

ANÁLISE DE RECICLABILIDADE DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS PÓS CONSUMO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE – RS

ANALYSIS OF WASTE RECYCLABILITY OF ELECTROELECTRONIC EQUIPMENT POST CONSUMPTION IN THE METROPOLITAN REGION OF PORTO ALEGRE – RS

Andressa Soares Barrozo, Engenheira Ambiental (UNISINOS).

andressa.soaresb@gmail.com

Joice Pinho Maciel, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil/PPGEC (UNISINOS).

joicemaciell4@gmail.com

Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes, Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Engenharia Mecânica (UNISINOS).

cmoraes@unisinios.br

Resumo

O avanço tecnológico vem tornando inevitável o aumento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Neste contexto, a Lei Federal nº 12.305 / 2010 (PNRS) no Brasil estabelece princípios para permitir o avanço necessário e o enfrentamento dos principais problemas ambientais. Diante disso, essa pesquisa realizou uma análise do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos firmado no Brasil em 2019 e a reciclabilidade de REEE em duas Cooperativas na região metropolitana de Porto Alegre - RS. Para tanto, foi enviado um questionário a cada cooperativa, no qual, responderam a questões sobre a gestão, a reciclabilidade e comercialização dos REEE. A maior parte dos REEE são comercializados com mínimas restrições. Para as cooperativas poderem atuar no gerenciamento desse resíduo, é necessário um volume mínimo periódico que viabilize economicamente a atividade, bem como um sistema de gestão interno bem estruturado para atender a futura demanda por conta do Acordo Setorial.

Palavras-chave: REEE 1; Logística Reversa 2; Reciclagem 3

Abstract

The technological advances has become inevitable the increase in waste from electronic equipment (WEEE). In this context, Federal Law No. 12,305 / 2010 (PNRS) in Brazil establishes important principles to allow the necessary progress to face the main environmental problems. In view of this, this study carried out an analysis of the Reverse Logistics Sector Agreement for Electronics signed in Brazil in 2019 and focused to identify existing actions of the Cooperatives involved in the WEEE chain in the metropolitan region of Porto Alegre - RS. As a method of collecting information, a questionnaire was structured and sent to each representative of the cooperatives participating in the study, in which they responded in relation to both management, recycling and

commercialization of WEEE. Most WEEE is marketed with minimal restrictions. For cooperatives to be able to act in the management of this waste, a minimum periodic volume is necessary to make the activity economically viable, as well as a well-structured internal management system to meet the future demand that will increase due to the Sectorial Agreement.

Keywords: *WEEE 1; Reverse Logistics 2; Recycling 3*

1. Introdução

Atualmente empresas se deparam na busca incessante por inovação tecnológica visando a sobrevivência no mercado para garantir melhores taxas de lucro. Nessa perspectiva, o desenvolvimento tecnológico acelerado introduzido na geração de novos produtos, muitas vezes induzida pela mídia, incentiva seus consumidores a adquirirem produtos recém-lançados, o que tem elevado o problema ambiental causado pela geração cada vez maior de resíduos, e do seu descarte inadequado (PESSANHA, et al., 2020).

É crescente a geração de resíduo de equipamento eletroeletrônico (REEE), esse termo é utilizado para abranger diversos equipamentos elétricos e eletrônicos que não possuem mais valor funcional para seus proprietários (SILVA, 2012). De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI - os equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas, dentre eles foram escolhidos os seguintes materiais:

- Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa, secadoras, condicionadores de ar;
- Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, máquina fotográfica digital.
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó e cafeteiras;
- Linha Verde: computadores *desktop*, *notebooks*, *tablets*, telefones celulares, cabos.
- Linhas Órfão: produtos sem origem legal.

O setor da indústria eletrônica ilustra claramente a dinâmica de produção, consumo e geração de resíduos. Isso se dá por consequência, principalmente, na redução do ciclo de vida de produtos, por exemplo, no caso de Equipamentos Elétricos Eletrônicos (EEE), dentro da ótica linear da sociedade de consumo e economia, dando ênfase a obsolescência programada. Diante disso, a questão do aumento dos Resíduos de Equipamento Eletroeletrônico (REEE) é global, atingindo a todos os países mesmo que em diferentes dimensões (LI, et al., 2012)

Li et al., comentaram que os países desenvolvidos lideram o caminho no estabelecimento de sistemas formais para o tratamento de REEE desde o início dos anos 90. Gao et al., relatam que a União Europeia (UE) gera quatro vezes mais REEE do que outros resíduos sólidos urbanos (RSU). Nos Estados Unidos da América (EUA) esse resíduo já alcança 8 % do resíduo sólido municipal. Foelster et al. (2016) afirmam que o Brasil é o segundo maior gerador de REEE dentre os países em desenvolvimento e emergentes.

