

## AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO ENVOLVIMENTO DE OFICINAS DE ASSISTÊNCIA ELETRÔNICA PARA AMPLIAR A COLETA DE REEE: UM ESTUDO DE PESQUISA-AÇÃO

Kevin Hideaki Tanaka<sup>1</sup> (IC), Mariana Bernardes (PG)<sup>1</sup>, Renato da Silva Lima (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá

**Palavras-chave:** Economia circular. Logística reversa. Responsabilidade compartilhada.

### Introdução

O aumento do desenvolvimento econômico global e da inovação tecnológica resultou na diminuição do tempo de vida útil dos equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE). Isso levou ao aumento na geração de resíduos de EEE, ou REEE, em todo o mundo, com cerca de 45 milhões de toneladas descartadas anualmente e uma taxa de crescimento anual de 3-5% (BOUZON *et al.*, 2016; BORTHAKUR e GOVIND, 2017; BRESSANELLI *et al.*, 2020).

A sensibilização ambiental e regulamentações mais rigorosas estão impulsionando os governos e as indústrias a adotarem cadeias de suprimentos circulares e logística reversa (LR). Isso envolve o fluxo eficiente e econômico de produtos do ponto de origem, visando recuperar valor ou realizar o descarte correto dos resíduos (TIBBEN-LEMBKE e ROGERS, 2002).

Foram criadas políticas de Responsabilidade Compartilhada (RC) que responsabilizam todos os *stakeholders* por funções específicas no final da vida útil de um produto. Por exemplo, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece que a responsabilidade pelo ciclo de vida de um produto deve ser compartilhada entre fabricantes, comerciantes, usuários finais e o público. Esses agentes têm atribuições específicas para reduzir os impactos negativos causados na fase pós-consumo do ciclo de vida de um produto (BRASIL, 2010). Segundo a legislação brasileira, a RC deve promover a utilização e a redução de resíduos, e proporcionar atividades produtivas eficientes e sustentáveis. Assim, a legislação brasileira visa promover diretamente uma Economia Circular no Brasil.

De acordo com Kirchherr *et al.* (2017), a Economia Circular (EC) combina atividades de redução, reutilização e reciclagem, para alcançar a prosperidade econômica com qualidade ambiental. Uma EC apresenta soluções práticas para as limitações de recursos do planeta e controla a produção de resíduos (KUAH e WANG, 2020). Dessa forma, para a EC funcionar é necessária a LR dos REEE, de empresas de todos os setores, como exemplo, as pequenas e médias empresas

de assistência técnica dos EEE.

No Brasil, embora o setor de assistência técnica de EEE não apresenta grande porte, a quantidade de empresas neste segmento é relevante e apresenta elevado potencial de geração de resíduos, se mostrando como excelente ponto de coleta para uma LR na cadeia de suprimentos (SILVA *et al.*, 2015). No entanto, como constatado por Alves (2013), apesar da RC e a responsabilização imposta pela PNRS, em certas empresas, os gestores das assistências técnicas não estão cientes das políticas públicas ou da legislação relacionada aos resíduos eletrônicos, e, portanto, somente começam a buscar uma solução para os REEE quando o acúmulo se transforma em um problema evidente. Dessa forma, é comum em alguns municípios, a destinação final de produtos EEE adotados por empresas de assistência técnica ser o lixo comum, ou a doação (WILI, 2018).

Assim sendo, o principal objetivo deste estudo foi realizar uma Pesquisa-Ação (PA) para compreender a viabilidade de uma empresa de reciclagem de REEE buscar envolver oficinas de assistência eletrônica como estratégia para aumentar a quantidade de resíduos que são recolhidos e tratados. Para tanto, foi testada uma campanha de coleta, envolvendo as principais oficinas eletrônicas de Itajubá, tendo como referência o sistema específico de LR oferecido pela empresa estudada. A PA foi iniciada em colaboração com uma empresa com sede no estado de São Paulo, Brasil, que desempenha um papel fundamental na gestão de LR e reciclagem de REEE. Apesar de ser a maior empresa do país a integrar todos os estágios da cadeia reversa de REEE, abrangendo a coleta, desmontagem, separação e descaracterização de materiais, bem como o processamento de materiais reciclados e a fabricação de novas peças destinadas à incorporação em novos produtos, ela atualmente opera abaixo da sua capacidade, devido à insuficiência de resíduos recebidos. Portanto, torna-se evidente a importância significativa da empresa como foco do estudo.

## Metodologia

O primeiro passo foi o planejamento da PA, que se divide em quatro subetapas. Em primeiro lugar, foi dado início a um projeto de ação, que começa com uma organização a definir um problema e a apresentá-lo aos investigadores, que participam nas propostas de solução (iniciação dirigida pelo problema). A empresa aqui estudada definiu o ponto de partida ao constatar a necessidade de criar estratégias para aumentar as suas taxas de coleta de REEE.

