

# RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: SINERGIA ENTRE A ECONOMIA CIRCULAR, LOGÍSTICA REVERSA E AS PERSPECTIVAS DOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) NO BRASIL

**Yris Raquel Santos de Santana** – [yris\\_raquel@hotmail.com](mailto:yris_raquel@hotmail.com)

*Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT), Brasil  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Brasil*

**Ângela Maria Ferreira Lima** – [angela.lima@gmail.com](mailto:angela.lima@gmail.com)

*Doutora em Ciências, Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Brasil*

**Resumo** — A busca pelo desenvolvimento sustentável vem adquirindo gradativa relevância. Com isso, a necessidade de uma postura ambientalmente adequada frente ao processo de concepção do produto até o pós-consumo emerge uma discussão sobre a geração dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e a postura dos atores sociais (poder público, sociedade civil e setor privado), frente à busca pelo desenvolvimento sustentável. Assim, esse artigo tem o objetivo de analisar iniciativas que estão aderentes à Economia Circular e Logística Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e de que modo se relacionam com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Dessa forma, a metodologia tem um caráter explicativo e descritivo, de abordagem qualitativa, cuja técnica de investigação é a pesquisa bibliográfica. Assim, foi possível fazer a relação entre Economia Circular, Logística Reversa e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, mas especificamente os 9, 11 e 12 e algumas de suas metas. Dessa maneira, pôde-se concluir que no Brasil existe uma ausência de sincronismo entre os atores sociais que sustentam a gestão dos resíduos, e que a forma hierarquizada sobre o acesso à informação acaba propiciando uma dependência para as indústrias sobre a responsabilidade da cadeia reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. Isso reflete a necessidade de garantir condições favoráveis em investimento e infraestrutura para apoiar e amparar a efetividade sobre a gestão desses resíduos, de modo a contribuir com o desenvolvimento e progresso da nação rumo à sustentabilidade nos diversos âmbitos sociais.

**Palavras-chaves** — Economia Circular, Logística Reversa, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, Resíduos Eletroeletrônicos.

**Abstract** — The search for sustainable development has been gradually promoted. As a result, the need for an environmentally friendly posture towards the product design process until post-consumption emerges a discussion about the generation of waste from electronic equipment and the posture of social actors (government, civil society and the private sector) the search for sustainable development. Thus, this article aims to analyze the initiatives that are adhering to the Circular Economy and Reverse Logistics of Electronic Waste in Brazil and how they relate to the goals of the Sustainable Development Goals. Thus, the methodology has an explanatory and descriptive character, with a qualitative approach, whose investigation technique is a bibliographic research. Thus, it was possible to make the relationship between Circular Economy, Reverse Logistics and Sustainable Development Goals, but specifically the 9, 11 and 12 and some of its goals. Thus, it was possible that in Brazil there is an absence of synchronization between the social actors that support waste management, and that the hierarchical form of access to information ends up providing a dependence for industries on the responsibility of the reverse waste chain of Electronic Equipment. This reflected the need to ensure favorable conditions for investment and infrastructure to support and support the effectiveness of waste management, in order to contribute to the nation's development and progress towards sustainability in the various social spheres.

**Keywords** — Circular Economy, Reverse Logistics, Sustainable Development Goals, Electronic Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), para Carvalho e Xavier (2014), pode ser definido como os produtos, partes ou componentes dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) do pós-consumo. Já os EEE são os produtos que funcionam por meio de correntes elétricas ou campo eletromagnético. Dessa forma, os REEE configuram-se em grave problema para o ambiente e saúde pública, desde a sua produção até o descarte, pois são produtos constituídos de matérias altamente tóxicas como mercúrio, cádmio, berílio e o chumbo (SIQUEIRA; MORAES, 2009).

Entre os países da América Latina, o Brasil foi um dos primeiros que estabeleceu um marco regulatório abrangente, em âmbito Federal, para fundamentar e regular a gestão dos REEE através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que trouxe uma consciência reflexiva sobre a sociedade e meio ambiente, inovando na forma de gerir questões públicas ao propor a responsabilidade compartilhada, e diretrizes sobre a gestão dos resíduos, além dos fundamentos sobre Logística Reversa (LR) (PEREIRA, 2018). Outro avanço importante da PNRS foi regulamentação do Decreto n.º 10.240/2020 o qual se dedica a estabelecer medidas legais para a estruturação e implementação da LR de REEE.