Segundo El Faro et. al., há uma comparação do crescimento do resíduo comum com o REEE, no qual, o segundo se destaca crescendo três vezes mais rápido que o primeiro. Tal expansão se apresenta como um alerta em escala mundial, com efeitos prognósticos negativos para a natureza. Baldé et. al., apresenta em seu estudo que em 2016 foram gerados 44,7 milhões de toneladas de resíduo de equipamento eletroeletrônico no mundo e estima-se que em 2021 serão gerados 52,2 milhões de toneladas.

A grande preocupação frente a esse assunto é a forma de descarte desses equipamentos e os impactos que possivelmente podem causar ao meio ambiente, conseqüentemente, aos seres humanos. O alto risco, se dá pela sua composição, em grande parte, composto por metais pesados (como mercúrio, cádmio e chumbo). O consumidor final, por vezes, desconhece tais perigos ao gerar, reter e descartar os REEE de forma inadequada. (ECHEGARAY, et al., 2017).

Devido à composição diversificada, o gerenciamento da cadeia de reciclagem de REEE se torna complexo, por exemplo, as atividades de coleta e tratamento de REEE são caras e exigem um bom planejamento. Assim, tornou-se importante formular e implementar legislação específica para equiparar a logística necessária à reciclagem, que envolve a coleta, triagem, transporte e descarte ambientalmente seguros. Por exemplo, é usada a extensão da responsabilidade de empresas produtoras e / ou comerciantes pelo descarte de produtos fabricados e / ou comercializados (PESSANHA, et al., 2020).

A Lei Federal nº 12.305 / 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil estabelece princípios importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A PNRS aborda acordos setoriais de Logística Reversa, no qual são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, e consumidor visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

No Brasil, o Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos foi firmado somente em outubro de 2019, destacando-se como marco histórico. O acordo prevê duas fases, sendo a primeira dedicada à estruturação do sistema e a segunda relacionada à sua implementação e operacionalização, com metas anuais e crescentes, prazos e ações concretas. São previstas também ações de comunicação e campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado.

Pode-se afirmar que a falta de informações em relação a educação ambiental e os canais de reciclagem, contribuem para o descarte inadequado da grande maioria dos resíduos (PESSANHA et al., 2020). Exige uma necessidade urgente de estabelecer um sistema de gerenciamento de resíduos que utilize processos de logística reversa baseado nos princípios da economia circular, no qual, possibilitaria que os resíduos sólidos fossem renovados, redistribuídos, remanufaturados, reciclados, potencializando o seu uso como matéria-prima e fomentando o seu retorno à cadeia produtiva da reciclagem (CE100 BRASIL, 2017).

Assim, o presente artigo visa abordar o panorama geral do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil, bem como, um modelo já existente nas cooperativas de catadores no segmento dos REEE, no município de Porto Alegre e Canoas/RS, região metropolitana do Rio Grande do Sul.

2. Material e Métodos

Para estruturação desse estudo, foi realizado no primeiro momento, uma análise do panorama geral do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil. Posteriormente, buscou-se a identificação de Cooperativas envolvidas na cadeia de REEE na região metropolitana do Rio Grande do Sul e logo, foi realizado uma pesquisa exploratória em duas Cooperativa REEE, sendo uma de Porto Alegre/RS e a outra de Canoas/RS - região metropolitana.

Para a pesquisa exploratória foi listado os tipos de REEE recebidos nas duas cooperativas. Essa relação foi enviada a cada representante das cooperativas, que respondeu se o material é comercializado, se existe alguma restrição para a comercialização ou mesmo se o material não é comercializado ou encaminhado como rejeito para destinação adequada.