A empresa que deu início a esta PA é uma grande empresa responsável pelos serviços de LR e reciclagem de REEE localizada no estado de São Paulo, Brasil. Para efeitos de confidencialidade, a empresa será aqui designada por ST.

A segunda subetapa da PA foi a definição da estrutura conceitual-teórica. Uma vez que se trata de uma PA dirigida pelo problema, a questão de investigação e os seus objetivos foram definidos pela empresa. A questão de investigação era: “como uma empresa de reciclagem de REEE pode aumentar a quantidade de resíduos recolhidos e tratados?”. Para começar a responder a esta questão, os investigadores formaram uma base teórica a partir de uma revisão da literatura, para contextualizar e apoiar o problema identificado e para explicar as razões pelas quais a adesão na cadeia reversa dos REEE é baixa, e também para encontrar formas de aumentá-la. Uma forma de fazê-lo seria envolver oficinas de assistência eletrônica no volume de REEE coletado. A terceira subetapa consistiu em selecionar a unidade de análise e as técnicas de coleta de dados. A unidade de análise desta PA é a ST. Para além da revisão da literatura, as técnicas de coleta de dados incluem métodos múltiplos, que serão descritos a seguir.

A quarta subetapa foi a definição do contexto e do objetivo, que consistiu em diagnosticar a situação, definir as partes interessadas, delimitar o problema e definir os critérios para avaliar a ação.

Pesquisadores e *stakeholders* formaram a equipe da PA, um grupo de 10 pessoas que conduziu este estudo: quatro pesquisadores (alunos de graduação e pós-graduação da UNIFEI) e seis membros da empresa, que foram escolhidos para participar por serem responsáveis pelos processos analisados, incluindo o gerente de programas, o gerente de TI, o gerente de relacionamento, o assistente de programas, o assistente de negócios e o diretor de programas. A equipe de PA estabeleceu em conjunto os principais objetivos do estudo. A equipe também definiu os critérios que seriam utilizados para avaliar se as ações planejadas e implementadas foram bem-sucedidas, ou seja, com base no volume de REEE coletados.

Isto conduziu à segunda etapa da PA, ou seja, a coleta de dados. Os dados sobre a empresa foram obtidos por meio de discussões e entrevistas com os membros da organização, sessões de “*brainstorming*”, reuniões online e comunicações informais, incluindo comentários da equipe da empresa, e também por meio de documentos da empresa, análise de relatórios internos e públicos, e observações participantes dos processos por meio de visitas à unidade de análise.

Após a coleta de dados, foi possível constatar que a ST trabalha com parcerias *business-to-business* (B2B) com empresas privadas para cumprir a RC para a coleta e descarte de REEE. Dado o relacionamento entre a ST e as empresas privadas (B2B), a equipe de PA optou por ser foco desta análise de investigação a parceria entre a ST e empresas de gestão de REEE. Essa colaboração visa intermediar a coleta de REEE nas oficinas de assistência de EEE, como estratégia para aumentar o volume de REEE recolhidos.

Isto conduz à terceira etapa da PA, a análise de dados e o planejamento de ações. Com base nas evidências analisadas, os pesquisadores, apoiados pela equipe de PA, propuseram um plano de ação para avaliar o engajamento das oficinas de assistência eletrônica na cadeia reversa de REEE, em termos do volume coletado, através da parceria com uma empresa do ramo da cidade de Itajubá-MG. A empresa parceira encarregada para intermediar a coleta de REEE foi a AGIT Soluções Ambientais, cuja atuação contempla todas as etapas do gerenciamento de resíduos, coleta, transporte, tratamento e destinação final. Assim, o plano de ação buscou avaliar a efetividade de uma campanha de coleta de REEE nas principais oficinas de assistência eletrônica como estratégia para recolher mais resíduos.

Para estabelecer a meta de volume de REEE para a campanha, foi utilizada como referência uma campanha de coleta em oficinas realizada anteriormente pela empresa AGIT na cidade de São Gonçalo do Sapucaí – MG (AGIT, 2023). Esta coleta envolveu aproximadamente 24.000 habitantes (IBGE, 2022) e abrangeu 5 oficinas, com um total de 6 datas de coletas, resultando no volume de 1135 kg coletados. Com base nesses dados, considerando-se a população de aproximadamente 93.000 habitantes (IBGE, 2022) em Itajubá-MG, com a participação de 5 oficinas, e a realização de apenas 1 data de coleta, estimou-se como meta o valor de 733 kg a serem coletados.

