHNEM *et al.*, 2019). Nesse contexto, a patente CN102441553 se destacou pelo objetivo da invenção em recuperar metais preciosos para que fossem utilizados ao máximo (KAIHUA, 2012); tal como a patente WO2017103902 que focou em separar os componentes funcionais sem prejudicar sua funcionalidade e resistência

física para garantir que os materiais recuperados possam ser utilizados em outros processos produtivos.

A patente CN203304272, cuja invenção objetivou tratar a poluição secundária dos REEE, que é gerada pelos processos de reciclagem (XIA, 2013), bem como a IN352438 que focou na redução da emissão de metais pesados durante o processamento térmico de REEE (KHANNA; MUKHERJEE, 2020), podem ser associadas às práticas que buscam minimizar os efeitos negativos gerados ao meio ambiente.

Com relação ao processo de decomposição química, a técnica de pirólise foi mencionada em quatro documentos (CN106269819, CN102441553, CN203304272 e US2018057751). O US2018057751 foi o único que descreveu os benefícios da tecnologia (pirólise), enaltecendo o método de termólise utilizado no processo de conversão térmica, que proporcionou segurança (conversão) e eficiência para transformar fontes de REEE em fontes de gás combustível limpa (BRANDHORST *et al.*, 2018).

4.2 Proposições para o gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

As proposições desenvolvidas de gerenciamento dos REEE preconizam o estímulo sobre a inovação (tecnologias, metodologias e atuações) pela abordagem analítica baseada nas patentes analisadas e na literatura, além de alinhar-se à estruturação da Hélice Quíntupla (sociedade, universidade, empresa, governo e ambiente). A partir da análise das patentes, foram resgatados alguns parâmetros com o intuito de direcionar a elaboração das proposições de gerenciamento dos REEE para o Brasil. Assim, destacam-se:

- Utilização máxima dos materiais recuperados, fomentando a produção circular para tratar os REEE (uso eficiente dos recursos, reaproveitamento e preservação ambiental), e acompanhamento do ciclo de vida dos EEE e REEE ao estímulo/premissas da EC;
- Valorização da participação do consumidor na cadeia reversa por meio de informações e incentivos para o descarte correto dos REEE;
- Estímulo sobre o treinamento e mão de obra especializada para manusear os REEE nas diversas etapas do pós-consumo;
- Necessidade de rastreamento dos EEE e REEE para complementar as ações de triagem e classificação dos REEE, facilitando no direcionamento e tratamento adequado, proporcionando assim maior valorização ao resíduo.

O Quadro 7 sintetiza o diagnóstico observado nos documentos de patentes que

possibilitou estabelecer inferências para nortear as proposições desenvolvidas, com ênfase no gerenciamento dos REEE e os possíveis ganhos gerados ao meio ambiente, considerando os atores que compõe a Hélice Quintupla e ferramentas da Ecologia Industrial.

Quadro 7 – Proposições de gerenciamento dos REEE para o Brasil

Atores (Hélice Quintupla)	Inferências (com base na análise das patentes)	Proposições	Ferramenta da Ecologia Industrial
Sociedade Empresa Governo	Consciência, comportamento e incentivos para o consumidor descartar corretamente os REEE (Patente Nº IN201921046763).	P1. Promover a educação ambiental (texto informativo/educativo nas embalagens com instruções sobre o descarte dos REEE e incentivos) associada ao rendimento da participação pública.	Logística Reversa
	Inclusão social pela manufatura reversa de eletroeletrônicos (Patente Nº BR102018013098; CN110328207 e TW202023703).	P2. Qualificar profissionalmente pessoas com vulnerabilidade social.	
Universidade Empresa Governo	O fator custo associado à apreciação tecnológica, podendo impactar diretamente no gerenciamento dos REEE (Patente Nº CN106269819; CN203304272 e US10584399).	P3. Desenvolver estudos para compreender e equacionar os custos relacionados ao gerenciamento dos REEE.	Logística Verde
	Linhas de pesquisas e iniciativas empresariais/ governamentais com ênfase nas atividades que contemplam a reciclagem, como: fundição de metais (ferroso e não ferrosos), separação dos metais preciosos, recuperação de energia e/ou incineração de plástico e reciclagem de circuitos impressos (PCB) (Patente Nº PII1051841B1; CN106424081; KR20140036480; CN102441553 e US2018057751).	P4. Fomentar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, bem como o incentivo à abertura de novas empresas para serem implantadas nacionalmente, objetivando auxiliar o pleno desenvolvimento da Economia Circular.	Simbiose Industrial / Economia Circular
Empresa Governo	Atuação de Programas e Projetos com ênfase na Economia Circular e gestão dos REEE (Patente Nº BR1120180100951).	P5. Intensificar a abrangência de programas e projetos que estão aderentes à Economia Circular e gerenciamento dos REEE em larga escala territorial.	
	Buscar medidas que possam facilitar e complementar ações sobre direcionamento e tratamento adequado dos REEE proporcionando maior valorização ao resíduo (Patente Nº CN208261516; EP2790845; EP3414507 e IN352438).	P6. Alavancar a produção e uso de tecnologias de rastreamento para produtos de Equipamentos Eletroeletrônicos.	
	Agregar valor social (emprego e renda) e econômico aos REEE (Patente Nº CN102218440 e WO2017103902)	P7. Fomentar a criação de empresas que possam prestar serviços de caráter intelectual (consultoria) e tecnológico às recicladoras/associações e outros que participam do fluxo de REEE.	
	Bonificação para estimular a prática do descarte correto e iniciativas em prol da sustentabilidade (Patente Nº IN201921046763).	P8. Conceder incentivos econômicos e fiscais para usuários e empresas por meio de isenções tributárias e linhas de créditos de modo a favorecer o gerenciamento dos REEE.	
Ambiente	Não é possível desenvolver proposições/ações para o ambiente, por entender que este deve ser considerado um elemento transversal e estimulador de condutas para os demais agentes que compõe a Hélice Quintupla, buscando favorecer a sua preservação.		

Fonte: Elaboração própria (2021)

Buscando estabelecer consistência conceitual para as proposições elaboradas no Quadro 7 é que será apresentada a explicação/justificativa de cada uma delas.

- Proposição 1: Promover a educação ambiental (texto informativo/educativo nas embalagens com instruções sobre o descarte dos REEE e incentivos) associada ao rendimento da participação pública.

Considerando que o ciclo da LR é encetado pela iniciativa e proatividade do consumidor, cabendo a este transportar e entregar o REEE de forma voluntária até os pontos de coletas, tem-se como consequência a subsistência do sistema de gerenciamento.

Introduzir primordialmente a sociedade/consumidor nesse processo é garantir a conscientização dos usuários de EEE que poderão ter acesso à informação e noção de riscos, e assim contribuir de forma digna no sistema. Segundo a ABRELPE (2019), existe um contingente considerável de pessoas em que os serviços regulares de coleta porta a porta não atingem/alcançam.

É preciso investir em educação ambiental, fomentando o processo de conscientização e responsabilidade por meio de ações, como: democratização do acesso à informação e incentivos; campanhas referentes às práticas/ações ambientalmente adequadas, desenvolvimento de pontos de coletas mais acessíveis ao consumidor, diminuindo a distância para o descarte correto.

Com isso, percebe-se a necessidade de documentos informativos com instruções padronizadas, até mesmo na embalagem do produto, para que consumidores possam aderir à prática do acondicionamento e descarte correto dos REEE. Isso contribuirá com o sistema de LR e o aumento do volume de REEE a ser recuperado nos pontos de coleta e direcionado para as recicladoras, o que pode favorecer a criação de metas sobre o volume a ser recuperado e alavancar a reciclagem dos REEE, além de garantir que o descarte correto será feito.

Nesse âmbito, compete mencionar entidades como a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE), a *Green Eletron*, a Abato, a TerraCycle (empresa internacional que atua no Brasil), que dispõem de sistemas eletrônicos que permitem auxiliar o consumidor a encontrar pontos de coleta para descartar os REEE.

- Proposição 2: Qualificar profissionalmente pessoas com vulnerabilidade social.

A manufatura reversa obtém a matéria-prima por meio da desmontagem, sendo que o tratamento dos REEE demanda treinamento especializado para a desconstrução dos produtos, porém tal atividade é sucumbida ao setor da informalidade (catadores) (ONU, 2019).

A força de trabalho dos catadores interfere diretamente no desempenho da LR dos resíduos, pois, em geral, eles atuam na coleta e comercialização desses resíduos, contribuindo diretamente para o processo de reciclagem e preservação do meio ambiente, mesmo atuando em condições precárias (maquinário, equipamento de segurança individual, preconceito e outros).

Um exemplo a ser citado, em relação à gestão de resíduos sólidos de pós-consumo, é o setor de reciclagem que em 2018 conseguiu reciclar 116 610 toneladas de resíduos, um resultado 4,4% maior que no ano de 2017. Ou seja, 22% das embalagens colocadas no mercado foram recuperadas por um grupo de empresas associadas ao programa “Dê a Mão para o Futuro – Reciclagem, Trabalho e Renda”, que movimentou aproximadamente R\$ 62 milhões. Tal cenário faz refletir acerca da necessidade de uma unificação ou universalização da coleta seletiva para que os índices de reciclagem possam evoluir (ABRELPE, 2019).

Por meio de iniciativas como essa, é possível afirmar que o setor informal desempenha importante participação no que se refere às atividades de coleta, separação e comercialização dos resíduos e, conseqüentemente, dos materiais a serem reciclados, mas pouco se sabe sobre sua efetividade, ou melhor, sobre a quantidade de REEE recuperados e “desviados” dos sistemas de gerenciamento.

A qualificação profissional promove ascensão social, dignidade, geração de renda, novas possibilidades e, principalmente, fortalecimento das cooperativas e associações de catadores que, pelo conhecimento agregado, podem desenvolver um sistema potencial de ganhos econômicos através de parcerias e acordos com entidades representativas do setor.

A título de curiosidade, a PNRS contempla a inclusão e emancipação dos catadores, mas não trata da questão da informalidade e os incentivos para que estes atuem de modo formal com o apoio de programas governamentais. Além disso, as cooperativas e associações são as grandes responsáveis por minimizar os impactos ambientais. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) exerce papel fundamental quanto à geração de dados e análises dos resíduos no panorama nacional brasileiro. Nessa perspectiva, fica a relevância de definir a legitimidade sobre a capacidade de reciclagem por meio de certificações, e capacitação/treinamento especializado, por exemplo, pois a informalidade carece de maior compreensão e integração nas PP e gerenciamento dos REEE.

- **Proposição 3:** Desenvolver estudos para compreender e equacionar os custos relacionados ao gerenciamento dos REEE.

Foi observada uma necessidade em equacionar os custos relacionados a transporte, reciclagem e tecnologias para favorecer o gerenciamento dos REEE visando o seu reaproveitamento em outros ciclos produtivos. O desenvolvimento de estudos de caso, contemplando as entidades gestoras, pode fomentar a criação de parâmetros e métricas mais detalhadas e concretas acerca dos custos para investimento, implementação e estruturação que consideram os desdobramentos da cadeia da Logística Verde.

- **Proposição 4:** Fomentar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, bem como o incentivo à abertura de novas empresas, para serem implantadas nacionalmente, objetivando auxiliar o pleno desenvolvimento da Economia Circular.

É comum que as universidades atuem como executoras de projetos de pesquisa que contribuem para a vocação da produtividade regional, promovendo a conexão entre pesquisa científica, produção e transferência de tecnologia. Assim, as universidades inseridas nos polos de inovações regionais poderiam desenvolver pesquisas avançadas que possam atender às demandas do setor produtivo (local) dos REEE, consolidando a construção de uma ponte entre a academia e o mercado. Isso beneficiaria a produção tecnológica, com ênfase no Nível 3 da reciclagem, de modo a favorecer o gerenciamento dos REEE, o que poderia ser feito por meio de parcerias junto a órgãos como as Fundações de Amparo à Pesquisa e Inovação, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) e entidades representativas do setor como a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE).

Nesse contexto, é solene abordar a respeito da EC que garante uma revolução sobre o que é projetado, produzido e consumido. Assim, as tecnologias são essenciais para reduzir custos, automatizar tarefas que ofereçam risco à saúde, além de proporcionar valor econômico. Observou-se em algumas patentes: IN201921046763 e BR1120180100951 que abordaram sobre a produção/processo circular; e a CN102441553 que ao recuperar os metais garante que estes sejam utilizados ao máximo. Subjacente a essa abordagem é oportuno o desenvolvimento de tecnologias que contemplem os preceitos da EC aos processos de reciclagem dos REEE.

Assim, poderia ser criado um sistema e processo com o objetivo de promover a transição e fluxo das informações na cadeia reversa (métodos de trabalho e atuação no sistema), contribuindo para a transferência de *know-how* e a capacitação nas empresas, o que

provavelmente poderia conceder celeridade aos processos de inovação e desenvolvimento do segmento. Além disso, serviria como uma base para registros técnicos e experiências, estabelecendo indicadores de orientação para avaliar as ações socioambientais, gerando, conseqüentemente, valor ambiental e econômico, garantindo o vínculo e a isonomia de todos os participantes no ciclo reverso dos REEE. Também possibilitaria a aderência à Indústria 4.0, que reúne um conjunto de transformações “por meio da automação e digitalização de processos, produtos e modelos de negócios, difundindo o uso de tecnologias por diversos âmbitos da sociedade” (SILVA; OLAVE, 2020, p. 3).

O governo tem incentivado o crescimento de EEE no país devido aos estímulos e incentivos fiscais das últimas décadas. A Lei do Bem (Lei n.º 11.196/2005) promove tais estímulos e incentivos, sobretudo para as indústrias, a fim de que estas possam reduzir os preços dos EEE para os consumidores, incitando o crédito. Outro ponto que preconiza tal estímulo e possibilita esse aumento significativo no consumo de EEE é a isenção de impostos sobre a importação desses produtos, medida que entrou em vigor em 2013 (BRASIL, 2005; EMF, 2017).

Dessa forma, cabe ao governo prover incentivos para a criação de empresas relacionadas à manufatura reversa com ênfase na reciclagem dos REEE, sendo necessários incentivos e fundos de investimento para apoiar o setor e projetos correlatos, promovendo parcerias com essas empresas, estimulando a capacitação, formação e assessoria técnica.

- **Proposição 5:** Intensificar a abrangência de programas e projetos que estão aderentes à Economia Circular e gerenciamento dos REEE em larga escala territorial.

Identificou-se uma necessidade em intensificar a abrangência de atuação de projetos, tendo em vista que existem algumas iniciativas do setor privado que são referências aos princípios da Economia Circular, fomentando o consórcio para a gestão dos REEE entre elas, estabelecendo conexões entre recursos e pessoas.

Um exemplo a ser citado é Programa de Economia Circular em Distritos Industriais no estado de Minas Gerais, cujo principal objetivo é direcionar as indústrias que atuam no estado a uma economia voltada para a circularidade, nos diversos segmentos produtivos, desenvolvendo negócios coletivos que vislumbram as práticas de reuso, reaproveitamento, melhoria de indicadores ambientais e outros (FIEMG, 2019a).

O projeto *Green Eletron*, desenvolvido pela ABINEE, tem por objetivo contribuir com o gerenciamento da LR de REEE realizando campanhas de coleta itinerantes com parceria entre representantes do poder público local, do varejo e de universidades. Seu modelo

corresponde à instalação de pontos fixos de coleta em locais como *shopping centers*, escolas e universidades, lojas, parques e centros culturais e esportivos (GREEN ELETRON, 2019).

Somente no ano de 2019, coletou e destinou corretamente mais de 514 toneladas de resíduos eletroeletrônicos. Desse total, 342,9 toneladas corresponderam aos acessórios de computador (*mouse*, teclado, cabos e carregadores), e 171,2 toneladas a pilhas e baterias. Além disso, foi possível destinar corretamente esse tipo de resíduo, recuperando cerca de 100 toneladas de materiais ferrosos e não ferrosos, e 47,5 toneladas de plásticos foram recicladas. Assim, foi possível evitar a emissão de 69 toneladas de CO² (GREEN ELETRON, 2019). E, mesmo em cenário pandêmico, a empresa em 2020 coletou 12,8 toneladas de REEE (GREEN ELETRON, 2020).

Entretanto, sua abrangência ainda é limitada, realizando campanhas apenas em São Paulo e no Rio de Janeiro e, mesmo assim, somente em alguns municípios. Dado o exposto, observa-se uma necessidade em estimular parcerias entre empresas para apoiar a ampliação de iniciativas como essas em todo território nacional.

A Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) também vem demonstrando papel significativo no cenário nacional sobre o gerenciamento dos REEE. A entidade destaca-se pela relação com seus associados e parcerias com redes varejistas e *startups*, são mais de 1300 pontos de coleta. Além de auxiliar na gestão da LR de REEE de pós-consumo, também atua no mercado por meio de contratação, fiscalização e auditoria de serviços prestados por terceiros para implementar sistemas coletivos de LR, e também opera gerando e compartilhando informações acerca dos REEE e seu respectivo sistema reverso (ABREE, 2021).

Iniciativas como essa reforçam a necessidade das empresas se articularem em prol de uma economia voltada para circularidade estimulando a transferência de *know-how* e fomento da inovação.

- Proposição 6: Alavancar a produção e uso de tecnologias de rastreamento para produtos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

Recomenda-se a utilização de tecnologias de rastreamento aos produtos de EEE que possam localizar e monitorar o fluxo de REEE. Acredita-se que isso permitirá uma rápida identificação e informações sobre os produtos/materiais e seus componentes, atribuindo celeridade às ações para os processos de recuperação e tratamento.

É sugerido, para esse processo, a utilização de códigos de barras, *QRcode*, *chip* integrado ao produto ou outros meios equivalentes que possam contribuir no processo de

coleta, inspeção e destinação final. Entende-se que tais mecanismos podem beneficiar a remanufatura reversa, contribuindo com informações no que tange às substâncias presentes, ao ciclo de vida do produto, à origem e outros, podendo, inclusive, contribuir com a diminuição dos custos de processamento, favorecendo a coleta, processos de logística e garantia de que todos os ciclos de gerenciamento desses resíduos sejam cumpridos e finalizados conforme metas e prazos estabelecidos.

No entanto, se destacam as medidas/ações realizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), órgão responsável por emitir o Manifesto de Transporte de Resíduos (MRT), que foi instituído por meio da Portaria n.º 280, de 29 de junho de 2020. O MRT é um documento autodeclaratório, válido no território nacional, de utilização obrigatória para todos os geradores de resíduos, isto é, resíduos que não são recolhidos pelo sistema de coleta municipal. A ferramenta *online* do MRT possibilita o rastreamento da massa de resíduo de modo a controlar a sua geração, armazenamento temporário, transporte e destinação em território nacional. A cada novo envio de carga deve ser gerado um manifesto com os dados dos geradores, transportadores e destinatário final (BRASIL, 2021b).

- Proposição 7: Fomentar a criação de empresas que possam prestar serviços de caráter intelectual (consultoria) e tecnológico às recicladoras/associações e outros que participam do fluxo de REEE.

Considerou-se oportuno ressaltar a importância do desenvolvimento de empresas que possam promover uma fluidez no intercâmbio das informações entre os fabricantes, técnicos (tecnologia) e as recicladoras dos REEE, de modo que é necessário estimular a prestação de serviços de consultoria e apoio tecnológico às recicladoras/associações/cooperativas e demais entidades gestoras que participam do fluxo de REEE.