Nessa conjuntura, o modelo de Economia Circular (EC) surge em oposição ao modelo tradicional e linear de extrair e produzir. Assim, o seu maior objetivo é enfrentar os desafios relacionados à escassez de recursos e eliminação dos resíduos. Posto isso, a EC vem ganhando destaque pela capacidade de alicerçar o consumo e a busca pela sustentabilidade (HOMRICH *et al.*, 2018), o que associado à prática da LR poderia fomentar o alcance para o desenvolvimento sustentável.

Assim, este estudo justifica-se pelo fato do 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.

Posto isso, apresenta-se o seguinte questionamento: como o Brasil vem desenvolvendo a Economia Circular, considerando a Logística Reversa de Eletroeletrônicos no contexto e na busca pelo cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável? Portanto, o presente estudo visa analisar iniciativas que estão aderentes à Economia Circular e Logística Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e de que modo se relacionam com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 ECONOMIA CIRCULAR E LOGÍSTICA REVERSA

O conceito de Economia Circular (EC) contrapõe o modelo linear de extração de matéria-prima, podendo ser entendido como uma nova abordagem de modelo econômico, buscando ressignificar o conceito de “fim de vida útil” de um produto.

O intuito é preservar e reforçar a importância do capital natural, seja pela otimização no uso dos recursos naturais, diminuição dos descartes e gerenciar os fluxos renováveis e não renováveis. Dessa forma, a economia linear pode ser convertida na EC se considerar a relação entre: o uso de recursos naturais e a geração de resíduos ao longo da cadeia produtiva (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016).

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

Por outro lado, a EC também está aderente às premissas da sustentabilidade, tendo em vista que o destino dos materiais não permeia só o gerenciamento dos resíduos, até porque a ideia é que o valor dos recursos que um dia foi extraído e, por fim, produzidos sejam mantidos num processo cíclico de cadeias produtivas integradas, ou seja, pretende-se com isso eliminar o conceito de resíduo e enxergar como uma fonte energética renovável, capaz de preservar e transmitir valor (WEBSTER, 2015). Assim, é possível gerar uma reflexão sobre o modo de produção e consumo dos bens e serviços visando alcançar o desenvolvimento sustentável, onde sua origem é reflexo da necessidade de uma resposta frente aos problemas ambientais (SU *et al.*, 2013).

Deste modo, a EC está embasada nos princípios de Ecologia Industrial, que vem se destacando no cenário mundial por considerar que os padrões de produção linear são insustentáveis e geram reflexos

negativos para a sociedade (NOYA *et al.*, 2017). Destarte, existe uma forte tendência de as legislações determinarem a busca pela proteção e conservação dos recursos naturais. Assim, setor empresarial tem direcionado ações que possam aderir às propostas de conservação e preservação dos recursos naturais (GONZÁLEZ; SARKIS; DIAZ, 2008).

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

Nesse contexto, Lacy e Rutqvist (2015) reforçam a ideia de que o desenvolvimento da EC propicia vantagens competitivas para as instituições que se baseiam/adotam seus fundamentos como estratégia para crescimento. Assim, as empresas podem aplicar os princípios da EC desde a concepção do produto, processo de utilização e, posteriormente, no processo de eliminação e retirada desse produto do mercado (GHUNMI *et al.*, 2016). O que reforça a ideia de que a EC está aderente às condições da sustentabilidade, tendo como ênfase a efetividade (VELTE; STEINHILPER, 2016). Posto isso, é válido salientar a necessidade de mudanças desde a concepção do projeto até a produção, consumo, uso, desperdício e, por fim, reutilização em toda a cadeia produtiva, de modo que sejam colocadas em prática as premissas da EC (NOYA *et al.*, 2017).

Já a Logística Reversa (LR) se estabelece como uma subárea da Logística que, além de proporcionar o retorno do produto ao centro produtivo, tem nos últimos anos ganhando importância, principalmente pelo crescimento de resíduos produzidos, em maior parte, nos grandes centros urbanos (WILLE; BORN, 2013; CAPAZ; NOGUEIRA, 2014).

