



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LAYANNE NARA PARENTE CARDOSO

**GESTÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: Uma Análise Sob a
Perspectiva de Conflitos e Responsabilidade Compartilhada.**

Caruaru

2022

LAYANNE NARA PARENTE CARDOSO

**GESTÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: Uma Análise Sob a
Perspectiva de Conflitos e Responsabilidade Compartilhada.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Camara e Silva

Caruaru
2022

LAYANNE NARA PARENTE CARDOSO

**GESTÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: Uma Análise Sob a
Perspectiva de Conflitos e Responsabilidade Compartilhada.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Otimização e Gestão da Produção

Aprovada em: 17/06/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lúcio Camara e Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Thyago Celso Cavalcante Nepomuceno (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Patrícia Guarnieri dos Santos (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Brasília

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que tem me sustentado debaixo de sua graça e misericórdia.

Ao meu esposo, Washington Luiz, que sempre esteve presente em cada um dos desafios que enfrentei, lutando, sofrendo e comemorando ao meu lado. Que, apesar dos momentos difíceis, me apoia e incentiva a seguir na luta pelos meus objetivos.

Ao Professor Lúcio Câmara e Silva, meu orientador, pelos direcionamentos ao longo do trabalho, ensinamentos e conhecimentos compartilhados. Pessoa a quem sempre serei grata e tenho imensa admiração e respeito.

Aos professores do PPGEF do Centro Acadêmico do Agreste da UFPE pelo compartilhamento do conhecimento, pelo forte esforço dedicado ao nosso aprendizado, tendo em vista as dificuldades do curso e as barreiras oriundas do período de pandemia causada pela SARS-CoV-2 (COVID-19).

Aos meus colegas de turma, que enfrentaram diversas dificuldades, mas que sempre estiveram presentes, mesmo que de forma virtual, ao longo de toda essa trajetória. De um modo especial, agradeço à ajuda ímpar e conhecimentos compartilhados de minhas companheiras de curso e amigas, Isloana Karla, Lais de Moura e Maria Karoliny, pois foram como anjos que apareceram na minha jornada.

RESUMO

A indústria eletroeletrônica como um todo tem enfrentado tanto os desafios inerentes à atuação em ambientes dinâmicos e que exigem altos níveis de competitividade, como aqueles característicos das boas práticas ambientais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece a implementação de redes de logística reversa para vários resíduos, dentre eles os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Um dos principais pontos dessa legislação é o princípio da "responsabilidade compartilhada". Assim, identificar e compreender as interações entre as várias causas e dimensões torna-se essencial, no contexto em que surge o conflito, para determinar possíveis áreas de intervenção, bem como a concepção de abordagens e métodos adequados para a prevenção de conflitos, sua resolução e transformação. O sistema de apoio à decisão do Modelo Grafo para Resolução de Conflitos (GMCR), foi aplicado para simular a análise e resolução de um conflito real envolvendo resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. A descrição do conflito foi baseada em artigos científicos publicados ao longo dos anos e selecionados para esta pesquisa. A revisão da literatura adotou o protocolo *Methodi Ordinatio* como base para a metodologia de exploração bibliográfica. Para realizar o mapeamento dos conflitos abordados na pesquisa foi utilizado o bibliometrix R, uma ferramenta de código aberto para pesquisa quantitativa em cientometria e bibliometria que inclui todos os principais métodos de análise bibliométrica. Logo constata-se neste contexto a necessidade de acordos de comprometimento promovidos por instituições governamentais em parcerias com empresas envolvidas no processo, uma vez que foi instituído o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos afim de determinar ações educacionais, favorecendo a eficiência nos procedimentos de recuperação da logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, possibilitando que cada um faça a sua parte amparando diversas áreas no cenário ambiental e empresarial. Esse estudo possui contribuições teóricas, metodológicas e práticas – ao apontar a importância e consequências para a remanufatura, reciclagem e destino ambientalmente adequado dos REEE, – ao realizar uma revisão sistemática da literatura a fim de obter uma base de dados sólida e relevante para aplicação do

programa GMCR, – fazendo uso do GMCR propondo uma aplicação real para resolução de conflitos na gestão do REEE.

Palavras-chave: resíduos eletroeletrônicos; logística reversa; revisão sistemática de literatura; conflito; GMCR.

ABSTRACT

The electronics industry as a whole has faced both the challenges inherent to operating in dynamic environments that require high levels of competitiveness, as well as those characteristic of good environmental practices. The National Solid Waste Policy establishes the implementation of reverse logistics networks for various types of waste, including waste electrical and electronic equipment. One of the main points of this legislation is the principle of "shared responsibility". Thus, identifying and understanding the interactions between the various causes and dimensions becomes essential, in the context in which the conflict arises, to determine possible areas of intervention, as well as the design of appropriate approaches and methods for the prevention of conflicts, their resolution, and transformation. The Graph Model for Conflict Resolution (GMCR) decision support system was applied to simulate the analysis and resolution of a real conflict involving waste electrical and electronic equipment. The description of the conflict was based on scientific articles published over the years and selected for this research. The literature review adopted the Methodi Ordinatio protocol as the basis for the bibliographic exploration methodology. To map the conflicts addressed in the research, bibliometrix R was used, an open source tool for quantitative research in scientometrics and bibliometrics that includes all the main methods of bibliometric analysis. In this context, the need for commitment agreements promoted by government institutions in partnerships with companies involved in the process is soon seen, since the principle of shared responsibility for the life cycle of products was established in order to determine educational actions, favoring efficiency in the reverse logistics recovery procedures for waste electrical and electronic equipment, allowing everyone to do their part supporting different areas in the environmental and business scenario. This study has theoretical, methodological and practical contributions - by pointing out the importance and consequences for the remanufacturing, recycling and environmentally appropriate disposal of WEEE, - by carrying out a systematic review of the literature in order to obtain a solid and relevant database for the application of the GMCR program, - making use of GMCR proposing a real application for conflict resolution in WEEE management.

Keywords: electronic waste; reverse logistic; systematic literature review; conflict; GMCR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Categorias de Resíduos Eletroeletrônicos.....	24
Quadro 2 –	Alguns elementos com potencial de dano presentes nos REEE.....	25
Figura 1 –	Economia linear.....	27
Fluxograma 1 –	Fases do <i>Methodi Ordinatio</i>	34
Figura 2 –	Palavras mais frequentes no banco de dados da pesquisa.....	41
Gráfico 1 –	Produção científica anual sobre REEE.....	41
Fluxograma 2 –	Estrutura do modelo grafo para resolução de conflitos.....	49
Quadro 3 –	Decisores e opções.....	50
Quadro 4 –	Significado dos conceitos de solução.....	53
Quadro 5 –	Sugestões para empresas e governantes.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Autores mais relevantes para a pesquisa e seus respectivos Fatores-H.....	42
Tabela 2 – Avaliação e comparação de periódicos.....	43
Tabela 3 – Conflitos e seus Atores.....	43
Tabela 4 – Ranking de preferências.....	52
Tabela 5 – Estados e seus respectivos equilíbrios.....	53

LISTA DE SIGLAS

AS	Acordo Setorial
CI	Número de Citações
EC	Economia Circular
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
GMCR	<i>The Graph Model for Conflict Resolution</i>
LR	Logística Reversa
IO	<i>Index Ordinatio</i>
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
TC	Termo de Compromisso
TIC	Tecnologias da informação e comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo geral.....	17
1.2.2	Objetivos específicos.....	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	LOGÍSTICA REVERSA.....	19
2.2	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	22
2.3	ECONOMIA LINEAR.....	27
2.4	ECONOMIA CIRCULAR E OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	29
2.5	CONCEITUAÇÃO DE CONFLITO.....	32
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	34
3.1	ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	39
3.2	ANÁLISE DE CONFLITOS.....	43
4	APLICAÇÃO DO GMCR.....	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, será apresentado o contexto em que a pesquisa se insere, ou seja, a problemática dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, uma breve introdução aos métodos empregados, bem como os objetivos da pesquisa e justificativa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

A preocupação do homem com o meio ambiente surge de maneira incisiva após a Revolução Industrial e a partir da constatação do caráter finito desses, quando se intensificou os problemas ambientais. De acordo com Barbieri (2007), a era industrial foi responsável pelo aumento da degradação ambiental, pois trouxe o avanço de técnicas produtivas intensivas que demandam uma grande quantidade de materiais e energia para atender aos mercados em expansão.

O constante aumento na geração de resíduos sólidos numa sociedade com consumo evidenciado, além de promover consideráveis adversidades ao meio ambiente, impacta de forma negativa a qualidade de vida da população (CAMPOS, 2014). Nesse sentido, Castro e Araújo (2004) afirmam que os tipos de consumo e produção contribuem para o aumento diário da quantidade de resíduos de toda espécie.

Entre as esferas consideradas prioritárias para o desenvolvimento industrial no País, destacam-se as que compõem a indústria eletroeletrônica, entre elas: componentes eletrônicos, informática, telecomunicações e eletrônica de consumo. Elas executam um papel crucial no sistema econômico, uma vez que geram um grande número de produtos e estão presentes em diversos outros setores, mesmo que indiretamente (OLIVEIRA e SILVEIRA, 2009).

A indústria eletroeletrônica como um todo tem enfrentado tanto os desafios inerentes à atuação em ambientes dinâmicos e que exigem altos níveis de competitividade, como aqueles característicos das boas práticas ambientais. Desde 2006, por exemplo, estão em vigor na União Europeia restrições ambientais para a comercialização de seus produtos por meio das diretivas RoHS (Restriction of Hazard Substances) (restrição de substâncias perigosas) e WEEE (Waste of Electro-Electronic Equipments) (em português, REEEs/Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos) (PEREIRA e SILVEIRA, 2014).

Ainda segundo Pereira e Silveira (2014), a diretiva WEEE trata da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, definindo requisitos tanto para minimizar a quantidade desses resíduos como para tratar os resíduos efetivamente gerados. Essas diretivas vêm sendo adotadas integral ou parcialmente também em diversos outros países, como China, Japão e Estados Unidos. No Brasil, o impacto causado pelo descarte de produtos eletroeletrônicos e de resíduos sólidos de outras indústrias, motivou a elaboração e publicação em 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS responsabiliza as empresas e demais participantes da cadeia produtiva pela destinação final dos produtos quando estes atingem o prazo de vida útil ou tornam-se inservíveis ao consumidor (PEREIRA e SILVEIRA, 2014).

A PNRS estabelece a implementação de redes de logística reversa para vários resíduos, dentre eles os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) ou, lixo eletrônico (e-waste). Um dos principais pontos dessa legislação é o princípio da "responsabilidade compartilhada", que estabelece que todos os atores de uma cadeia de suprimentos são responsáveis pela logística reversa, como fabricantes, distribuidores, importadores, varejistas, governo e o consumidor final. A responsabilidade compartilhada é uma condição bastante favorável à existência de conflitos, que devem ser devidamente tratados sob o perigo de colocar em risco a própria PNRS. (GUARNIERI *et al.*, 2016).

Silva, Oliveira e Martins (2007) observaram que a situação do lixo eletrônico no Brasil ainda é uma questão que requer bastante atenção de iniciativas públicas, privadas e da própria população, principalmente no que tem relação ao manuseio seguro, e à disponibilização de informação sobre essa categoria de resíduos. Alegretti, Oliveira e Jung (2018) verificaram que os principais desafios encontrados na gestão dos REEE são a ausência de informações referente a quantidade de produtos eletrônicos retornados, ocasionando incertezas na previsão de demandas e a precariedade na construção da conscientização ambiental devido à deficiência na divulgação quanto à relevância da logística reversa dos resíduos eletrônicos.

Podemos observar que, existe uma lacuna no que diz respeito ao pós-consumo dos REEE no Brasil. Além de uma grande carência de empresas especializadas no seu gerenciamento, há um desinteresse do mercado secundário de materiais para os REEE, tendo como consequência o descarte inadequado (RODRIGUES, 2007).

A predisposição de esgotamento das matérias-primas e práticas ineficientes de gestão de resíduos, são um pequeno número dos fatores que estão obrigando as

empresas a enfrentarem esses desafios e repensarem os seus modelos de negócio, saindo do processo linear tradicional e a adotar os princípios da economia circular (ROSA, SASSANELLI e TERZI, 2019). A Ellen Macarthur Foundation (EMF, 2013) advertiu que os últimos 150 anos de evolução industrial foram subordinados por esse modelo linear de produção e consumo, em que os bens são fabricados a partir de matérias-primas, vendidos, usados e depois descartados como resíduos.

Entre os bens que são usualmente rejeitados após o uso, estão os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) e seus resíduos (REEE) (ISLAM E HUDA, 2018). A reabilitação dos resíduos desses produtos, está despertando o interesse da população (ATLASON, GIACALONE e PARAJULY, 2017), uma vez que possuem tanto materiais tóxicos quanto valiosos (ISLAM E HUDA, 2018). São encontrados metais como cobre, ouro e prata, além de materiais críticos como tungstênio, nióbio e cobalto. Assim, muitos países definiram formas para recuperar esses materiais estratégicos e críticos dos resíduos eletrônicos nas últimas duas décadas (GUARNIERI *et al.*, 2020).

Conforme Santos (2009), “um pequeno número de autores estabelecem uma diferença entre resolução de conflito (*‘conflict resolution’*) e definição ou engajamento sobre conflitos (*‘conflict settlement’*)”, tendo esta última como objetivo “terminar a situação de conflito, independentemente de os objetivos das partes não tenham sido totalmente alcançados”. Entre as classes de conflito, têm-se os conflitos ambientais.

De acordo com Bob e Bronkhorst (2010), as causas dos conflitos ambientais diversificam em todo o mundo e suas manifestações divergem consideravelmente, podendo acontecer de várias formas, desde guerras absolutas até genocídios e divergências em nível local.

Segundo Lieberman e Hillier (1988), a Teoria dos Jogos é uma teoria matemática que trata e modela situações competitivas que abrangem processos de tomada de decisão quando um ou mais “tomadores de decisão” interagem entre si. Ainda segundo os autores, essa teoria possibilita o desenvolvimento de critérios racionais para a escolha de estratégias de decisão. Ela está inserida na pesquisa operacional e economia e busca caracterizar e antecipar cenários de comportamentos decisórios e econômicos mediante a aplicação de modelos matemáticos para a análise de situações de conflitos descrevendo um importante método para estudo e resolução de conflitos (LIEBERMAN e HILLIER, 1988).

A teoria metagame é uma técnica de análise de conflitos fundamentada na teoria dos jogos que foi elaborada durante os anos 60 para o processo de negociação do primeiro acordo SALT nos Estados Unidos, e aplicada pela Agência Norte Americana para controle de armas e desarmamento (*US Arms Control and Disarmament*). De acordo com Howard (1989), essa técnica também foi aplicada no conflito do Vietnã e Árabe Israelense, mostrando-se válido na análise de conflitos políticos, econômicos, militares e no gerenciamento de organizações.

Para Mattos (2000), a finalidade da técnica metagame é gerenciar situações de conflito, por meio de elaboração de cenários que apresentam as atitudes adotadas pelos agentes de decisão em um processo de negociação.

Em 1984, Fraser e Hipel reproduziram a teoria metagame e elaboraram uma metodologia chamada método de análise de conflitos (RIBEIRO, 1992), consistindo em uma ferramenta de modelagem flexível para analisar conflitos que incluem desde a área militar, energética, ambiental às áreas de engenharia e negociações (RIBEIRO, 1992).