Nesse contexto, existem alguns mecanismos legais que favorecem e incentivam o empreendedorismo e inovação, como a Lei do Bem (n.º 11.196/2005) que fornece incentivos fiscais para pessoas jurídicas que realizem pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica (BRASIL, 2005). O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio da Portaria n.º 4382/2021, visa estimular investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) nas empresas privadas (BRASIL, 2021). Destaca-se também a Portaria n.º 6.762/2019 que se refere ao Programa Nacional de Apoio aos Ambientes Inovadores (PIN), fornecendo apoio como parque científico e tecnológico, cidade inteligente, polo tecnológico, incubadora de empresas e outros (BRASIL, 2019).

Além do governo federal, os estados também vêm incentivando o empreendedorismo e a inovação como, por exemplo, o “Programa *StartUp* Pará”, idealizado pelo Governo Estadual do Pará, que provê apoio ao empreendedorismo de base tecnológica e a criação de ambientes com iniciativas consideradas inovadoras (FAPESPA, 2021).

Em âmbito municipal, a prefeitura de Salvador, por meio da Lei Municipal de Inovação (n.º 9.534/2020) aprovou os primeiros incentivos fiscais para empresas do ramo da tecnologia (BAHIA, 2020; PREFEITURA..., 2021). Nessa perspectiva, cabe enaltecer o trabalho que é desenvolvido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que presta apoio e fomento para a criação, desenvolvimento e modernização das micro e pequenas empresas e que pode atuar em conjunto com as prefeituras estimulando e incentivando o empreendedorismo, inovação e tecnologia por meio de palestras, cursos e consultorias. Um exemplo dessa parceria ocorreu no estado de Fortaleza, beneficiando mais de 100 mil pessoas (ASN, 2021).

Observa-se que o governo em seus diferentes âmbitos (federal, estadual e municipal) possuem instrumentos legais incentivadores e catalisadores do empreendedorismo e da inovação/tecnológica, no entanto, é reforçada a importância de estímulos com ênfase no apoio às entidades gestoras dos REEE, sobretudo pelo uso da tecnologia sobre os seus processos e atividades.

- Proposição 8: Conceder incentivos econômicos e fiscais para usuários e empresas por meio de isenções tributárias e linhas de créditos de modo a favorecer o gerenciamento dos REEE.

A participação do poder público não se limita em estabelecer as normas a serem seguidas, também lhe cabe o monitoramento e a criação de incentivos e desonerações tributárias que possam integrar e facilitar a implementação de operações, sistemas e processos.

Acredita-se que a liberação de linhas de crédito para empresas e, principalmente, as isenções tributárias para o setor de reciclagem dos REEE, pode garantir o aumento sobre a formalização do setor, com uma melhor distribuição de recicladores entre os estados e diminuição do custo de logística com transporte dos REEE para as empresas, alavancando, assim, o processo da manufatura reversa, favorecendo a inserção de novas tecnologias no país e oportunidades de mercado.

A incidência de impostos na cadeia de reciclagem poderia, por exemplo, minimizar os custos de transporte desses resíduos entre os estados e, conseqüentemente, sobre suas

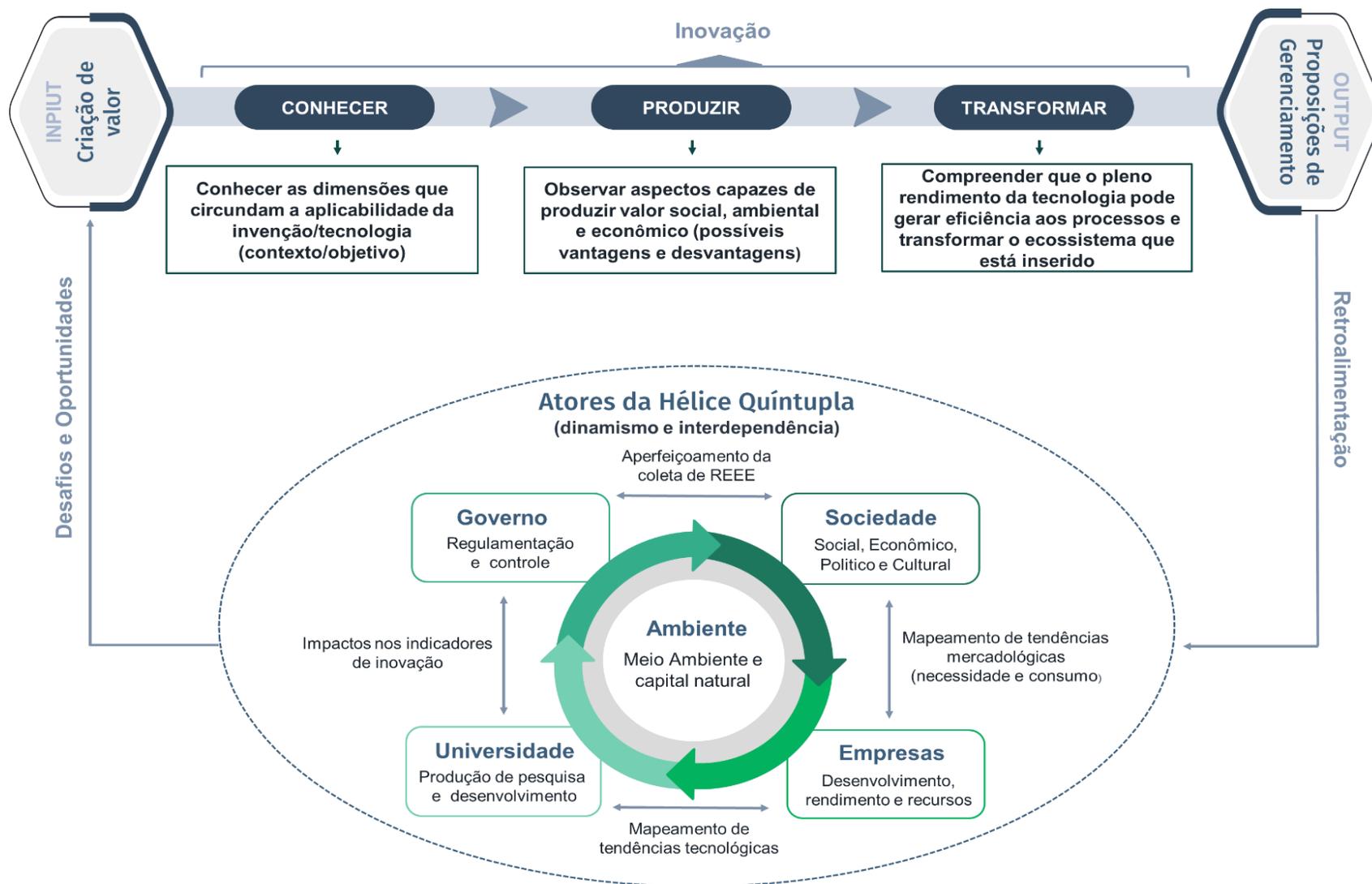
operacionalizações, o que elevaria o valor agregado ao REEE, visto que este seria tratado como mercadoria.

As empresas também devem incentivar os consumidores bonificando os usuários, o que poderia ser feito por meio de descontos em novos produtos, caso o aparelho antigo fosse entregue no ato da compra. Essa prática é realizada pelas operadoras telefônicas, mas poderia ser estendida para os demais equipamentos e aparelhos eletrônicos, sobretudo os de pequeno porte, como: torradeiras, ferros de passar, rádios e outros.

Cabe reiterar que as proposições foram elaboradas considerando as interações múltiplas e contínuas dos atores presentes no modelo da Hélice Quintupla. No entanto, o ambiente físico e natural não foi considerado um agente atuante sobre os processos de inovação, e sim como uma base para estimular as integrações interdisciplinares e transdisciplinares entre sociedade, governo, empresa e universidade, contribuindo para a gestão, fluidez e eficácia dessa inter-relação.

Assim sendo, a Figura 11 sintetiza graficamente essa interação, promovendo uma visão sistêmica sobre como a literatura das patentes contribuiu para a construção das proposições com base na estruturação da Hélice Quintupla.

Figura 11 – Visão Sistêmica do desenvolvimento de proposições com base nas patentes



Fonte: Elaboração própria (2021)

A Figura 11 foi desenvolvida considerando o processo cíclico com o intuito de fomentar a busca pela melhoria contínua, tendo como base o ecossistema que compõe a Hélice Quíntupla. Inicialmente, considerou que a sociedade, universidade, empresa e governo fomentam a criação de desafios e oportunidades que impactam diretamente o ambiente. Dentro da perspectiva da inovação, vislumbrou-se a possibilidade de identificar como as invenções/tecnologias são capazes de criar valor aos processos que contemplam a cadeia reversa dos REEE.

Assim, as patentes selecionadas foram analisadas sob a perspectiva de “conhecer” as dimensões que circundam a inovação, associadas aos aspectos que podem ser capazes de “produzir” valor (social, ambiental e econômico), e pela possibilidade de compreender como o pleno rendimento da tecnologia pode “transformar” o ecossistema em que está inserido, o que possibilitou elucidar parâmetros que contribuiriam com a construção das proposições para auxiliar o gerenciamento dos REEE.

Dessa forma, observou-se que as proposições elaboradas são viáveis, podendo criar valor ao ecossistema ambiental e inovador, fornecendo subsídios para retroalimentar ações e iniciativas para os agentes que compõem a Hélice Quíntupla e, conforme apareçam novas demandas, oportunidades e desafios, o processo pode ser iniciado novamente.

De modo geral, é nítida a necessidade de sincronismo entre os atores acerca do gerenciamento dos REEE, especificamente sobre as atividades que contemplam a Ecologia Industrial, pois a forma hierarquizada sobre o acesso à informação e recursos causa uma situação de dependência e responsabilização total das ações por parte das indústrias/cadeias produtivas.

Além dessas questões, existe a necessidade de fortalecimento e abrangência do sistema nacional de LR, o que denota uma inevitável atualização do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com metas mensuráveis e objetivos aderentes à sua atual realidade que possam direcionar de modo mais efetivo a gestão dos resíduos, em especial àqueles considerados perigosos, incorporando conceitos da EC e ferramentas da EI.

Tais fatores favoreceram a elaboração de uma Cartilha (Apêndice C) que sintetiza as informações coletadas e analisadas nesse relatório de forma didática e com linguagem simples para todos os atores da Hélice Quíntupla. Além disso, o propósito da Cartilha é apoiar o desenvolvimento do gerenciamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no Brasil por meio de orientações elaboradas com ênfase na inovação e tecnologia (literatura de patentes).

A Cartilha é composta por seis capítulos e apresenta os seguintes tópicos: i) Contextualização; ii) Gerenciamento dos REEE (evidenciando o conceito dos REEE, seu ciclo de vida, cadeia de suprimentos e fundamentos da EC); iii) Propriedade Intelectual (contextualização, curiosidades e informações sobre patentes e uso das informações patentárias); iv) Proposições de Gerenciamento (esse tópico foi organizado dando destaque nas orientações para o gerenciamento dos REEE, com base nas informações patentárias); v) Considerações Finais; e vi) Sugestão de Leitura.

5 CONCLUSÕES

A partir do resultado da prospecção patentária, identificaram-se parâmetros que elucidaram a elaboração de proposições de gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil, o que permitiu responder à questão que norteou a pesquisa.

Para que o objetivo do trabalho fosse atendido, delimitou-se o estudo para a leitura/interpretação do conteúdo das patentes selecionadas, as quais foram recuperadas em bases internacionais (*Orbit Intelligence*® e *Espacenet*) e nacional (INPI).

Para melhor fundamentar a construção das proposições, inicialmente foi feita a revisão da literatura que contribuiu com informações a respeito do processo de gerenciamento dos REEE e do contexto desses resíduos no Brasil. Notou-se, a importância da responsabilidade compartilhada e inserção de princípios e práticas que estejam aderentes à Simbiose Industrial, à Economia Circular e ao Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, a escolha do uso de tecnologias no gerenciamento dos REEE é oriunda de uma lacuna percebida nos trabalhos que envolvem as informações patentárias na gestão de coleta, tratamento e disposição final dos REEE. Dessa forma, é possível considerar essa pesquisa como relevante, pelas possibilidades de nortear planejamentos estratégicos aplicados ao gerenciamento dos REEE no Brasil, baseando-se no desenvolvimento da inovação e produção tecnológica.

Com relação ao levantamento das informações patentárias, foi observado que existe uma preocupação social, ambiental e econômica descrita nas patentes (contexto, vantagens/desvantagens, objetivo da tecnologia). Dentro da amostra analisada, as tecnologias foram categorizadas como: processo, dispositivo, sistema e/ou método que, de modo geral, preconizavam auxiliar o tratamento e recuperação de materiais oriundos dos REEE.

Assim, identificou-se como pontos-chave: utilização máxima dos materiais recuperados, fomentando a produção circular para tratar os REEE (uso eficiente dos recursos, reaproveitamento e preservação ambiental) e acompanhamento do ciclo de vida dos EEE e REEE ao estímulo/premissas da EC; valorização da participação do consumidor na cadeia reversa; estímulo sobre o treinamento e mão de obra especializada (manuseio dos REEE); necessidade de rastreamento dos EEE e REEE para complementar as ações de triagem e classificação desses resíduos; e o fator custo associado à apreciação tecnológica. Esse levantamento foi fundamental na construção de inferências para a constituição das proposições.

Além disso, a contribuição dessa pesquisa está associada ao levantamento de alternativas/proposições com base nas patentes, com a perspectiva do modelo da Hélice Quintupla e ferramentas da Ecologia Industrial que podem ser utilizadas no gerenciamento de REEE. Em síntese, as propostas elaboradas permitiram direcionar uma discussão fundamentada na inovação e no meio ambiente, com alternativas consideradas oportunas e viáveis para o atual contexto brasileiro e de produção circular (melhorias contínuas), minimizando os impactos ambientais causados.

Diante do exposto, pode-se dizer que esse relatório apresenta um impacto relevante no ambiente acadêmico e social que permeia o gerenciamento dos REEE, tendo em vista a elaboração de proposições de gerenciamento e uma Cartilha. Assim, acredita-se que essas contribuições podem favorecer o fortalecimento das bases processuais para a efetividade do gerenciamento dos REEE no Brasil.

De modo geral, observam-se outros desafios que precisam ser investigados de modo a complementar uma avaliação mais consistente acerca da produção tecnológica e do fomento da inovação para o gerenciamento dos REEE. Por exemplo, se faz oportuno investigar o nível de conscientização da população a respeito da temática, identificando hábitos, costumes, motivação e padrões de consumo dos EEE, visando alcançar a raiz do problema, ou seja, quais os fatores que contribuem para o aumento do descarte incorreto dos REEE.

Somados a isso, é importante incentivar e investir nas ferramentas da Ecologia Industrial e Economia Circular, além de impulsionar o consumo de produtos com características/selos ambientalmente sustentáveis associados a uma conscientização ambiental de forma que o consumidor entenda seu papel na cadeia reversa. Também é oportuno realizar um estudo prospectivo sobre programas de computador, buscando alternativas para automatizar o gerenciamento dos REEE.

As lições aprendidas e os caminhos possíveis apresentados nos capítulos anteriores contemplam o caráter crítico da pesquisa, contribuindo com algumas reflexões que podem ser incorporadas na sociedade, nas cadeias produtivas e outros. As barreiras observadas quanto aos recursos tecnológicos, humanos, financeiros e ambientais podem ser encarados e transformados em oportunidades pela articulação, sincronismo e fluidez da Hélice Quintupla, buscando alcançar a melhoria contínua e a eficiência sobre seu dinamismo.

Por fim, espera-se que esse trabalho contribua com o desenvolvimento da cadeia reversa dos REEE, fornecendo subsídios interessantes sob a perspectiva da tecnologia aplicada ao seu gerenciamento.

REFERÊNCIAS

- ABDI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise técnica de viabilidade técnica econômica.** Brasília, DF: ABDI, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT “NBR 16.156:2013: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Requisitos para atividade de manufatura reversa”.** São Paulo: ABNT, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 14040: Gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida. Princípios e estrutura.** 1997. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.040-Gest%C3%A3o-Ambiental-avaliac%C3%A3o-do-ciclo-de-vida-principios-e-estrutura.pdf>. Acesso em: 30 jul.2021.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.156: resumos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 1 p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental.** 2015. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/certificacao/tipos/sistemas#faqnoanchor>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019.** 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 11 jun.2020.
- ABREE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS E ELETRODOMÉSTICOS. **ABREE é destaque na revista InforChannel.** 2021 Disponível em: <https://abree.org.br/abree-e-destaque-na-revista-inforchannel>. Acesso em: 8 nov. 2021.
- ACHILLAS, CH. *et al.* Optimising reverse logistics network to support policy-making in the case of Electrical and Electronic Equipment. **Waste Management**, Elsevier, v. 30, n. 12, p. 2592-2600, dez. 2010.
- AL-THANI, N. A.; AL-ANSARI, T. Comparing the convergence and divergence within industrial ecology, circular economy, and the energy-water-food nexus based on resource management objectives. **Sustainable Production and Consumption**, Elsevier, v. 27, p. 1743-1761, jul. 2021.
- AMPARO, K. K.; RIBEIRO, M. C. O.; GUARIEIRO, L. L. N. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 195-209, 2012.
- ARAÚJO, E. F. *et al.* Propriedade Intelectual: proteção e gestão estratégica do conhecimento. **Revista Brasileira Zootecnia** (on-line version), ISSN 1806-9290, Viçosa, MG, v. 39, p. 1-10, 2010. Suplemento Especial. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982010001300001&script=sci_arttext. Acesso em: 5 fev. 2020.
- ASN – AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS. **Parceria entre Sebrae e Prefeitura de**

Fortaleza irá beneficiar mais de 100 mil pessoas. 28 jul. 2021 Disponível: <http://ali.sebrae.com.br/sites/asn/uf/NA/parceria-entre-sebrae-e-prefeitura-de-fortaleza-ira-beneficiar-mais-de-100-mil-pessoas,45effb223145a710VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 9 jan. 2022.

ATSDR – AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Página internet institucional. 2017. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/index.html>. Acesso em: 15 fev. 2020.

AZEVEDO, J. L. **A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa.** In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 13-14 ago., 2015, Rio de Janeiro: ONG CENEG. Tema: Transformação Organizacional para a Sustentabilidade. Disponível em: https://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_036M.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

BAGNATO, V. S.; SOUZA, M. A. de; MURAKAWA, L. S. G. **Introdução à Propriedade Intelectual.** Guia Prático I. São Paulo: USP: Agência USP de Inovação, 2016.

BAHIA. **Lei n.º 9.534/2020, de 11 de agosto de 2020.** Dispõe sobre a Política Municipal de Inovação e institui mecanismos, sistemas e incentivos à inovação no ambiente produtivo e social, no Município de Salvador, e dá outras providências. 2020. Disponível em: http://www.sucom.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Lei_9534_2020_compacto.pdf. Acesso em: 13 set.2020.

BALDÉ, C. P. *et al.* **The global E-waste monitor 2017: quantities, flows and resources.** United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), International Solid Waste Association (ISWA). Bonn/Geneva/Vienna: UNU; ITU, 2017.

BASU, R. J.; BAI, R.; PALANIAPPAN, P. L. K. A strategic approach to improve sustainability in transportation service procurement. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Elsevier, v. 74, p. 152-168, 2015. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/transe/v74y2015icp152-168.html>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BO, C. *et al.* **Waste household appliance treatment technological process.** Depositante: Jin Hounghuh (Chuzhou) Conveying Equipment Co LTD. CN106424081. Depósito: 9 out. 2016.

BORN, R. H. **Agenda 21 e biodiversidade.** Caderno de debate agenda 21 e sustentabilidade. Brasília, DF: MMA, 2006. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/749>. Acesso em: 3 jul. 2021.