Para o ciclo 2 foi realizada uma campanha de coleta seguindo os critérios estabelecidos pelo programa de LR da ST, limitando os tipos de REEE admitidos, isto é, para todas as categorias desses equipamentos, exceto a linha branca (refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras e condicionadores de ar). A

campanha foi divulgada nas oficinas de assistência eletrônica da cidade de Itajubá-MG, Brasil. Foram mapeadas todas as oficinas de assistência eletrônica que possuem ponto comercial e que se encontram registrados no *Google®*, totalizando 44 empresas para aplicação deste ciclo da PA.

Primeiro, a campanha foi divulgada para a lista de oficinas, durante duas semanas (dias úteis) de 27 de junho a 11 de julho de 2023. O panfleto da campanha, foi divulgado pelos pesquisadores entrando em contato via telefone ou visitas pessoais, com todas as oficinas mapeadas. Quanto à coleta, foi informado separado ao panfleto que seria realizada nas instalações de cada oficina pela AGIT, de forma gratuita e em data a combinar com o responsável. As respostas de cada oficina a respeito da campanha foram agrupadas de acordo com sua adesão ou não.

Após a divulgação da campanha, a equipe de PA decidiu que a coleta dos REEE estava pronta para ser aplicada às oficinas que demonstraram interesse em participar (20,5%). Assim, a data de coleta (21/07/2023) foi divulgada, durante um período de 8 dias (dias úteis) de 12 a 20 de junho de 2023. Foi informado às empresas que a coleta seria diretamente no endereço de cada oficina, por meio de um veículo de transporte disponibilizado pela empresa AGIT, para percorrer as rotas durante o período comercial de manhã (8:30 – 12:00). Dessa forma, das 9 oficinas que haviam aderido à campanha de coleta, apenas 5 confirmaram a coleta para o dia estipulado pela equipe de PA.

### Resultados e discussão

Foi possível observar que uma porcentagem elevada de oficinas (40,9%) sequer respondeu às tentativas de solicitação da participação da campanha de coleta, apesar do contato ser realizado por diferentes vias eletrônicas. Ademais, 38,6% das oficinas não demonstraram interesse em participar da campanha de coleta. Buscou-se, então, averiguar, a razão pela qual não houve adesão, para criar uma visão geral do gerenciamento de REEE conduzido por cada oficina. Dentre os motivos pelos quais não houve adesão à campanha, a opção alarmante é a entrega dos REEE para o setor informal, no caso catadores individuais, com a porcentagem mais elevada (29,41%). Assim, torna-se evidente que, apesar das regulamentações ambientais (RC) e das obrigações impostas pela PNRS, algumas empresas de assistência eletrônica ainda não estão aderindo ao correto descarte de seus REEE.

Ademais, é importante destacar que uma pequena porcentagem (11,76%) não participou da campanha, mas manifestou a intenção de fazê-lo em uma coleta futura,

planejando acumular mais resíduos para essa ocasião. Este fato realça a importância de uma relação mais estreita entre as partes envolvidas na cadeia de LR dos REEE, como forma de aumentar o REEE coletado, e de se realizar campanhas periódicas.

No dia da campanha, a coleta durou um período de 3 horas, das (8:30-11:30), sendo a rota das 5 empresas percorrida por um caminhão de pequeno porte da AGIT. Assim, a campanha recolheu televisores de tubo, leitor de DVD e videocassete, alto-falantes, placas de circuitos, baterias, entre outros artigos. No total, o volume recolhido foi de aproximadamente 524 kg.

É interessante notar que a maioria dos equipamentos de grandes dimensões recolhidos tinha data da década de 90 aos anos 2000, por exemplo, televisores de tubo, monitor CRT (tubo de raios catódicos) e leitores de DVD. Estes equipamentos estavam acumulados em uma residência em cima de uma das oficinas, tornando-se um depósito. Foi afirmado pela empresa que tais resíduos não tinham mais utilidade para reparos realizados na loja, portanto, foram acumulados durante anos, principalmente devido às grandes dimensões e à massa desses resíduos.

Vale ressaltar também que foi observado um padrão nos resíduos coletados de oficinas especializadas em reparos de celulares, em que foram coletadas apenas baterias inservíveis, com um total de cerca de 24 kg. Portanto, notou-se que a maioria das partes e componentes de celulares é reutilizada dentro do próprio setor, conforme o princípio de reutilização da EC, explicado por Kirchherr *et al.* (2017).