Foram obtidas informações em relação a entrada e saída de material coletado, modo de coleta, modelo de divulgação e questões legais: licença ambiental e contrato com os municípios. Ambas as informações abrangem o acordo setorial.

3. Resultados e Discussão

Primeiramente serão apresentados o panorama geral do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil identificando ações a serem desenvolvidas. Posteriormente, a análise da pesquisa exploratória de ações existentes de duas cooperativas de REEE.

3.1 Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

A PNRS indica a necessidade de construção de acordos setoriais de Logística Reversa, os quais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, e consumidor visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A PNRS também aponta para a obrigação dos consumidores de disponibilizarem adequadamente seus resíduos sólidos para coleta e retorno, sempre que houver um sistema municipal de coleta seletiva, consequentemente um sistema de Logística Reversa estabelecido.

Em outubro de 2019 foi firmado o Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as entidades representativas do setor que estavam presentes para firmar o acordo foram: ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, ABRADISTI - Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação, ASSESPRO NACIONAL - Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação e GREEN ELETRON - Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional.

O acordo prevê duas fases, sendo a primeira dedicada à estruturação do sistema e a segunda relacionada à sua implementação e operacionalização, com metas anuais. Esse acordo define o papel de cada um dentro da logística reversa e oferece segurança caso algum órgão ambiental venha fazer questionamentos ou cobranças. Metas do Acordo

Setorial prevê que as empresas geradoras devem, já em 2021, coletar e destinar corretamente 1%, em peso, do que colocaram no mercado em 2018, ano definido como base. Nos anos seguintes, as metas sobem para 3%, 6%, 12%, e chega a 17% em 2025 (BRASIL, 2019).

Outra meta, é o aumento de pontos de coleta, no qual, todas as cidades com mais de 80 mil pessoas, aproximadamente 400 municípios, devem ter Pontos de Entregas Voluntárias instalados em locais de fácil acesso aos consumidores, como lojas do varejo, instituições de ensino, praças municipais, entre outros até 2025. No total, serão mais de 5 mil coletores que vão atender aproximadamente 65% da população brasileira. Até o fim de 2021, o objetivo é chegar a 60 cidades em 13 Estados, com 600 pontos de coleta. Para isso acontecer, o varejo deve se apressar para formar parcerias com sistemas de gestão da logística reversa de eletroeletrônicos e instalar os coletores em lojas estratégicas. São previstas também ações de comunicação e campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado (BRASIL, 2019).

Os dados mais atuais foram levantados pelas entidades gestoras ABREE (Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos) e Green Eletron (Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional), em 2019. No qual, foram recolhidas 384,5 toneladas de REEE e 258 pontos de coleta foram instalados no Brasil (SINIR, 2019).

Os sistemas emergentes em países em desenvolvimento, como o Brasil, enfrentam problemas como brechas na legislação, falta de incentivos econômicos, baixa conscientização do consumidor, produtos sem origem legal (às vezes chamados de EEE órfão ou mercado cinza) e coletores de materiais recicláveis que coletam e as quantidades crescentes de REEE com pouca preparação para lidar com os riscos à saúde, segurança e proteção ambiental (DEMAJOROVIC, et al., 2016).

Fazer com que os REEE voltem à cadeia produtiva da reciclagem está diretamente relacionado aos princípios da economia circular, em que se propõe preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis (DEMAJOROVIC, et al.; 2016). Considerando que a economia convencional apresenta conflitos ecológicos e muitas perdas econômicas monetárias, alternativas de introdução do modelo da economia circular, apresenta-se como um novo cenário para inovação, adaptação e gestão para os novos negócios em diversos segmentos, principalmente o de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

3.2 Pesquisa exploratória sobre a reciclabilidade de REEE em Cooperativas de reciclagem

Esta pesquisa foi realizada com a Cooperativa de Trabalho de Reciclagem Tecnológica - COOPERTEC, unidade localizada em Canoas/RS tendo sete (07) cooperados e com a Cooperativa Socioambiental Paulo Freire localizada em Porto Alegre/RS com cinco (05) cooperados.

Foi encaminhado um questionário com uma listagem de materiais de equipamentos eletroeletrônicos para identificação dos materiais comercializados após triagem dos REEE pelas cooperativas. As cooperativas marcaram com “X” para os materiais que são comercializados completamente, para os materiais com restrição por conter componentes que não são reciclados e para os materiais que chegam e são considerados rejeitos e

posteriormente encaminhados para destinação adequada. Essas informações podem ser vistas na tabela 1.