Posteriormente, o método Fraser e Hipel (1984) de análise de conflitos conduziu a elaboração de outros métodos de análise, GMCR (*The Graph Model for Conflict Resolution – Modelo Grafo para Resolução de Conflitos*) (FANG, HIPEL e KILGOUR, 1993) e o Sistema de Suporte de Apoio à Decisão GMCR II (FANG, HIPEL, KILGOUR e PENG, 2003a, 2003b).

Refere-se a uma metodologia flexível de resolução de conflitos, com princípios matemáticos sólidos e realistas, que permitem conduzir com precisão as decisões estratégicas, antecipar soluções e contribuir na avaliação da viabilidade política, econômica, ambiental e social de cenários alternativos à solução de conflitos ambientais (HIPEL *et al.*, 1997). Segundo Philpot, Hipel e Johnson (2016), o modelo da suporte aos tomadores de decisão na conformidade das soluções e das oportunidades que eles têm para alcançar os resultados pretendidos. O GMCR foi executado em um sistema de apoio à decisão (SAD), titulado GMCR II (HIPEL *et al.*, 1997; FARIS *et al.*, 2016). O SAD permite que a abordagem da metodologia GMCR seja facilmente aplicada a problemas reais.

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 analisa a revisão de literatura e os fundamentos teóricos para identificar e analisar as políticas existentes sobre REEE, economia circular e os conflitos presentes na gestão de REEE. A revisão sistemática de literatura realizada com o *Methodi Ordinatio* junto a

metodologia realizada com o bibliometrix é apresentada na Seção 3. A Seção 4 apresenta a aplicação do GMCR e discute minuciosamente os resultados obtidos, apresentando suas possíveis causas e relações. Por fim, as considerações finais são dadas na Seção 5.

O GMCR foi aplicado para resolver conflitos ambientais práticos do mundo real, em especial, nesta pesquisa, envolvendo questões de gerenciamento de REEE, uma vez que essa lacuna foi identificada.

Assim, identificar e compreender as interações entre as várias causas e dimensões torna-se essencial, no contexto em que surge o conflito, determinando possíveis áreas de intervenção, bem como a concepção de abordagens e métodos adequados para a prevenção de conflitos, sua resolução e transformação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 objetivo geral

Analisar os conflitos resultantes e relacionados à Responsabilidade Compartilhada de Resíduos Eletroeletrônicos e Economia Circular sob a perspectiva da tomada de decisão e prevenção de conflitos.

1.2.2 objetivos específicos

- Elaborar uma revisão sistemática, buscando os conceitos essenciais referentes a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos e Teoria de Conflito;
- Destacar alguns métodos de resolução de conflitos, identificando suas diferentes segmentações, a fim de obter insights estratégicos para suportar a construção de políticas de gestão de resíduos eletroeletrônicos;
- Destacar as contribuições quanto a eficiência nos procedimentos de recuperação da logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos;
- Apresentar o GMRC para reestruturação de problemas e apoio a resolução de conflitos em gestão do lixo eletrônico;
- Utilizar o programa GMCR para, a partir da resolução de conflitos, analisar e mapear formalmente os principais conflitos na gestão de REEE;

- Propor ações para melhorar o processo de tomada de decisão e prevenir conflitos no contexto de responsabilidade compartilhada de REEE.

1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha do estudo acerca da gestão dos REEE se dá em virtude de sua classificação na categoria de resíduos perigosos, da presença de metais preciosos em sua composição e do constante aumento de sua geração em países desenvolvidos e emergentes, como o Brasil. Os equipamentos eletroeletrônicos possuem substâncias tóxicas em sua composição, como chumbo, mercúrio, cádmio e antimônio, que são extremamente contaminantes, se em contato direto com humanos, o solo, o ar e água. Por outro lado, também, possuem metais preciosos como ouro e prata (MANHARDT, 2010).

Assim, este estudo justifica-se pelo fato de o Brasil apresentar um mercado latente para o desenvolvimento e prática da cadeia reversa (ABDI, 2013), sobretudo se associada aos REEE, fazendo desse trabalho importante ferramenta para entender sobre a temática proposta aplicada ao cenário nacional (SANTOS, 2012), bem como a sua relação com a sustentabilidade. Em razão de que foi observada uma lacuna na literatura sobre a resolução de conflitos ambientais, tendo o presente trabalho o objetivo de contribuir para o preenchimento desta lacuna, na parcela que cabe ao conflito no gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos. Uma vez que, a reciclagem de resíduos tem fortes externalidades positivas para restauração de recursos e proteção ambiental (CAO *et al.*, 2016).

Além disso, esse estudo possui contribuições teórica – ao apontar a importância e a corresponsabilidade da população consumidora, empresas e governos em relação as consequências para a remanufatura, reciclagem e destino ambientalmente adequado dos REEE, metodológica – ao utilizar o *bibliometrix* e a base de pesquisa *Web of Science* para realização de uma revisão sistemática da literatura a fim de obter uma base de dados sólida e relevante para por fim realizar a aplicação do programa GMCR, e prática – uma vez que fazemos uso do GMCR propondo uma aplicação real para resolução de conflitos na gestão do REEE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Segundo Leite (2009), Logística Reversa/LR é uma área comparativamente nova para empresas e comunidade em geral, em todo o mundo. LR é uma área considerada bem específica que se preocupa com reutilização de produtos e materiais, iniciada na coleta dos produtos e peças usadas até o seu processamento, com o intuito de assegurar uma recuperação sustentável.

A logística reversa veio para auxiliar na redução dos impactos ambientais provocado pelo acúmulo de resíduo. A responsabilidade dos resíduos gerados pelas empresas já estão deixando de ser do governo; legislações ambientais estão aos poucos passando essa responsabilidade para as empresas ou suas cadeias industriais (LEITE, 2009).

A logística reversa de pós-consumo foi instituída no Brasil através da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, intitulada de Política Nacional de Resíduos Sólidos/PNRS (Decreto Nº 7.404). De acordo com esta Lei, a LR é um instrumento de desenvolvimento social e econômico, retratando um conjunto de ações, meios e procedimentos que serão designados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial e/ou industrial, para que os mesmos possam ser reutilizados, no mesmo ciclo, em outros ciclos produtivos, ou para que uma destinação ambientalmente adequada seja dada (BRASIL, 2010a).

Uma reflexão sobre o que ressalta a Lei será apresentada, com a definição de logística reversa por Leite (2003) citado por Razzolini Filho e Berté (2013, p.64), afirmando:

Logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

A logística de pós-venda tem seu canal reverso definido, envolvendo o retorno do produto do ponto de venda, de distribuição ou/e de consumo ao centro produtivo por motivos de irregularidades na embalagem, troca de componentes, defeitos ou defeitos no produto entre outros. Ao mesmo tempo que a logística de pós-consumo

abrange os produtos que não tem mais serventia a quem os adquiriu inicialmente ou que já chegaram ao fim de sua vida útil, enfatizando-se por possibilitar a revalorização dos materiais extraídos de inúmeros produtos, através da reutilização e reinserção no mercado outra vez, tornando-se um mecanismo de desenvolvimento econômico (AMARAL, RODRIGUES e GONÇALVES, 2012).

Leite (2013) destaca várias categorias de produtos que precisam retornar para as fábricas de origem, reparo ou descarte devido as exigências da PNRS uma vez que propiciam ganhos econômicos, como:

- I - Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- II - Pilhas e baterias;
- III - Pneus;
- IV - Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Ainda segundo Leite (2013), a LR dos agrotóxicos, pneus e óleos já é praticada no país e deveria servir como espelho de melhores práticas para outros produtos, visto que apresentaram significativos avanços em seus respectivos setores da reciclagem.

Para Oliveira (2016), a LR é um instrumento indispensável na gestão eficaz dos resíduos eletrônicos, permitindo uma conscientização ambiental através da sustentabilidade, uma vez que por meio dos procedimentos da reciclagem proporciona o aumento de empregos, empreendimentos, otimiza a utilização de recursos naturais assim como a eficiência energética, além de contribuir para a redução no volume de lixo e gases que causam o efeito estufa.

O autor Oliveira (2016, p. 95) cita em relação aos REEE: “Apesar de a PNRS estabelecer um fluxo de LR para os REEE, o ciclo de vida atual desse tipo de resíduo, no Brasil, é ‘aberto’, deficiente e praticado de forma voluntária”.

No compreensão de Leite (2013), os desafios na execução da PNRS desses elementos são:

- Conflito de interesses produtora / recicladoras;
- Custos e definição dos processos;
- Modais de transporte;
- Sistema de Informação;
- Características dos materiais;
- Análise de mercado;

- Normas Operacionais;
- Extensão territorial do país;
- Ausência de divulgação de notícias e informações a respeito do que compreende a legislação.

Segundo Rodrigues (2007), há uma lacuna no que diz respeito ao pós-consumo dos REEE no Brasil. Verificou-se uma grande carência de empresas especializadas no seu gerenciamento, além da falta de interesse do mercado secundário de materiais para os REEE (sucatas), resultando no descarte inadequado.

Vieira *et al.* (2020) observou em sua pesquisa uma incompatibilidade nas respostas dos entrevistados, verificando que podem entender que as ações de separação e reparos são práticas informais e não fazem parte da LR. A assistência técnica pode apenas procurar ganhar dinheiro com a revenda dos produtos, pois não dispõe de tecnologia nem mão de obra qualificada para aproveitar as atividades de desmontagem e desse modo revender o material para sucata. Este fato fortalece outra questão levantada nos estudos examinados em sua pesquisa, em particular, o predomínio das práticas informais relacionadas a logística reversa.

Em um estudo sobre o entendimento ambiental e os REEE, em Mossoró (RN), Linhares (2012) declarou que 38% dos entrevistados não tinham conhecimento sobre a presença de substâncias tóxicas e prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, presentes nos componentes eletrônicos. A grande maioria dos pesquisados (84,5%) afirmou não conhecer qualquer ponto de coleta para o recolhimento dos resíduos tecnológicos. Ademais, uma grande parte dos entrevistados (71,7%) relataram desconhecer a veracidade de que as lojas de eletroeletrônicos devem arrecadar os resíduos provenientes desses equipamentos eletrônicos.

Aproveitando-se dos estudos de Lavez *et al.* (2011), as placas de circuitos impressos (PCI) representam 20% do total de produtos eletrônicos recebidos e são elementos mais interessantes para à reciclagem já que geralmente representam 80% do faturamento da empresa e usualmente tem como destino de tratamento a Alemanha e Estados Unidos, já que o Brasil não dispõe de tecnologia para o aprimoramento destes metais. Segundo Kunrath e Veit (2015, p.71), “isso ocorre basicamente por dois motivos: a tecnologia necessária para essa reciclagem é de alto custo e a quantidade passível de PCI coletada dentro do território nacional não seria suficiente para operar uma planta industrial”.

Cabe observar que conforme as informações do setor de eletroeletrônicos embora uma área sempre crescente, este se apresentou queda nos índices de produtividade entre os anos de 2014 a 2016 (ABINEE, 2017). Em compensação o resíduo destes materiais no mesmo período foi estimado em cinquenta e dois bilhões de dólares o que apresenta viabilidade financeira (OLIVEIRA, 2016).

A decisão de adotar a LR deve partir primeiramente das empresas, gerando condições para que os consumidores restitua seus produtos obsoletos (VIEIRA, SOARES e SOARES, 2009). De acordo com a Lei n.º 12.305/2010, a destinação final ambientalmente apropriada seria a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações permitidas pelos órgãos competentes (BRASIL, 2010a).

Na logística reversa, a população é peça fundamental para o sucesso do fluxo adequado de resíduos, visto que os cidadãos são os consumidores finais dos produtos e, assim sendo, os responsáveis claros pelo correto descarte desses (SIQUEIRA e MARQUES, 2012). Sem o comprometimento dos consumidores, a execução desta prática será impossível, uma vez que para que a logística reversa possa acontecer, as empresas dependem justamente dos consumidores, de maneira que, se estes não fizerem a devolução dos produtos obsoletos, as empresas ficarão impedidas de devolvê-los ao ciclo produtivo, quando possível, nem sequer dar-lhes uma destinação final ambientalmente adequada (VIEIRA, SOARES e SOARES, 2009).

2.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A gestão dos resíduos sólidos, é orientada no Brasil, pela Política Nacional De Resíduos Sólidos/PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010. A PNRS determinou um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, metas e ações a serem exercidos com vistas ao gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos. Determina a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e compete ao poder público local – distrito federal e municípios – a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios (BRASIL, 2010a).

Segundo o Art. 30 da PNRS é instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser estabelecida de forma individualizada e encadeada, englobando os produtores, importadores, distribuidores e comerciantes, os

consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Esta política possui como ferramenta o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos/SINIR, sendo um sistema de informações que atua perante a coordenação e articulação do Ministério do Meio Ambiente/MMA, arrecadando e sistematizando dados inerentes aos serviços públicos e privados de gerenciamento de resíduos sólidos, dessa forma possibilitando o monitoramento e a fiscalização, além da avaliação da eficiência do gerenciamento dos resíduos sólidos, dos resultados, impactos e acompanhamento das metas estabelecidas nos planos, dando à população informações sobre as atividades da PNRS. (BRASIL, 2010b)

No que tange à responsabilidade do manuseio, do acondicionamento e da disposição para tratamento, cabe ao estabelecimento produtor. Porém, dependendo do tipo de tratamento, pode existir uma responsabilidade compartilhada entre o poder público municipal e a instituição produtora dos resíduos, conforme as condições financeiras e os interesses das partes envolvidas. Destaca-se que a participação do elo consumidor é essencial para viabilizar a LR. No entanto, esta participação está vinculada à inserção e continuidade dos Programas de Educação Ambiental que abrange a conscientização e a sensibilização deste elo (GRACIANI; FERREIRA, 2014).

Um dos conceitos pertinentes da PNRS (Brasil, 2010a), para o gerenciamento dos resíduos sólidos é a logística reversa. É imposto pela PNRS aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar sistemas de LR, com a função de otimizar a integração do fluxo reverso entre os participantes da cadeia de suprimentos por meio de retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, possibilitando assim o reaproveitamento ou a destinação ambientalmente correta para os resíduos. (BRASIL, 2010a).

A PNRS tem por objetivo certificar o retorno destes materiais ao ciclo produtivo, diminuir a extração de novos recursos naturais e imputar a responsabilidade pela destinação apropriada dos resíduos, mesmo que para isso necessite contratar outra empresa que colete e os trate. Também, tem como propósito estimular o desenvolvimento de novos negócios e a participação legalizada de catadores informais por meio de incentivos fiscais, financeiros e creditícios (OLIVEIRA, 2016).

A latente recuperação de materiais valiosos e as práticas comerciais sustentáveis, nos últimos vinte anos, mostrou que o conceito de LR tem sido aceito e

praticado em indústrias de manufatura (ISLAM e HUDA, 2018). A LR é reconhecida como importante parte da economia circular, possibilitando a reavaliação dos REEEs, inserindo-os mais uma vez em um novo processo de produção (GUARNIERI *et al.*, 2020), sendo, logo, essencial, aprimorar a coleta, o tratamento e a reciclagem dos produtos no final de sua vida útil (QIANG e ZHOU, 2016). Podemos dividir os REEE em cinco categorias descritas no Quadro 1:

Quadro 1 – Categorias de Resíduos Eletroeletrônicos

CATEGORIAS	EXEMPLOS DE PRODUTOS
Linha Branca	Grandes eletrodomésticos: máquinas de lavar roupas, geladeiras, freezers, fogões, micro-ondas, entre outros.
Linha de Consumo	Liquidificadores, cafeteiras e demais aparelhos eletrodomésticos utilizados na cozinha, secadores, ferro de passar, brinquedos, equipamentos médicos e de monitoramento, transformadores, entre outros.
Linha TI e Telecom	Computadores, telefones celulares e fixos, interfones, notebooks, <i>netbooks</i> , impressoras, scanners, aparelhos de fax, entre outros.
Linha de Som e Imagem	Televisores, aparelhos de DVDs e <i>blue ray</i> , câmeras de foto e vídeo, rádios, videogames, calculadoras, <i>CD players</i> , entre outros.
Pilhas, Baterias e Lâmpadas	Pilhas de uso doméstico, baterias automotivas, baterias de computadores, baterias de celulares e telefone, baterias industriais, lâmpadas fluorescentes e incandescentes e do tipo LED.