BRANDHORST, H. JR. *et al.* **Multistage thermolysis method for safe and efficient conversion of e-waste materials.** Depositante: CHZ Technologies, LLC. US2018057751. Depósito: 1 mar. 2018. Concessão: 30 mar. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996.** Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília: DF, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm. Acesso em: 2 jul. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 23, de 12 de dezembro de 1996. **Diário Oficial [da]**

República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 jan. 1997. Disponível em: http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/resolucao_conama_n.23.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005**. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica (...). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm. Acesso em: 20 nov.2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 215, p. 108-10, 5 nov. 2008. Disponível: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=570. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa n.º 1, de 19 de janeiro de 2010**. Brasília: DF, 2010a. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/legislacao/IN01de2010ComprasSustentaveis.pdf>. Acesso em: 12 jul 2021.

BRASIL. **Lei n.º 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DF, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 18 set. 2020.

BRASIL. **Decreto n.º 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília: DF, 2010c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em: 18 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução n.º 452, de 2 de julho de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 128, p. 84-86, 4 jul. 2012a. Disponível: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=127513>. Acesso em: 6 set. 2021.

BRASIL. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa n.º 10, de 12 de novembro de 2012**. Brasília: DF, 2012b. Disponível em: <http://antigo.mme.gov.br/documents/292480/292498/Instru%C3%A7%C3%A3o+Normativa+10-2012.pdf/42980669-aaf0-0278-7ded-407a3a255c2c>. Acesso em: 12 de jul de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa IBAMA n.º 13, de 18 de

dezembro de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 245, p. 200-207, 20 dez. 2012c. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0013-181212.PDF>. Acesso em: 6 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **54% dos municípios têm plano de resíduos sólidos**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/54-dos-municipios-tem-plano-de-residuos>. Acesso em: 6 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente celebra acordo setorial de eletroeletrônicos**. Brasília: DF, 2019a. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/15652-minist%C3%A9rio-do-meio-ambiente-celebra-acordo-setorial-de-eletroeletr%C3%B4nicos.html>. Acessado em: 30 dez. 2019.

BRASIL. Senado Federal. **CMA avalia como elevar percentual de lixo eletrônico reciclado, hoje em 2%**. Brasília: DF, 2019b. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/08/15/cma-avalia-como-elevar-percentual-de-lixo-eletronico-reciclado-hoje-em-2>. Acessado em: 31 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Portaria nº 6.762, de 17 de dezembro de 2019**. Institui o Programa Nacional de Apoio aos Ambientes Inovadores - PNI, visando fomentar o surgimento e a consolidação de ecossistemas de inovação e de mecanismos de geração de empreendimentos inovadores no País. Brasília: DF, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-6.762-de-17-de-dezembro-de-2019-234748537>. Acesso em: 9 jan. 2022.

BRASIL. **Decreto n.º 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto n.º 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Brasília: DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm. Acesso em: 19 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n.º 8, de 20 de julho de 2021. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 138, p. 83, 23 jul. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-8-de-20-de-julho-de-2021-333770756>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Portaria n.º 4.382, de 14 de janeiro de 2021. Disciplina procedimentos e requisitos para a aprovação de projetos de investimento como prioritários na área de Produção Econômica Intensiva em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, para fins de emissão de debêntures incentivadas, nos termos do disposto na Lei n.º 12.431, de 24 de junho de 2011, e no Decreto n.º 8.874, de 11 de outubro de 2016, e para fins de investimento no território nacional em novos projetos de produção econômica intensiva em pesquisa, desenvolvimento e inovação por parte de Fundos de Investimento em Participações na Produção Econômica Intensiva em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (FIP-PD&I), nos termos do § 1º-A do art. 1º da Lei n.º 11.478, de 29 de maio de 2007, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, edição 16, seção 1, página 50. Brasília: DF, 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-4.382-de-14-de-janeiro-de-2021-300436654>. Acesso em: 9 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR). **MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos**. 2021b. Disponível em: <https://sinir.gov.br/manifesto-de-transporte-de-residuos>. Acesso em 09 jan. 2022.

BRASKEM. Avaliação de ciclo de vida. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/avaliacao-de-ciclo-de-vida>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CAMPANELLA, F. *et al.* Quadruple Helix and firms' performance: an empirical verification in Europe. **Journal of Technology Transfer**, Springer, v. 42, p. 267-284, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9500-9>. Acesso em: 20 jul. 2020.

CAPAZ, R. S.; HORTA NOGUEIRA, L. A. (orgs.). **Ciências ambientais para engenharia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Les systèmes d'innovation de la quadruple et de la quintuple hélice. **Innovations**, Paris, v. 54, n. 3, p. 173-195, 2017. Disponível em: <https://www.cairn-int.info/journal-innovations-2017-3-page-173.htm>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CARAYANNIS, E. G; BARTH, T. D; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, Springer, v. 1, n. 2, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>. Acesso em: 1 mar. 2020.

CARNEIRO, Ricardo et al. Perspectivas do desenvolvimento e inovação tecnológica. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 4, n. 6, p. 87-108, 2018.

CARVALHO JUNIOR, S. de; MACEDO, S. H. M. **Logística Farmacêutica Geral: da teoria à prática**. São Paulo: CONTENTO, 2012.

CARVALHO, B. C. C. B.; SANTOS, M. R. de M. C. A classificação internacional de patentes: descrição e importância. **Revista GEINTEC**, Aracaju, v. 9, n. 1, p. 4798-4808, jan.-mar. 2019.

CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CARVALHO, V. C. D. *et al.* Sistema de gestão ambiental e suas certificações. **Revista Valore**. Volta Redonda, v. 4, p. 539-552, 2019. Edição Especial. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/390>. Acesso em: 29 jul. 2020.

CE – COMUNIDADE EUROPEIA. **The European economic and social committee and the committee of the regions: Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy**. Brussels, 2015.

CHEN, T. *et al.* **Apparatus and method for stripping solder metals during the recycling of waste electrical and electronic equipment**. Depositante: Entegris e Advanced Technology Materials. EP2790845. Depósito: 22 out. 2014. Concessão: 8 fev. 2017.

CHERTOW, M. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, [S. l.], v. 25, p. 313-337, 2000. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.energy.25.1.313>. Acesso em: 12 nov. 2020.

CLOSS, L.; FERREIRA, G. Transferência de Tecnologia Universidade-Empresa: uma Revisão das Publicações Científicas Brasileiras no período de 2005-2009. *In*: ENANPAD, 34, Rio de Janeiro-RJ. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ANPAD, 2010.

COLLADO-RUANO, J. Reflexões filosóficas sobre a Educação para o Desenvolvimento Sustentável: uma abordagem complexa, transdisciplinar e biomimética. **Foro de Educación**, Salamanca, v. 17, n. 26, p. 135-152, 2019.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, G. M. A circular economy as an alternative for Brazil's sustainable growth: analysis of the National Solid Waste Policy. **Journal of Environmental Management and Sustainability**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-28, fev. 2020.

COSTA, F. P. Planta de processo industrial de reciclagem integrada e recuperação de insumos a partir de resíduos sólidos. Depositante: Flavio Pietrobon Costa e Sergio Xaud Crescente. BR102018013098. Depósito: 26 jun. 2018. Concessão: 7 jan. 2021.

CRILLY, M. Common Language of Sustainability for Built Environment Professionals-The Quintuple Helix Model for Higher Education. **Energies**, Suíça, v. 13, n. 22, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/22/5860>. Acesso em: 12 fev. 2021

CUI, J.; ZHANG, L. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: a review. **Journal of Hazardous Materials**, Elsevier, v. 158, n. 2-3, p. 228-256, out. 2008.

DIAS, P. *et al.* Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 174, p. 7-16, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617325295?via%3Dihub>. Acesso em: 12 mar. 2020.

DIMOULIS, D. **Manual de introdução ao estudo do direito**: definição e conceitos básicos, norma jurídica, fontes, interpretação e ramos do direito, sujeito de direito e fatos jurídicos, relações entre direito, justiça, moral e política, direito e linguagem. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

DOAN, L. T. T. *et al.* E-Waste Reverse Supply Chain: A Review and Future Perspectives. **Applied Science**, v. 9, n. 23, p. 5195, 2019.

DRUCKER, P. F. **Inovação e espírito empreendedor**. São Paulo: Pioneira, 1986.

EMF – ELLEN MACARTHUR FUNDATIO. Circular Economy Overview. 2015. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>. Acesso em: 4 jul. 2021.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix. University-Industry-Government

relations: A laboratory for knowledge based economic development. **EASST Review**, Maastricht, v. 14, n. 1, p. 14-19. 1995. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085. Acesso em: 12 jun. 2020.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, maio-ago. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023. Acesso em: 4 jul. 2020.

FAPESPA – FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS. **Governo Estadual incentiva empreendedorismo e inovação com o Programa StartUp Pará**. 2021. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/noticia/governo-estadual-incentiva-empreendedorismo-e-inovacao-com-o-programa-startup-para>. Acesso em: 9 jan. 2021.

FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, E. R.; CONTADOR, J. C. Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 209-21, abr.-jun. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gp/v16n2/v16n2a05.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

FERREIRA, C. A. M., CASTAGNARA, L. Importância da Logística Reversa para obtenção da sustentabilidade ambiental. **Maiêutica-Ciências Biológicas**, Indaial, v. 3, n. 1, 2015. Disponível em: <https://silo.tips/download/maieutica-ciencias-biologicas>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FIEMG – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Economia Circular em Distritos Industriais**. 2019a. Disponível em: <https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/economia-circular-em-distritos-industriais>. Acesso em: 5 ago. 2020.

FIEMG – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Rede de Economia Circular Maior aproveitamento da produção, novas relações comerciais, melhores resultados**. 2019b. Disponível em: <https://www7.fiemg.com.br/fiemg/produto/economia-circular>. Acesso em: 29 dez. 2020

FORTI, *et al.* **The Global E-waste Monitor 2020**. Quantities, flows, and the circular economy potential. Bonn/Geneva/Rotterdam: UNU; UNITAR; ITU, 2020. Disponível em: https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

FOSTER, R. P.; DIXON, S. N. **Process and system for recycling e-waste material**. Depositante: Blueoak Arkansas. US10584399. Depósito: 24 jan. 2019. Concessão: 10 mar. 2020.

GALKIN, A. Distribution Channels Management in Different Regions. **American Journal of Economics, Finance and Management**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 92-96, 2015.

GALKIN, A.; DOLIA, C.; DAVIDICH, N. The Role of Consumers in Logistics Systems. **Transportation Research Procedia**, Elsevier, v. 27, p. 1187-1194, 2017.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The circular economy: a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 143, p.757-768, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023>. Acesso em: 22 mar. 2020.

GENG, Y. *et al.* Measuring China's circular economy. **Science**, Washington, v. 339, n. 6127, p.1526-1527, 2013. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/339/6127/1526/tab-e-letters>. Acesso em: 2 jun. 2020.

GHESTI, G. F. **Conhecimentos básicos sobre propriedade intelectual**. Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico; UnB, 2016. Disponível em: <http://nic.cdt.unb.br/pdf/programaseprojetos/nupitec/PROPRIIDADE%20INTELECTUAL.ccompressed.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 114, p. 11-32, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>. Acesso em: 20 fev. 2020.

GHUNMI, D. A. *et al.* Circular economy and the opportunity cost of not ‘closing the loop’ of water industry: the case of Jordan. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 131, p 228-236, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.043>. Acesso em: 1 fev. 2020.

GIRARDI, L. T. de A. **Inovação e criatividade nas pequenas e médias empresas**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

GODA, T.; KAWAMURA, T. **Composition analyzer of electronic/electrical equipment parts waste, treatment device of electronic/electrical equipment parts waste, and treatment method of electronic/electrical equipment parts waste**. Depositante: JX Nippon Mining & Metals Corporation. TW202023703. Depósito: 31 out. 2019. Concessão: 1 abr. 2021.

GONZÁLEZ, P.; SARKIS, J.; DIAZ, B. A. Environmental management system certification and its influence on corporate practices: evidence from the automotive industry. **International Journal of Operations and Production Management**, Reino Unido, v. 28, n. 11, p 1021-1041, 2008.

GREEN ELETRON. Green Eletron reciclou mais de 514 toneladas de lixo eletrônico em 2019. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/blog/green-eletron-reciclou-mais-de-514-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2019-confira-outras-conquistas/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

GREEN ELETRON. Página Internet Institucional. 2020. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/>. Acesso em: 8 jun. 2020.

GRI/UN GLOBAL/WBCSD – GLOBAL REPORTING INICIATIVE; UN GLOBAL COMPACT; UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **SDG Compass: a guide for business action to advance the sustainable development goals**. 2015. Disponível em: <https://sdgcompass.org/>.

Acesso em: 12 jun. 2021.

GÜNTHER, W. M. R. **Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental**. 2008. 148 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/6/tde-19072010-144112/pt-br.php>.

GUPTA, N. *et al.* **Method and a system for salvaging functional components from e-waste**. Depositante: Attero Recycling PVT LTD. WO2017103902. Depósito: 22 jun. 2017.

HENS, L. *et al.* On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 172, p. 3323-3333, jan. 2018.

IBANESCU, D. *et al.* Assessment of the waste electrical and electronic equipment management systems profile and sustainability in developed and developing European Union countries. **Waste Management**, Elsevier, v. 73, p. 39-53, mar. 2018.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Manual para o depositante de patentes**. Diretoria de patentes: DIRPA, set. 2015a. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/arquivos-dirpa/ManualparaoDepositantedePatentes23setembro2015_versaoC_set_15.pdf. Acesso: 24 set. 2021.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Manual para o Depositante de Patentes**. 2015b. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Classificação de patentes**. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao-de-patentes>. Acesso em: 3 de jun. de 2021.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Guia Básico**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tramite-prioritario/projetos-piloto/Patentes_verdes. Acesso em: 24 set. 2021

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Classificação de patentes**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao-de-patentes>. Acesso em: 19 fev. 2021.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Relatório de Gestão do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/acesso-a-informacao/demonstracoes-contabeis/arquivos/documentos/demonstracoes-contabeis-2020.pdf>. Acesso em: 23 ago.2021.

JEONG, J. K. *et al.* Novel pre-treatment process for liberation of metals from waste printed circuit boards. Depositante: Korea Inst Geoscience & Minera. KR20140036480. Depósito: 26 mar. 2014.

JUNGMANN, D. de M.; BONETTI, E. A. **A caminho da inovação: proteção e negócios com**

bens de propriedade intelectual. Guia para o empresário. Brasília: IEL, 2010. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/composicao/arquivos/guia_empresa_riel-senai-e-inpi.pdf. Acesso em: 7 ago. 2019.

JÚNIOR, R. A. de S. F. *et al.* Proposta de um desenho da cadeia reversa para resíduos eletroeletrônicos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 6, n. 3, set.-dez. 2016.

KAIHUA, X. Method and device for recovering precious metals from precious metal electronic scraps. Depositante: Shanghai Gem High Tech Co LTD. CN102441553. Depósito: 9 maio 2012. Concessão: 02 jul. 2014.

KARASKI, T. U. *et al.* **Embalagem e sustentabilidade**: desafios e orientações no contexto da economia circular. 1 ed. São Paulo: CETESB, 2016.

KAYA, M. Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. **Waste management**, Elsevier, v. 57, p. 64-90, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304299?via%3Dihub>. Acesso em: 7 ago. 2020.

KHANNA, R.; MUKHERJEE, PS. **Method for reducing heavy metal emissions during thermal treatment of electronic waste**. Depositante: Mukherjee PS. IN352438. Depósito: 22 maio 2020. Concessão: 27 nov. 2020.

KIM, J.-Y.; LEE, M.-J. Living with casinos: The triple-helix approach, innovative solutions, and big data. **Technological Forecasting and Social Change**, Elsevier, v. 110, p. 33-41, 2016. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/tefoso/v110y2016icp33-41.html>. Acesso em: 7 out. 2020.

KORHONEN J. *et al.* Management and policy aspects of Industrial Ecology: an emerging research agenda. **Business Strategy and the Environment**, [online], v. 23, p. 289-305, 2004. ISSN 1099-0836.

KUNITAKE, H. **Análise de implantação de logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em São Carlos/SP**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais e Manufatura) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

KUNRATH, J. L. **Resíduos Eletroeletrônicos**: um diagnóstico da cadeia de processamento. 2015. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

LACY, P.; GUPTA, P.; HAYWARD, R. From incrementalism to transformation: reflections on corporate sustainability from the UN Global Compact-Accenture CEO study. *In*: LENSSEN, G.; SMITH, C. (eds.). **Managing Sustainable Business**: an executive education case and textbook, Springer, 2019. p. 509-522.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, [online], ISSN: 2183-3826, v. 1, n. 2, set. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/21110>. Acesso em: 12

set. 2020.

LEITE, C. M. **Implementação dos objetivos de desenvolvimento sustentável em empresas**: contribuições do investimento social privado no Brasil. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2018. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_ca3b6da13c2716e58b6662a3d8568e86. Acesso em: 3 jul. 2021.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LEONARD, A. **A História das coisas**: da Natureza ao Lixo, o que Acontece com Tudo que Consumimos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

LI, W. **Electronic waste waste recovery device**. Depositante: Jinjiang Cenli Shoes Co LTD. CN208261516. Depósito: 8 abr. 2018. Concessão: 21 dez.2018.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 115, p. 36-51, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615018661?via%3Dihub>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MANDARINO, M. L. F.; SINAY, M. C. F. de. O Resíduo de equipamento elétrico e eletrônico: suas principais características e nocividades. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 13, n. 2, p. 30-57, 2019.

MARTIN, M.; SVENSSON, N.; EKLUND, M. Who gets the benefits? An approach for assessing the environmental performance of industrial symbiosis. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 98, p. 263-271, 2015.

MASKIO, S.; VILHA, A. M. Sistema local de inovação e desenvolvimento econômico regional: desafios e limites. *In*: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 2015, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: Esocite.br/Tecsoc, 2015. p. 1-12.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **The Brazilian Innovation System**: A Mission-Oriented Policy Proposal. Sumário Executivo. Avaliação de Programas em CT&I, Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento), Brasília, DF: CGEE, 2016. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/1774546/Sistema_Brasileiro_de_Inovacao-Mazzucato_Penna-Sumario_Executivo.pdf . Acesso em: 3 fev. 2020.

MENDES, H. M. R. **Análise de experiências internacionais com a logística reversa de eletroeletrônicos**: comparação com a realidade brasileira e recomendações. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Profissional em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1632>. Acesso em: 10 fev. 2021.

MENÊZES, A. K. M. de; MARTINS, M. de F. Connections between theme Development

Objectives Sustainable (SDG), Sustainability Indicators and Sustainable Municipal Management: A systematic review of contemporary literature. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. e57810515309, 2021.

MERLI, R.; PREZIOSI, M.; ACAMPORA, A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 178, p. 703-722, mar. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617330718>. Acesso em: 21 set. 2021.

MINERIO, A. A. C. *et al.* Da hélice tríplice a hélice quádrupla: Uma revisão bibliométrica e sistemática da literatura. **E&G Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 18, n. 51, set.-dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/17645>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MONTEIRO, M. J. M. **Sistema logístico reverso para destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos, sob a visão do pensamento sistêmico**. 2017. 230 f. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32121>. Acesso: 20 out. 2019.

MORAES DE, V. T. **Recuperação de metais a partir do processamento mecânico e hidrometalúrgico de placas de circuito impresso de celulares obsoletos**. São Paulo: Escola Politécnica de São Paulo, 2011.

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. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MORAIS, M. de O. Dez anos da política nacional de resíduos sólidos: um estudo comparativo entre 2011 e 2020 sobre o entendimento dos consumidores referente ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos. **Brazilian Journal of Developmet**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 91851-91873, nov. 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/issue/view/109>. Acesso: 2 fev. 2020.