Linha	Material	Comercializados completamente	Materiais com restrição por conter componentes que não são reciclados	Materiais que chegam e são rejeito
Linha verde	Impressora	X		
	Scanner	X		
	CPU	X		
	Mouse	X		
	Teclado	X		
	Pen Drive	X		
	Fones	X		
	Aparelhos celulares	X		
	Notebooks	X		
	Tablet	X		
	Centrais telefônicas	X		
	Sistema de alarmes	X		
	Tablet	X		
	Centrais telefônicas	X		
Sistema de alarmes	X			
Linha marrom	Monitor	X		
	Microfone		X	
	Webcam	X		
	Caixa de som		X	
	TVs (todos os tipos)	X		
	Lâmpadas LED	X		
Linha azul	Microondas	X		
	Forno elétrico	X		
	Cafeteira	X		
	Liquidificador	X		
	Baterias de celulares	X		
Linha Branca	Refrigerador	X		
	Freezer	X		
	Máquina de lavar	X		
Cabos e Fios	Cabos de rede	X		
	Cabos de conexões	X		
	Fios	X		
	Carregador de celulares	X		
	Cabos de USB	X		

Rejeito	Lâmpadas Fluorescentes			X
	Pilhas			X

Table 1. Tipos de REEE pós – consumo que chegam nas cooperativas de eletroeletrônicos, e sua venda pós triagem. Fonte: Elaborado pelos autores.

As cooperativas possuem a mesma comercialização dos materiais. Em ambas é possível observar que o microfone e a caixa de som não são reciclados completamente, pois possuem madeira e tecido na sua composição e não tem mercado de venda para esse material. Os demais materiais são triados e vendidos.

As duas cooperativas apresentam a mesma problemática em relação às lâmpadas fluorescentes e pilhas. Apesar de não aceitarem, esses materiais chegam nas cooperativas misturados com os REEE ou dentro de diferentes dispositivos como controle remoto, que é o caso das pilhas. No momento do recebimento, ambas fazem uma conferência e caso encontrem pilhas ou lâmpadas fluorescentes, imediatamente são devolvidos ao gerador. Isso pode estar relacionado a falta de informações para a sociedade quanto a separação desses resíduos.

Entretanto, existe o caso das lâmpadas LED que já estão chegando nas cooperativas. O LED é um conjunto complexo de um ou mais chips (emissor de luz), conexões elétricas e elementos ópticos, mecânicos e térmicos (DEUBZER et al., 2012). Estudos com foco em processos de reciclagem para as lâmpadas LEDs são raros, porém alguns estudos de caracterização dos resíduos já foram realizados (GASSMANN et al., 2016). Diante disso, ambas as cooperativas já estão armazenando esse resíduo para iniciar a descaracterização e comercializar os produtos.

3.3 Levantamento da gestão interna das cooperativas

Para entender melhor a organização das cooperativas geramos um levantamento de entrada e saída para cada uma delas. A Coopertec faz controle de entrada e saída de seus materiais através de pesagem. Na entrada os materiais são separados e pesados por: linha verde, linha marrom, linha branca, linha azul, linha órfão, cabos e fios. Na saída os materiais são pesados e comercializados como: placas, plásticos de eletrônicos, plásticos comuns, sucata metálica, outros metais, papel/papelão e rejeito. Isso facilita a quantificação dos materiais comercializados comparando com o que chega na unidade de triagem.

Entretanto, em relação aos rejeitos estão pilhas e lâmpadas fluorescentes que são encaminhadas para empresas de logística reversa, a madeira e o tecido são descartados na coleta urbana. Sendo assim, a figura 1 representa a entrada e saída dos REEE e a figura 2 apresenta a quantidade média de materiais comercializados e de rejeitos obtidos no ano de 2019.

A Cooperativa Paulo Freire apresenta gestão diferenciada para os REEE. Nessa cooperativa, os REEE são separados para a comercialização da seguinte forma: sucata de plástico, sucata de ferro, sucata de alumínio, placas eletrônicas, fios e cobre. A cooperativa apresenta uma problemática em relação a quantificar seu aproveitamento por não fazer a pesagem de entrada dos seus materiais, a cooperativa realiza a pesagem apenas dos materiais a serem comercializados.