Fonte: Adaptado de WEEE (2010), ELETROS (2010), elaborado por Guarnieri (2011, p. 221).

Conforme mostra o Quadro 1, os REEE se dividem em: Linha branca, Linha de Consumo, Linha de TI e Telecom, Linha de Som e Imagem e Pilhas/Baterias/Lâmpadas (GUARNIERI, 2011). De acordo com a norma 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas/ABNT, desde o momento em que o aparelho ou produto eletrônico é descartado ou tem sua vida útil finalizada, ele se torna resíduo, podendo ser classificado como classe I (resíduos que apresentam riscos ao meio ambiente e a saúde pública), necessitando, portanto, seguir as normas sugeridas de armazenamento, transporte e destinação final apresentadas na ABNR

NBR 12.235/1992 para assim prevenir danos à saúde humana e ao meio ambiente (TORRES e FERRARESI, 2012).

O processo engloba o manuseio e o gerenciamento de equipamentos eletroeletrônicos/EEE, produtos, componentes e materiais a serem recuperados e que poderão mais adiante, serem disponibilizados por meio de revenda, remanufatura, reciclagem ou reutilização (COSTA e VALLE, 2006).

Além da LR, a PNRS instituiu também a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto estabelecendo deveres aos vários atores desse cenário: [...] conjunto de deveres individualizados e associados dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manuseio dos resíduos sólidos, com objetivo de minimizar o volume de resíduos sólidos e resíduos gerados, como também para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental resultantes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei [...] (BRASIL, 2010a).

Os autores Gadia e Oliveira (2011), afirmam que a responsabilidade compartilhada é o ponto fundamental proposto como solução para os obstáculos que envolvem a destinação final dos resíduos sólidos, como o lixo eletrônico, estabelecendo que todas as partes comprometidas com o ciclo de vida da mercadoria se responsabilizem, de acordo com a atividade que desenvolvem, no tratamento e direcionamento adequado dos rejeitos gerados no pós consumo. Por meio da implementação dos sistemas de LR, objetiva-se envolver todos os elos do processo de produção e consumo nas questões relacionadas à coleta e à restauração dos resíduos sólidos ao setor empresarial, visando ao seu reaproveitamento em outro ciclo produtivo ou mesmo adequando sua destinação final.

Logo, responsabilidade compartilhada envolve todos os atores ativos nas várias cadeias de resíduos sólidos, procurando otimizar o aproveitamento e minimizar os volumes de rejeitos gerados e estimular a destinação ambientalmente adequada aos resíduos sem mais utilidade. Dado que se descartado de maneira incorreta podem causar problemas ambientais e impactos na saúde em grandes proporções, uma vez que possuem em sua composição metais perigosos de difícil degradação, visto no Quadro 2.

Quadro 2 – Alguns elementos com potencial de dano presentes nos REEE

ELEMENTOS PERIGOSOS	ONDE É UTILIZADO	IMPACTOS NA SAÚDE
---------------------	------------------	-------------------

Chumbo	Computador, celular, televisão	Causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo
Mercúrio	Computador, monitor e TV de tela plana	Causa danos cerebrais e ao fígado
Cádmio	Computador e baterias de laptop	Causa danos aos ossos, rins e pulmões
Arsênio	Celular	Causa doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer de pulmão
Berílio	Computador e Celular	Causa câncer de pulmão

Fonte: CEDIR/USP

Para executar e operacionalizar os sistemas de LR, a PNRs determina os seguintes instrumentos: regulamentos, acordos setoriais/AS e termos de compromisso/TC, os últimos dois a serem acordados entre o poder público e o setor empresarial.

A PNRs estabelece que os acordos setoriais são “atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto”. Os termos de compromisso, por outro lado, podem ser assinados, apenas, nos casos onde não existir Acordo Setorial ou regulamento específico com a mesma amplitude geográfica ou para determinar metas e compromissos mais exigentes que os previstos em Acordo Setorial ou regulamento (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b).

Ao passo que as regras e metas definidas em regulamento auxiliam todas as empresas do setor, o que é estipulado em Acordo Setorial ou termo de compromisso vale apenas para as empresas pactuantes, exceto que haja um regulamento posterior à assinatura do AS ou TC que estabeleça a equivalência para todo o setor. Para os AS e TC, compete a tais instrumentos o detalhamento de condições e modelos de operação, conferindo flexibilidade e possibilidade de particularização de cada sistema, no entanto, o desafio inerente aos processos de discussão e acordo é agravado pelo conflito de interesses entre o setor privado e a organização, representada pelo poder público (RIBEIRO, 2014).

Alguns autores comentam sobre os principais desafios a serem enfrentados para de fato implementar a LR de REEE no país, exibidos a seguir. Além das dificuldades logísticas em si, o problema do alto custo da LR é uma dos principais

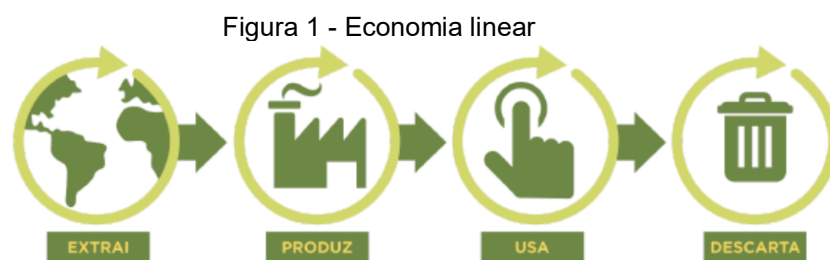
motivo de resistência do setor industrial para adoção da LR não somente no Brasil como em outros países. Dentre os desafios estão: a atribuição clara dos papéis de cada ator da cadeia de produção, distribuição e venda na LR de REEE; as questões fiscais e tributárias da cadeia reversa; a participação dos catadores nos sistemas de LR de REEE; os produtos cujos produtores não existem mais ou não podem ser identificados e a definição de periculosidade do resíduo durante as etapas de seu gerenciamento (GUARNIERI *et al.*, 2016).

2.3 ECONOMIA LINEAR

O modo de produção e consumo é realizado de maneira linear desde a revolução industrial, em outras palavras, as matérias-primas remodeladas em produtos manufaturados eram consumidas e, depois, descartadas como lixo. Esse modelo econômico linear tem sido utilizado e bem sucedido, ao longo dos anos, uma vez que proporciona ao consumidor produtos a preços mais acessíveis e garanti o aumento de bens materiais a população (LUZ, 2017).

Ainda assim, nesse modelo econômico linear, a extração da matéria prima, transformação em produtos e descarte, não considera que os recursos são finitos. O autor Leitão (2015, pag. 151) afirma que “(...) este modelo de crescimento, ao assumir que os recursos são abundantes, disponíveis e sem ter preocupação de recuperar os desperdícios gerados ou componentes de produtos em fim de vida, tem conduzido a delapidação dos recursos e ao crescente aumento de resíduos”. Além disso, a vida útil dos produtos é bastante baixa, objetivando o estímulo do consumo, instituindo que os produtos sejam subutilizados, provocando o aumento da produção de resíduos e degradação do meio ambiente.

O modelo da economia linear é um modelo de produção baseado na extração, produção, utilização e descarte de recursos e materiais, sem considerar a capacidade renovação do planeta, simplificado na Figura 1.



Fonte: SENAI (2020)

Nenhum reaproveitamento e/ou reutilização é realizado na economia linear, os efeitos provocados a sociedade são gigantes e danosos. Esse modelo de produção é inviável e ineficiente, podemos citar como motivos a poluição, esgotamento dos recursos naturais, redução da biodiversidade, alterações globais no clima, aumento do preço das commodities, incerteza no mercado, entre outros impactos ambientais e econômicos.

A Ellen MacArthur Foundation (2017), afirma que com a expansão do consumo no Brasil, nos últimos anos, proporcionou o aumento da linearidade do setor de produção. Em 2012, foram introduzidos no comércio brasileiro 24,2 milhões de toneladas de equipamento eletrônicos, que resultaram em 1,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico, o correspondente a cerca de 7 kg de lixo por pessoa. Contudo, a pequena parcela de 2% desse lixo foi reprocessado ou reintegrado no ciclo produtivo, mas vale salientar que dessa porcentagem, grande parte é enviada ao mercado externo, deixando para o mercado interno apenas os materiais de baixo valor, como os plásticos.

O modelo linear também ocasiona prejuízos energéticos, uma vez que um produto quando eliminado em aterro, tem toda sua energia residual perdida, ao contrário do que acontece quando há reutilização, processo que permite a considerável economia de energia. Ou seja, perdas desnecessárias de recursos, consequência de várias etapas do ciclo de vida do produto. Soma-se aos problemas ecológicos, o aumento do preço e da volatilidade dos recursos naturais. Os produtos agrícolas, nos últimos dez anos, tiveram uma oscilação dos preços, das matérias-primas e dos metais maior (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Dessa forma, podemos destacar quatro riscos no método linear de economia, vale ressaltar que os mesmos exigem uma boa gestão de modo a acalmá-los e definir investimentos nos negócios:

- Risco de suprimento devido à falta de recursos naturais verificada pela exaustão atual e seus impactos ambientais;
- Risco de competitividade devido à obsolescência programada que afeta a qualidade dos produtos;
- Risco de conflitos pela perda de colaboração na cadeia produtiva;
- Risco de sobrevivência no futuro.

2.4 ECONOMIA CIRCULAR E OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

O conceito de Economia Circular/EC confronta o modelo linear de extração de matéria-prima, sendo capaz de ser entendido como uma nova abordagem de modelo econômico, buscando dar novo sentido ao conceito de fim de vida útil de um produto.

A EC objetiva aumentar a eficiência do uso de recursos, com interesse principal nos resíduos urbanos e industriais, para alcançar melhor equilíbrio e harmonia entre economia, meio ambiente e sociedade (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016). É uma abordagem que proporciona o uso responsável e cíclico de recursos (MORAGA *et al.*, 2019).

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

De outra maneira, a EC também está seguindo às premissas da sustentabilidade, tendo em vista que o destino dos materiais não ocorre somente 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, em outras palavras, tem a intenção de eliminar o conceito de resíduo e enxergar como uma fonte energética renovável, capaz de preservar e transmitir valor (WEBSTER, 2015). Desse modo, é possível gerar uma reflexão sobre o modo de produção e consumo dos bens e serviços objetivando alcançar o desenvolvimento sustentável, onde é originada o reflexo da necessidade de uma resposta frente aos problemas ambientais (SU *et al.*, 2013).

Dessa forma, as empresas conseguem aplicar os princípios da EC desde a concepção do produto, processo de utilização e, por fim, no processo de eliminação e retirada desse produto do mercado (GHUNMI *et al.*, 2016). O que reforça a ideia de que a EC está seguindo às condições da sustentabilidade, destacando a efetividade (VELTE e STEINHILPER, 2016). Portanto, evidenciamos a necessidade de mudanças desde a criação do projeto até a produção, consumo, uso, desperdício e reutilização em toda a cadeia produtiva, com a finalidade de que sejam colocadas em prática os princípios da EC (NOYA *et al.*, 2017).

Assim, é notório uma afinidade entre as premissas da EC com as atividades de gerenciamento da LR, principalmente pela possibilidade de desenvolver medidas que possam essencialmente, aumentar o tempo de vida útil ao máximo de um produto, promovendo a redução dos impactos causados ao meio ambiente, diminuindo a dependência pelos recursos naturais no processo produtivo (KARASKI *et al.*, 2016).

Dito isto, a grande quantidade de materiais encontrados nesses equipamentos e o seu elevado fluxo de geração pelas instituições (públicas ou privadas) e domiciliar, dificultam estabelecer uma composição única para esses resíduos. Dado que as mudanças na composição desses materiais têm ocorrido ao longo dos anos, causado pelo desenvolvimento tecnológico, além da pressão por parte dos governos e sociedade que exigem a utilização de equipamentos mais sustentáveis (RODRIGUES, GUNTHER e BOSCOV, 2015).

Entretanto, destacamos que o fato dos EEEs conterem substâncias classificadas como perigosas na sua composição, não necessariamente essas irão causar danos ao meio ambiente e à saúde pública de forma direta (MENDES, 2017), já que para que a contaminação aconteça, esses componentes necessitariam que estar expostos de maneira 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.

Segundo a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais/FIEMEG (2019b), o programa EC alcançou mais de 760 empresas, sendo que nos anos de 2009 a 2015 o programa recuperou em torno de 140 mil toneladas de resíduos que passariam para aterros sanitários, cerca de 200 mil toneladas de recursos naturais não foram poupados, 90 mil toneladas de carbono não foram emitidos, e mais de 13 milhões de m³ de água foram reaproveitadas. Vale destacar também que com a reciclagem de materiais foi possível ter uma redução de 8,7 milhões de reais em custos nas empresas participantes do programa. Independentemente de ser um programa para Minas Gerais, evidencia-se que no Brasil essa mudança de paradigma vem acontecendo e comprova harmonia a esses temas e modelos gerenciais, principalmente na indústria onde algumas empresas do setor de eletroeletrônicos já possuem ações que buscam divulgar tais medidas.

O Brasil tem evidenciado o sistema de coleta formal, entretanto a maior quantidade de resíduos no país ainda é gerenciada pela informalidade. Nesse sentido, o Brasil avançou notadamente com a assinatura do Acordo Setorial de

eletroeletrônicos e a regulamentação do Decreto n.º 10.240/2020 (BRASIL, 2020; FORTI, BALDÉ e KUEHR, 2020). Entretanto, evidencia-se a carência no desenvolvimento de medidas básicas que possam enfatizar a eficiência da PNRS, tal como: implementação total dos sistemas de LR; aumento da capacidade de recuperação dos materiais pelo princípio da EC e garantia de condições para destinação e coleta adequadas.

Nesse cenário, tratando especificamente dos REEE no Brasil, o crescimento do consumo EEE no país teve um aumento devido aos estímulos e incentivos fiscais das últimas décadas. A Lei do Bem (Lei n.º 11.196/2005) propicia tais estímulos e incentivos, especialmente para as empresas com objetivo de que essas possam reduzir os preços dos EEE para os consumidores, incitando o crédito. Outra condição que eleva tal estímulo e possibilita esse significativo aumento no consumo de EEE é a isenção de impostos sobre a importação desses produtos, medida que entrou em vigor em 2013 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Rosa, Sassanelli e Terzi (2019), observaram benefícios na adoção da economia circular, sobre a relação entre economia circular e REEE, os quais foram categorizados com base *Triple Bottom Line*:

a) econômicos: redução global dos custos (melhor nas vendas e a margem de lucro); redução dos riscos do negócio; abertura de novas fontes de receita; redução da complexidade dos produtos / processos.

b) ambientais: cumprimento das regulamentações ambientais; redução dos impactos ambientais; melhoria da eficiência dos recursos; melhoria da sustentabilidade da cadeia de suprimentos.

c) sociais: melhoria da reputação e do valor da marca; atingimento de novos mercados e países; melhoria da saúde e a segurança nos locais de trabalho; desenvolvimento de habilidades e conhecimentos inovadores. (ROSA, SASSANELLI e TERZI, 2019).