MULROW, J. S. *et al.* Industrial Symbiosis at the Facility Scale. **Journal of Industrial Ecology**, [online], v. 21, n. 3, p. 559-571, 2017. ISSN 1530-9290. Bimestral.

MULYANINGSIH, H. D. Enhancing innovation in quadruple helix perspective: The case of the business incubators in Indonesia. **International Business Management**, Berlim, v. 9, n. 4, p. 367- 371, 2015. Disponível em: <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=ibm.2015.367.371>. Acesso em: 12 mar. 2020.

NASCIMENTO, D. E. do; LABIAK JUNIOR, S. **Ambientes e dinâmicas de cooperação para inovação**. Curitiba: Aymarará, 2011. Série UTFInova. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/150136546.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

NASCIMENTO, S. do. Reflexões sobre a intersectorialidade entre as políticas públicas. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, v. 101, p. 95-102, jan.-mar. 2010.

NETO, G. C. O.; CORREIA, A. J. C.; SCHROEDER, A. M. Economic and studies in Brazil and Switzerland. **Resources, Conservation & Recycling**, Elsevier, v. 127, p. 42-55, 2017.

NIKOLAOU, I. E.; TSAGARAKIS, K. P. An introduction to circular economy and sustainability: Some existing lessons and future directions. **Sustainable Production and Consumption**, Elsevier, v. 28, p. 600-609, out. 2021.

NORDBERG, K. Enabling Regional Growth in Peripheral Non-University Regions-The Impact of a Quadruple Helix Intermediate Organization. **Journal of the Knowledge Economy**, Springer, v. 6, n. 2, p. 334-356, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40633-6_8. Acesso em: 5 fev. 2020.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

NOYA, I. *et al.* Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia – A strategy to work towards Circular Economy. **Science of the Total Environment**, Elsevier, v. 589, p. 122-129, jul. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717304436?via%3Dihub>. Acesso em: 7 nov. 2019.

OLIVEIRA, A. C. V.; SILVA, A. de S.; MOREIRA, I. T. A. Economia Circular: conceitos e contribuições na gestão de resíduos urbanos. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, ano XXI, v. 3, n. 44, p. 273-289, dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/6386>. Acesso em: 1 nov. 2020.

OLIVEIRA, E. F. *et al.* Reverse logistic: economic, social and environmental importance. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4325-4337, out.-dez. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/22270/17809>. Acesso em: 1 jan.2021.

OLIVEIRA, T. B.; GALVÃO JUNIOR, A. C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **SciELO Eng Sanit Ambient**. Rio de Janeiro, v. 21 n.1, p. 55-64, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v21n1/1413-4152-esa-21-01-00055.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

OLIVEIRA, U. R. **Contribuições para a melhoria da gestão de resíduos de eletroeletrônicos no Brasil, no contexto da sustentabilidade ambiental**. 2016. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia dos Campos de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138053>. Acesso em: 23 nov. 2020.

OLIVEIRA, U. R., MARINS, F. A. S.; MUNIZ JÚNIOR, J. Logística Reversa e identificação de produtos: Revisão teórica para indústria eletroeletrônica. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 633-677, abr.-jun. 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/3e8b/2b85c30a2dc89b415c6e8e9e59c43b4b2a13.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2020.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**, Elsevier, v. 31, n. 4, p. 714-730, 2011.

ORBIT INTELLIGENCE. **Questel Orbit**. Base de dados – Internet. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 17 out. 2019.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo**. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Traduzido pela FINEP. Rio de Janeiro: Edição 2005. Disponível em: <https://goo.gl/2GRfu0>. Acesso em: 17 ago. 2019.

ONU – ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 22 jun. 2020.

PAESANI, L. M. **Manual de propriedade intelectual: direito de autor, direito da propriedade industrial, direitos intelectuais sui generis**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015. *E-book*. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-970-0368-0/cfi/6/2\[;vnd.vst.idref=cover\]!](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-970-0368-0/cfi/6/2[;vnd.vst.idref=cover]!). Acesso em: 7 mar. 2020.

PANT, V. K., KUMAR, S. Global and Indian Perspective of E-Waste and its Environmental Impact. *In: International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends*, 2018, Moradabad, Índia. Moradabad: Teerthanker Mahaveer University, 2018. p. 132-137.

PARANHOS, R. de C. S.; RIBEIRO, N. M. Importância da Prospecção Tecnológica em Base de Patentes e seus Objetivos da Busca. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n. 5, p. 1274-1292, dez. 2018. Ed. Esp. VIII ProspeCT&I.

PEREIRA, José Matias. A gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil é consistente?. **Revista de Administração Pública**, São Paulo, v. 45, p. 567-590, 2011.

PEÑA *et al.* Using Life Cycle Assessment to achieve a circular economy. **Life Cycle Initiative**, [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2020/07/Using-LCA-to-achieve-circular-economy-LCI-July-2020.pdf?utm_source=mailpoet&utm_medium=email&utm_campaign=news-for-the-global-life-cycle-community-lc-net-januaryfebruary-2020-edition_2. Acesso em: 25 jun. 2021.

PHILLIPS, F. Triple helix and the circle of innovation. **Journal of Contemporary Eastern Asia**, [online], v. 13, n. 1, p. 57-68, 2014. ISSN 2383-9449. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273495899_Triple_Helix_and_the_Circle_of_Innovation. Acesso em: 10 ago. 2020.

PORCELLI, A. M.; MARTÍNEZ, A. N. Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 1067-1105, set.-dez. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1808-24322018000301067&lng=pt&nrm=iso&tlng=es. Acesso em: 12 nov. 2020.

PORTO, W. S. *et al.* Gestão do descarte de resíduos eletroeletrônicos com foco na TI verde.

Amazônia, Organizações e Sociedade, Belém, v. 7, n. 2, p. 47-68, jul.-dez. 2018. Disponível em: <http://revistas.unama.br/index.php/aos/article/view/907>. Acesso em: 1 dez. 2020.

PREFEITURA concede incentivos fiscais a empresas de tecnologia. **Portal de Notícias Bahia.ba**, Salvador, 8 out. 2021. Disponível em: <https://bahia.ba/salvador/prefeitura-concede-incentivos-fiscais-a-empresas-de-tecnologia/>. Acesso em: 9 jan. 2022.

RIBEIRO, N. M. **Prospecção Tecnológica**. V. 1. Salvador: IFBA; FORTEC, 2018. Coleção PROFNIT. Disponível em: <http://www.profnit.org.br/wp-content/uploads/2018/08/PROFNIT-Serie-Prospeccao-Tecnologica-Volume-1-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

RIBEIRO, T. M. M. L.; INOUE, C. Y. Padrões sustentáveis de produção e consumo: resíduos sólidos e os desafios de governança do global ao local. **Meridiano 47**, Brasília, v. 17, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/MED/article/view/5237>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science on the Total Environment**, Elsevier, v. 408, p. 183-191, 2009. Disponível em: <http://www.kiwiscience.com/JournalArticles/STOTEN2009.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

ROCHA, A.; SOUZA, F. R. de. Obsolescência programada de produtos eletroeletrônicos: dimensão social, ambiental econômica. **South American Development Society Journal**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 50-67, 2017. Disponível em: <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/60>. Acesso em: 1 dez. 2020.

ROCHA, T. B. PENTEADO, C. S. G. Life cycle assessment of a small WEEE reverse logistics system: Case study in the Campinas Area, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 314, art. 128092, set. 2021.

RODRIGUES, A. C. **Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas**. 2012. 274 f. Tese (Doutorado em Ciência) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-12032012-113745/pt-br.php>. Acesso em: 12 dez. 2020.

RODRIGUES, A. C.; GUNTHER, W. M. R.; BOSCOV, M. E. G. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de origem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo, São Paulo, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 437-447, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000300437&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 15 dez. 2020.

ROSSINI, V.; NASPOLINI, S. H. DAL F. Obsolescência Programada e meio ambiente: A geração de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 51-71, jan.-jun. 2017. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2044/0>. Acesso em: 5 nov. 2020.

RULIN, Q. *et al.* **E-waste disassembling recovery processing method**. Depositante: Shengao Lande Environmental Protection Technology Group. CN102218440. Depósito: 5

maio 2011. Concessão: 12 dez. 2012.

SAAVEDRA, Y. M. B. *et al.* Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 170, p. 1514-1522, set. 2017.

SAHAJWALLA, V. **Method for processing a composite waste source**. Depositante: NewSouth Innovations Pty Limited. EP3414507. Depósito: 8 mar.2017. Concessão: 19 dez. 2018.

SANT'ANNA, L. A **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: Legislações, Práticas e Formas de Cooperação Interorganizacionais**. 2014. 253 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) – Universidade de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4870>. Acesso em: 30 nov. 2020.

SANTANA, G.; MARQUES, P. R. B. O Resíduo eletrônico e suas implicações ambientais: diagnóstico sobre o tema em uma instituição de ensino tecnológico. **Ensino e Multidisciplinaridade**, São Luís, v. 3, n. 2, p.75-92, 2017. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/download/15261/8312>. Acesso em: 15 out. 2020.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. de. Os resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no exterior: diferenças legais e a premência de uma normatização mundial. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 37, 2014. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/32259/os-residuos-eletroeletronicos-no-brasil-e-no-exterior--diferencas-legais-e-a-premencia-de-uma-normatizacao-mundial>. Acesso em: 23 jan. 2021.

SANTOS, J. da S. *et al.* Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação. **Revista Eletrônica de Gestão, Educação e Tecnologia**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 314-331, maio-ago. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/15912/pdf_1. Acesso em: 23 out. 2020.

SANTOS, K. L. dos; JACOBI, P. R. Geografias da mineração urbana no sul global. **Mercator**, Fortaleza, v. 20, e20021, 2021.

SANTOS, W. P. C. **Conceitos e aplicações de propriedade intelectual**. V. 1. Salvador: IFBA, 2018, 262 p. Disponível em: <http://www.profnit.org.br/pt/livros-profnit/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SARACENI, A. **Ferramenta para avaliação da presença de práticas de simbiose industrial em uma rede de empresas**. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/933/1/PG_PPGEPP_Saraceni%20Adriana%20Val%C3%A9ria_2014.pdf. Acesso em: 22 jul. 2021.

SARAIVA, B. L. C. G.; SERRA, E. G.; COUTO, M. A. P. G. Análise das práticas sustentáveis nas aquisições de bens e materiais na universidade federal do rio de janeiro. **Revista Práticas em Gestão Pública Universitária**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, jul.-dez. 2020.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development

and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, Elsevier, v. 17, p. 48-56, jan. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464515300099>. Acesso em: 12 mar. 2020.

SCHREIBER, D. *et al.* Posicionamento estratégico de MPE's com base na inovação através do modelo Hélice Tríplice. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 767-795, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/read/article/view/43959>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SCHÜTZ, F. *et al.* Co-shaping the future in quadruple helix innovation systems: discovering the best audiences towards participatory research and innovation. **She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation**, Elsevier, v. 5, n. 2, p. 128-146, 2019. Disponível em: https://depositonce.tu-berlin.de/bitstream/11303/12355/2/Sch%C3%BCtz_etal_Co-shaping_2019.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

SEHNEM, S. *et al.* Circular economy in the wine chain production: maturity, challenges, and lessons from an emerging economy perspective. **Production Planning & Control**, [online], v. 31, n. 3, p. 1-21, dez. 2019. ISSN 1366-5871.

SEROKA-STOLKA, O. The development of green logistics for implementation sustainable development strategy in companies. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Elsevier, v. 151, p. 302-309, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814054706>. Acesso em: 12 maio 2020.

SILVA, L. C. da *et al.* Propostas para auxiliar na redução e no descarte de resíduos eletrônicos pela administração pública. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, v. 7, n. 5, p. 1611-1634, 2021.

SILVA, M. R. dos S. da; OLAVE, M. E. L. Contribuições das tecnologias digitais associadas à indústria 4.0 para a formação profissional. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, v. 17, n. 2, p. 82-110, 2020.

SILVA, A. G. F. *et al.* A relação entre Estado e políticas públicas: uma análise teórica sobre o caso brasileiro. **Revista Debates**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 25-42, jan.-abr. 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/debates/article/viewFile/72132/41081>. Acesso em: 1 fev. 2020.

SILVÉRIO, F. O.; BARBOSA, L. C. A.; PILÓ-VELOSO, D. A pirólise como técnica analítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, 2008.

SIQUEIRA M. M.; MORAES, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, [online], v. 14, n. 6, p. 2115-2122, 2009. ISSN 1678-4561. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600018>. Acesso em: 5 fev. 2020.

- SOARES, J. A. *et al.* **Processo de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. PI11051841. Depositante: Universidade de São Paulo (USP). Depósito: 21 dez. 2011. Concessão: 08 jun. 2021
- SOARES, M. *et al.* Bases de Dados de Patentes: uma análise a partir do portal de periódicos da CAPES. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 5, p. 1500-1515, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/32605>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 8, n. 16, p. 20-45, jul.-dez. 2006.
- SOUZA, M. A. *et al.* Gestão de custos da logística verde: Análise exploratória das contribuições empírico-teóricas de pesquisa. **Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 88-112, maio-ago. 2016. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/3182>. Acesso em: 12 nov. 2019.
- SPEZIALI, M.; SINISTERRA, R. Buscas de informações tecnológicas com base em dados de patentes: estudo de caso dos líquidos iônicos no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 8, p. 1132-1138, 2015.
- SUZUKI, H. **Orbit.com**: visão geral sobre o sistema. São Paulo: Axonal, 2016. Disponível em: https://www.axonal.com.br/arquivos/PDF/Orbit_Visao_Geral_Sistema_PARTES_1_a_3_BUSCA_VISUALIZACAO_SELECAO.pdf Acesso em: 29 set. 2019.
- TANIGUCHI, E.; THOMPSON, R. G.; YAMADA, T. New opportunities and challenges for city logistics. **Transportation research procedia**, Elsevier, v. 12, p. 5-13, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516000053>. Acesso em: 5 mar. 2020.
- TORRES, D. *et al.* **Gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos em América Latina**. UIT: Convenio de Basileia; CRBAS; UNESCO; OMS; ONUDI; OMPI; CEPAL, 2015. Disponível em: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.
- TÓTH, G. Circular Economy and its Comparison with 14 Other Business Sustainability Movements. **Resources**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 159, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/resources8040159>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- TREVISAN, M. *et al.* Ecologia Industrial, Simbiose Industrial e Ecoparque Industrial: conhecer para aplicar. **Sistemas & Gestão**, Niterói, v. 11, n. 2, p. 204, 2016.
- TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. de. (orgs.). Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30774. Acesso em: 22 set. 2019.
- UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **E-waste management**

manual. 2007. Disponível em:

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9801/EWasteManual_Vol2.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 13 set. 2021.

USPTO – UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. **2007-2012 Strategic Plan**. 2012. Disponível em:

<https://www.uspto.gov/sites/default/files/web/offices/com/strat2007/stratplan2007-2012.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

VALLE, R. **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

VANIN, C. E. Propriedade Intelectual: conceito, evolução histórica e normativa, e sua importância. **JusBrasil**, 2016. Disponível em:

<https://duduhvanin.jusbrasil.com.br/artigos/407435408/propriedade-intelectual-conceitoevolucao-historica-e-normativa-e-sua-importancia>. Acesso em: 10 out. 2021

VELTE, C. J.; STEINHILPER, R. Complexity in a Circular Economy: a need for rethinking complexity management strategies. *In: Proceedings of the World Congress on Engineering*. London: Vol. II WCE 2016, June 29-July 1, Londres, 2016.

VERLINDE, S.; MACHARIS, C. Innovation in Urban Freight Transport: The Triple Helix Model. **Transportation Research Procedia**, Elsevier, v. 14, p. 1250-1259, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516301983?via%3Dihub>. Acesso em: 1 jun. 2020.

VIJAY, A. B. **System for electronic waste management through e-commerce platform**. Depositante: Mesbro Technologies Private. IN201921046763. Depósito: 16 nov. 2019. Concessão: 21 maio 2021.

WANDERLEY, M. B.; MARTINELLI, M. L.; PAZ, R. D. O. da. Intersetorialidade nas Políticas Públicas. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n.137, p. 7-13, jan.-abr. 2020.

WANG, Y.; WANG H. **Environment-friendly recovery processing technology for waste electronic products**. Depositante: Changxin Ecological Technology Shaanxi CO LTD. CN110328207. Depósito: 15 out. 2019.

WEBSTER, K. **The Circular Economy: A wealth of flows**. Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

WIDMER, R. *et al.* Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, Elsevier, v. 25, n. 5, p. 436-458, jul. 2005. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925505000466>. Acesso em: 12 ago. 2020.

WILLE, M. M.; BORN, J. C. Logística Reversa: Conceitos, Legislação e Sistema de Custeio Aplicável. **Revista Eletrônica dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis**, Curitiba, n. 8, 2013. ISSN 2175-5884.

WIMMER, M. *et al.* **Processo para a reciclagem de sucata metálica**. Depositante: Hydro aluminium rolled products GMBH. BR1120180100951. Depósito: 21 dez. 2016. Concessão:

14 set. 2021.

WIPO – WORD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **International Patent Classification (IPC)**. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>. Acesso em: 1 de jun. de 2021.

XIA, Xu. Waste and worn electrical appliance recycling system . Depositante: Xu Xia. CN203304272. Depósito: 27 nov. 2013. Concessão: 27 nov. 2013

YAMANE, L. H. **Recuperação de metais de placas de circuito impresso de computadores obsoletos através de processo biohidrometalúrgico**. São Paulo: Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Escola Politécnica de São Paulo, 2012.

ZAMBAM, N. J.; DOS SANTOS, A. P. C. A. Gerenciamento dos resíduos sólidos no meio ambiente urbano: estratégia para o desenvolvimento sustentável com expansão das liberdades. **Revista Direito em Debate**, [S. l.], v. 29, n. 54, p. 144-153, 2020.

ZANATTA, P. Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão & Sustentabilidade Social**, Palhoça, v. 6, n. 3, p. 296-312, out.-dez. 2017. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5567. Acesso em: 2 ago. 2020.

ZHENHONG, L. **E-waste disposal device and e-waste disposal technology**. Depositante: Chenzhou Wanmo Environmental Protection Technology. CN106269819. Depósito: 14 nov. 2016. Concessão: 24 jul. 2018.