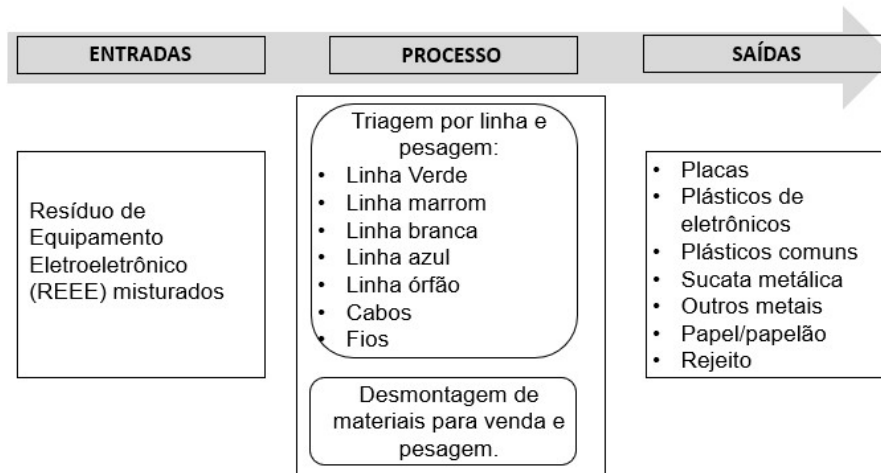


Figure 1. Entradas e Saídas Coopertec. Fonte: Elaborado pelos autores.

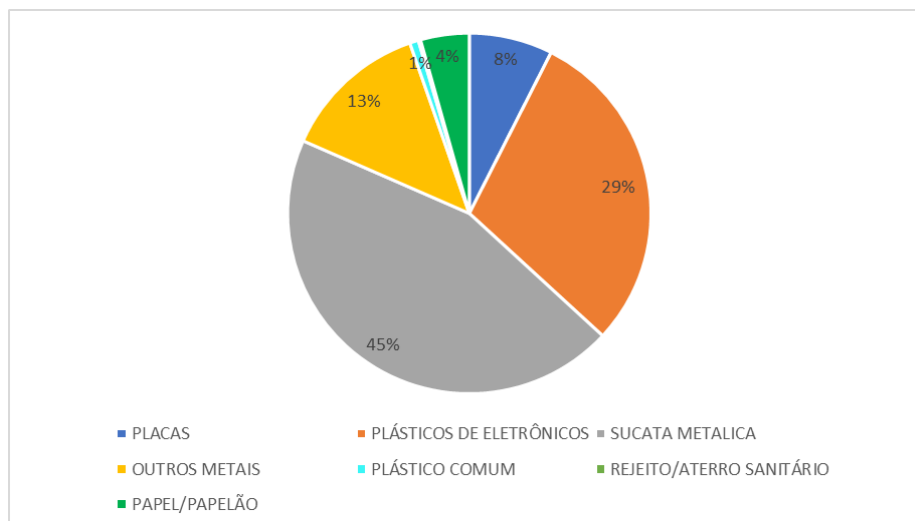


Figure 2. Média de material comercializado em 2019 Coopertec. Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim, dificulta identificar a real demanda de venda dos materiais que entram na cooperativa. A figura 3 representa a entrada e saída dos materiais para futura comercialização. Já a figura 4 apresenta a média em porcentagem de 2019 de REEE comercializados após chegarem até a cooperativa.

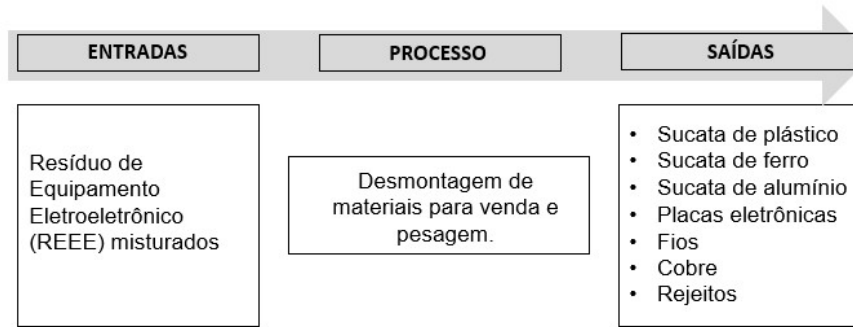


Figure 3. Entradas e Saídas Cooperativa Paulo Freire. Fonte: Elaborado pelos autores.