Economia circular é uma ideia que relaciona desenvolvimento econômico a um uso de recursos naturais mais correto, através de novos modelos de negócios e do melhoramento nos processos de fabricação com redução da dependência de matéria-prima virgem, preferindo insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis. Logo, podemos dizer que, no meio da EC, a LR é uma norma que pode ajudar na vida útil dos recursos (VANEGAS *et al.*, 2018).

Observa-se que, tanto a economia circular quanto a logística reversa, destacam o reaproveitamento dos REEEs, visto que é uma forma adequada de tratar a cadeia

de fornecimento de matérias-primas, através de tecnologias, cada vez mais disponíveis, e também aumentando a reutilização dos resíduos ou parte deles após o ciclo de vida. O desenvolvimento econômico desses processos industriais motiva a oportunidade de incorporar esses materiais em uma economia circular (AKCIL, AGCASULU e SWAIN, 2019), dado que as estratégias de economia circular incentivam, entre outras operações, o prolongamento da vida útil dos produtos (VANEGAS *et al.*, 2018).

2.5 CONCEITUAÇÃO DE CONFLITO

Segundo Haider (2014), um conflito é complexo por natureza, uma vez que não há somente única causa para o seu surgimento. Um conflito define-se por ser multicausal e multidimensional, correndo o risco de resultar em uma combinação de fatores políticos e institucionais, socioeconômicos e ambientais. Devido tais características, é importante identificar e compreender as interações entre as várias causas e dimensões, no cenário em que ocorre o conflito, para determinar possíveis áreas de mediação, tal qual a concepção de abordagens e métodos adequados para a prevenção de conflitos, resolução e transformação.

Alguns autores interpretaram o termo conflito, como Pignatelli (2010) que explica conflito como um tipo de relacionamento. Em Cap-Net/UNDP (2008), conflito é definido como parte de um processo que pode surgir de uma organização de condições objetivas e subjetivas, requerendo uma resolução em base sustentável. Para Mostert (1998), significa uma discordância em torno de um curso de ação a ser adotado. Homer-Dixon (1994) defini como a competição por um recurso escasso.

Apesar das definições mencionadas pelos autores citados anteriormente, entre tantos outros que estudam sobre a temática, o termo conflito é constantemente visto como algo negativo para quem o enfrenta (PIGNATELLI, 2010; MAYER, 2000). Mayer (2000) alega que é relevante enfatizar que existe o lado construtivo do conflito, por meio do qual a situação pode ocasionar crescimento e desenvolvimento das partes ou mesmo de toda a população.

Luce e Raiffa (1957) definem o problema: os atores encontram-se em uma situação em que qualquer resultado pode acontecer dentre um conjunto de resultados e a quem eles dão preferências pessoais. Mesmo cada indivíduo individualmente ter controle acerca de algumas variáveis que produzem o resultado, eles particularmente

não tem controle total, ocasionando em uma situação que, vários indivíduos têm preferências diferentes acerca dos possíveis resultados.

Dentre as categorias de conflito, incluem-se os conflitos ambientais. Citando Bob e Bronkhorst (2010), esse tipo de conflito pode apresentar diferentes formas e retratar múltiplos e diversos impactos em diferentes contextos.

A Análise de Conflitos, é uma importante área da Teoria dos Jogos, que vem se mostrando como uma ótima ferramenta de apoio à tomada de decisão, ao conceder o estudo sistemático de conflitos complexos e apresentar as suas soluções prováveis, sendo composto por metodologias e técnicas onde os conflitos são modelados em termos de jogadores (responsáveis pela tomada de decisão no conflito), opções (as ações que podem ser por cada jogador realizadas), estratégias (um conjunto de opções qualquer que podem ser selecionadas por um jogador) e resultados (conjunto das estratégias escolhidas por cada um dos jogadores) (Fraser e Hipel, 1984).

Nesse sentido, considerando a presença de conflitos na gestão de REEE e suas características, faz-se bastante reconhecida a importância do envolvimento e da participação das partes interessadas ao elaborar as políticas de sustentabilidade, dado que este é um elemento importante para implementação de políticas públicas (KUA, 2016).

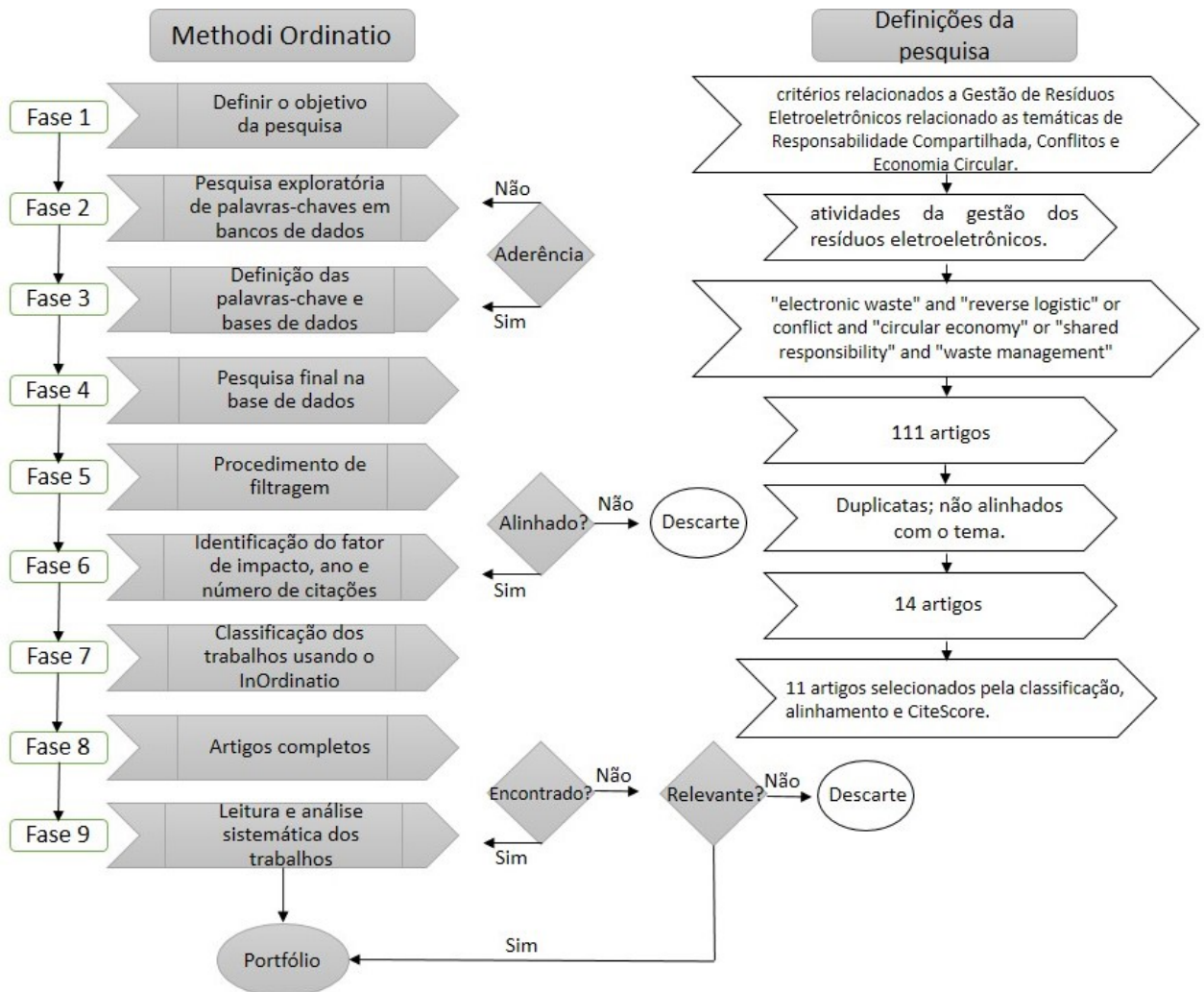
3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão da literatura considerou o protocolo *Methodi Ordinatio* (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015) como base para a metodologia de pesquisa bibliográfica. O *Methodi Ordinatio* é uma metodologia multicritério de tomada de decisão (*Multi-Criteria Decision Aid* – MCDA) empregada na seleção de artigos científicos para construção de um portfólio bibliográfico (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015). A metodologia escolhida inclui uma abordagem de múltiplos critérios para estabelecer os trabalhos relevantes na literatura, expondo etapas bem definidas e um procedimento mais rigoroso de seleção dos artigos para revisão sistemática de literatura, classificando os artigos de acordo com sua relevância científica, pelo *Index Ordinatio* (IO). Neste método de intervenção é considerado o fator de impacto da revista onde o trabalho foi publicado, o número de citações do artigo e a diferença entre ano de publicação e ano de elaboração da pesquisa.

Afonso (AFONSO *et al.*, 2012) descreve a técnica baseada na metodologia existente *Proknow-C*, dividida em 4 etapas, que procura sugerir um portfólio bibliográfico. A primeira etapa constitui-se em selecionar um portfólio bibliográfico de artigos alinhados com o tema de interesse percebido pelo pesquisador e com reconhecimento científico. Na segunda etapa, a análise bibliométrica do portfólio deve ser fornecida. Na terceira etapa, uma análise sistemática é realizada para identificar as lacunas existentes para identificar oportunidades de pesquisa. Na quarta etapa do *ProKnow-C*, todo o conhecimento desenvolvido é utilizado para propor a questão e os objetivos da pesquisa (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015).

O que diferencia a metodologia do *Methodi Ordinatio* dos diversos métodos de revisão sistemática é a ordenação dos artigos de acordo com a sua relevância científica, realizada antes da leitura integral dos arquivos, reduzindo as dúvidas sobre a relevância do trabalho selecionado para a pesquisa em desenvolvimento (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2018). Tornando o processo de seleção dos estudos que irão compor a revisão mais rápido e prático.

A metodologia do *Methodi Ordinatio* contempla 9 etapas de investigação, conforme apresentado na Fluxograma 1.



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Rquisasende (2015), elaborado pela Autora (2022).

De maneira mais didática, as etapas 1, 2, 3 e 9 necessitam como Tecnologias da Informação e Comunicação/TICs um computador com acesso à Internet e processador de texto. As etapas 4, 5, 6, 7 e 8 pedem computador com acesso à internet, um gerenciador de referências (o gerenciador empregado nesta pesquisa para a coleta dos dados foi o *Mendeley*), planilha eletrônica e processador de texto. Na etapa 6 incorporamos o JabRef, que permite a transferência dos dados dos gerenciadores de referência convencionais para o formato de planilha eletrônica. Esta ferramenta facilita significativamente a coleta de dados realizada nesta etapa, o que era uma das principais responsáveis pela demanda de tempo na pesquisa na primeira versão da *Methodi Ordinatio*.

A etapa 7 baseia-se na aplicação da equação *Index Ordinatio (InOrdinatio)* que utiliza fator de impacto, o ano da publicação e o número de citações. A finalidade é

fazer o levantamento do *InOrdinatio*, para determinar a relevância científica de um artigo científico (PAGANI *et al.*, 2015).

Para esta pesquisa utilizou-se de uma metodologia baseada em levantamento de dados secundários a partir de artigos científicos. Primeiramente foi estabelecido o tema da pesquisa o qual buscou identificar os principais critérios relacionados a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos relacionado as temáticas de Responsabilidade Compartilhada, Conflitos e Economia Circular. Em seguida, foi realizada uma análise das informações obtidas para, finalmente, fazer uma correlação entre as temáticas.

Dado que a LR tem como principal finalidade agregar valor aos materiais e produtos que consigam ser reaproveitados no ciclo produtivo ou oferecer um destino ambientalmente adequado, auxiliando na sustentabilidade empresarial. A metodologia desta pesquisa foi direcionada às atividades da gestão dos resíduos eletroeletrônicos, que tem por objetivo minimizar os impactos negativos ao meio ambiente, paralelamente em que oferece possibilidade de lucro às empresas e renda para a população.

A etapa seguinte foi realizar buscas na plataforma *Web of Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics)*, onde ficou restrita a opção de pesquisa Tópicos, na qual a pesquisa ocorre buscando os termos (com os comandos booleanos AND e OR e aspas) somente nos títulos, resumos e palavras-chave, os termos utilizados foram: "*electronic waste*" and "*reverse logistic*" or conflict and "*circular economy*" or "*shared responsibility*" and "*waste management*", alcançando um resultado de 111 arquivos. Vale ressaltar que o espaço amostral utilizado nas buscas corresponde aos últimos cinco anos, isto é, de 2016 a 2020, dado que foi feita uma simulação com o espaço amostral maior e a quantidade de arquivos relevantes para pesquisa quase não teve alteração, então para efeito de pesquisa utilizamos o espaço amostral dos últimos cinco anos.

Após o processo de filtragem, que incluiu a leitura do título, do resumo e das palavras-chave na base *Web of Science*, foram eliminados 97 arquivos, restando apenas quatorze artigos.

O resultado das buscas na plataforma foi transferido para o programa *Mendeley Reference Manager*, onde foram analisados um a um afim de verificar se estavam dentro da abordagem proposta para esta pesquisa. Também foi realizada a verificação em duplicata dos papéis, que foram eliminados da análise. Os dados dos artigos arquivados no *Mendeley* foram importados para o Excel através do gerenciador de

referências JabRef. A utilização do JabRef se dá devido a esse gerenciador de referências apresentar melhor desempenho para exportar os dados em formato de lista para uma planilha eletrônica.

Atentando a escolha pelo *Methodi Ordinatio* (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015), apenas periódicos com fatores de impacto foram mencionados na revisão sistemática da literatura. Ainda, o fator de impacto escolhido foi o *CiteScore*, que faz parte da cesta de métricas de periódicos da *Scopus*, base de dados da *Elsevier*, que inclui SNIP (*Source Normalized Impact per Paper*), SJR (*SCImago Journal Rank*), contagens de citações e documentos e porcentagem citada, que estabelece o impacto do número de citações/CI nos periódicos. O cálculo é feito anualmente, com base na contagem de todas as CI recebidas por uma publicação em um ano dividido por todos os arquivos publicados nesse periódico nos três anos anteriores ao ano calculado (ZIJLSTRA; MCCULLOUGH, 2016). A integração dessas métricas no *Scopus* fornece insights sobre o impacto da citação de mais de 22.220 títulos.

Foram considerados critérios de inclusão dos artigos a serem analisados, após foram excluídos os artigos publicados em anais de eventos, capítulos, patentes e livros, enquete, comunicação curta, correspondência, carta, discussão, resenha de livro, resenha de produto, errata e editorial. Além disso, artigos publicados em periódicos sem *CiteScore* também foram excluídos. Dessa forma obtivemos um resultado final de onze arquivos.

Quanto ao assunto dos trabalhos excluídos, alguns deles tratam sobre: indústria de embalagens; setor farmacêutico; indústria alimentícia; sistema integrado de configuração de veículos; gestão da cadeia de suprimentos verde; cadeias de abastecimento ecoeficientes; desenvolvimento de fornecedores; indústria de construção; gestão sustentável da cadeia de suprimentos; e inovação de qualidade em saúde. Em relação ao número de citações de cada artigo, este foi obtido no Google Scholar, uma indicação da própria metodologia *Methodi Ordinatio*.