Com isso, percebe-se uma similaridade entre as premissas da EC com as atividades gerenciais da LR, principalmente pela possibilidade de desenvolver ações/medidas que possam essencialmente, aumentar ao máximo o tempo de vida útil de um produto o que, conseqüentemente, proporciona a redução dos impactos causados ao meio ambiente, além de diminuir a dependência pelos recursos naturais no processo produtivo (KARASKI *et al.*, 2016; PORCELLI; MARTÍNEZ, 2018).

Em tempo, é válido considerar que Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) é um termo genérico, pois abrange uma diversidade de tipos e formas de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), que perderam valor para seus proprietários, seja por motivos de danos, quebra ou até de utilização indesejada (BARROS, 2012). Sendo assim, os REEE compreendem uma vasta gama de produtos, que diferem por características como, por exemplo: tempo de vida útil, volume, composição, valor econômico e potencial de impacto sobre o ambiente e a saúde quando gerenciados de forma inadequada. Tais diferenças refletem diretamente nas propriedades e particularidades do gerenciamento do pós-consumo de cada um desses equipamentos e materiais, ou seja, reflete diretamente nos processos de coleta, logística, reciclagem e, sobretudo, nas atitudes dos consumidores para o descarte (OLIVEIRA, 2016; BALDÉ *et al.*, 2017).

A PNRS, em seu regulamento federal para o gerenciamento dos resíduos sólidos, menciona os “produtos eletroeletrônicos e seus componentes”, mas em nenhum momento, até mesmo no decreto regulamentador (Decreto n.º 9.177), não apresenta uma definição, classificação e categorias sobre tais produtos e, conseqüentemente, seus resíduos (BRASIL, 2010). No entanto, o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica da Logística Reversa de REEE elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), propõe uma classificação nacional para estes resíduos por linhas de produtos. Porém, se comparado a países desenvolvidos como, por exemplo, os países da União Europeia, a classificação da ABDI para o Brasil não abrange boa parte das categorias e tipologias desses resíduos que são definidas pelas Diretivas n.º 19 de 2012 da Comunidade Europeia (UNIÃO EUROPEIA, 2012; ABDI, 2013).

Assim, a vasta gama de materiais encontrados nesses equipamentos e o elevado fluxo de sua geração pelos canais de origens, a institucional (pública ou privada) e a domiciliar, dificultam em estabelecer uma composição única para esses resíduos. Sendo que as mudanças na composição desses materiais têm mudado ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento tecnológico, além da pressão por parte dos governos e sociedade que demandam a utilização de equipamentos mais sustentáveis (ROBINSON, 2009; RODRIGUES; GUNTHER; BOSCOV, 2015).

Contudo, é fundamental destacar que o fato dos EEE conter substâncias classificadas como perigosas, não necessariamente essas irão causar danos ao meio ambiente e à saúde pública de forma direta (MENDES, 2017), até porque, para que ocorra a contaminação, esses componentes teriam que estar expostos

de tal modo que a degradação dos mesmos provocasse a liberação dessas substâncias a ponto de contaminar o ar, solo, água e, conseqüentemente, os demais organismos vivos bem como os seres humanos. É por isso que a LR integrada à gestão dos REEE se faz tão importante.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A BASE PARA OS ODS

O Desenvolvimento Sustentável (DS), permeia um conjunto de fatores que buscam contemplar necessidades da sociedade sem comprometer a capacidade de atender as necessidades de gerações futuras, pelo uso racional dos recursos de modo a viabilizar a sustentabilidade (VEIGA; ZATZ, 2008). Assim, deve ser considerado o princípio do tripé da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*) que foi estabelecido como "pessoas, planeta, lucro" (ELKINGTON, 1998; COLBERT; KURUCZ, 2007; SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016).

Para Stoffel e Colognese (2015), o DS é um termo que vem sendo bastante discutido nos últimos anos em todas as esferas sociais, principalmente, nas políticas e assuntos relacionados a recursos naturais e desenvolvimento econômico. Reflexo disso é a Agenda 21, que foi uma conferência das Nações Unidas para o desenvolvimento e meio ambiente (Rio 92), e foi por meio dela que o termo "desenvolvimento sustentável" foi difundido globalmente, pois seu principal objetivo era buscar um desenvolvimento que fosse justo e sustentável nos aspectos sociais e ambientais.