No entanto, em termos práticos da PA, observou-se que a meta de volume coletado não foi atingida. Apesar das oficinas de assistência técnica de EEE possuírem alto potencial de geração de resíduos, segundo Silva *et al.* (2015), a adesão à campanha foi baixa, assim como o volume coletado. Isso se deve, provavelmente, ao fato de que algumas oficinas não estão cientes das formas corretas de eliminação dos REEE, ou porque não encontram outras formas de fazê-lo: não há coletas periódicas desses materiais, razão pela qual uma alta porcentagem entrega seus resíduos para o setor informal. Esses resultados da pesquisa estão restritos a um conjunto específico de oficinas de assistência eletrônica na cidade de Itajubá-MG e a uma empresa de LR. Portanto, são necessários mais ciclos de PA para corroborar essas conclusões, como a aplicação do ciclo aqui realizado a outras cidades, ou até mesmo uma campanha de nível escalar para abranger outras empresas/entidades do mesmo setor em ciclos futuros. Assim, as lições aprendidas com esta PA também podem ser aplicadas a empresas de EEE de diferentes setores.

### Conclusões

Por meio da abordagem da PA, este estudo avaliou a eficácia de uma estratégia de campanha de coleta realizada nas oficinas de assistência eletrônica, visando aumentar o volume de REEE coletados. No entanto, em termos práticos, a meta estabelecida para o volume coletado pela campanha não foi alcançada, pois foi constatado que a maioria desses REEE é direcionada para o setor informal, ao invés de ser encaminhada às empresas de reciclagem formalmente estabelecidas. Sendo assim, a partir desta experiência de PA, fica evidente a necessidade de conduzir estudos mais detalhados sobre o setor informal de coleta de REEE. Esse setor deve ser integralmente considerado em futuras pesquisas, uma vez que desempenha um papel crucial no cenário geral de gerenciamento de REEE, e suas implicações são significativas para o desenvolvimento e aprimoramento de estratégias de coleta e tratamento desses resíduos.

Este estudo evidencia que uma parcela reduzida das oficinas demonstrou interesse em participar de futuras campanhas periódicas, o que enfatiza a necessidade de estabelecer uma colaboração contínua entre as empresas encarregadas da reciclagem e da destinação de REEE e aquelas que dependem desses serviços. Adicionalmente, nas oficinas especializadas em reparo de celulares, notou-se que a maioria das partes e componentes de celulares é reutilizada dentro do próprio setor, conforme o princípio de reutilização da EC. Isso fica evidente pelo fato de que apenas baterias inservíveis foram coletadas dessas oficinas. Foi também constatado que os REEE, em particular os de maiores dimensões e peso, tendem a se acumular, caso não sejam encaminhados para métodos adequados de disposição. Sendo assim, a promoção de campanhas periódicas de coleta emerge como uma estratégia viável para envolver continuamente as oficinas de assistência eletrônica, como sugerido para a empresa examinada neste estudo. Essas campanhas podem ser adaptadas e aplicadas por outras empresas do setor e em diferentes países, uma vez que a gestão de resíduos é uma questão global que afeta sistemas em todo o mundo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá pelo auxílio na realização desta pesquisa e ao CNPq pelo apoio financeiro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

### Referências

AGIT. Relatório de coletas realizadas em São Gonçalo do

Sapucaí (2023). Itajubá: AGIT Soluções Ambientais LTDA, 2023.

ALVES, N. C. *et al.* O descarte de resíduos eletroeletrônicos pelas empresas de assistência técnica sob a perspectiva do conceito de GREEN IT, 2º Fórum Internacional EcoInovar, Santa Maria, 2013.

BORTHAKUR, A.; GOVIND, M. Emerging trends in consumers' e-waste disposal behavior and awareness: A worldwide overview with special focus on India, *Resources, Conservation and Recycling*, v. 117 (Part B), p. 102-113, 2017.

BOUZON, M. *et al.* Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP, *Resources, Conservation and Recycling*, v. 108, p. 182-197, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências, 2010. 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 fev. 2023].

BRESSANELLI, G. *et al.* Circular Economy in the WEEE industry: a systematic literature review and a research agenda. *Sustainable Production and Consumption*, v. 23, p. 174-188, 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022: Características Gerais da População. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KIRCHHERR, J. *et al.* Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions, *Resources, Conservation and Recycling*, v. 127, p. 221-232, 2017.

KUAH, A. T. H.; WANG, P. Circular economy and consumer acceptance: an exploratory study in East and Southeast Asia, *Journal of Cleaner Production*, v. 247, p. 1-13, 2020.

SILVA, A. C. L. *et al.* Gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos: Estudo de caso em uma empresa de assistência de celular, XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, 2015.

TIBBEN-LEMBKE RS, ROGERS DS. Differences between forward and reverse logistics in a retail environment, *Int J of Supply Chain Management*, 7(5): 271-282, 2002.

WILI, F. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos no município de Missal – PR. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2018.