A última etapa consiste na aplicação da fórmula do índice *InOrdinatio*, que possibilita a obtenção de um ranking dos demais artigos, organizado do melhor para o pior.

A metodologia auxilia os pesquisadores a selecionar, coletar, classificar e ler sistematicamente artigos científicos publicados em periódicos. O *Methodi Ordinatio*

utiliza uma equação para catalogar os arquivos, o IO (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015).

$$InOrdinatio = (IF/1000) + \alpha * [10 - (AnoPesquisa - AnoPublicação)] + (\Sigma Ci) \quad (1)$$

Onde:

- IF é o fator de impacto, que se divide por 1000 (mil), visando normalizar seu valor em relação aos demais critérios;
- α é um fator de ponderação que varia de 1 a 10, a ser atribuído pelo pesquisador. Quanto mais próximo o número estiver de um, menor será a importância que o pesquisador atribuirá ao critério ano, enquanto quanto mais próximo de 10, maior será a importância;
- AnoPesquisa é o ano em que a pesquisa foi desenvolvida;
- AnoPublicação é o ano em que o artigo foi publicado, e
- ΣCi somatório de citações do artigo (PAGANI, KOVALESKI e RESENDE, 2015).

Valores utilizados neste estudo:

- IF = CiteScore das revistas;
- $\alpha = 1$ (um) comum a todos;
- AnoPesquisa = Utilizado o ano de 2021;
- AnoPublicação = Ano de publicação do artigo; e
- ΣCi = Citações (scholar.google.com).

Após o cálculo, obtém-se a *InOrdinatio* de cada artigo e, a partir deste ponto, é possível classificar os artigos de acordo com sua relevância científica: quanto maior o valor da IO, mais relevante é o artigo. Assim, quando fornecido o ranking, o pesquisador pode definir quantos artigos buscará para a versão completa, de acordo com as prioridades da pesquisa, que será analisada.

Os onze artigos preencheram todos os critérios de inclusão previamente definidos no protocolo da revisão sistemática da literatura. Após o cálculo do IO, foi decidido pela pesquisadora não estabelecer nível de corte, uma vez que o número de arquivos resultantes foi baixo. Segundo Pagani, Kovaleski e Resende (2015), esse nível de corte deve ser definido pelos pesquisadores de acordo com sua experiência e sensibilidade em relação ao assunto pesquisado.

Nas últimas décadas, a rápida urbanização, o aumento da população, a mudança no estilo de vida e a inovação tecnológica aumentaram drasticamente a demanda por EEE (WIDMER *et al.*, 2005). Devido ao rápido crescimento nas vendas de dispositivos elétricos e eletrônicos gerou-se uma preocupação mundial com o gerenciamento destes equipamentos (GARRIDO-HIDALGO *et al.*, 2020). Pois, além de mostrar risco à saúde humana e auxiliar com a contaminação ambiental, estes equipamentos contêm substâncias perigosas e recursos valiosos na sua composição (ACHILLAS *et al.*, 2010).

Portanto, nesta situação, faz-se necessário a agregação de pontos de vista diferentes e muitas vezes conflitantes entre si (GUARNIERI *et al.*, 2016). Kua (2016) afirma que não são abordados explicitamente os possíveis conflitos entre diferentes políticas na formulação de estratégia para resolver os problemas. Porém, é possível fazer um diagnóstico confiável da situação ao analisar estrategicamente os devidos conflitos, pode ajudar os tomadores de decisão em decisões futuras e prover diretrizes para melhorar o planejamento.

Foram identificadas lacunas encontradas nos artigos analisados na revisão sistemática da literatura, a principal delas, em especial, é a falta de um direcionamento para resolução de conflitos existentes na gestão de resíduos eletroeletrônicos, o qual o presente trabalho oferece solução para o preenchimento dessa lacuna.

Para realizar o mapeamento dos conflitos abordados na pesquisa foi utilizado o *bibliometrix R*, uma ferramenta de código aberto atribuído a pesquisa quantitativa em bibliometria e cientometria que engloba todos os métodos de análise bibliométrica relevantes. Sua principal função resume-se na análise estatística do conteúdo sobre palavras-chave, título e resumo. O *bibliometrix* é uma ferramenta única, elaborada na computação estatística e na linguagem gráfica R, segundo um fluxo de trabalho bibliométrico lógico (ARIA e CUCCURULLO, 2017).

3.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

O levantamento de dados para análise foi feito com o auxílio do *Bibliometrix* que segundo Aria e Cuccurullo (2017) pode ser caracterizado como um conjunto de ferramentas para processamento preciso de dados de publicação, como conversão de arquivos, extração de termos, duplicação de correspondência e mesclagem,

análise descritiva, construção de matriz e normalização de similaridade para análise de redes.

As duas ferramentas *Software R* e *RStudio* utilizadas no trabalho, fazem uso da linguagem de programação para elaborar o material que foi analisado por meio de escopo para visualizar os dados computados. O *RStudio* é um programa que auxilia na tradução dos códigos do *software R*, fazendo com que o *software R* fique mais acessível para se trabalhar as estatísticas.

A plataforma usada como fonte para alcance do material foi a *Web of Science*. A pesquisa foi realizada no dia 30 de novembro de 2021, por volta das 16:45h, foram aplicados alguns critérios de filtro para conduzir melhor a pesquisa.

A escolha do objeto de estudo foi baseada em alguns fatores, como: i) os assuntos sobre resíduos eletroeletrônicos ainda são pouco abordados no país; ii) como esse mesmo tema é avançado em outros países considerados de “primeiro mundo”.

A partir dos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura da base *Web of Science*, onde, vale lembrar que, as buscas foram realizadas em títulos, resumos e palavras-chave utilizando os termos: "*electronic waste*" and "*reverse logistic*" or conflict and "*circular economy*" or "*shared responsibility*" and "*waste management*", com espaço amostral correspondente ao período entre 2016 e 2020. Descartando os artigos que não contribuíram para a pesquisa, pois, não abordavam conflitos na gestão de REEE e não possuíam *CiteScore*, como já dito anteriormente, restaram onze documentos.

Iniciamos a análise bibliométrica examinando os artigos a partir do "*WordCloud*", fornecendo uma imagem com as palavras mais frequentes no banco de dados da pesquisa. Suas dimensões na nuvem representam a amplitude de suas repetições nos artigos selecionados. Sendo assim, na figura 3, fica notório, devido ao destaque no centro do banco de palavras, que a mais utilizada foi "*Model*", seguido de "*WEEE*", ambas oriundas do inglês e significam respectivamente modelo e resíduos eletroeletrônicos.

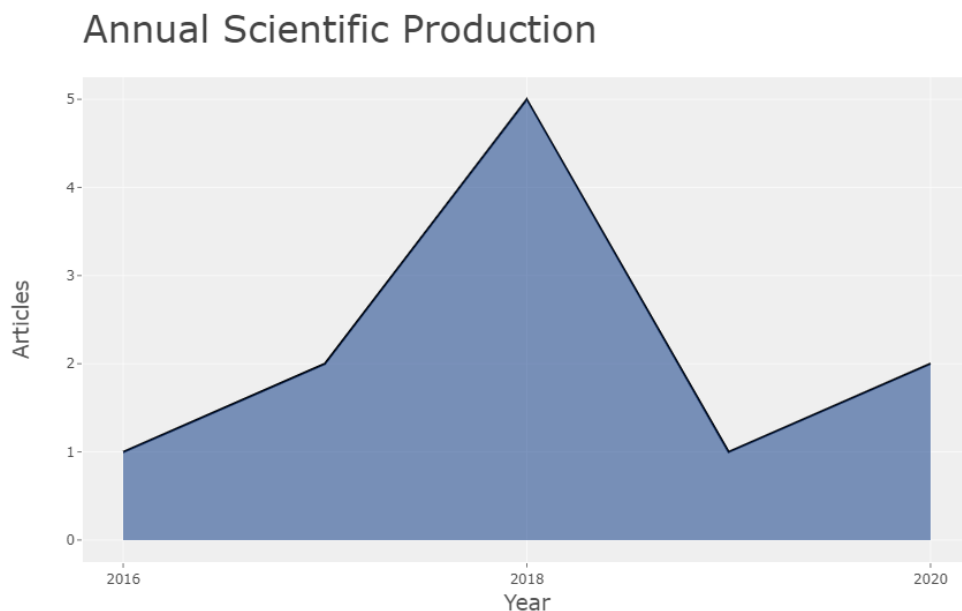
Figura 2 - Palavras mais frequentes no banco de dados da pesquisa



Fonte: ARIA e CUCCURULLO (2017)

Como dito anteriormente, o horizonte temporal deste estudo foi de 2016 à 2020. No gráfico abaixo, o pico do assunto se concentrou em 2018, mas desde 2017 o assunto tem chamado a atenção dos pesquisadores. Em razão de que com o avanço da tecnologia e a redução da vida útil dos produtos, a quantidade dos resíduos eletroeletrônicos aumenta de maneira considerável (NEEDHIDASAN, SAMUEL e CHIDAMBARAM, 2014). Dessa forma, tem-se uma necessidade maior de uma estratégia para a gestão destes equipamentos.

Gráfico 1 - Produção científica anual sobre REEE



Fonte: ARIA e CUCCURULLO (2017)

Obteve-se, na Tabela 1, os autores mais relevantes da base de dados da pesquisa. Em primeiro lugar encontra-se “Xavier, L. H.” com dois artigos utilizados no estudo. Além disso, obteve-se a quantificação da produtividade dos autores utilizando o fator h , na base *Scopus*. O índice h foi idealizado por Jorge Hirsch em 2005 com intuito de medir objetivamente o impacto e a relevância da produção científica dos autores, baseado no número de publicações e citações (BRANDÃO e MELLO, 2019), ou seja, se um pesquisador tem $H = 5$ isso significa que ele teve 5 artigos que receberam 5 ou mais citações igualmente.

Tabela 1 - Autores mais relevantes para a pesquisa e seus respectivos Fatores-H

AUTOR	Nº ARTIGOS RELEVANTES NA PESQUISA	FATOR H
XAVIER, L.H.	2	4
ALVES, D.S.	1	17
BASTOS DO VALLE, R.A.	1	1
BUNDGAARD, A.M.	1	5
CHAVES, G.L.D.	1	4
CHEN, Y.	1	20
DE SOUZA, R.G.	1	4
DIAS, P.	1	66
DORRIAN, J.	1	35
FARINA, M.C.	1	18
GHISOLFI, V.	1	2
GONÇALVES QUELHAS, O.L.	1	15
HUDA, N.	1	35
ISERNIA, R.	1	4
ISLAM, M.T.	1	32
JAYAPRAKASH, J.	1	14
KAGAWA, S.	1	77
LITCHFIELD, C.A.	1	13
LOWRY, R.	1	79
MOSGAARD, M.A.	1	8

Fonte: *Web of Science* (2022) e ARIA e CUCCURULLO (2017)

Finalmente, na Tabela 2, temos as fontes mais relevantes. A revista “*Resources Conservation and Recycling*” está em primeiro lugar, com quatro documentos e, em seguida a revista “*Waste Management*” com dois documentos. Na mesma tabela, através da base *Journal Citation Reports* (JCR), a qual promove uma perspectiva para

avaliação e comparação de periódicos através da contagem de citações e artigos de quase todas as especialidades nos campos da ciência, mostra-se os fatores de impacto das revistas da base de dados.

Tabela 2 - Avaliação e comparação de periódicos

REVISTA	FATOR DE IMPACTO	Nº ARTIGOS RELEVANTES NA PESQUISA
Resources Conservation and Recycling	10.204	4
Waste Management	7.145	2
European Business Review	8.081	1
FME Transactions	1.769	1
Journal of Cleaner Production	9.297	1
Plos One	3.240	1
Sustainability	3.251	1

Fonte: *Impact Factor* (2022) e ARIA e CUCCURULLO (2017)

Como sugestão para estudos futuros propomos uma abordagem mais aprofundada, como por exemplo a abordagem da relação de coautoria, e até de palavras-chave, afim de realizar um mapeamento ainda mais aprofundado sobre o tema de REEE e sua gestão, além disso a presente revisão sistemática da literatura apresentou poucos resultados, evidenciando carência de trabalhos sobre o tema.

3.2 ANÁLISE DE CONFLITOS

Para análise de conflitos, a ferramenta GMCR é muito utilizada dado que é baseada na teoria dos grafos e teoria dos jogos. O GMCR foi aplicado para resolver conflitos ambientais práticos do mundo real, em especial, nesta pesquisa, envolvendo questões de gerenciamento de REEE.

Uma tabela com os conflitos mais frequentes na gestão de REEE e seus atores encontrados nos arquivos analisados foi criada, Tabela 3, visto que os atores se repetiam em diferentes contextos.

Tabela 3 - Conflitos e seus Atores

TÍTULO	AUTORES	INORDINATIO	CONFLITOS	ATORES
Reverse logistics and	Islam, M. T. Huda, N.	178,0147	Integrar a logística	Consumidores, governo,

<p>closed-loop supply chain of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review</p>			<p>reversa e a cadeia de abastecimento de circuito fechado aos REEE.</p>	<p>instituições, empresas e stakeholders.</p>
<p>Multi period disassembly-to-order of end of life product based on scheduling to maximize the profit in reverse logistic operation</p>	<p>Sathish, T. Jayaprakash, J. Senthil, P.V. Saravanan, R.</p>	<p>163,0027</p>	<p>A criação de novos eletrônicos está aumentando, o que leva a um enorme lixo eletrônico. Gerando a necessidade dos itens atuais serem descartados ou desmontados.</p>	<p>Fabricantes.</p>
<p>Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil</p>	<p>de Souza, R.G. Clímaco, J.C.N. Sant'Anna, A.P. Rocha, T.B. do Valle, R.D.A.B. Quelhas, O.L.G.</p>	<p>107,0115</p>	<p>Implantação de sistemas de logística reversa sob responsabilidade compartilhada de consumidores, empresas e governos</p>	<p>Consumidores, governos, empresas privadas, cooperativas e empresas sociais.</p>
<p>System dynamics applied to closed loop supply chains of desktops and laptops in Brazil: A perspective for social inclusion of waste pickers</p>	<p>Ghisolfi, V. Diniz Chaves, G.D.L. Ribeiro Siman, R. Xavier, L.H.</p>	<p>100,0115</p>	<p>Formalização dos catadores, visto a importância de garantir às cooperativas de catadores o acesso a um valor mínimo.</p>	<p>Catadores e empresas.</p>

Towards an inclusive circular economy: Quantifying the spatial flows of e-waste through the informal sector in China	Tong, X. Wang, T. Chen, Y. Wang, Y.	59,0147	Sistema de reciclagem de lixo eletrônico	Governo da China, usinas de reciclagem e setor informal do transporte de lixo eletrônico
The reverse supply chain of the e-waste management processes in a circular economy framework: Evidence from Italy	Isernia, R. Passaro, R. Quinto, I. Thomas, A.	43,0039	Adoção de abordagens de economia circular com foco específico nos centros de coleta.	Organização italiana do sistema de gestão de REEE e governo.
A circular approach to the e-waste valorization through urban mining in Rio de Janeiro, Brazil	Otoni, M. Dias, P. Xavier, L.H.	41,0131	Ausência de um sistema adequado de logística reversa do lixo eletrônico.	Consumidores, empresas recicladoras e stakeholders.
Constraints and opportunities for integrating preparation for reuse in the Danish WEEE management system	Zacho, K. O. Bundgaard, A. M. Mosgaard, M. A.	25,0147	Integrar o reaproveitamento como uma opção de gestão dentro do sistema atual.	Stakeholders e autoridades municipais de resíduos.
Recycling 115,369 mobile phones for gorilla conservation over a six-year period (2009-2014) at Zoos Victoria: A	Litchfield, Carla A Lowry, Rachel Dorrian, Jill	19,0053	Uma grande barreira para uma economia circular sustentável para telefones celulares é o entesouramento de seus telefones aposentados.	Consumidores e stakeholders.

case study of 'points of influence' and mobile phone donations				
Disposal and reuse of the information technology waste: a case study in a Brazilian university	Alves, D.S. Farina, M.C.	14,0006	Coleta e reciclagem de equipamentos de informática em universidades e organizações.	Centro de disposição e reaproveitamento dos resíduos de TI de uma universidade brasileira, usuários e stakeholders.
Conflicting consequences of price-induced product lifetime extension in circular economy: The impact on metals, greenhouse gas, and sales of air conditioners	Nishijima, Daisuke Nansai, Keisuke Kagawa, Shigemi Oguchi, Masahiro	9,0147	Vendas de produtos (ar condicionado) por meio de mudanças nas decisões de substituição dos produtos pelos consumidores.	Consumidores e produtores.