O DS se transformou num dos grandes paradigmas da sociedade contemporânea, principalmente por ter se difundido em diferentes âmbitos sociais (STOFFEL; COLOGNESE, 2015). Posto isso, em setembro de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou a Agenda 2030 que é um plano de ação elaborado para envolver as pessoas do planeta em busca da prosperidade (ONU, 2015). Essa agenda contém os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), os quais propõem uma cooperação e coordenação entre os diferentes setores da economia como os governos, empresas, academias e sociedade civil, com o intuito de alcançar os 17 objetivos e suas 169 metas, que foram estabelecidas como uma forma de promover uma vida digna para todos, construindo um modelo global para erradicar com a pobreza, fomentar a prosperidade e o bem-estar, além de proteger o meio ambiente (ONU, 2015).

Assim, os ODS podem ser entendidos como uma série de atividades que devem ser cumpridas pelos diversos atores (governo, sociedade civil, setor privado) numa caminhada em prol de um 2030 sustentável, ou seja, acredita-se que os ODS podem auxiliar o mundo rumo à sustentabilidade nos próximos anos (GRI; UN GLOBAL COMPACT; WBCSD, 2015).

## 3 METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho, utilizou-se a abordagem qualitativa e a técnica de investigação da pesquisa bibliográfica e documental, com o intuito de fornecer informações teóricas baseadas em dados secundários, a partir de artigos científicos, livros, documentos oficiais do governo/relatórios sobre a referida temática, abordando conceitos sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, economia circular, logística reversa e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), buscando a correlação entre os temas.

Para Pereira e Galvão (2014), a pesquisa bibliográfica se apresenta como uma metodologia importante para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, por proporcionar uma base estrutural e fundamentar ao nível teórico os temas de pesquisas a serem abordados. Assim sendo, o presente estudo descreveu teoricamente sobre as questões da Economia Circular, considerando a Logística Reversa de REEE no Brasil, abrangendo a atual conjuntura econômica, social e ambiental.

Portanto, essa pesquisa também apresenta um caráter explicativo e descritivo, pois se buscou tratar de fenômenos da realidade de modo a obter informações sobre o objeto a ser investigado, nesse caso a EC através da LR dos REEE e sua relação com os ODS.

As etapas utilizadas na metodologia: i) Primeiro buscou-se compreender os conceitos e o contexto nacional frente à EC e LR de REEE por meio de consulta em *sites*, documentos governamentais disponíveis para acesso ao público, livros e em artigos (periódicos científicos da base CAPES como a "*Web-Of-Science*", "*Scielo*", e também no "*Google Acadêmico*"). A fim de delimitar o número de publicações apreciadas, foi dado prioridade aos trabalhos mais recentes sobre o tema (dos últimos cinco anos), no entanto

não relegado publicações de anos anteriores. Além disso, a busca utilizou termos na língua portuguesa como: logística reversa, economia circular, resíduos de equipamento eletroeletrônicos; e na língua inglesa como: reverse logistics, circular economy, waste electrical and electronic equipment. O período de busca foi entre junho a dezembro de 2020; ii) Após o levantamento literário, dos 17 ODS, foram escolhidos os objetivos 9, 11 e 12 por apresentarem maior similaridade com a discussão proposta. Com isso, foram identificadas as metas que tratavam sobre o “gerenciamento de resíduos sólidos”; iii) Por conseguinte, foi realizada uma análise bibliográfica sobre a aderência nacional dos ODS evidenciados frente aos paradigmas da destinação dos REEE e como o país vem se articulando em prol de atender os ODS dentro da proposta de estruturação e implementação da Logística Reversa.

#### 4 ANÁLISE DOS REEE NO BRASIL E SUA ADERÊNCIA AOS PRINCÍPIOS DA EC E ODS

As dinâmicas sociais e territoriais quanto à apropriação da natureza, descarte e destinação dos resíduos sólidos é reflexo de uma mudança fundamentada na internacionalização das bases produtivas. Por consequência, desenvolveu-se uma subordinação das políticas públicas diante dos paradigmas ambientais, que provém da conferência sobre o clima, meio ambiente e desenvolvimento da ONU.