APÊNDICE A – PATENTES SELECIONADAS PARA ANÁLISE

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
1	Dispositivo e processo de eliminação de resíduo eletrônico	China	CN106269819
<p>RESUMO/OBJETIVO: Dispositivo de tratamento de resíduo eletrônico. A invenção também se refere a um processo para tratamento de resíduo eletrônico. O equipamento faz uso do método de pirólise que adota um forno rotativo para tratar da placa de circuito de resíduos em alta temperatura. Assim, a invenção promete gerar benefícios econômicos, evitando a poluição secundária, transformando o resíduo em riqueza e promovendo o tratamento dos resíduos eletrônicos de forma inócua ao ambiente.</p>			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
2	Aparelho e método para decapagem de metais de solda durante a reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP2790845
<p>RESUMO/OBJETIVO: Aparelhos e processos para reciclar placas de arame impresso, para separar materiais para reutilização e/ou recuperação como definido nas reivindicações. Referindo-se a aparelhos e processos para reciclar placa de circuito impresso (PWBs), que é um aparelho para o processamento de placas de fios impressos residuais (definido nas reivindicações), para recuperar metais preciosos, metais básicos, metais de solda e circuitos integrados de trabalho, minimizando a quantidade de produtos químicos básicos e outros recursos usados, ou seja, é um aparelho para processamento de resíduo eletrônico, como placas de arame impressas para separar materiais, incluindo (mas não se limitando a) metais preciosos, metais básicos, metais de solda e circuitos integrados operacionais.</p>			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
3	Método para processar uma fonte de resíduos compostos	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP3414507
<p>RESUMO/OBJETIVO: Método, aparelho e sistema para processar uma fonte de resíduos compostos, como o resíduo eletrônico. Propõe fornecer a recuperação e reutilização de materiais que, de outra forma, seriam enviados para aterros ou incinerados objetivando reduzir a produção de gases tóxicos.</p>			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
4	Planta de processo industrial de reciclagem integrada e recuperação de insumos a partir de resíduos sólidos	Brasil	BR102018013098
<p>RESUMO: Processo industrial integrado por subprocessos, classificados em estações que, de forma integrada, transfere os materiais (resíduos sólidos urbanos) a serem processados. Depois de recebidos na estação de separação, são destinados à linha de recepção, tratamento e processamento, onde é feita a higienização, seleção e agrupamento por tipos de resíduos como: eletroeletrônicos, papéis e celulósicos, vidros e silicoderivados, orgânicos, resíduos de construção e demolição, e metais). Em seguida, é feito um pré-processamento resultando na obtenção de matérias-primas, onde uma parte é destinada a outras indústrias, e a outra é direcionada a linhas de reciclagem próprias, resultando na fabricação de produtos inovadores, viabilizando a sustentabilidade ambiental, social e econômica, reduzindo a contaminação e/ou poluição ambiental oriundas da destinação incorreta desses resíduos em lixões e aterros.</p>			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
6	Método de processamento de recuperação de desmontagem de lixo eletrônico	China	CN102218440
RESUMO/OBJETIVO: Método de desmontagem e reciclagem de resíduo eletrônico, o qual é submetido a um separador mecânico de resíduo, que consiste em um dispositivo de desmontagem de plasma de descarte, um separador centrífugo e um dispositivo de reciclagem de produto sólido que são monitorados por um controlador de <i>display</i> eletrônico em tempo real, o qual serve para monitorar a alimentação e descarga do separador mecânico do resíduo, o dispositivo de desmontagem de plasma de descarte, o separador centrífugo de lixo e a reciclagem de produto sólido dispositivo em tempo real.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
7	Método de regeneração seletiva de elementos de terras raras e/ou metais tóxicos prejudiciais ao meio ambiente a partir de resíduos eletrônicos	República Tcheca	CZ306432
RESUMO: Método específico para tubos de raios catódicos e monitores CRT, o qual permitirá a trituração dos resíduos eletrônicos que, posteriormente, será dissolvido em um ácido e a solução resultante. É usada como um eletrólito de trabalho. Os elementos de terras raras e/ou metais tóxicos nocivos ao meio ambiente são eliminados do eletrólito de trabalho em uma célula eletroquímica dotada de um ânodo e um cátodo pela ação de reações eletroquímicas iniciadas pela diferença de potenciais elétricos entre os eletrodos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
8	Método para reduzir as emissões de metais pesados durante o tratamento térmico de resíduos eletrônicos	Índia	IN352438
RESUMO/OBJETIVO: Método para reduzir as emissões de metais pesados/tóxicos e poluição ambiental durante os tratamentos térmicos de resíduos eletrônicos, mais especificamente das placas de circuito impresso (PCBs), componente central dos resíduos eletrônicos constituídos basicamente de polímeros, metais e cerâmicas. Foram detectadas emissões de metais pesados de Zinco (Zn), Estanho (Sn), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Cádmio (Cd) etc., capturadas por adsorventes de carvão ativado (ou alumina) localizados dentro do forno. Resultados mostram que a presença de baixos níveis de polímero ou altos níveis de metal ou baixos níveis de cerâmica no resíduo eletrônico pode inibir a geração de emissões de metais pesados durante o processamento térmico; até 50 a 90% de reduções de emissões poderiam ser alcançadas na maioria dos casos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
9	Adsorvente para adsorver íons de metais pesados em águas residuais e processo de adsorção	China	CN102513067
RESUMO/OBJETIVO: Processo de adsorção para adsorver íons de metais pesados em águas residuais usando o adsorvente. Refere-se ao campo técnico da purificação de águas residuais, em particular a um adsorvente, para adsorver íons de metais pesados em águas residuais, que é resíduo residual após a preparação do xilitol, a partir de espigas de milho e um processo de adsorção usando o adsorvente. O adsorvente pode ser diretamente filtrado e removido após o processo de adsorção ser finalizado, o custo é baixo e o processo é simples. Depois de utilizado, o adsorvente pode ser diretamente filtrado e separado da água, queimado ou posteriormente tratado de forma a desempenhar papéis muito importantes na solução do problema da poluição do meio ambiente e na promoção da reciclagem de resíduos.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
10	Sistema para gerenciamento de resíduo eletrônico por meio de plataforma de <i>e-commerce</i>	Índia	IN201921046763
RESUMO/OBJETIVO: Sistema de regulamentação do lixo eletrônico seguido de sua coleta e armazenamento, transporte, importação, exportação, reciclagem ambientalmente correta, tratamento e destinação final do lixo eletrônico. Sistema composto por um banco de dados (<i>site/e-commerce</i>) para armazenar as informações sobre o consumidor; unidade de coleta para dispositivos eletrônicos não utilizados; unidade de separação para as peças de plástico e metal do dispositivo eletrônico seguida da venda das peças desmontadas; unidade de reciclagem de peças metálicas; e unidade de descarte das peças não utilizadas.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
11	Processo e sistema para reciclar material de resíduo eletrônico	Estados Unidos	US10584399
RESUMO/OBJETIVO: Método e sistema para recuperação de metais preciosos de resíduos eletrônicos, direcionado ao controle de uma atmosfera redutora para melhorar a eficiência geral da tecnologia durante um processo de fundição, ou seja, objetiva-se reduzir substancialmente os custos e problemas com os processos convencionais de reciclagem para este tipo de resíduo.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
12	Método e sistema para recuperar metais, lodo ecológico e energia de resíduos eletroeletrônicos	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP2508271
RESUMO/OBJETIVO: Método de destruição e recuperação de metais, lama ecológica e energia (elétrica e térmica) de resíduos de equipamentos eletrotécnicos e eletrônicos e o sistema da planta para usar esse método, que é composto por três etapas: 1) o equipamento anteriormente armazenado é desmontado na linha de processamento semiautomática de múltiplas estações e classificado em grupos de componentes contendo ferro, plástico, cobre, alumínio, baterias elétricas e outros; 2) os elementos que contém plásticos triturados são transportados por meio de um transportador para o gerador de energia; módulos eletrônicos esmagados para o forno de plasma-conversor; e baterias fragmentadas e óleo para o forno gaseificador-plasma, onde ligas metálicas, lamas e os gases são separadas deles; 3) as ligas de metal e lamas são transportados para fornos de cadinho de indução por meio de um transportador de correia e são sujeitos a refino de fogo e gases para o conversor de plasma e, em seguida, são direcionados para o dispositivo de limpeza e resfriamento e para a fornalha a gás e trocador de calor, enquanto a qualidade dos gases de combustão que saem da fornalha a gás para a chaminé está sujeita a um controle contínuo no dispositivo de monitoramento.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
13	Método de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP3237127
RESUMO/OBJETIVO: Método de separação de metais de placas eletrônicas (cartões eletrônicos) caracterizado por compreender: a) uma etapa de tratamento dos referidos cartões eletrônicos, fragmentados ou não, em meio aquoso sob condições supercríticas do referido meio; e b) a etapa subsequente de britagem dos materiais no estado sólido resultante da etapa de processamento em condições supercríticas.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
14	Sistema de recuperação e refino físico-mecânico de metais não ferrosos de sucata eletrônica	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP3795265
RESUMO/OBJETIVO: Sistema para segregação de metais mesmo quando eles estão embutidos em matrizes de resina ou encapsulados em polímeros, ou seja, é um sistema para a recuperação físico-mecânica e refino de metais não ferrosos, a partir de sucata eletrônica que não usa reagentes químicos para a separação dos componentes (sucata eletrônica), de modo que não são gerados resíduos tóxicos. Além disso, é possível fazer o refinamento de metais não ferrosos a partir de sucata eletrônica, como bases de placas, placas de circuito, processadores, memórias etc., como também a separação sequencial dos componentes de interesse, bem como os meios para a recuperação desses materiais visando aumentar sua eficiência.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
15	Aparelho e arranjo para o tratamento metalúrgico de sucata eletroeletrônica ou componentes e seus usos e métodos para o tratamento metalúrgico de sucata ou componentes eletroeletrônicos	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP3314030
RESUMO/OBJETIVO: Aparelho e métodos para tratamento metalúrgico de sucata ou componentes eletroeletrônicos, capazes de processar essencialmente apenas sucata ou componentes elétricos e/ou eletrônicos sem impurezas, promovendo a obtenção de cobre bruto ou um precursor deste de maneira mais eficiente em termos de energia, sendo ecologicamente correto. O aparelho ou arranjo é um reator de fusão que tem um dispositivo de resfriamento.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
16	Método para a recuperação seletiva de estanho e um reator para uso no referido método	Organização Europeia de Patentes (OPE/EPO)	EP3768869
RESUMO/OBJETIVO: Método para a recuperação seletiva de estanho (Sn) em sucata eletrônica, particularmente placas de circuito impresso. O método consiste em um pré-tratamento para precipitar seletivamente compostos de estanho (Sn), o qual é submetido a uma solubilização (banho de lavagem contendo ácido nítrico), também é possível a purificação de dióxido de estanho contaminado com óxidos de chumbo para dar estanho (Sn) metálico por tratamento térmico conduzido na presença de um novo agente fundente e uso de um novo agente fundente como um ambiente para conduzir a redução térmica de dióxido de estanho para estanho metálico.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
17	Dispositivo de desmontagem e recuperação de produto eletrônico de resíduos tecnológicos	China	CN106944456
RESUMO/OBJETIVO: O dispositivo de desmontagem e recuperação do produto de resíduo tecnológico-eletrônico pode efetivamente desmontar e recuperar o produto de resíduo tecnológico-eletrônico. Compreende por uma caixa de desmontagem, um mecanismo de acionamento, terceiros assentos de rolamento, uma terceira haste rotativa, haste em espiral, facas de quebra e semelhantes. O mecanismo de acionamento é conectado à porção superior do lado esquerdo da caixa de desmontagem; uma primeira rede de filtro é conectada à porção superior dentro da caixa de desmontagem e as terceiras sedes de rolamento são simetricamente conectadas às porções superiores da parede esquerda e a parede direita da caixa de desmontagem; e os terceiros assentos de rolamento estão conectados à terceira haste rotativa, e a extremidade esquerda da terceira haste rotativa está conectada ao mecanismo de acionamento.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
18	Processo/sistema para reciclar material de resíduos eletroeletrônicos	Estados Unidos	US201715653623
RESUMO/OBJETIVO: Processo e sistema para a recuperação de metais preciosos de resíduos eletrônicos. O processo opera um forno com baixo gás fugitivo e o sistema instalado é capaz de coletar gases de escape e atinge alta eficiência energética. Assim, caracteriza-se por: realizar uma operação de primeira passagem compreendendo: preparar um material de resíduos eletroeletrônicos e um material de óxido sólido; misturar o material de resíduo eletroeletrônico com fundentes; alimentar uma fornalha com o material de resíduos eletroeletrônicos misturado e o material de óxido sólido; e fundir o material de resíduos eletroeletrônicos misturado e o material de óxido sólido para obter uma escória incluindo óxido de ferro e um metal fundido incluindo cobre.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
19	Método de termólise para conversão segura e eficiente de materiais de resíduos eletroeletrônicos	Estados Unidos	US2018057751
RESUMO/OBJETIVO: Métodos, sistemas e processos limpos, seguros e eficientes que utiliza a termólise para processos e conversão das várias fontes de resíduo eletrônico em gás combustível limpo e fonte de carvão. A invenção processa fontes de resíduo eletrônico como, por exemplo, placas de circuito inteiras, para efetivamente triturá-lo e, em seguida, processar usando métodos de termólise para destruir e/ou separar halogênio e outros componentes perigosos para fornecer um Gás Combustível Limpo e carvão, junto com a capacidade de recuperar metais preciosos e outros componentes valiosos do carvão.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
20	Sistema para a recuperação de componentes funcionais de resíduos eletroeletrônicos	Taiwan	TW201726286
RESUMO: Sistema para recuperar componentes funcionais de substratos de resíduos eletrônicos, compreendendo: uma área de teste para receber um lote de substratos de resíduos eletroeletrônicos contendo componentes funcionais; uma área de inspeção para verificar os substratos de resíduos eletroeletrônicos em detalhes e identificar os componentes funcionais. Os componentes em boas condições de funcionamento são desmontados do produto residual usando um meio de segregação apropriado, dependendo da natureza da fixação e dos tipos de componente embutidos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
21	Processo sustentável para a recuperação de metais preciosos e metais básicos a partir resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Taiwan	TW201716588
RESUMO/OBJETIVO: Processos de reciclagem de componentes eletrônicos removidos de placas de arame impressas, por meio dos quais metais preciosos e metais básicos são extraídos dos componentes eletrônicos por uma composição ecologicamente correta para extrair os metais preciosos e metais básicos de <i>chips</i> e outros materiais que compreendem os referidos metais. Somente os íons de ouro, prata e cobre podem ser extraídos dos componentes eletrônicos e reduzidos aos seus respectivos metais usando os processos e composições descritos.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
22	Analizador de composição, dispositivo e método de tratamento de resíduos de peças de equipamentos eletroeletrônicos	Taiwan	TW202023703
RESUMO/OBJETIVO: O dispositivo, em um curto período de tempo, pode determinar a composição das peças de resíduos em equipamentos eletroeletrônicos. A tecnologia também é um método de tratamento de resíduos de peças de equipamentos eletroeletrônicos. É feito um armazenamento de dados que extrai imagens de vários tipos de componentes de eletroeletrônicos e armazena os dados para classificação por tipo de componente e que, com base nos dados, analisa pelo menos a área de superfície, número, diâmetro médio de partícula e razão de peso de cada um dos tipos de componentes classificados.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
23	Equipamento de tratamento de resíduos eletroeletrônicos	Japão	JP6555397
RESUMO/OBJETIVO: O equipamento inclui um corpo principal do dispositivo, nele há outro dispositivo de dissolução e um retentor, o qual (retentor) inclui um primeiro bloco de fixação que está conectado fixamente a uma face de extremidade lateral superior do corpo principal do dispositivo, um primeiro invólucro oco está localizado no primeiro bloco de fixação, um segundo bloco de fixação está conectado fixamente a uma parede interna lateral inferior do primeiro invólucro oco, e um primeiro elétrico à máquina é fixada conectada a uma face de extremidade lateral superior do segundo bloco de fixação. Pretende tratar o resíduo eletroeletrônico de modo a recuperar os componentes metálicos nele contidos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
24	Dispositivo, sistema e método para conversão metalúrgica de sucata		RU2018103169
RESUMO/OBJETIVO: Um dispositivo para processamento metalúrgico de sucata de equipamento eletroeletrônicos ou seus componentes, incluindo um reator de fusão equipado com um meio de resfriamento enquanto o referido dispositivo é configurado para realizar o processamento metalúrgico de sucata elétrica e/ou equipamento eletrônico ou seus componentes de até 100 Wt% que, em particular, é adaptado para processar sucata substancialmente não contaminada de equipamentos eletroeletrônicos ou seus componentes sem introdução impureza.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
25	Método para reciclagem de resíduos eletroeletrônicos	Estados Unidos	US2017362682
RESUMO/OBJETIVO: A invenção refere-se a um processo para reciclar os metais contidos nas placas eletrônicas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Objetiva-se a proporcionar: a) uma etapa de tratamento de placas eletrônicas em meio aquoso sob condições supercríticas do referido meio; e b) uma etapa subsequente de trituração dos materiais no estado sólido que derivam da etapa de tratamento em condições supercríticas.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
26	Processo de pré-tratamento para liberação de metais de placas de circuito impresso de resíduos eletroeletrônicos	República da Coreia	KR20140036480
RESUMO/OBJETIVO: Método para recuperar um metal valioso contido em uma placa de circuito impresso de resíduos de equipamentos eletroeletrônico. A presente invenção demonstra eficiência em separar um componente metálico e um componente não metálico de uma placa de circuito impresso residual e, particularmente, é fornecido um método simples e econômico para recuperar um componente metálico que existe entre os componentes plásticos.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
27	Método para destruição e recuperação de metais, gás e escória ecológica de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e instalação para usar esse método	Polônia	PL215957
RESUMO/OBJETIVO: Método abrangente, repetível para destruição de resíduos eletroeletrônicos, promovendo a de recuperação de metais e ligas presentes nesses resíduos, dispensando os processos químicos e eletroquímicos adequados para uso industrial. O método também permite a utilização de gás produzido a partir de materiais orgânicos durante o processo de destruição para pós-combustão.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
28	Sistema de reciclagem e processamento para resíduos de aparelhos elétricos usados	China	CN203304272
RESUMO/OBJETIVO: Sistema caracterizado por conter uma prateleira, um dispositivo de alimentação, respectivamente, disposto na prateleira, um primeiro dispositivo de detecção e classificação e um dispositivo de coleta e tratamento de gás de exaustão conectado à primeira detecção e classificação dispositivo, e um dispositivo de coleta e tratamento de gases de exaustão. Após o equipamento de classificação, a extremidade é conectada a uma segunda plataforma de transmissão, um dispositivo de trituração é disposto na cauda da segunda plataforma de transmissão. O sistema de reciclagem pode ser usado para reduzir a poluição secundária causada em um processo de reciclagem, reduzindo o custo da reciclagem e ampliando a gama de resíduos que podem ser tratados.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
29	Recuperação de metais básicos e preciosos de placas de circuito impresso de resíduos (PCBs) e planta para recuperação destes	Sérvia	RS20100478
RESUMO/OBJETIVO: Dispositivo para recuperação de metais básicos e preciosos de placas de circuito impresso (PCBs) residuais e instalações para recuperação destes.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
30	Método e dispositivo para sucata de componente de dispositivo eletroeletrônico	Taiwan	TW202045271
RESUMO/OBJETIVO: A presente tecnologia inclui um processo de classificação e fundição para selecionar a matéria-prima de processamento contendo metais valiosos que podem ser processados em fundição a partir de resíduos de peças de equipamentos eletroeletrônicos. Além disso, compreende a remoção de resíduos de fios de cobre maciços contidos em resíduos/sucata de peças de equipamentos usando um robô de <i>link</i> paralelo.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
31	Sistema para recuperação físico-mecânica e refinação de metais não ferrosos de sucata eletrônica	Canadá	CA3102588
RESUMO/OBJETIVO: O Sistema compreende meios para separar os metais de interesse das estruturas de suporte poliméricas e resinas que não requerem a adição de solventes, nem o aumento da temperatura, para a degradação e separação dos materiais de forma a não produzir resíduos tóxicos para o meio ambiente.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
32	Dispositivo de recuperação de resíduos eletroeletrônicos	China	CN208261516
RESUMO/OBJETIVO: A invenção refere-se a um modelo de utilidade de um dispositivo de reciclagem de resíduos eletrônicos. Objetiva-se em resolver o problema de que o efeito de separação de resíduos eletrônicos e plásticos e outras impurezas, não é óbvio, proporcionando a remoção da superfície das placas de resíduo eletrônico, aquecida e derretida por uma pistola de ar quente, organizando um raspador na parede externa da saída eixo do segundo motor. O plástico é limpo, o que separa efetivamente a placa de resíduo eletrônico do plástico, isso simplifica as etapas de separação e torna o efeito de separação mais óbvio, proporcionando uma economia sobre os custos de reciclagem de resíduo eletroeletrônicos e aumenta, efetivamente, os benefícios econômicos desses resíduos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
33	Sistema e método para utilização e tratamento inofensivos de resíduo eletroeletrônico	China	CN208011721
RESUMO/OBJETIVO: Sistema para desmontamento de aparelhos elétricos residuais e à utilização inofensiva de produtos de desmontagem (incluindo placas de circuito impresso, telas de cristal líquido residuais, cobre residual, ferro residual, etc.).			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
34	Método de processamento de sucata de peças eletroeletrônicas na fusão de cobre	Japão	JP2017190529
RESUMO/OBJETIVO: Método para tratar resíduos de componentes eletroeletrônicos usando um forno de fundição de cobre. Inclui uma etapa de trituração de sucata de peças eletroeletrônicas compreendendo cobre, e uma etapa de separação de sucata de peças eletroeletrônicas por um tamanho predeterminado, onde pó impalpável igual ou menor que o tamanho predeterminado é introduzido em um forno de fundição a ser processado e grânulos acima do tamanho estabelecido em um forno de refino de oxidação.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
35	Sistema de desmontagem automática e abrangente de sucata de televisão	China	CN203018445
RESUMO/OBJETIVO: Sistema de desmontagem automática e abrangente de sucata de televisão. O sistema tem um alto grau de automação e as informações de operação do equipamento podem ser exibidas simultaneamente ao processamento; o sistema não descarrega gás residual, água residual e resíduos residuais, e tem uma alta taxa de recuperação de recursos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
36	Método e dispositivo para recuperar metais preciosos de sucatas eletroeletrônicas	China	CN102441553
RESUMO/OBJETIVO: O referido método inclui as seguintes etapas: as sucatas eletrônicas de metais preciosos são mecanicamente retificadas, separadas eletrostaticamente e magneticamente, a borracha residual e materiais plásticos são removidos por pirólise de micro-ondas que é utilizado para aquecer indiretamente o pó de sucata eletroeletrônica de metal precioso, de modo que o pó seja rapidamente derretido e, assim, os metais preciosos possam ser sequencialmente separados e recuperados do ponto de fusão mais baixo para o ponto de fusão mais alto, do metal precioso.			