Fonte: Autora (2022)

Os trabalhos que estavam direcionados a abordagem técnica da reciclagem e tratamento dos resíduos eletroeletrônicos, focados nos elementos presentes na composição do aparelho foram descartados, bem como os que não apresentavam nenhum conflito na gestão de REEE ou não tratavam de REEE, assim como arquivos que não eram destinados a área de logística reversa.

O GMCR foi implementado em um sistema de apoio à decisão (SAD), denominado GMCR+, onde permite que a abordagem seja facilmente aplicada a problemas reais. Esse sistema de apoio à decisão foi desenvolvido para proteger recursos avançados de comunicação, incluindo os meios para definir, analisar e comunicar modelos e análises de qualquer conflito, dessa forma, permitindo apoiar a negociação e o gerenciamento de conflitos estratégicos (KINSARA *et al.*, 2018).

Em razão da grande quantidade de artigos científicos publicados nos últimos anos sobre revisão sistemática e análise bibliométrica abordando o tema REEE, não

há necessidade de prolongarmos esta sessão, visto que esse não é o nosso objetivo central. No capítulo seguinte realizamos a aplicação do método GMCR para resolução de conflitos com o auxílio de um especialista com vivência na área de REEE. A seleção do GMCR é feita devido ser um método flexível para resolução de conflitos, com princípios matemáticos sólidos e realistas; permitindo modelar as decisões estratégicas, antecipar soluções e contribuir na avaliação da viabilidade política, econômica, ambiental e social de contextos (HIPEL *et al.*, 1997).

4 APLICAÇÃO DO GMCR

Foram identificadas as principais barreiras no processo de coleta, reciclagem e tratamento dos REEE, para dar suporte ao processo de gerenciamento destes resíduos. Em seguida, a estrutura institucional de gestão de REEE foi analisada e avaliada, com o objetivo de identificar conflitos legais, políticos e/ou organizacionais.

O GMCR, elaborado por Fang, Hipel e Kilgour (1993), é matematicamente justificado na teoria dos jogos e dos grafos. Justifica-se a escolha do GMCR/Modelo de Grafos para Resolução de Conflitos devido a sua versatilidade e dos resultados observados em outras pesquisas (HIPEL, KILGOUR e FANG, 2011; BATISTA, 2013). O GMCR tem sido aplicado, mais usualmente, na análise de conflitos em recursos hídricos, não identificamos aplicações envolvendo os resíduos sólidos.

A modelagem de conflito tem como objetivo fornecer uma conceituação aproximada de conflitos reais, com destaque em suas principais características e representando-as através de uma estrutura matemática formal (GETIRANA, AZEVEDO e MAGALHÃES, 2007). Para simplificar, o modelo de conflito é projetado para refletir a maneira na qual o ser humano observa e compreende a realidade.

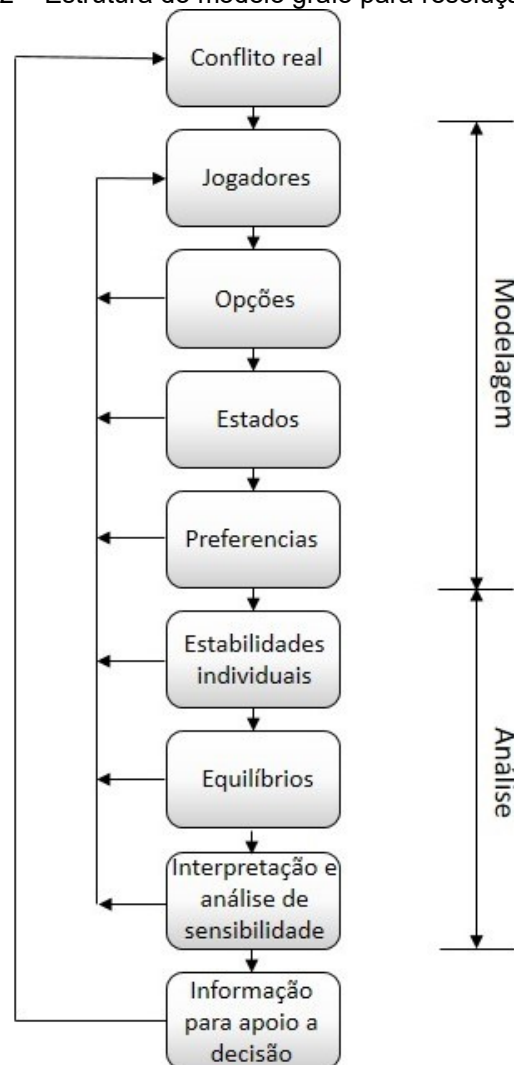
Segundo Fang, Hipel e Kilgour (1993), o modelo gráfico de análise de conflitos é desenvolvido para estudar problemas de tomada de decisão com no mínimo dois decisores, cada um com múltiplos objetivos. Observa-se que a abordagem funciona bem na prática devido as suposições por trás da metodologia refletirem de perto o que acontece na realidade, além dos tipos de informações necessárias para calibrar os modelos de conflito em termos de tomadores de decisão, opções e preferências que podem ser convenientemente obtidos, visto que é uma metodologia flexível de resolução de conflitos, permitindo modelar com precisão as decisões estratégicas, prevenir soluções e auxiliar na avaliação de conflitos mais frequentes na gestão de REEE.

O GMCR é um método de análise de conflitos que consiste em verificar quais são as melhores decisões a serem tomadas por cada *decision maker* (DM) em um conjunto de jogadas já estabelecido, baseado nas preferências de cada jogador, que podem ser *crisp* (relação binária entre os estados) ou *fuzzy* (cada par de estados tem um valor entre 0 e 1) (SILVA e FILHO, 2019).

O GMCR abrange duas fases (Fluxograma 2): modelagem e análise. A modelagem é o estágio em que são definidos: (i) os jogadores/decisores, isto é, as

partes envolvidas no conflito; (ii) as opções que cada decisor pode controlar; (iii) os estados, melhor, o conjunto de todas as prováveis combinações das opções dos decisores, com a eliminação dos estados considerados inviáveis; e (iv) as preferências individuais a respeito de cada uma das opções. No estágio análise, a análise de estabilidade de cada estado com o objetivo de identificar os equilíbrios para cada jogador é feita. Por fim, é realizada a análise de sensibilidade para estimar a robustez das soluções (CARDOSO *et al.*, 2021).

Fluxograma 2 – Estrutura do modelo grafo para resolução de conflitos



Fonte: Adaptado de Fang, Hipel e Kilgour (1993), elaborado pela Autora (2022).

De acordo com o modelo de grafos, construímos um quadro (Quadro 3, abaixo) com os decisores e suas opções, que correspondem a cada alternativa que cada decisor teria sob seu controle. Devido a quantidade de atores, onde alguns se repetem

com frequência em muitas situações, citamos os principais, assim também com os conflitos, destacamos os mais frequentes.

Podemos citar como principais decisores: Consumidores (DM1), Governos (Municipal, Estadual e Federal) (DM2), Empresas (fabricantes/recicladoras/distribuidoras) (DM3).

Quadro 3 - Decisores e opções

Decisor (DM)	Opção	Descrição
DM1	O1	Separar o lixo comum dos REEE e destinar a um ecoponto para tratamento adequado.
	O2	Pagar pela destinação correta dos REEE.
DM2	O3	Fornecer incentivo para as empresas nacionais realizarem a destinação correta dos REEE.
	O4	Fiscalizar e sancionar as regras estabelecidas para coleta e destinação adequada dos REEE.
	O5	Conscientizar e educar a população sobre os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelo descarte incorreto dos REEE.
	O6	Inclusão da categoria de catadores de materiais recicláveis por meio de cooperativas.
DM3	O7	Disponibilizar ecopontos para recebimento dos REEE.
	O8	Destinar adequadamente os REEE para terceiros, por meio de venda ou doação.
	O9	Retorno/Reaproveitamento dos produtos (REEE) recebidos ao ciclo produtivo.
	O10	Discussão da Economia Circular com foco em reciclagem.

	O11	Realizar/Incentivar coletas e reciclagem de equipamentos de informática em universidades e sociedade em geral.
--	-----	--

Fonte: Autora (2022)

O quadro exemplifica as opções que estão disponíveis a cada decisor, podendo ser ou não selecionada alguma opção. Para o DM1, denominado consumidores, as opções são: separar o lixo comum dos REEE e destinar a um ecoponto para tratamento adequado, e/ou pagar pela destinação correta dos REEE. Para os Governos, DM2, estão disponíveis quatro opções: fornecer incentivo para as empresas nacionais realizarem a destinação correta dos REEE; fiscalizar e sancionar as regras estabelecidas para coleta e destinação adequada dos REEE; conscientizar e educar a população sobre os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelo descarte incorreto dos REEE; e/ou inclusão da categoria de catadores de materiais recicláveis por meio de cooperativas. Para o DM3, Empresas, há cinco opções disponíveis para serem selecionadas, são elas: disponibilizar ecopontos para recebimento dos REEE; destinar adequadamente os REEE para terceiros, por meio de venda ou doação; retorno/reaproveitamento dos produtos (REEE) recebidos ao ciclo produtivo; discussão da Economia Circular com foco em reciclagem; e/ou realizar/incentivar coletas e reciclagem de equipamentos de informática em universidades e sociedade em geral.

Um estado é um vetor formado por "Y" (yes) ou "N" (no), onde "Y" quer dizer que a referente opção é selecionada e "N" o contrário. O número de estados (k) é calculado segundo o número de opções: $k = 2^m$, onde m é o número de opções disponíveis aos decisores. Dessa, para este conflito, obteve-se um conjunto de 2.048 estados, (2)¹¹.

Avaliando as alternativas, foi feita a análise dos estados considerados inviáveis: os estados em que a opção 02 e 11 são selecionadas ao mesmo tempo (-Y-----Y) foram considerados mutuamente excludentes, pois não faz sentido que o DM1 pague pela coleta e destinação adequada, por exemplo contratando uma empresa especializada em LR, quando o DM3 já a faz (de certa forma o consumidor já paga, por já estar embutido na composição de preço do produto). Da mesma maneira, não faz sentido as opções 8 e 9 (-----YY--) serem selecionados simultaneamente, uma

vez que o DM3 ou realiza a destinação adequada para terceiros ou a mesma faz o retorno/reaproveitamento do REEE, assim como não faz sentido as opções 2 e 3 (-YY-----) serem selecionadas simultaneamente, dado que se o DM1 pagar pela destinação correta não faz sentido o DM2 fornecer incentivos para as empresas a fazerem. Também foram removidos os estados em que tais opções não eram selecionadas simultaneamente (-N-----N), (-----NN--), (-NN-----) respectivamente, restando 256 estados viáveis.

A priorização de cada decisor em relação a cada uma das opções foram estimadas com base na experiência de um especialista com doutorado em Engenharia de Produção, 44 anos e docência na área de Logística Reversa e Supply Chain Management, além de possuir conhecimento e vivência em conflitos na gestão de REEE há 20 anos. Estas preferências estão resumidas na Tabela 4. Opções com o sinal negativo indicam que determinada opção não foi selecionada (N); o sinal '/' representa 'ou'; O "if" quer dizer que o decisor escolheria tal opção A e não B; e "iff" é utilizado no sentido de 'se somente se'.

Tabela 4 - Ranking de preferências

DM1	DM2	DM3
1iff5	1	1iff9
-2	2	2iff9
3	3iff4	3
4	4/3	-4
5iff7	5iff7	5iff7
6iff8	6iff9	6iff9
7	7iff8	7if8
8iff7	8	8iff9
9if8	9	9if8
10iff9	10if9	10if9
11iff5	11iff5	11iff9

Fonte: Autora (2022)

A Tabela 5 apresenta a análise de estabilidade e os equilíbrios utilizando os seguintes conceitos de solução: Estabilidade de Nash (Nash), Metaracionalidade Geral (GMR), Metaracionalidade Simétrica (SMR), Estabilidade Sequencial (SEQ) e Estabilidade Simultânea (SIM), para melhorar o entendimento sobre os conceitos de solução, temos o Quadro 4. Na Tabela 5 a marca de verificação indica que esses estados são equilíbrios sob esse conceito de solução.

Quadro 4 – Significado dos conceitos de solução

Conceitos de Solução	Significado
Estabilidade de Nash (Nash)	Representa o equilíbrio em um cenário no qual, em um jogo com dois ou mais jogadores, nenhum jogador pode ganhar se mudar sua estratégia unilateralmente.
Metaracionalidade Geral (GMR)	O jogador julga seus próprios movimentos cautelosamente, considerando todas as possíveis atuações e ignorando suas próprias contra atuações.
Metaracionalidade Simétrica (SMR)	Em relação à GMR, o jogador considera um cenário a mais e analisa suas possíveis contra atuações a eventuais punições do oponente.
Estabilidade Sequencial (SEQ)	Assim como na GMR, o jogador só analisa as atuações prováveis do seu oponente, ignorando as suas contra atuações. A diferença é que na SEQ o jogador espera que seu oponente considere a sua própria função de <i>payoff</i> na tomada de suas decisões e, dessa forma, nem sempre responderá bloqueando seus melhoramentos unilaterais.
Estabilidade Simultânea (SIM)	Examina o impacto estratégico de dois ou mais jogadores movendo-se juntos ao mesmo tempo de um determinado cenário, de forma que uma combinação de movimentos possa tornar-se um resultado novo e inesperado.

Fonte: Adaptado de Damázio, Malta e Magalhães (2000), elaborado pela Autora (2022)

Tabela 5 – Estados e seus respectivos equilíbrios

Estado	Equilíbrio						
	Nash	GMR	SEQ	SIM	SEQ & SIM	SIM	SMR
130	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
642	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
883	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1164	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1676	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1917	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Autora (2022)

Os seis estados apresentados na tabela 5 são equilíbrio em todos os critérios de estabilidade. Todos os estados indicam que: o DM2 realizará campanhas afim de conscientizar e educar a população sobre os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelo descarte incorreto dos REEE, permitindo que o DM1 separe o lixo comum dos REEE e destine a um ecoponto para tratamento adequado, enquanto o DM3 realizará o retorno/reaproveitamento dos produtos (REEE) recebidos ao ciclo produtivo.

O atuação do consumidor na responsabilidade compartilhada é fundamental para o sucesso da LR. A população precisa se sensibilizar com a questão do lixo eletrônico e buscar opções para diminuir esse problema (FERREIRA e RODRIGUES, 2010).