Assim, nesse estudo, analisaram-se os ODS 9, 11 e 12, pois possuem maior interação com temática proposta. A ODS 9 trata especificamente da importância sobre os processos de inovação, infraestrutura e atividades econômicas, sobre o desenvolvimento sustentável e a “função/papel” da indústria dentro dessa perspectiva. Já o ODS 11 aborda a necessidade de cidades mais inclusivas, seguras, sustentáveis e resilientes, trazendo algumas metas específicas que se associam ao tema de gerenciamento dos resíduos sólidos, reuso, reciclagem e reutilização dos materiais recorrentes dos processos produtivos nos ambientes urbanos. Por fim, o ODS 12 fundamenta a produção e consumo sustentável em caráter global e local objetivando alcançar o uso eficiente dos recursos naturais, além de promover o manejo de maneira responsável dos resíduos químicos, a diminuição da emissão de poluentes e o cuidado com os resíduos sólidos (ONU, 2015).

Com relação ao ODS 9, destacam-se ações práticas e efetivas desenvolvidas na Região Sudoeste do Brasil como o Programa de Economia Circular em Distritos Industriais no Estado de Minas Gerais, que atua diretamente nos distritos onde as indústrias estão localizadas com o intuito de propagar o conceito e cultura sobre a EC, objetivando o desenvolvimento de oportunidades de negócios coletivos que vislumbram as práticas de reuso, reaproveitamento, melhoria de indicadores ambientais e outros (FIEMEG, 2019a).

Segundo a FIEMEG (2019b), o programa Economia Circular já agiu mais de 760 empresas, sendo que nos anos de 2009 a 2015 o programa recuperou cerca de 140 mil toneladas de resíduos que seriam destinados 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 m<sup>3</sup> de água foram reaproveitadas. Outro ponto que merece destaque é que com a reciclagem de materiais foi possível ter uma redução de 8,7 milhões de reais em custos nas empresas que participaram do programa. Apesar de ser um programa para Minas Gerais, é notório que no Brasil essa mudança de paradigma vem ocorrendo e demonstra convergência a esses temas e modelos gerenciais, principalmente no setor industrial onde algumas empresas do setor de eletroeletrônicos já possuem ações que buscam preconizar tais medidas.

A empresa HP Brasil, por exemplo, vem promovendo ações sobre os equipamentos e suprimentos de impressoras. Ela firmou uma parceria com o Centro de Inovação e Tecnologia em Reciclagem (*Flextronics*) e, com isso, os materiais coletados são reciclados com o intuito de serem reinseridos na produção de novos equipamentos, peças e partes de impressoras, o que vem correspondendo a 8% da matéria-prima utilizada (CNI, 2017). Destarte, são notórias as vantagens e importância da EC e LR que possibilitam o aumento do tempo de vida útil dos componentes, além de utilizar o resíduo como fonte de matéria-prima/recurso.

O ODS 11, especificamente a meta 11.6, foca em algumas questões como: qualidade do ar, impactos ambientais nas cidades e resíduos sólidos. Vale salientar que o Brasil não possui um Plano Nacional de Resíduos Sólidos, pois o que existe é uma versão preliminar que ainda está em processo de aprovação (BRASIL, 2018). Nessas circunstâncias, destaca-se o trabalho desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), que todo ano publica um Panorama dos

Resíduos Sólidos no Brasil, como importante fonte de informação/referência, para entender e buscar alternativas mais eficazes no que se refere ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Segundo a ABRELPE (2020), a geração de Resíduos Sólidos Urbano no país, no ano de 2020, cresceu 19% em uma década, sendo que a Região Sudeste é responsável por metade (50%) da produção de resíduos que é gerado no Brasil. Nesse contexto, é importante salientar que no Brasil a coleta seletiva – etapa inicial e bastante importante no processo de viabilização da gestão adequada dos resíduos – ainda apresenta *déficit*, pois dos 27 estados apenas 10 apresentam “cobertura de coleta acima da média nacional”. Por outro lado, a realidade da disposição inadequada dos resíduos está gerando um custo ambiental e em tratamento de saúde de 1 bilhão dólares por ano no Brasil.

O Brasil tem dado importância ao sistema de coleta formal, entretanto a maior quantidade de resíduos administrados no país ainda é gerenciada pela informalidade. Nessa perspectiva, o Brasil progrediu consideravelmente com a assinatura do “Acordo Setorial” e a regulamentação do Decreto n.º 10.240/2020 (ABRELPE, 2019; BRASIL, 2020; FORTI; BALDÉ; KUEHR, 2020). No entanto, é nítida a carência em desenvolver medidas básicas que possam colocar em vigor a eficiência da PNRS, a exemplo: implementação total dos sistemas de LR; aumentar a capacidade de recuperação dos materiais pelo princípio da EC e garantir condições para a destinação e coleta adequadas.