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
37	Superando problemas de materiais perigosos por técnicas de reciclagem	Canadá	CA2703446
RESUMO/OBJETIVO: Processos mais abrangentes para a utilização lucrativa de materiais oriundos dos resíduos eletroeletrônicos. A energia térmica sensível é retirada desses gases pela criação de vapor, pelo aquecimento dos gases circulantes ou pelo aquecimento do material de carga por meio de trocadores de calor, onde esses próprios gases de alta energia podem ser usados como fonte de energia por meio de combustão, por reação com outros gases e materiais.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
38	Processo tecnológico de tratamento de resíduos de eletrodomésticos	China	CN106424081
RESUMO/OBJETIVO: O processo tecnológico de tratamento de resíduos de eletrodomésticos compreende as etapas de: desmontagem manual; trituração: materiais maciços são triturados em materiais de tamanho pequeno; triagem hidráulica: objetos leves e objetos pesados são separados em resíduos; classificação magnética: o metal ferroso é separado dos resíduos; separação por correntes parasitas: os produtos plásticos nos resíduos são recuperados; e classificação por gravidade específica: os metais de cobre e alumínio nos resíduos são recuperados.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
39	Processo e equipamentos para desmontagem de resíduos de celulares	China	CN105710115
RESUMO/OBJETIVO: O processo corre seguindo algumas etapas como: correia transportadora de pré-classificação, detecção de telefones celulares, exclusão de informações, descarga de bateria e pré-classificação artificial em uma região de pré-classificação de telefones celulares, desmontagem de telefones celulares, recuperação de materiais e acessórios após a desmontagem de forma classificatória e desempoeirando em campo de trabalho. Com a adoção de vários equipamentos e ferramentas especiais, a tecnologia/equipamento pode garantir que os acessórios do celular residual sejam bem desmontados.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
40	Processo tecnológico e equipamentos para limpeza e reciclagem eficiente de placas de circuito eletrônico usadas	China	CN111054737
RESUMO/OBJETIVO: Especificamente se refere a um fluxo de processo e equipamento para a recuperação e utilização limpa e eficiente de placas de circuito eletrônico residuais, incluindo um alimentador vibratório, um triturador, um transportador de correia, um triturador vertical, um separador magnético, uma área de <i>buffer</i> de sucata e um dispositivo de alimentação.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
41	Tecnologia de processamento de recuperação ecológica para resíduos eletroeletrônicos	China	CN110328207
RESUMO/OBJETIVO: A tecnologia de processamento de recuperação ecológica compreende as etapas de desmontagem dos resíduos de produtos eletrônicos, quebra de objetos não metálicos desmontados, lavagem e peneiramento dos objetos não metálicos desmontados, secagem de produtos plásticos, derretimento dos produtos plásticos, pelletização dos produtos plásticos e secagem de partículas de plástico. Os resíduos de produtos eletrônicos são transportados para equipamentos			

de desmontagem de resíduos de produtos eletrônicos a serem desmontados, e os objetos não metálicos dos resíduos produtos eletrônicos são obtidos; os objetos não metálicos desmontados dos produtos eletrônicos residuais são transportados para o equipamento de quebra de objetos não metálicos desmontados a serem quebrados; os objetos desmontados não metálicos quebrados são guiados para o equipamento de lavagem e peneiramento dos objetos desmontados não metálicos, e a lavagem e peneiramento são conduzidas; os produtos plásticos são obtidos por lavagem e peneiramento e encaminhados para equipamentos de secagem para secagem; e os produtos de plástico secos são fundidos, peletizados e secos e, finalmente, a recuperação ecológica dos resíduos eletrônicos produtos é alcançado.

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
42	Instalação de reciclagem de resíduos usando pulsos elétricos de alta tensão	Romênia	RO133152

RESUMO/OBJETIVO Instalação para reciclagem de resíduos por impulsos elétricos de alta tensão com aplicações no campo da proteção ambiental para a fragmentação seletiva de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e escórias resultantes da queima de resíduos domésticos, a fim de recuperar metais como matéria-prima/secundária, mas também no campo da mineração, a fragmentação seletiva de rochas para a extração de alguns minerais e cristais preciosos.

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
43	Processo de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e recuperação de metais	Brasil	PI11051841B1

RESUMO/OBJETIVO: A presente invenção, além de minimizar a disposição de resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos, visa à recuperação de materiais, especialmente metais, reduzindo, com isso, o consumo de recursos naturais. Essa recuperação é feita através de processos mecânicos, físicos, hidrometalúrgicos e eletrometalúrgicos.

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
44	Máquina para reciclagem de descarte de sucata de cabo óptico	Brasil	BR1020200024981

RESUMO/OBJETIVO: Refere-se à máquina para reciclagem de descarte de sucata de cabo óptico, aplicado na reciclagem de cabos óticos provenientes das sobras de instalações, manutenções e dos processos de fabricação de infraestruturas de telecomunicações, com finalidade de obtenção dos seus componentes, objetivando separar os componentes presentes nas sucatas de fibra ótica para posterior reciclagem e com foco na preservação do meio ambiente através de bancada conjuntos e conjunto de regulagem com o benefício de alta produtividade, baixo custo de construção, baixo custo de manutenção, baixo custo de operação e facilmente operável, obtenção de material com alto potencial de reciclagem.

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
45	Processo para a reciclagem de sucata metálica particularmente, sucatas de alumínio	Brasil	BR1120180100951

RESUMO/OBJETIVO: A presente invenção refere-se a um processo no qual uma quantidade de sucata metálica, particularmente, sucata de alumínio, é posta à disposição de uma pluralidade de lotes parciais, separados um do outro e, para cada lote parcial, é realizada uma análise de composição e associada ao lote parcial. Em cada caso analisado, é feita uma informação de composição (baseada na análise de composição). A invenção refere-se, ainda, a um dispositivo configurado para execução do processo.

ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
46	Processo para reaproveitamento de resíduo de <i>toner</i> e produto resultante	Brasil	BR1020150301286A2
RESUMO/OBJETIVO: A patente de invenção trata de processo para reaproveitamento de resíduo de <i>toner</i> e produto resultante, situado no setor tecnológico de processos para reaproveitamento de resíduos de tintas. Assim, caracteriza-se por compreender um processo que envolve as seguintes etapas: geração; acondicionamento; coleta; e processamento, de modo que o resíduo de pó de <i>toner</i> possa ser processado e adicionado água para a formação de base para a geração de tinta, a qual pode ser acondicionada em pequenos recipientes e aplicada, posteriormente, garantindo a formação de estoque para venda.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
47	Método para precipitação de resíduo de metal	Brasil	BR1120160053222A2
RESUMO/OBJETIVO: Método para precipitação de resíduo de metal que é caracterizado pelo fato de que o resíduo, contém um ou mais sais de metal dissolvido, é misturado com um composto de boro, e o pH é ajustado a um valor na qual precipitação ocorre na presença de núcleos de precipitação necessários para a formação de boratos de metal.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
48	Método e processo/sistema para recuperação dos componentes funcionais do resíduo eletrônico	Índia	WO2017103902
RESUMO/OBJETIVO: Método e processo/sistema para recuperar o componente(s) funcional(is) do lixo eletrônico, por meio de um processo que segrega todos os componentes funcionais embutidos nos resíduos eletrônico sem prejudicar sua funcionalidade e resistência física, garantindo a qualidade das peças ao verificar sua aparência física, resistência (mecânica e funcionalidade). Método ecológico de recuperação que evite a emissão e exposição de vapores químicos prejudiciais ao meio ambiente durante o processo de recuperação.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
49	Método e sistema para recuperar metais, lodo ecológico e energia de resíduos de equipamentos eletrônicos	Polônia	PL394458
RESUMO/OBJETIVO: Consiste o método de destruição e recuperação de metais, lamas ecológicas, gás e energia de resíduos de equipamentos eletrotécnicos e eletrônicos, de acordo com a invenção, em três etapas: a) armazenamento para uma linha de processamento semiautomática multiestação, em que o referido equipamento é desmontado e classificado por tipo, como componentes contendo peças de ferro, plásticos, componentes de cobre, peças contendo alumínio e outros; b) os plásticos são triturados e ocorre a fragmentação de outros materiais sob condições térmicas controladas; c) ocorre a limpeza e o esfriamento dos compostos indesejáveis (cloro e ferro).			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
50	Método para recuperação de metais valiosos presentes em placas de circuito impresso residuais	WIPO	WO2014042390
RESUMO/OBJETIVO: Método para recuperar metais de resíduos de placas de circuito impresso (PCBs). É composto por 2 etapas: a) é injetado água nos resíduos de PCBs para realizar o corte e conduzir a moagem de bolas que proporciona a liberação dos metais e plásticos; b) é usada uma mistura como uma solução capaz de separar e recuperar os componentes metálicos e componentes não metálicos. Não gera águas residuais e, particularmente, é capaz de recuperação de componentes metálicos			

existentes em componentes plásticos.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
51	Aparelho e método para decapagem de metais de solda durante a reciclagem de resíduos de eletroeletrônicos	China	CN106944452
RESUMO/OBJETIVO: Busca coletar materiais, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como placas de circuito impresso, para separar materiais, incluindo (mas não se limitando a) metais preciosos, metais básicos, metais de solda e circuitos integrados, para reutilização e reciclagem. Os aparelhos, geralmente, incluem um módulo de remoção de solda mecânica e/ou um módulo térmico para de lixiviação de metal precioso, em que os módulos são fixados para a passagem contínua dos resíduos eletroeletrônicos de um módulo para outro.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
52	Um método de regeneração seletiva de elementos das terras raras e/ou metais tóxicos prejudiciais para o meio ambiente a partir de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, particularmente de cátódicos tubos de raios e monitores CRT	República Tcheca	CZ2016281
RESUMO/OBJETIVO: Um método permite que resíduo eletroeletrônico seja triturado. O material resultante ou sua fração é dissolvido em um ácido e a solução resultante é usada como um eletrólito de trabalho. Os elementos de terras raras e/ou metais tóxicos nocivos ao meio ambiente são eliminados do eletrólito de trabalho em uma célula eletroquímica dotada de um ânodo e um cátodo pela ação de reações eletroquímicas iniciadas pela diferença de potenciais elétricos entre os eletrodos. O eletrodo de trabalho é um cátodo, que é formado a partir de um material de eletrodeposição ou é fornecido com um material de eletrodeposição no qual está depositado pelo menos um elemento de terra rara e/ou pelo menos um metal tóxico por meio de uma reação de redução eletroquímica do eletrólito de trabalho com o material de eletrodeposição.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
53	Sistema e método para utilização e tratamento inofensivos de resíduo eletroeletrônico	China	CN108224433
RESUMO/OBJETIVO: Refere-se ao desmantelamento de aparelhos elétricos residuais e a utilização inofensiva de produtos de desmontagem (incluindo placas de circuito impresso, telas de cristal líquido residuais, cobre residual, ferro residual etc.). Compreende um sistema de preparação de material, contemplando processos de pirólise, uma máquina de fundição, um sistema de fornecimento de oxigênio e purificação de gases de combustão.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
54	Tecnologia de reciclagem de resíduos de fundição	China	CN106048238
RESUMO/OBJETIVO: Refere-se ao campo da recuperação de escória residual de fundição, compreende as etapas de tratamento de moinho de bolas, tratamento de torrefação primária, tratamento de separação magnética primária, tratamento de torrefação secundária e tratamento de separação magnética secundária.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO

55	Processo tecnológico para recuperação, tratamento de resíduos de aparelhos de TV	China	CN103920691
RESUMO/OBJETIVO: O método combina desmontagem manual com triagem de máquina, uma caixa de alojamento, uma placa de circuito e um CRT, os quais são desmontados manualmente para que a classificação possa ser mais completa e, em seguida, as operações de trituração mecânica, separação magnética e triagem são realizadas duas vezes, para que o efeito de separação possa ser mais eficiente. Garante uma taxa de recuperação de material de até 90%, com um processo limpo e que não gera poluentes.			
ITEM	PATENTE	PAÍS DE PROTEÇÃO	Nº PUBLICAÇÃO
56	Processo para recuperação de metais preciosos e metais básicos do resíduo eletroeletrônico	União Europeia	EP2606158
RESUMO/OBJETIVO: Processo para recuperação/reciclagem de componentes eletroeletrônicos de placas de arame impressas das quais são extraídos metais preciosos e básicos. Ao menos é extraído dois íons metálicos (ouro, prata e/ou cobre), que são reduzidos em frações individuais de íons metálicos e, posteriormente, é feita a redução da fração de íons metálicos em metais sólidos.			

APÊNDICE B – PUBLICAÇÕES GERADAS NO MESTRADO

Artigo para Revista: Logística Reversa orientada para a inovação nas Micro e Pequenas Empresas: Um estudo exploratório.

Autores: Yris Raquel Santos de Santana; André Luís Rocha de Souza; Ângela Maria Ferreira Lima e Marcio Luis Santos Araújo.

Cadernos de Prospecção. V. 12, N. 5 ESPECIAL (2019) - Rede NIT-NE - Cadernos de Prospecção. ISSN: 2317-0026 (on-line). DOI: 10.9771/cp.v12i5%20Especial.34453.

Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/34453>

Status: Aprovado e Publicado.

Artigo para Congresso: Resíduos Eletroeletrônicos: Sinergia entre a Economia Circular, Logística Reversa e as perspectivas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no Brasil.

Autoras: Yris Raquel Santos de Santana e Ângela Maria Ferreira Lima.

Status: Apresentado e publicado nos Anais do *International Symposium on Technological Innovation* (ISTI 2021)

Capítulo de Livro: Políticas Públicas de Logística Reversa: análise dos instrumentos legais para a implementação.

Autores: Yris Raquel Santos de Santana, Ângela Maria Ferreira Lima, Marcelo Santana Silva, Jerisnaldo Matos Lopes.

Status: Publicado em 2021, no livro da Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual (API). Propriedade Intelectual e a Interdependência entre Ciência, Tecnologia e Inovação. Suzana Leitão Russo, Zulmara Virgínia de Carvalho, Cristiane Toniolo Dias (Organizadores). Aracaju: Backup Books Editora, 2021. 381 p. Vários autores.

Obs.: Trabalho apresentado no VI ENPI – Encontro Nacional de Propriedade Intelectual, em 2020 (Evento *on-line* UFRN) e foi escolhido como o melhor trabalho na categoria Gestão da Inovação e Empreendedorismo (Certificado no Anexo I).

APÊNDICE C – CARTILHA

CARTILHA DE ORIENTAÇÃO SOBRE

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

Importância da prospecção patentária para o seu gerenciamento

Yris Raquel Santos de Santana



PRPGI
Pró-Reitoria de Pesquisa,
Pós-Graduação e Inovação



CARTILHA DE ORIENTAÇÃO SOBRE

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

Importância da prospecção patentária para o seu gerenciamento

Esta cartilha é resultado do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNTI), Ponto Focal IFBA.

Elaborada por Yris Raquel Santos de Santana
Orientada pela Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima e
Revisão textual por Sueli da Silva Chalegre

Salvador/ Bahia - 2021



**“... A TECNOLOGIA É O
MEIO, NÃO O FIM.”**

(WAENGERTNER, 2018)

SUMÁRIO

01 Contextualização

Cenário dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo.

02 Gerenciamento dos REEE

Demanda estratégia de coleta, tratamento e disposição final.

03 Propriedade Intelectual

Saiba como proteger a sua ideia.

04 Proposições de Gerenciamento

Elaboradas com base na prospecção patentária.

05 Considerações Finais

Comentários finais acerca da temática.

06 Sugestão de Leitura

Descubra mais sobre Inovação e Resíduos Eletroeletrônicos.

Apresentação

O objetivo dessa cartilha é apoiar o desenvolvimento do gerenciamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) no Brasil por meio de proposições elaboradas com ênfase na inovação e tecnologia (literatura de patentes).

Para contextualizar essa perspectiva, é abordado conceitos que favorecem o seu gerenciamento como: Ciclo de Vida dos REEE, Cadeia de Gerenciamento Reversa e Ecologia Circular, que podem ser associados à preservação do meio ambiente e sustentabilidade e noções básicas sobre Propriedade Intelectual com ênfase nas patentes.

Que essa cartilha conduza à compreensão de todos que se interessam pelo gerenciamento dos REEE, fomente iniciativas que minimizem os entraves enfrentados pelo Brasil para efetivar a cadeia reversa desses resíduos, e que o conteúdo apresentado amplie o embasamento para pesquisas, produção tecnologia e inovação!

Conheça, produza e transforme.

Boa Leitura!





01 CONTEXTUALIZAÇÃO

Cenário dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo.

Contextualização

Panorama Atual



A rapidez do avanço tecnológico vem conduzindo uma quantidade e variedade de equipamentos eletroeletrônicos que, associados ao aumento da aquisição tecnológica pela população e as estratégias mercadológicas, são rapidamente transformados em resíduos desenvolvendo, assim, elevados índices de volume e nocividade.

Os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) são um problema global que se intensificam cada vez mais devido a fatores como: acelerado desenvolvimento tecnológico – levando à rápida substituição de eletrônicos para acompanhar a tendência de mercado –, expansão do mercado e popularização do uso de equipamentos, principalmente *smartphones* e *tabletes*.

Como consequência, cerca de **53,6 milhões de toneladas** de REEE foram geradas em 2019 (FORTI *et al.*, 2020), acarretando prejuízos ambientais e à saúde humana.