A carência de informação, a fim de que a população se envolva em programas de reciclagem, pois, embora tenham conhecimento de que a reciclagem pode contribuir de maneira positiva para o meio ambiente, não sabem com certeza como podem ajudar (CASTANHO, SPERS e FARAH, 2005).

De acordo com o ranking de preferências, os estados 883 e 1917 são os estados preferíveis. Para os DM2 e DM3 os estados onde o DM1 opta por pagar para destinar adequadamente os REEE para terceiros são mais preferíveis aos estados em que o mesmo não seleciona tal opção. Logo, a análise do conflito indica que o estado 883 é a solução mais provável para o conflito. O estado 883 indica que a população consumidora tanto poderá separar o lixo comum dos REEE e destinar a um ecoponto para tratamento adequado, quanto poderá pagar pela destinação correta dos REEE. Já o governo, junto a sua esfera de atuação, poderá tomar como opção conscientizar e educar a população sobre os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelo descarte incorreto dos REEE, como também poderá realizar a inclusão da categoria de catadores de materiais recicláveis por meio de cooperativas. Para as empresas, estas poderão optar por disponibilizar ecopontos para recebimento dos REEE; retorno/reaproveitamento dos produtos (REEE) recebidos ao ciclo produtivo; e/ou realizar discussão da Economia Circular com foco em reciclagem.

Borba (2012) observou quatro pontos que se mostraram como os maiores obstáculos ao descarte correto do lixo eletrônico: 1) falta de informação; 2) dificuldade de acesso a coletores específicos; 3) valor econômico efetuado na compra; e 4) empenho necessário para se realizar o descarte. O autor afirma que muitos adotam

hábitos claramente errados apenas para não sair da sua zona de conforto. Logo, é enfatizado que, além de campanhas educativas e do acesso a coletores específicos, as empresas e o poder público terão que se esforçar ainda mais para estimular a população a adotar condutas ambientalmente responsáveis, utilizando justificativas mais incisivas e persuasivas, para forçar as pessoas a saírem da sua zona de conforto e praticar atitudes mais sustentáveis (BORBA, 2012).

Natume e Sant'Anna (2011) observaram em sua pesquisa que os consumidores e as empresas ao colocarem seus equipamentos eletroeletrônicos no lixo comum não têm a compreensão das consequências deste ato, além de não possuírem informações necessárias sobre reciclagem de lixo eletrônico. Em parte porque, até bem pouco tempo a área da tecnologia não era vista tradicionalmente como uma indústria poluidora.

Observa-se neste cenário a necessidade de acordos de comprometimento articulados por instituições governamentais em parcerias com empresas ligadas ao processo, visto que foi estabelecido o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos com o propósito de determinar ações educacionais, contribuindo com a eficiência nos procedimentos de recuperação da LR dos REEE, proporcionando que cada um faça a sua parte favorecendo diversas áreas no cenário ambiental e empresarial.

No momento atual, onde a informação possui um papel cada vez mais importante, internet, *network*, multimídia e educação para a população representam a viabilidade de estimular e sensibilizar a comunidade para empenhar as diversas formas de participação na proteção da qualidade de vida. Dessa forma, podemos destacar que a educação ambiental assume mais e mais um papel transformador, no qual a cooperação das pessoas faz-se o objetivo principal para o desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2003).

Como sugestão para atendimento ao princípio da responsabilidade compartilhada, propomos algumas ações como reaproveitamento – peças de equipamento inservíveis são retiradas e estocadas para recuperação futura de outros equipamentos; avaliação para reaproveitamento das peças e equipamentos; armazenamento até o recolhimento por recicladoras credenciadas ou realizar a destinação adequadamente; educação à população, melhorando o nível de conscientização dos consumidores, além de investimento em disseminação e

ampliação dos pontos de coleta para facilitar o descarte; aumentar as discussões na academia.

Legalmente, a PNRS desfruta de todas as ferramentas necessários para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, considerando-se as características e necessidades da realidade brasileira. Todavia não se podem negar os inúmeros desafios que pressionam à sua execução, tais como a burocracia para acesso aos recursos financeiros e incentivos fiscais concedidos pela União. Além disso, a assinatura dos acordos setoriais e a oficialização do Plano Nacional de Resíduos Sólidos são de essencial importância para a cumprimento e a fiscalização de seus instrumentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de apoio à decisão GMCR II foi aplicado para simular a análise e resolução de um conflito real envolvendo Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. A descrição do conflito foi baseada em artigos científicos publicados ao longo dos anos e selecionados para esta pesquisa.

Pesquisas anteriores foram publicadas pela autora envolvendo o mesmo tema, a primeira realizou um mapeamento e, posterior, análise dos conflitos resultantes referentes a um dos principais pontos da PNRS, que trata da Responsabilidade Compartilhada, dada a importância do gerenciamento dos REEE, este estudo possibilitou não só a identificação dos conflitos existentes durante todo o processo de coleta, reciclagem e tratamento do lixo eletrônico, mas também o mapeamento das possíveis causas e relações entre essas barreiras (SILVA *et al.*, 2020). O segundo estudo foi uma continuidade do primeiro, onde a partir das análises dos artigos, foi possível coletar informações sobre gerenciamento de conflitos na gestão de REEE e, a partir dele destacar os mais frequentes. O sistema de apoio à decisão GMCR foi aplicado para simular a análise e resolução de um conflito real envolvendo REEE e consequentemente propor ações para melhorar o processo de tomada de decisão e prevenção de conflitos (CARDOSO *et al.*, 2021).

Para esta pesquisa, de acordo com a descrição, as partes interessadas no conflito são: Consumidores, Governos (Federal, Estaduais e Municipais) e Empresas. A partir das opções que cada um destes decisores teria, chegou-se a um conjunto de 2048 estados possíveis, sendo 1792 deles estados inviáveis. De acordo com o GMCR, 127 estágios foram considerados equilíbrios em alguns critérios de estabilidade, porém apenas seis estados foram apontados em todos os critérios de estabilidade e um deles é a solução mais provável. No entanto, a análise dessas soluções indicou que uma delas é a solução mais provável.

Tendo a logística reversa como um modelo sustentável de desenvolvimento, é irracional continuar com o atual modelo de crescimento. Diante desta realidade compete ao poder público punir ou estimular organizações a se responsabilizar pelos impactos gerados por suas atividades. E estes devem através de campanhas educacionais e ações de marketing incentivar há uma mudança de padrão sobre a importância da reciclagem e do descarte correto.

Apesar do Brasil possuir uma legislação (Lei n.º12.305/10) que implementou a PNRS, o documento legal em si não tem sido capaz de estimular a formação de cadeias reversas de REEE. A imposição legal de se promover o retorno do equipamento eletroeletrônico ao seu fabricante, para que se proceda ao reaproveitamento e destino ambientalmente correto dos resíduos, perdura ainda sem resposta (apesar das discussões na esfera governamental entre poder público e iniciativa privada para a promoção do acordo setorial nacional) e, ainda, não se firmou com práticas inovadoras entre os agentes responsáveis.

Dessa forma, evidencia-se que a EC, a LR e a sustentabilidade são conceitos que possuem sinergia/complementares, que devem ser aderentes às propostas de desenvolvimento quanto ao gerenciamento dos REEE, principalmente se associadas à relação de produção e pós-consumo. Nesse contexto, a participação do poder público tem sido relevante não só pela regulamentação de um decreto específico sobre os REEE (Decreto n.º 12.240/2020), como também pela obrigatoriedade instituída pela PNRS para a implementação da LR pelo princípio da responsabilidade compartilhada.

Perpetuar a busca e alcance pelo desenvolvimento sustentável no Brasil é conduzir a EC pela transição da efetividade da PNRS, principalmente pela ótica da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e da LR, não enfatizando apenas nos resíduos, mas também no processo produtivo como um todo considerando, especialmente, seus impactos sociais, ambientais e econômicos.

Entretanto, ainda é nítida a ausência de sincronismo entre os atores sobre a gestão da LR de REEE, talvez pela forma hierarquizada sobre o acesso à informação e recursos, ocasionando uma situação de dependência total das ações por parte das indústrias/cadeias produtivas.

Entre as inúmeras barreiras, a que se destaca é a carência de campanhas de divulgação e conscientização, visto que até este momento é baixo o conhecimento e a cultura no país sobre a importância da separação e reciclagem prevista na PNRS, a população ainda não enxerga potencial econômico nestes resíduos e acaba descartando no lixo comum.

Os consumidores ainda possuem poucas informações sobre o descarte correto do lixo eletrônico, a existência de postos de coleta, os malefícios que esse lixo pode provocar à saúde e ao meio ambiente e, principalmente, sobre a responsabilidade que dentro da política de logística reversa compete a eles.

Há necessidade de maiores esforços entre as empresas, os governantes e os legisladores para que haja um maior comprometimento da população. Como sugestões de medidas para reduzir os conflitos, as empresas devem disponibilizar mais postos de coleta de fácil acesso; é essencial que o governo invista em campanhas educacionais nas diversas mídias (rádio, televisão, *internet*); a aplicação de uma política que promova a educação ambiental já nas escolas de ensino fundamental é essencial, pois, desta forma, as novas gerações serão educadas nos princípios éticos da sustentabilidade e com uma mentalidade conservacionista, tornando mais viável a implantação de políticas públicas que visem à manipulação dos recursos de forma sustentável. Contudo, é de essencial importância que, além dos projetos de educação e sustentabilidade ambiental, as práticas contrárias sejam penalizadas na forma da lei. O Quadro 5, abaixo, exemplifica as sugestões acima citadas direcionadas as empresas e governantes.

Quadro 5 - Sugestões para empresas e governantes

DM	MEDIDAS SUGERIDAS
DM2 (Governos)	Investir em campanhas educacionais nas diversas mídias (rádio, televisão, <i>internet</i>).
	Aplicação de uma política que promova a educação ambiental já nas escolas de ensino fundamental.
	Penalizar as práticas contrárias (relacionadas ao REEE) na forma da lei.
DM3 (Empresas)	Disponibilizar mais postos de coleta de fácil acesso.

Fonte: Autora (2022)

O estudo apresenta uma limitação perante a perspectiva de gerenciamento da pesquisa, dado que devido a pandemia causada pelo SARS-CoV-2 (COVID-19), a modelagem foi realizada a partir da descrição do conflito por terceiros, sem considerar, na etapa de modelagem, o envolvimento dos decisores identificados. Entretanto, isso não compromete o objetivo do estudo que era de verificar se a abordagem GMCR poderia ser utilizada de forma efetiva para apoiar a gestão de resíduos eletroeletrônicos, particularmente, na análise e resolução de conflitos, o qual se mostrou satisfatório e obtivemos um resultado na resolução de conflitos.

Esse estudo possui contribuições teóricas, metodológica e práticas, são elas: teóricas – ao apontar a importância e a corresponsabilidade da população

consumidora, empresas e governos em relação as consequências para a remanufatura, reciclagem e destino ambientalmente adequado dos REEE, metodológica – ao utilizar o *bibliometrix* e a base de pesquisa *Web of Science* para realização de uma revisão sistemática da literatura a fim de obter uma base de dados sólida e relevante para por fim realizar a aplicação do programa GMCR, e prática – uma vez que fazemos uso do GMCR propondo uma aplicação real para resolução de conflitos na gestão do REEE.

Para trabalhos futuros, a proposta é de melhorar a fase de modelagem do conflito no contexto gerencial, envolvendo as partes interessadas ao longo da aplicação da abordagem GMCR.

Agradecimentos

A FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABDI. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília-DF, 2013. Disponível em: http://www.comexresponde.gov.br/portalmidic//arquivos/dwnl_1416934886.pdf. Acesso em: 11 set. 2021.
- ACHILLAS, C., VLACHOKOSTAS, C., AIDONIS, D., MOUSSIOPOULOS, N., IAKOVOU, E., BANIAS, G. Optimising reverse logistics network to support policy-making in the case of Electrical and Electronic Equipment. **Waste Manag.** 30, 2010, 2592–2600.
- AFONSO, M. H. F. *et al.* Como Construir Conhecimento Sobre O Tema De Pesquisa? Aplicação Do Processo Proknow-C Na Busca De Literatura Sobre Avaliação Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, 2012, p. 47–62.
- AKCIL, A., AGCASULU, I.; SWAIN, B. Valorization of waste LCD and recovery of critical raw material for circular economy: A review. **Resources, Conservation & Recycling**, 149, 2019, 622-637. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.031>>. Acesso em: 30 set. 2021.
- ALEGRETTI, G. F. P.; OLIVEIRA, M. H. de; JUNG, D. R. **LOGÍSTICA REVERSA**: estudo de caso sobre os principais desafios e entraves na gestão dos resíduos eletrônicos. XX ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Ambiental e Meio Ambiente. 2018. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/95.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- AMARAL, T. S.; RODRIGUES, P. T.; GONÇALVES, G. I. **A importância da logística reversa no âmbito social, ambiental e econômico**. In: FATECLOG, Guaratinguetá, 2012, p.10. Disponível em: <www.fatecguaratingueta.edu.br/fateclog/artigos/Artigo58.PDF>. Acesso em: 30 set. 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v.11, 2017, p.959-975. Elsevier.
- ATLASON, R. S., GIACALONE, D.; PARAJULY, K. Product design in the circular economy: Users' perception of end-of-life scenarios for electrical and electronic appliances. **Journal of Cleaner Production**, 168, 2017, 1059-1069. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.082>>. Acesso em: 30 set. 2021.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 2. ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BATISTA, V.M. **Análise de conflitos no processo de definição da cobrança no sistema de gestão hídrica do estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

BOB, U.; BRONKHORST, S. Environmental conflicts: key issues and management implications. **African Journals Online**, v. 10, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.ajol.info/index.php/ajcr/article/view/63307>>. Acesso em: 11 set. 2021.

BORBA, D. M. **Comportamento pós-compra de produtos eletrônicos: uma proposta avaliativa para o descarte de celulares e computadores**. Monografia (Bacharel em Administração) – Departamento de Administração, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012.

BRANDÃO, L.; MELLO, J. **A multi-criteria approach to the hindex**. European Journal of Operational Research. Volume 276, Issue 1, 1 July 2019, Pages 357-3631. July 2019, Pages 357-363.

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 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. **Diário Oficial da União**, Brasília. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm>. Acesso em: 11 set. 2021.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília. 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 30 set. 2021.

BRASIL. Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei 12.305 (...). **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 dez. 2010. 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 30 set. 2021.

CAMPOS, V. E. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: contribuições socioambientais de duas cooperativas de catadores de materiais recicláveis na região do Médio Paranapanema**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Assis, SP, Brasil. 2014.

CAO, J.; CHEN, Y.; SHI, BIN; LU, BO; ZHANG, X.; YE, X.; ZHAI, G.; ZHU, C.; ZHOU, G. WEEE recycling in Zhejiang Province, China: generation, treatment, and public awareness, **Journal of Cleaner Production**, v.127, 2016, p.311-324.

CARDOSO, L. N. P.; GUARNIERI, P.; SCHRAMM, V. B.; SILVA, L. C. e. **Gestão de e-waste sob a ótica da análise de conflitos e responsabilidade compartilhada: Uma abordagem com uso do GMCR**. XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. 2021. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_355_1831_42580.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CASTANHO, S. C. R.; SPERS, E. E.; FARAH, O. E. Custos e benefícios para o consumidor na ação da reciclagem. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 7, n. 4, 2005, p. 78-98.

CASTRO, B. A.; ARAÚJO, M. A. D. Gestão dos resíduos sólidos sob a ótica da Agenda 21: um estudo de caso em uma cidade nordestina. **Revista de Administração Pública**, 38(4), 2004, 561-87.