Por fim, cabe salientar o ODS 12. É válido mencionar o Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), lançado em 2011 pelo governo brasileiro, que “propõe-se como um mapa do caminho, construído com a sociedade, para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável por meio de ações de produção e consumo sustentáveis” (BRASIL, 2011, p. 11).

O PPCS elencou seis prioridades dentre um conjunto de 17 temas prioritários, que foram relacionados pelo Comitê Gestor de Produção e Consumo Sustentáveis em 2009 para estruturar e nortear as ações do PPCS. Dentre os seis, destaca-se o “aumento da reciclagem de resíduos sólidos”. O intuito dessa prioridade é estimular a reciclagem no país, incorporando os consumidores como parte ativa e integrante do setor produtivo, o que orienta/direciona ao princípio da responsabilidade compartilhada sobre a gestão dos resíduos e da LR.

Assim, a LR auxilia a sistematização dessa gestão como também é responsável por nortear essa responsabilidade compartilhada, consoante ao que é estabelecido pela Lei n.º 12.305/2010 (PNRS), o que neste caso cabe incentivar também as indústrias a desenvolverem atividades sobre a reciclagem, além de favorecer e auxiliar a inclusão social com a inserção dos catadores (informalidade) (BRASIL, 2011).

Nesse contexto, tratando especificamente dos REEE no cenário nacional brasileiro, o crescimento do consumo EEE no país teve sua ascensão devido aos estímulos e incentivos fiscais das últimas décadas. A Lei do Bem (Lei n.º 11.196/2005) promove tais estímulos e incentivos, sobretudo para as indústrias a fim de que essas possam reduzir os preços dos EEE para os consumidores, incitando o crédito. Outro ponto que preconiza tal estímulo e possibilita esse aumento significativo no consumo de EEE é a isenção de impostos sobre a importação desses produtos, medida que entrou em vigor em 2013 (BRASIL, 2005; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Assim, a cadeia de recuperação desses materiais é operada, na maioria das vezes, pela informalidade total ou parcial. E no Brasil, esse setor (informal) vem dominando as cadeias de LR e procedimentos sobre a reciclagem e os números sobre os volumes coletados são bastante expressivos. Reflexo disso, é o programa “Dê a Mão para o Futuro – Reciclagem, Trabalho e Renda”, que desde 2013 vem atuando com o foco em desenvolver a inclusão social pela geração de emprego e renda para os catadores de materiais recicláveis, só no ano de 2018 foram recuperadas 116.610 toneladas de embalagens de pós-consumo movimento cerca de R\$ 62 milhões (KOBAL *et al.*, 2013, LIMA *et al.*, 2015; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017; ABRELPE, 2019).

Nesse tocante, é válido reiterar que a PNRS contempla a inclusão e emancipação dos catadores, mas não trata da questão da informalidade e os incentivos para que estes atuem de modo formal com o apoio de programas governamentais. Além disso, o Decreto n.º 10.240/2020 estabelece um prazo de cinco anos para a implementação de cinco mil pontos de coleta e destinação de lixo eletrônico (BRASIL, 2020), o que demonstra certa preocupação sobre os impactos gerados por essa categoria de resíduo que, na maioria das vezes, são programados para ficarem obsoletos em pouco tempo de uso.

Nesse âmbito, destaca-se o projeto denominado “*Green Eletron*” fundado pela ABINEE, em 2016, com o objetivo de gerenciar a LR de REEE e realiza campanhas de coleta itinerantes com parceria entre representantes do poder público local, do varejo e de universidades. Seu modelo corresponde à instalação de pontos de coleta fixos em locais como *shopping centers*, escolas e universidades, lojas, parques e centros culturais e esportivos (GREEN ELETRON, 2019).