Segundo Baldé *et al.* (2017), o Brasil está classificado como o sétimo maior produtor de REEE no mundo. Na América, o Brasil ocupa a segunda posição como maior produtor, com 1,5 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos (6,3 milhões de toneladas). Em relação à América Latina, o Brasil é o país que tem o maior índice de geração de REEE. Além disso, apenas 2% do total produzido no país é reciclado (BRASIL, 2019).

Contextualização

Cenário Brasileiro

Entre os países da América Latina, o Brasil foi um dos primeiros que estabeleceu um marco regulatório abrangente, em âmbito Federal, para fundamentar e regular a gestão dos REEE através da **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n.º 12.305/2010**, que trouxe uma consciência reflexiva sobre a sociedade e meio ambiente, inovando a forma de gerir questões públicas ao propor a responsabilidade compartilhada e diretrizes acerca da gestão dos resíduos, além dos fundamentos no que tange à Logística Reversa (LR).

Outro avanço importante da PNRS foi a regulamentação do **Decreto n.º 10.240/2020**, o qual se dedica a estabelecer medidas legais para a estruturação e implementação da LR de REEE.

Classificação do Brasil (produção de REEE)



Fonte: Baldé et al. (2017)

Gerenciamento dos REEE

Resíduo Eletroeletrônico

Abrange uma diversidade de tipos e formas de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) que perderam valor para seus proprietários, seja por motivos de danos, quebra ou até de utilização indesejada. Considera-se como Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE) todos os componentes e materiais que se fazem presentes no momento em que um EEE é descartado (pós-consumo), cujo funcionamento está diretamente relacionado ao uso de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos e demais equipamentos que possam gerar, transferir e medir essas correntes e campos (MENDES, 2017; MANDARINO; SINAY, 2019).

Além dos impactos ambientais que causam, refletem também em aspectos sociais, pois se configuram em grave problema para o ambiente e a saúde pública porque são produtos constituídos de materiais altamente tóxicos como mercúrio, cádmio, berílio e o chumbo, tornando o seu gerenciamento complexo e necessário (CARVALHO; XAVIER, 2014; BALDÉ *et al.*, 2017; MORAIS *et al.*, 2020).



Gerenciamento dos REEE

Substâncias e os efeitos sobre a saúde

O descarte inapropriado dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos contribui para a contaminação do solo, água, ar, poeira e da própria cadeia alimentar, além das implicações à saúde pública.

O quadro a seguir apresenta algumas substâncias, e os principais danos que causam à saúde humana.

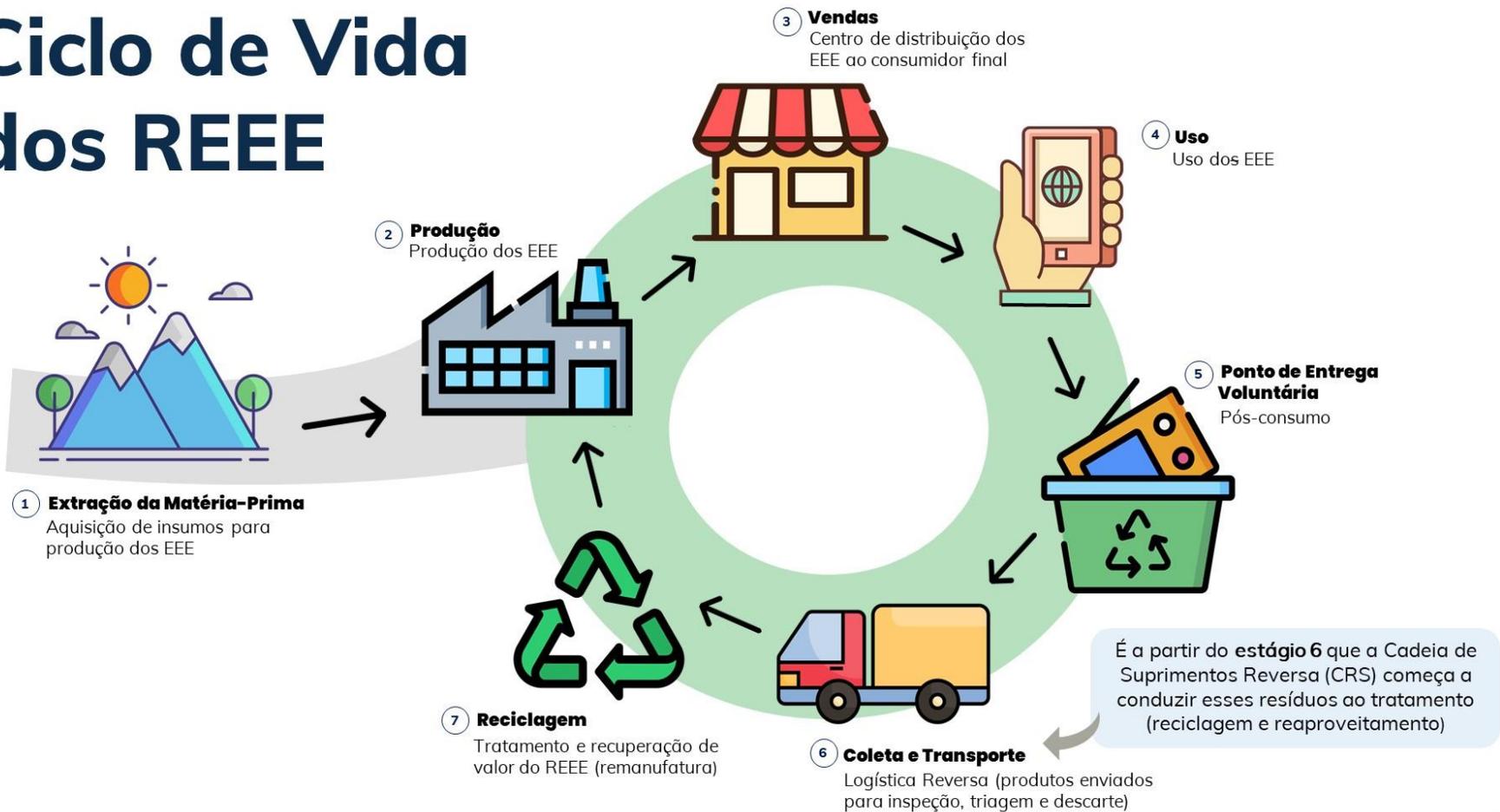
Substância	Danos à saúde humana
Antimônio (Sb)	O Antimônio foi classificado como carcinogênico (IARC 2B). Em casos de exposição crônica a esta substância, pode causar dor de estômago, vômitos, diarreia e úlceras de estômago.
Arsênio (Ar)	Tem efeitos crônicos que causam doenças de pele e câncer de pulmão, além de prejuízos das sinapses nervosas.
Bário (Ba)	Provoca edema cerebral, fraqueza muscular, danos no coração, fígado e baço, mesmo em exposição de curto prazo.
Berílio (Be)	A exposição ao berílio pode levar à beriliose, câncer do pulmão e doenças da pele. Berílio é uma substância cancerígena (IARC 1).
BFR; PBB; PBDE; TBBPA ¹	Essas substâncias são classificadas como interferentes endócrinos. Durante sua combustão, placas de circuito impresso e caixas de plástico emitem vapores tóxicos, conhecidos por causar distúrbios hormonais.
Cádmio (Cd)	Os compostos de cádmio representam um risco de danos irreversíveis à saúde humana, particularmente os rins.
Clorofluorcarbonos (CFCs)	Essas substâncias impactam a camada de ozônio, o que pode levar a uma maior incidência de câncer da pele.
Cromo Hexavalente (Cr VI)	É extremamente tóxico no ambiente, causando danos ao DNA e danos irreversíveis nos olhos.
Chumbo (Pb)	Pode danificar o cérebro, sistema nervoso, rins e sistema reprodutivo e causar doenças do sangue. O acúmulo de chumbo no ambiente resulta em ambos os efeitos, agudos e crônicos, à saúde humana.
Mercúrio (Hg)	O mercúrio pode danificar o cérebro, rins e fetos.
Níquel (Ni)	Pode provocar reações alérgicas, bronquite e redução da função pulmonar e câncer de pulmão.
Bifenilas	PCB pode causar câncer em animais e pode conduzir a danos no fígado de seres humanos.
Policloradas (PCB)	
Policloreto de Vinila (PVC)	O PVC tem o potencial de ser uma substância perigosa e contaminante tóxico do ar. A combustão incompleta de PVC libera o gás cloreto de hidrogênio, que forma o ácido clorídrico. O ácido clorídrico pode causar problemas respiratórios.
Selênio	Elevadas concentrações (5E-3 mg/kg/dia) podem causar selenose.

Fonte: Mendes (2017)

Nota: ¹ Retardantes de Chama a base de Brometos (BFR); Bifenilas Polibromadas (PBB); Éter Difenil Polibromado (PBDE); Tetrabromobisfenol (TBBPA).

Gerenciamento dos REEE

Ciclo de Vida dos REEE



Cadeia de Suprimento Reversa (CRS)

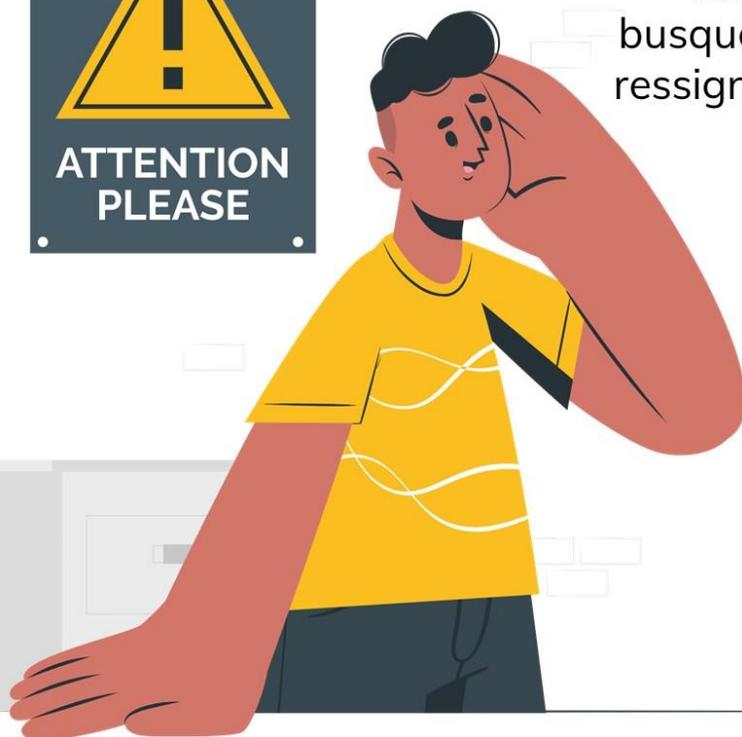
A CRS compreende uma série de atividades consideradas necessárias para a recuperação e reutilização. O desenvolvimento e coordenação da infraestrutura da LR é essencial para o gerenciamento eficiente dos resíduos, visto que viabiliza o recolhimento e os sistemas recuperação. Logo, é fundamental estabelecer estratégias que possam integrar e contemplar os envolvidos e as atividades de reaproveitamento, reciclagem, recuperação energética e deposição de resíduos em aterro (DOAN *et al.*, 2019; MATHIYAZHAGAN, 2021).

Logística Reversa

É um tema que tem estado em voga quando o assunto é a **proteção do meio ambiente e desenvolvimento sustentável**, já que é uma atividade gerencial que busca sistematizar uma Gestão dos Resíduos Sólidos (GRS), ou seja, ela se destina a cuidar dos canais de distribuição reverso do pós-consumo ou pós-venda, recolhendo e organizando os resíduos que foram dispensados.



Gerenciamento dos REEE



O gerenciamento dos REEE deve contemplar ações e estratégias que busquem reduzir os impactos ambientais e ressignificar o conceito de “fim de vida útil”.



Pensando nisso, você já ouviu falar em:

Economia Circular?

Gerenciamento dos REEE

Economia Circular (EC)

Contrapõe o modelo de Economia Linear (EL) de extração de matéria-prima, podendo ser entendido como uma nova abordagem de modelo econômico, buscando ressignificar o conceito de “fim de vida útil” de um produto atribuindo uma nova abordagem sobre o seu Ciclo de Vida.

Intuito

Preservar e reforçar a importância do capital natural pela otimização no uso dos recursos, diminuição dos descartes e gerenciamento dos fluxos renováveis e não renováveis.

Conversão da EL para EC

Pode ser convertida se considerar a relação entre o uso de recursos naturais e a geração de resíduos ao longo da cadeia produtiva.



Sustentabilidade Ambiental e Crescimento Econômico

Vislumbra preconizar a relação entre o modelo sustentável com o ritmo tecnológico e comercial, buscando minimizar os impactos gerados ao meio ambiente.

Princípio

O destino dos materiais não permeia só o gerenciamento dos resíduos, até porque a ideia é que o valor dos recursos, que um dia foi extraído e, por fim, produzidos, sejam mantidos num processo cíclico de cadeias produtivas integradas (redução, reuso e reciclagem).



03 PROPRIEDADE INTELLECTUAL

Saiba como proteger sua ideia.

Proteja a sua ideia

A Propriedade Intelectual nasce da necessidade de proteger as ideias, invenções e expressão criativa, que são frutos do intelecto humano, sendo também conhecidos como ativos intangíveis. Dessa maneira, são conferidos, por leis, direitos aos criadores e/ou titulares para que possam usufruir dos benefícios oriundos de suas criações (direitos morais e patrimoniais), sendo também resguardada a concessão sobre a comercialização, cessão e licenciamento (BAGNATO; SOUZA; MURAWARA, 2016; VANIN, 2016).

Benefícios da proteção jurídica

A proteção jurídica, além de garantir aos criadores/inventores uma recompensa por seus esforços e criatividade, proporciona estímulos para o desenvolvimento de novas criações (invenções e inovações) o que, por sua vez, possibilita o progresso econômico e social pelas transações comerciais, geração de emprego e renda, qualidade de vida e outros.

LEMBRE-SE !

INVENÇÃO

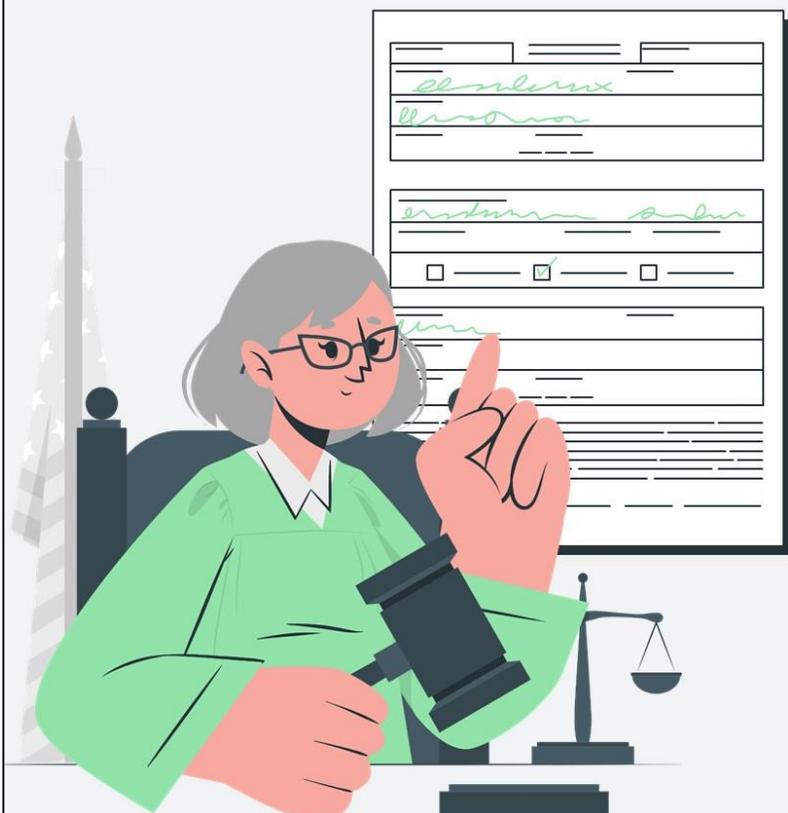
É o ato de criar/developar produtos, processos inteiramente novos, oriundos do intelecto humano.

INOVAÇÃO

É o ato de levar/colocar a invenção disponível para as pessoas, produzindo valor para a sociedade em geral.



Patente



É um título de propriedade temporária concedida pelo Estado. Garante ao seu titular a possibilidade de obter retorno sobre o investimento aplicado no desenvolvimento de novos produtos e processos industriais.

O que pode ser patenteado?

Qualquer invenção que tenha por objeto um novo produto ou processo, em todos os campos de aplicação tecnológica, desde que cumpram os requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial.

Quais os tipos de patentes?

Invenção

Produtos ou processos novos e originais. O prazo máximo de sua validade é de 20 anos a contar da data de depósito do pedido.



Modelo de Utilidade

Decorrem da melhoria/aperfeiçoamento de produtos que já existem. O prazo máximo de validade é de 15 anos a contar da data de depósito do pedido.



Fonte : Jungmann e Bonetti (2010)

Propriedade Intelectual

Existem bancos de patentes de acesso gratuito para se obter informações tecnológicas. A maioria envolve o uso de ferramentas de busca com palavras-chave definidas pelo usuário.

Bancos de patentes de acesso gratuito:

- **Base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).** Disponível em: www.inpi.gov.br (acesso às patentes depositadas no Brasil);
- **Base do Escritório Europeu de Patentes (EPO).** Disponível em: www.ep.espacenet.com.

Banco de patente de acesso restrito:

- **Base da Questel Orbit e Intelligence®**

Vantagens do uso das informações tecnológicas



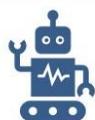
Permite visualizar tendências de tecnologias para compor estratégias e cenários futuros;



Auxilia na prospecção de novas oportunidades gerenciais de negócio (operações de compra, venda e licenciamento de tecnologia);



Possibilita identificar parâmetros sobre possíveis oportunidades e ameaças de um determinado setor econômico e social;



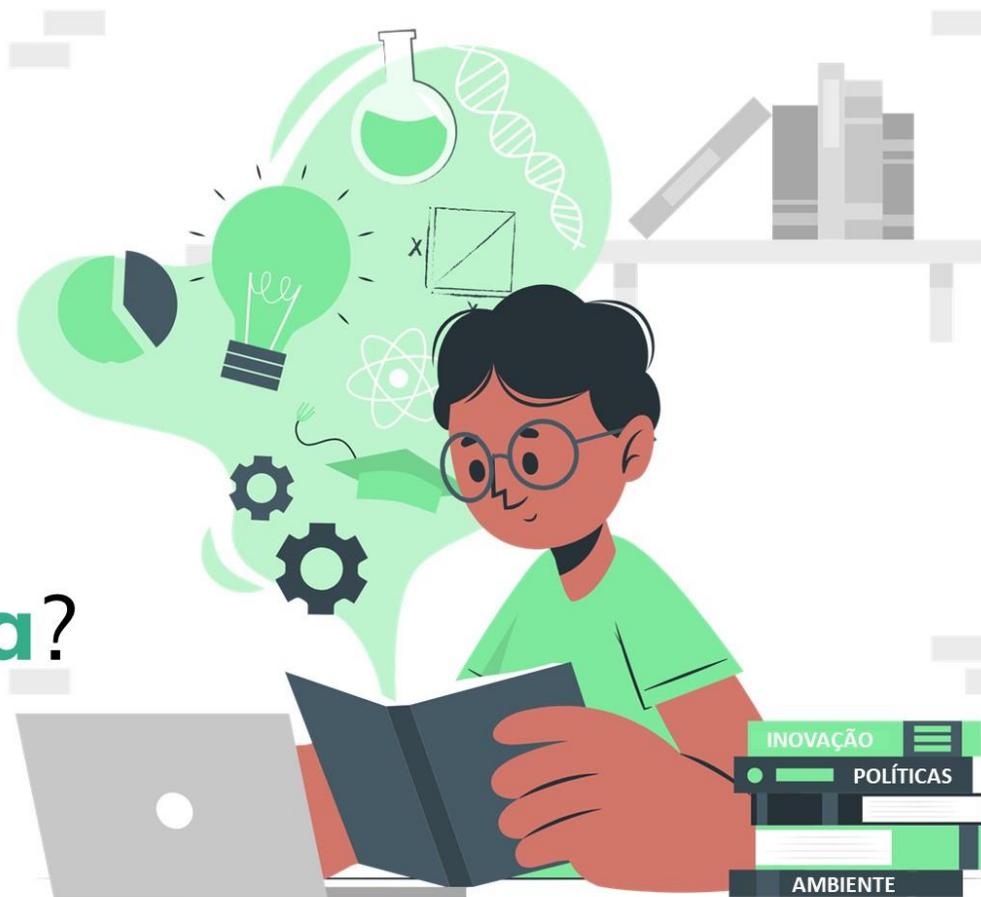
Favorece a compreensão sobre os aspectos técnicos e de usabilidade da tecnologia;



Fonte para estudos e desenvolvimento de proposições de gerenciamento.