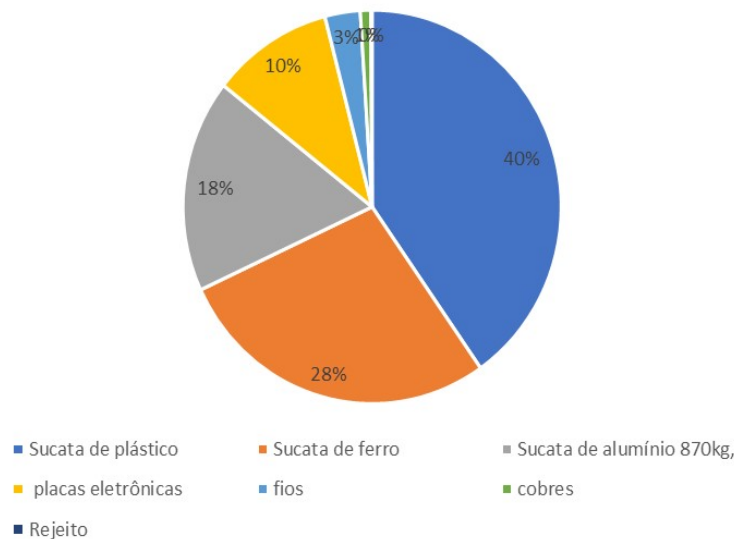


Figure 4. Média de material comercializado em 2019 Paulo Freire. Fonte: Elaborado pelos autores.

O questionário também buscou saber se as cooperativas possuíam contrato como prestadora de serviços ambientais com o município que estão inseridas, porém, ambas não apresentam contrato. Segundo a PNRS (2010), não cabe aos governos municipais a realização de atividades de logística reversa definidas por acordo setorial. Logo, a função das prefeituras será de monitorar a implantação e o cumprimento da legislação. Porém a PNRS prevê a relação de cooperativas com governos municipais, no qual incentiva estas parcerias para promover a inclusão social e geração de empregos, com consequente fortalecimento destas instituições.

Quanto a chegada dos REEE, as cooperativas não apresentam um padrão para o recebimento, na figura 5 é possível identificar a forma mais e menos comum de recebimento de REEE. O que significa afirmar que dificulta a gestão de recebimento em relação ao volume mínimo que deve chegar nas cooperativas para viabilizar economicamente o processo, pois não se tem frequência no recolhimento. Além, de muitas vezes, chegar rejeitos como as pilhas e lâmpadas fluorescentes, em virtude da falta de informativos educacionais para a conscientização da população. O Acordo Setorial (2019) prevê ações de conscientização e o aumento de pontos de coleta que virá agregar no aumento de REEE que chegam até elas, e consequentemente o aumento da comercialização e incremento na receita das cooperativas.

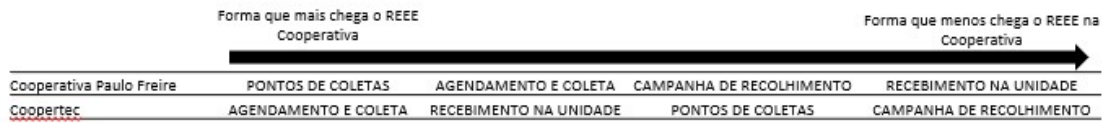


Figure 5. Forma de coleta de REEE das Cooperativas.

4. Conclusão

Em relação ao Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE, não foi possível identificar os dados de atendimento as metas que mensurem o avanço do acordo desde o início da sua implantação em 2019, até o ano vigente.

Diante do levantamento, os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) que chegam em ambas as cooperativas, a maioria apresentado na listagem, apresentam comercialização pós-triagem. Isto significa que há demanda de mercado para a comercialização desses materiais.