Entretanto, sua abrangência ainda é limitada, realizando campanhas apenas em São Paulo e no Rio de Janeiro e, mesmo assim, somente em alguns municípios. No entanto, no ano de 2019, a *Green Eletron* “coletou e destinou corretamente mais de 514 toneladas de resíduos eletroeletrônicos”. Desse total, 342,9 toneladas corresponderam aos acessórios de computador (mouse, teclado, cabos e carregadores), e 171,2 toneladas às pilhas e baterias. Além disso foi possível destinar corretamente esse tipo de resíduo, recuperando cerca de 100 toneladas de matérias ferros e não ferros, e 47,5 toneladas de plásticos foram recicladas. Assim, foi possível evitar a emissão de 69 toneladas de CO<sub>2</sub> (ABRELPE, 2020).

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 focando apenas nos resíduos, mas também no processo produtivo como um todo considerando, sobretudo, seus impactos sociais, ambientais e econômicos.

## 5 CONCLUSÃO

A possibilidade de mensurar e avaliar a equidade em que as sociedades estão caminhando rumo ao desenvolvimento sustentável, permeia a relação do consumo, principalmente pelo quantitativo de resíduos que são gerados. Tratando-se especificamente dos REEE, é possível repensar as ações de: reaproveitamento, descarte, obsolescência e outros, enquadrando-as nas estratégias para o desenvolvimento da sustentabilidade.

Nesse sentido, o estudo torna-se relevante com a compreensão do cenário nacional sobre a gestão dos REEE e a sua relação com os ODS, considerando os princípios da Economia Circular garantindo, assim, que o objetivo desse trabalho fosse atingido. Mediante a análise de algumas metas dos ODS 9, 11 e 12, foi possível observar que há uma indispensabilidade de se realizar ações concretas e amplas, além da necessidade em aprimorar as leis para possibilitar que essas metas sejam efetivas no cenário nacional.

Por outro lado, a questão norteadora possibilitou elucidar uma discussão reflexiva quanto ao direcionamento da LR de REEE na perspectiva de uma economia voltada para a circularidade, e como é possível aderir o gerenciamento dos REEE aos ODS, permitindo evidenciar alguns elementos que se apresentam contrastantes ao longo do processo a ser desenvolvido na cadeia reversa dos REEE.

Assim, observou-se que os ODS são complementares e atuam com perspectivas próprias. É imprescindível, pois, que o desenvolvimento das cidades seja mais sustentável, seguro, resiliente e inclusivo, principalmente no que diz respeito à coleta e à efetividade das leis, e que se possam acompanhar os avanços do país verificando se, de fato, essas metas estabelecidas pela ONU estão sendo alcançadas. Portanto, se faz necessário uma transversalidade entre a lei e os ODS, até porque no Brasil é notória a disparidade e diferenciação entre as regiões, não só nos aspectos econômicos, como também sobre o manejo dos resíduos e ações sobre saneamento básico.

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 aspecto, 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.

Contudo, 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, causando uma situação de dependência total das ações por parte das indústrias/cadeias produtivas.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT, ponto focal IFBA, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília-DF, 2013. Disponível em: [http://www.comexresponde.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl\\_1416934886.pdf](http://www.comexresponde.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1416934886.pdf). Acesso em: 30 dez. 2020.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 11 jun.2020.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BALDÉ, C. P. *et al.* **The Global E-waste Monitor – 2017**. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.

BARROS, R. T. V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BRASIL. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005**. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica (...). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm). Acesso em: 20 nov.2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**. 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 18 jul. 2020.

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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm). Acesso em: 19 jul. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) - Sumário Executivo**. 2011. Disponível em <https://www.mma.gov.br/publicacoes/responsabilidade-socioambiental/category/90-producao-e-consumo-sustentaveis.html?download=938:plano-de-acao-para-producao-e-consumo-sustentaveis-volume-iii>. Acesso em: 10 ago.2020.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, apreciada pelos seguintes conselhos: CONAMA, CNRH, CONCIDADES e CNS**. 2018. Disponível em: <https://sinir.gov.br/planos-de-residuos-solidos>. Acesso em: 9 jun. 2020.

CAPAZ, Rafael S.; HORTA NOGUEIRA, Luiz A. **Ciências ambientais para engenharia**. 1. Ed. – Rio de Janeiro : Elsevier, 2014.

CARVALHO, T. C. M. de; XAVIER, L. H. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: uma Abordagem Prática para a Sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 240p.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia Circular**: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0, Confederação Nacional da Indústria. Brasília: CNI, 2017. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/11/economia-circular-uma-abordagem-geral-no-contexto-da-industria-40/>. Acesso em: 11 ago. 2020.