Fonte: Adaptado de Jungmann e Bonetti (2010).

Por falar em
INOVAÇÃO,
você conhece o
ecossistema da
Hélice Quintupla?



Hélice Quíntupla

Atua como um modelo capaz de alcançar quatro setores – universidade, empresa, governo e sociedade – tendo **o ambiente como elemento transversal** a todos eles, de modo a incorporar um processo sinérgico de ações sustentáveis e uso inteligente de tecnologias, promovendo relações mais recíprocas, melhorando o desempenho no processo de desenvolvimento e inovação (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2017).

O ato de incorporar o ambiente natural como uma das hélices é uma **forma de estabelecer o alcance pela preservação, sobrevivência e vitalidade da humanidade**. Logo, os aspectos sustentáveis e a ecologia social tornam-se elementos constituintes da inovação social e da produção de conhecimento (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2017; CRILLY, 2020).





04 PROPOSIÇÕES DE GERENCIAMENTO

As patentes podem fornecer subsídios para a construção de proposições.

Principais Resultados

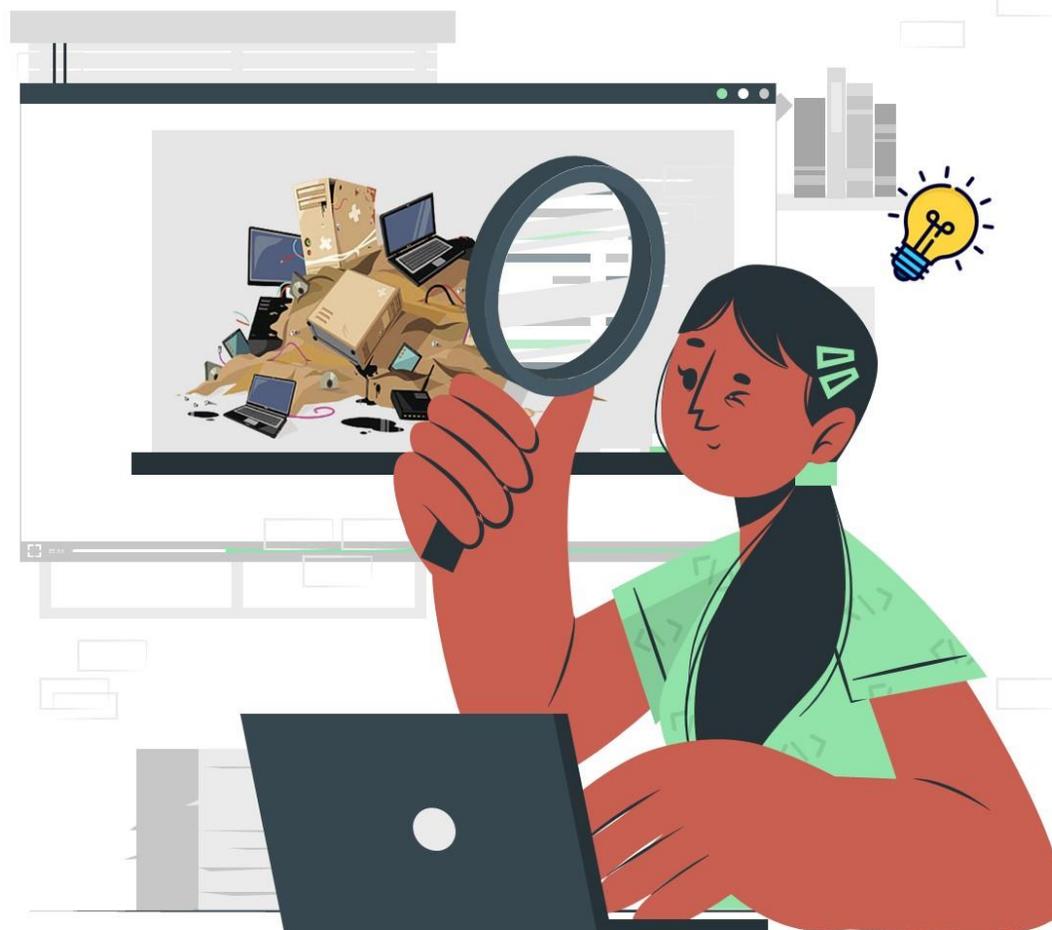


Parâmetros observados nas patentes que serviram de base para a construção das proposições. Assim, destacam-se:

- Utilização máxima dos materiais recuperados, fomentando a produção circular para tratar os REEE (uso eficiente dos recursos, reaproveitamento e preservação ambiental), e acompanhamento do ciclo de vida dos EEE e REEE ao estímulo/premissas da EC;
- Valorização da participação do consumidor na cadeia reversa por meio de informações e incentivos para o descarte correto dos REEE;
- Estímulo sobre o treinamento e mão de obra especializada para manusear os REEE nas diversas etapas do pós-consumo;
- Necessidade de rastreamento dos EEE e REEE para complementar as ações de triagem e classificação dos REEE, facilitando no direcionamento e tratamento adequado, proporcionando assim maior valorização ao resíduo.

Proposições para Gerenciamento

As proposições desenvolvidas de gerenciamento dos REEE preconiza o estímulo sobre a inovação (tecnologias, metodologias e atuações) pela abordagem analítica baseada nas patentes analisadas e na literatura, além de alinhar-se à estruturação da Hélice Quíntupla (sociedade, universidade, empresa, governo e ambiente).



Proposição 1

Promover a educação ambiental (texto informativo/educativo nas embalagens com instruções sobre o descarte dos REEE e incentivos) associada ao rendimento da participação pública.

Atores: Sociedade, Empresas e Governo



Proposição 2

Qualificar profissionalmente pessoas com vulnerabilidade social.

Atores: Sociedade, Empresa e Governo



Proposição 3

Desenvolver estudos para compreender e equacionar os custos relacionados ao gerenciamento dos REEE.

Atores: Universidade, Empresas e Governo



Proposição 4

Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias, bem como o incentivo à abertura de novas empresas, para serem implantadas nacionalmente, objetivando auxiliar o pleno desenvolvimento da Economia Circular.

Atores: Universidade, Empresas e Governo



Proposição 5

Intensificar a abrangência de programas e projetos que estão aderentes à Economia Circular e gerenciamento dos REEE em larga escala territorial.

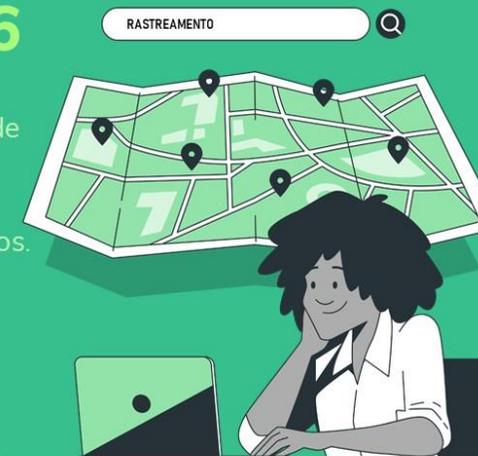
Atores: Empresas e Governo



Proposição 6

Alavancar a produção e uso de tecnologias de rastreamento para produtos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

Atores: Empresas e Governo



Proposição 7

Fomentar a criação de empresas que possam prestar serviços de caráter intelectual (consultoria) e tecnológico às recicladoras/associações e outros que participam do fluxo de REEE.

Atores: Empresas e Governo



Proposição 8

Conceder incentivos econômicos e fiscais para usuários e empresas por meio de isenções tributárias e linhas de créditos de modo a favorecer o gerenciamento dos REEE.

Atores: Empresas e Governo



Eficiência, Eficácia e Efetividade

As orientações elaboradas para o gerenciamento dos REEE buscam alcançar, a eficiência (produtividade) sobre seu dinamismo, a eficácia sobre os resultados e a efetividade sobre os impactos gerados por meio da melhoria contínua. Assim, é oportuno entender a diferença entre esses termos.



1. EFICIÊNCIA

É executar algo da melhor maneira sem ocasionar erros, perdas e desperdícios, utilizando o mínimo de recurso possível sem gerar aumento nos custos e perda de tempo.



2. EFICÁCIA

É a capacidade de cumprir metas e alcançar objetivos, obedecendo aos prazos estabelecidos e entregando os resultados esperados.



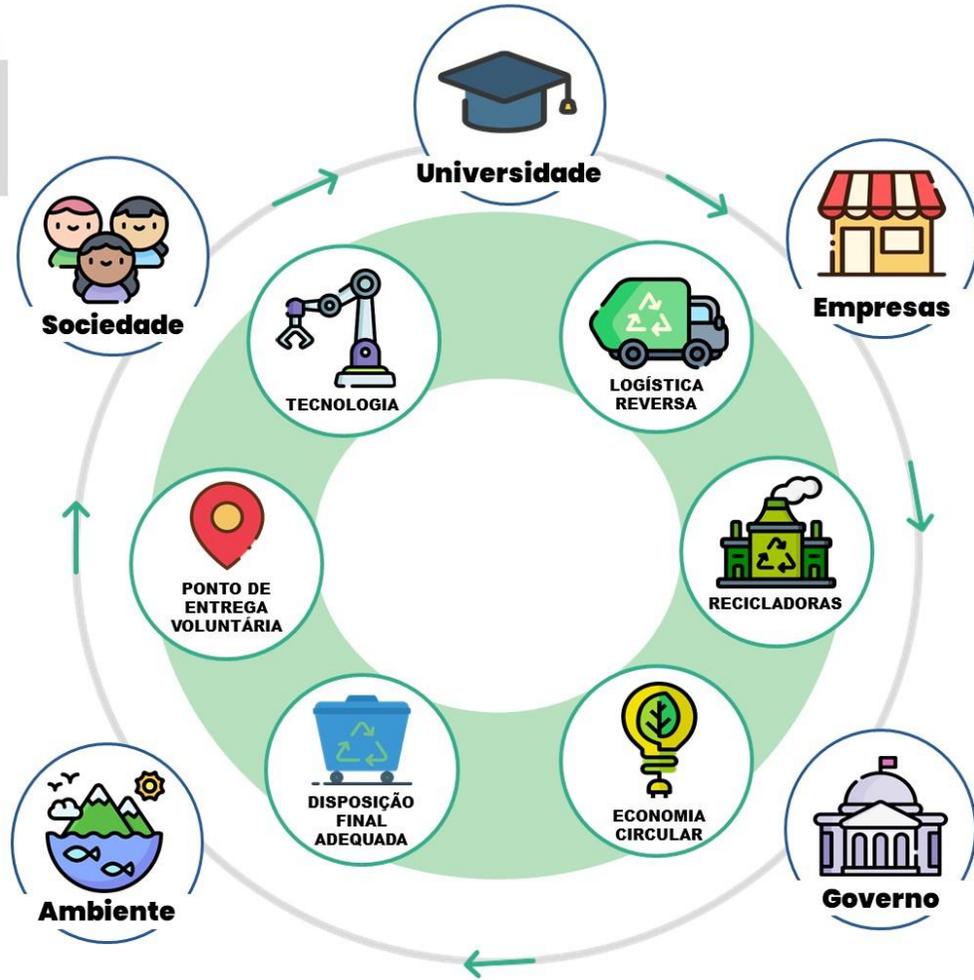
3. EFETIVIDADE

É a possibilidade de agir de modo eficiente e eficaz, ou seja, é realizar de maneira correta e da melhor forma possível o que deve ser feito (alcance dos objetivos e metas).

Fonte: FM2F Educação e Consultoria (2019).

Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/qual-a-diferenca-entre-eficiencia-eficacia-e-efetividade-como-aplica-las/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

Gestão dos REEE envolvendo a Hélice Quíntupla





05 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comentários finais acerca da temática.

Considerações Finais

Os REEE são os resíduos que mais crescem no mundo e ainda há muito que se explorar nessa área, principalmente sobre os desdobramentos do seu gerenciamento com ênfase na sustentabilidade e preceitos da Economia Circular.

As lições aprendidas e os caminhos possíveis apresentados contemplam o carácter crítico da pesquisa, contribuindo com algumas reflexões que podem ser incorporadas na sociedade, nas cadeias produtivas e outros.

As barreiras observadas quanto aos recursos tecnológicos, humanos, financeiros e ambientais podem ser encaradas e transformadas em oportunidades pela articulação, sincronismo e fluidez da Hélice Quíntupla, buscando alcançar a melhoria contínua e a eficiência sobre seu dinamismo.

Por fim, espera-se que esse trabalho contribua com o desenvolvimento da cadeia reversa dos REEE, fornecendo subsídios interessantes acerca da perspectiva da tecnologia aplicada ao seu gerenciamento.





06 SUGESTÃO DE LEITURA

Descubra mais sobre inovação e Resíduos Eletroeletrônicos.

Sugestão de Leitura

1

Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)

No site institucional do INPI é possível encontrar informações e orientações sobre os serviços e produtos oriundos do intelecto humano que são passivos de registro, concessão e garantia de direitos da propriedade intelectual da indústria.

Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br>>

2

Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)

Conheça mais sobre a lei que institui a responsabilidade compartilhada nas cadeias produtivas e o Decreto n.º 10.240/2020 que regulamenta a Logística Reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

Disponível em :

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>

<<https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.240-de-12-de-fevereiro-de-2020-243058096>>

3

The Global E-waste Monitor 2020

Este relatório contém informações sobre os resíduos eletroeletrônicos em panorama global.

Disponível em: <<http://ewastemonitor.info/>>

Referencial Teórico

- BAGNATO, V. S.; SOUZA, M. A. de; MURAKAWA, L. S. G. **Introdução à Propriedade Intelectual**. Guia Prático I. São Paulo: USP: Agência USP de Inovação, 2016.
- BALDÉ, C. P. *et al.* **The global E-waste monitor 2017**: quantities, flows and resources. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), International Solid Waste Association (ISWA). Bonn/Geneva/Vienna: UNU; ITU, 2017.
- BRASIL. **Lei n.º 12.305/2010, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 18 set. 2020.
- BRASIL. Senado Federal. **CMA avalia como elevar percentual de lixo eletrônico reciclado, hoje em 2%**. Brasília: DF, 2019. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/08/15/cma-avalia-como-elevar-percentual-de-lixo-eletronico-reciclado-hoje-em-2>. Acessado em: 31 dez. 2019.
- BRASIL. **Decreto n.º 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto n.º 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Brasília: DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm. Acesso em: 19 jul. 2020.
- CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Les systèmes d'innovation de la quadruple et de la quintuple hélice. **Innovations**, Paris, n. 54, p. 173-195, 2017. Disponível em: <https://www.cairn-int.info/journal-innovations-2017-3-page-173.htm>. Acesso em: 27 jul. 2020.
- CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, Springer, v. 1, n. 2, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>. Acesso em: 1 mar. 2020.
- CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- CRILLY, M. Common Language of Sustainability for Built Environment Professionals: The Quintuple Helix Model for Higher Education. **Energies**, Suíça, v. 13, n. 22, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/22/5860>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- DOAN, L. T. T. *et al.* E-Waste Reverse Supply Chain: A Review and Future Perspectives. **Applied Science**, [S. /], v. 9, n. 23, p. 5195, 2019.
- FORTI, *et al.* **The Global E-waste Monitor 2020**. Quantities, flows, and the circular economy potential. Disponível em: https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.
- JUNGMANN, D. de M.; BONETTI, E. A. **A caminho da inovação: proteção e negócios com bens de propriedade intelectual**. Guia para o empresário. Brasília: IEL, 2010.
- MANDARINO, M. L. F.; SINAY, M. C. F. de. O Resíduo de equipamento elétrico e eletrônico: suas principais características e nocividades. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.13, n. 2, p. 30-57, Trim. II, 2019.
- MATHIYAZHAGAN, K. *et al.* Reverse supply chain management in manufacturing industry: a systematic review. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Reino Unido, v. 70, n. 4, pp. 859-892, 2021.
- MENDES, H. M. R. **Análise de experiências internacionais com a logística reversa de eletroeletrônicos: comparação com a realidade brasileira e recomendações**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1632>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- MORAIS, M. de O. Dez anos da política nacional de resíduos sólidos: um estudo comparativo entre 2011 e 2020 sobre o entendimento dos consumidores referente ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos. **Brazilian Journal of Developmet**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 91851-91873, nov. 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/issue/view/109>. Acesso: 2 fev. 2020
- VANIN, C. E. **Propriedade Intelectual: conceito, evolução histórica e normativa, e sua importância**. **JusBrasil**, 2016. Disponível em: <https://duduhvanin.jusbrasil.com.br/artigos/407435408/propriedade-intelectual-conceitoevolucao-historica-e-normativa-e-sua-importancia>. Acesso em: 10 out. 2021

Imagens, ícones e ilustrações

- GOOGLE IMAGENS. Disponível em: <https://www.google.com/imghp?hl=pt-BR>. Acesso em: 2 nov. 2021.
- FLACTICON. Disponível: <https://www.flaticon.com/br/>. Acesso em: 2 nov. 2021.
- STORYSET. Disponível: <https://storyset.com/>. Acesso em: 2 nov. 2021.

Obs.: As imagens, ícones e ilustrações, utilizadas nessa Cartilha, foram retiradas de sites de domínio público.

ANEXO I – CERTIFICADO DE MELHOR TRABALHO NO ENPI 2020

ENPI
VI ENCONTRO NACIONAL DE
PROPRIEDADE INTELECTUAL
25 a 28 de agosto de 2020

CERTIFICADO

MELHOR TRABALHO EM GESTÃO DA INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO

O trabalho **POLÍTICAS PÚBLICAS DE LOGÍSTICA REVERSA: ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS LEGAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO** dos autores **Yris Raquel Santos de Santana, Ângela Maria Ferreira Lima, Marcelo Santana Silva, Jerisnaldo Matos Lopes**, foi premiado como melhor trabalho no VI ENPI - Encontro Nacional de Propriedade Intelectual, evento realizado online em 25 a 28 de Agosto de 2020.

SUZANA
LEITAO
RUSSO:38083
795020

Assinado de forma
digital por SUZANA
LEITAO
RUSSO:38083795020
Dados: 2020.09.03
11:22:34 -03'00'

Suzana Leitão Russo
Presidente da API

REALIZAÇÃO

Aapi
Associação Brasileira de
Propriedade Intelectual

UFERN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPgCTI
Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PPGPI
Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual

INSTITUTO FEDERAL Sergipe

APOIO

CAPES