CENTRO DE DESCARTE E REÚSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA – CEDIR. **Aspectos socioambientais e técnicos da gestão de resíduos de equipamentos eletrônicos**. Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/sites/default/files/anexospublicacao/publicacao-AspectosSocioambientaiseTecn.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2021

COSTA, L.; VALLE, R. **Logística reversa**: importância, fatores para a aplicação e contexto brasileiro. Anais do Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia Logística, Resende, RJ, Brasil, 2006, 3.

DAMAZIO J. M.; MALTA, V. de F.; MAGALHÃES, P. C. de. Uso do modelo gráfico para resolução de conflitos em problemas de recursos hídricos no Brasil. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 5 n.4 Out/Dez 2000, 93-109. Disponível em: <https://abr.h.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/43/ed13ec87aa7496f26880cfbee4f13882_9068ef865bac7573f0f4866ef322c9f6.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular no Brasil**: Uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. (2013). **Towards the Circular Economy: Opportunities for the consumer goods sector**. Cowes: EMF. Recuperado em 6 abril, 2018, Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2013.pdf>. Acesso em: 11 set. 2021.

FANG, L., HIPEL, K. W., KILGOUR, D. M. **Interactive Decision Making**: The Graph Model for Conflict Resolution. New York: Wiley. 1993.

FANG, L.; HIPEL, K.W.; KILGOUR, D. M.; PENG, X. "A Decision Support System for Interactive Decision Making, Part 1: Model Formulation," **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C**, 33, 1, 2003a, 42-55.

FANG, L.; HIPEL, K.W.; KILGOUR, D. M.; PENG, X. "A Decision Support System for Interactive Decision Making, Part 2: Analysis and Output Interpretation," **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C**, 33, 1, 2003b, 56-66.

FARIS, M.; R.; AL-MOHSEEN, K.; A.; HIPEL, K. W. Conflict Resolution In The Euphrates River Dispute Using The Graph Model For Conflict Resolution. **Academic Journal of Science**, vol. 06, 2016, pp. 295–306.

FERREIRA, R. D. G.; RODRIGUES, C. M. O. **O Lixo eletrônico no Brasil: Leis e Impactos Ambientais**. SBC Horizontes, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2010, p. 1-5.

FIEMEG – 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: 11 set. 2021.

FIEMEG – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS 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: 11 set. 2021.

FILHO, Razzolini, E; BERTÉ, R. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil**. 1ª ed. Curitiba: Intersaberes, 2013.

FORTI V.; BALDÉ C.P.; KUEHR R.; B. G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. 2020. Disponível em: http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM_2020_def_july1_low.pdf#. Acesso em: 11 set. 2021.

GADIA, G. C. M. L.; OLIVEIRA, M. A. J. A logística reversa como instrumento de ação na garantia da sustentabilidade ambiental: análise das inovações trazidas pela política nacional de resíduos sólidos. **DEA**, [S.l.], v. 2, n. 2, 2011, jan.-jul.

GARRIDO-HIDALGO, C.; OLIVARES, T.; RODA-SANCHEZ, L. The adoption of Internet of Things in a Circular Supply Chain framework for the recovery of WEEE: The case of Lithium-ion electric vehicle battery packs. **Waste Management**, v.103, 2020, p.32–44.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy - A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**. v.143, 2017, p.757-768.

GETIRANA, A. C. V.; AZEVEDO, J. P. S.; MAGALHÃES, P. C.. Conflitos Pelo Uso da Água no Setor Agrícola no Norte Fluminense (II): Processo Decisório Através do Modelo Grafo para Solução de Conflitos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, 2017, p. 39-50.

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**, 114, 2016, 11-32. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>>. Acesso em: 11 set. 2021

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**, v. 131, 2016, p 228-236.

GRACIANI, F. S.; FERREIRA, G. L. B. V. Descarte de Medicamentos: panorama da logística reversa no Brasil. **Espacios**, v. 35, n. 5, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a14v35n05/14350411.html>>. Acesso em: 04 abr, 2022

GUARNIERI, P. **Logística Reversa**: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. Recife, Clube de autores, 2011.

GUARNIERI, P., SILVA, L.C., LEVINO, N.A. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v.133, 2016, p.1105-1117.

GUARNIERI, P., SILVA, L. C., XAVIER, L. H.; CHAVES, G. L. D. Recycling challenges for electronic consumer products to e-waste: a developing countries' perspective. In Khan A., Inamuddin, Asiri A. (eds.), **E-waste Recycling and Management, Environmental Chemistry for a Sustainable World**, Springer, Cham, 33, 2020, 81-110. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14184-4_5.

GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R. Application of methodologies of environmental conflict analysis in Puxinanã (PB) landfill. **Eng. Sanitária e Ambiental**, v.22, n.1, 2016, 81-93.

HAIDER, H. **Conflict**: topic guide. Birmingham: GSDRC, University of Birmingham. 2014. 151 p.

HIPEL, K. W.; FRASER, N. M. Conflict analysis models and resolutions. New York: North-Holland, 1984. **Series in System and Engineering**, v. 11.

HIPEL, K.W.; KILGOUR, D.M.; FANG, L. The Graph Model for Conflict Resolution: Wiley Encyclopedia Of Operations Research And Management Science. **Nova York**, v. 3. 2011. p. 2.099-2.111.

HIPEL, K.W.; KILGOUR, D.M.; FANG, L.; PENG, X. The Decision Support System GMCR in Environmental Conflict Management. **Applied Mathematics and Computation**, vol. 83, 1997, pp. 117-152.

IMPACT FACTOR. **Journal Citation Reports**, 2022. Disponível em: <<https://access.clarivate.com/login?app=jcr&detectSession=true&referrer=target%3Dhttps%3A%2F%2Fjcr.clarivate.com%2Fjcr%2Fhome>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

HOMER-DIXON, T.F. Environmental scarcities and violent conflict: evidence from cases. **International Security**, v. 19, n. 1, 1994, p. 5-40.

HOWARD, Nigel. O gerente como político e general: a abordagem metagame para analisar cooperação e conflito. In: Rosenhead J (ed) Análise racional para um mundo problemático: métodos de estruturação de problemas para complexidade,

incerteza e conflito. Chichester, Reino Unido: **John Wiley & Sons**. 1989. ISBN 978-0-471-92286-5.

INTERNATIONAL NETWORK FOR CAPACITY BUILDING IN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT – CAP-NET/UNDP. **Conflict resolution and negotiation skills for integrated water resources management**: training manual. Gezina. 105 p. 2008. Disponível em: <<http://www.cap-net.org/download-document/?doc=3642&id=CR%20Training%20Manual>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

ISLAM, T.; HUDA, N. Reverse logistics and closed-loop supply chain of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review. **Resources, Conservation & Recycling**, 137, 2018, 48-75. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.026>>. Acesso em: 16 jan. 2022

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003.

KARASKI, T. U. *et al.* **Embalagem e Sustentabilidade**: Desafios e orientações no contexto da Economia Circular. CETESB/ABRE/CETEA/ITAL. 1. ed. São Paulo: CETESB, 2016.

Kinsara, R. A., Kilgour, D. M., & Hipel, K. W. Communication features in a DSS for conflict resolution based on the graph model. **International Journal of Information and Decision Sciences**, 10(1), 2018, 39.

KUA, H.W. **A new integrated framework for stakeholder involvement in sustainability policymaking**: a multidisciplinary approach. *Sust. Dev.* 24, 2016, 281–297.

KUNRATH, J. L; VEIT H. M. Resíduos eletroeletrônicos: materiais reaproveitados dentro da cadeia de processamento. **REMAP-Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Porto Alegre, v.10, n.2, dez. 2015, p.68-72.

LAVEZ, N. *et al.* O papel da logística reversa no reaproveitamento do "lixo eletrônico" – um estudo de caso no setor de computadores. **RGSA- Revista de gestão social e ambiental**, São Paulo, v.5, n.1, jan. / abr. 2011, p.15-32.

LEITE, P. R. **Desafios da logística reversa de pós-consumo no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1943>. Acesso em: 30 set. 2021

LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade. 2ª ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2009.

LEITÃO, Alexandra. Economia Circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**, Vol. 1, N. 2, set 2015.

LIEBERMAN, G.J.; HILLIER, F.S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 3ª. edição. Editora Campus, São Paulo. 1988.

LINHARES, S. N. Os resíduos eletroeletrônicos: uma análise comparativa acerca da percepção ambiental dos consumidores da cidade de Mossoró, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3. 2012, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: IBEAS, 2012.

LUCE, R.D., RAIFFA, H. **Games and Decision**, New York: Wiley. 1957.

LUZ, Beatriz. (Org.). **Economia circular Holanda: Brasil: da teoria à prática**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017.

MANHARDT, A. International cooperation for metal recycling from waste electrical and electronic equipment. **Journal of Industrial Ecology**, Elmsford, v. 15, n. 1, Feb. 2010, p. 13-30.

MATTOS, UAO. **Aplicação da técnica de análise metagame no estudo dos conflitos da relação saúde trabalho**. Rio de Janeiro: Faculdade de Engenharia/UERJ. 2000. 125p. Tese (Professor Titular).

MAYER, B. **The dynamics of conflict resolution: a practitioner's guide**. São Francisco: John Wiley & Sons. 2000. 288 p.

MENDES, H. M. R. **Análise de experiências internacionais com a logística reversa de eletroeletrônicos: comparação com a realidade brasileira e recomendações**. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração, Gestão Ambiental e Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

MORAGA, G.; HUYSVELD, S.; MATHIEUX, F.; BLENGINIC, G. A.; ALAERTS, L.; VAN ACKER, K.; MEESTER, S.; DEWULF, J. Circular economy indicators: What do they measure?. **Resources, Conservation & Recycling**, 146, 2019, 452-461. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>>. Acesso em: 11 set. 2021

MOSTERT, E.A. A framework for conflict resolution. **Water International**, v. 23, n. 4, 1998, p. 206-215.

NATUME, R. Y.; F. S. P. SANT'ANNA. **Resíduos Eletroeletrônicos: Um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. III International Workshop. São Paulo, Brasil. 2011. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sexoes/5b/6/natume_ry%20-%20paper%20-%205b6.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

NEEDHIDASAN, S., SAMUEL, M., CHIDAMBARAM, R. **Electronic waste-an emerging threat to the environment of urban India**. J. Environ. Health Sci. Eng., 12. 2014. p. 36.

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**, v. 589, 2017, p. 122-129.

OLIVEIRA, U. R. **Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos e a sustentabilidade ambiental**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva Publique-se, 2016.

OLIVEIRA, L. H.; SILVEIRA, M. A. Caracterização e análise da cadeia produtiva de PCs. In: SIMPOI 2009: “XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais”, São Paulo. **Anais do SIMPOI 2009** (Vol. 1. pp. 1-15). São Paulo: Editora da FGV. 2009.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>>. Acesso em: 16 jan. 2022.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Revista Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, 2018, p. 161-187.

PEREIRA, M.; SILVEIRA, M. A. A necessidade de adaptação às regulações ambientais da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Do fabricante ao consumidor organizacional no setor de equipamentos eletromédicos. **RAI - Revista de Administração e Inovação**. 2014;11(4):88-109. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97332901005>>. Acesso em: 16 jul.2021.

PHILPOT, Simone; HIPEL, Keith; JOHNSON, Peter. Strategic analysis of a water rights conflict in the south western United States. **Journal of environmental management**, vol. 180, 2016, pp. 247-256.

PIGNATELLI, M. **Os conflitos étnicos e interculturais**. Lisboa: ISCSP. 2010. 288 p. (Coleção Manuais Pedagógicos).

QIANG, S.; ZHOU, X. Z. Robust reverse logistics network design for the waste of electrical and electronic equipment (WEEE) under recovery uncertainty. **Journal of Environmental Biology**, 37(5), 2016, 1153-1165.

RIBEIRO, F. M. Logística Reversa. **Cadernos de Educação Ambiental**. N° 20. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2014.

RIBEIRO, M. M. R. **Análise de conflitos em recursos hídricos baseada na Teoria dos Jogos**. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. I Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste,.v. 2, 1992, p. 57-66. Recife, PE.

RODRIGUES, A. C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos**: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 2007. 301f. Dissertação (Mestrado). Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de

Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Santa Bárbara d'Oeste, SP.

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**, v. 20, n. 3, 2015, p. 437-447.

ROSA, P., SASSANELLI, C.; TERZI, S. Circular business models versus circular benefits: An assessment in the waste from electrical and electronic equipments sector. **Journal of Cleaner Production**, 231, 2019, 940-952. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.310>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SANTOS, C. A. F. dos. **A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos e Suas Consequências Para a Sustentabilidade**: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de porto alegre. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/55137>. Acesso em: 11 set. 2021.

SANTOS, V. M. **Teoria das relações internacionais**: cooperação e conflito na sociedade internacional. Lisboa: ISCSP – UTL. 2009. 286 p.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Economia circular**. [curso online]; duração 20 horas. São Paulo. 2020.

SILVA, A. M. D.; SILVA, M. E. da; CARDOSO, L. N. P; SILVA, L. C. e. **Mapeamento e Análise de Conflitos na Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos**. XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_343_1762_40480.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, B. D. da, OLIVEIRA, F. C., MARTINS, D. L., **Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil**, Santo André, 2007. Disponível em: <http://wiki.nosdigitais.teia.org.br/images/9/98/Lixo_eletronico_no_brasil_2008.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2022.

SILVA, M. M.; FILHO, R. L. O. **Análise e resolução de conflitos utilizando o GMCR com preferências diversas**: Uma Aplicação Hipotética. XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Santos, São Paulo, Brasil. 2019. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_292_1652_38863.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022

SIQUEIRA, V.; MARQUES, D. H. F. **Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em Belo Horizonte**: algumas considerações. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 13, n. 43, 2012, p. 174- 187.

SU, B. *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**. v. 42, 2013, p. 215-227.

TORRES, C. A. L.; FERRARESI, G. N. Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos. **RevInter - Revista Intertox de Toxicologia**, Risco Ambiental e Sociedade, vol. 5, n. 2, jun. 2012, p. 159-210.

VANEGAS, P.; PEETERSA, J. R.; CATTRYSSEA, D.; TECCHIOC, P.; ARDENTEC, F.; MATHIEUXC, F.; DEWULFA, W.; DUFLOUA, J. R. Facilidade de desmontagem de produtos para apoiar estratégias de economia circular. **Resources, Conservation & Recycling**, 135 (2018), 2017, 323–334. The Authors. Published by Elsevier, B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.022>>. Acesso em: 11 set. 2021

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

VIEIRA, B. O.; GUARNIERI, P.; SILVA, L. C.; ALFINITO, S. Prioritizing Barriers to Be Solved to the Implementation of Reverse Logistics of E-Waste in Brazil under a Multicriteria Decision Aid Approach. **Sustainability Journal**. MDPI. Basel, Switzerland. 2020, 12, 4337. DOI:10.3390/su12104337.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. **RGSA -Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 3, n. 3, 2009, p. 120-136.

WEB OF SCIENCE. **Pesquisa do autor**. 2022. Disponível em: <<https://www-webofscience.ez16.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search>> Acesso em: 16 jan. 2022.

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

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impacts Assessment Review**, Elmsford, v.25, 2005, p.436-458.

ZIJLSTRA, H. MCCULLOUGH, R. **CiteScore**: a new metric to help you track journal performance and make decisions. 2016. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/connect/editors-update/citescore-a-new-metric-to-help-you-choose-the-right-journal>>. Acesso em: 03 jan. 2022.