COLBERT, B. A.; KURUCZ, E. C. Three conceptions of triple bottom line business sustainability and the role for HRM. **Human Resource Planning**, 2007.

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](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf). Acesso em: 15 jun. 2020

ELKINGTON, J. Cannibals with forks - The triple bottom line of 21st century business. **Environmental Quality Management**, v. 8, n. April, p. 424, 1998.

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: 5 ago. 2020.

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: 29 dez. 2020

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. Disponível em: [http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM\\_2020\\_def\\_july1\\_low.pdf#](http://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/07/GEM_2020_def_july1_low.pdf#). Acesso em: 5 ago. 2020.

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

GENG, Y. *et al.* Measuring China's circular economy. **Science**. v. 339(6127), p.1526-1527, 2013.

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**. v. 114. p. 11-32, 2016.

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, p 228-236, 2016.

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

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

GRI, Global Reporting Initiative; UN GLOBAL COMPACT, United Nations Global Compact; WBCSD, World Business Council For Sustainable Development. **SDG Compass - A Guide for Business Action to Advance the Sustainable Development Goals**. 2015. Disponível em: <https://sdgcompass.org/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

HOMRICH, A. S. *et al.* The Circular Economy Umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 525–543, fev. 2018.

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.

KOBAL, A. B. C. *et al.* Cadeia de suprimento verde e logística reversa - os desafios com os resíduos eletroeletrônicos. **Produto & Produção**, v. 14, n. 1, p. 55-83, fev. 2013.

LACY, P.; RUTQVIST, J. **Waste to wealth: the circular economy advantage**. Accenture strategy. *E-book*, 2015.

LIMA, A. F. O. *et al.* Gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. **Latin American Journal of Business Management**, v. 6, n. 2, p. 109-126, jan./jun. 2015.

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.

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, p. 122-129, 2017.

OLIVEIRA, U. R. **Contribuições para a Melhoria da Gestão de Resíduos de Eletroeletrônicos no Brasil, no Contexto da Sustentabilidade Ambiental**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Faculdade de Engenharia do Campo de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá-SP, 2016.

ONU – ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 22 jun. 2020.

- PEREIRA, R. S. de C. **Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Proposta de Indicadores de Monitoramento para Órgãos Ambientais**. 2018. Dissertação (Mestrado Ambiente, saúde e Sustentabilidade) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-31072018-134013/pt-br.php>. Acesso em: 12 jun. 2020.
- PEREIRA, M. G., GALVÃO, T. F. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. **Epidemiol. Serv. Saúde** [versão *on-line*], Brasília, v. 23, abr./jun. 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2237-96222014000200369](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222014000200369). Acesso em: 12 jun. 2020.
- PORCELLI, A. M.; MARTÍNEZ, A. N. Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 14 n. 3, p. 1067-1105, set./dez. 2018.
- ROBINSON, B. H. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science on the Total Environment**. v. 408, p. 183-191, 2009.
- 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 Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 437-447, 2015.
- 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. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/55137>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, v. 17, p. 48-56, jan. 2016.
- SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência Saúde Coletiva** [online]. vol.14, n. 6, p. 2115-2122. ISSN 1413-8123, 2009.
- STOFFEL, J. A.; COLOGNESE, S. A. O Desenvolvimento Sustentável sob a ótica da Sustentabilidade Multidimensional. **Revista FAE**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 18 - 37, jul./dez. 2015.
- SU, B. *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of Cleaner Production**. v. 42, p. 215-227, 2013.
- UNIÃO EUROPEIA. **DIRETIVA 2012/19/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 4 de julho de 2012 relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE)**. 2012. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019&from=en>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- VEIGA, J. E.; ZATZ, L. **Desenvolvimento Sustentável: o Desafio do Século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- 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.
- WEBSTER, K. **The Circular Economy: A wealth of flows**. Isle of Wight. 2015. Ellen MacArthur Foundation.
- WILLE, M. M.; BORN, J. C. Logística Reversa: Conceitos, Legislação e Sistema de Custeio Aplicável. **Revista eletrônica dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis** – UniOpet. ISSN 2175-5884, Curitiba, n. 8, 2013.