Porém, as cooperativas apresentam dificuldades na implementação de um sistema de logística reversa de REEE, devido a diversos motivos, como a demora do acordo setorial e limitação dos responsáveis. Para as cooperativas poderem atuar no gerenciamento desse resíduo, é necessário um volume mínimo e periódico que viabilize economicamente a atividade, o que tende a aumentar com a implementação das metas do Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE.

As cooperativas representam uma possibilidade de facilitar este processo no município como prestação de serviços ambientais. A relação das cooperativas com governos municipais está prevista na PNRS, que incentiva estas parcerias para promover a inclusão social e geração de empregos, com consequente fortalecimento destas instituições.

Levanta-se a hipótese, que o acordo com os municípios proporcionaria além das mudanças nos processos, infraestrutura mais adequado em relação: ao local de instalação das cooperativas, frota de veículos para realização da coleta, ferramentas de controle para o armazenamento, divulgação ampliada das rotas realizadas nos bairros e o descarte facilitado para o consumidor.

Ressalta-se ainda novas oportunidade de negócios para os REEE que chegam nas cooperativas e que estão em condições de uso. Os mesmos, poderiam ser comercializados a um baixo custo.

Os autores agradecem as cooperativas Coopertec e CPF pelas informações, ao CNPq pela bolsa de doutorado, e DT2 dos autores, e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Referências

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2013. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1416934886.pdf Acesso em: fev/2021.

BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P. The Global E-waste Monitor – 2017: Quantities, Flows, and Resources. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/ Vienna, 2017.

BRASIL. Acordo Setorial para a Implementação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de uso Domésticos e seus Componentes. 10 de outubro de 2019. Disponível em: < http://consultaspublicas.mma.gov.br/eletroeletronicos/wp-content/uploads/2019/07/Consulta_PublicaEEE2030.07.2019.pdf> Acesso em: jan/2021.

BRASIL. Lei federal n. 12.305, de 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>. Acesso em: jan/2021.

CE100 BRASIL. Uma Economia Circular no Brasil: uma abordagem exploratória. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. Acesso em: jan/2021.

DEMAJOROVIC, J., AUGUSTO, E. E. F., & SOUZA, M. T. S. (2016). Reverse logistics of WEEE in developing countries: challenges and perspectives for the Brazilian model. *Ambiente & Sociedade*, 19(2), 117-138. 2016.

DEUBZER, O. et al. Categorization of LED products. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.cyc-led.eu/Files/CycLED_D2_1_120507.pdf>. Acesso em: jan/2021.

EL FARO, O.; CALIA, R. C.; PAVAN, V. H. G. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre a coleta do e-lixo em uma importante universidade brasileira. *Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA*, São Paulo, v. 6, n. 3, set, dez/2013.

FOELSTER, A. S.; ANDREW, S.; KROEGER, L.; BOHR, P.; DETTMER T.; BOEHME, S.; HERRMANN, C. (2016). Electronics recycling as an energy efficiency measure e a Life Cycle Assessment (LCA) study on refrigerator recycling in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 129, 30. 2016.

GAO, X.; LI, Q.; QIU J. (2018). Hydrothermal modification and recycling of nonmetallic particles from waste print circuit boards. *Waste Management*, 74, 427. 2018.

GASSMANN, Andrea et al. LED Lamps Recycling Technology for a Circular Economy. 2016. Disponível em: <<https://www.led-professional.com/resources-1/articles/led-lampsrecycling-technology-for-a-circular-economy>>. Acesso em: jan/2021.

Li, J., Liu, L., Ren, J., Duan, H., & Zheng, L. (2012). Behavior of urban residents toward the discarding of waste electrical and electronic equipment: a case study in Baoding, China. *Waste Management & Research*, 30(11), 1187-1197. 2012.

PESSANHA, L. P. M., & MORALES, G. (2020). Consumer behavior in the disposal of Information Technology Equipment: characterization of the household flow. *Gestão & Produção*, 27(3), e4313. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4313-20>. 2020.

SILVA, M. B. O. (2012). Programmed obsolescence and theory of decline versus the right to development and consumption (sustainable). *Veredas do Direito*, 9(17), 181-196. 2012.

SINIR. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos; Disponível em: <<https://sinir.gov.br/component/content/article/2-sem-categoria/474-acordo-setorial-de-eletronicos>> Acesso em: fev/2021.