81 - ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS (SP)

Cleyse Kelly Barbosa Nunes[(1)]
Engenheira Ambiental (UFRN). Bacharela em Ciência e Tecnologia (UFRN). Mestre e Doutoranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP). Pesquisadora do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER).
Ana Teresa Rodrigues de Sousa[(2)]
Engenheira Ambiental e Sanitarista (CEFET-MG). Mestranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP). Pesquisadora do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER).
Valdir Schalch[(3)]
Engenheiro Químico (Escola Superior Oswaldo Cruz). Mestre e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP). Professor sênior do Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento (SHS-EESC-USP). Coordenador do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER).

Endereço[(1)]**:** Av. Trabalhador Sãocarlense, 400 – Parque Arnold Schmidt – São Carlos – São Paulo - CEP: 13566-390 - Brasil - Tel: +55 (16) 3373-9571 - e-mail: cleyse.kelly@usp.br

RESUMO

O estudo da gestão e descarte de resíduos eletroeletrônicos tem aumentado significativamente nos últimos anos devido aos avanços tecnológicos e os riscos potenciais apresentados à saúde pública. O Sistema de Logística Reversa (SLR), um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), indica o caminho para o desenvolvimento de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos eletroeletrônicos ao setor empresarial. Entretanto, diversos municípios têm encontrado dificuldades na implementação destes sistemas. O presente estudo teve como objetivo analisar os procedimentos de gestão e gerenciamento de REEE no município de São Carlos (SP), caracterizando a atuação das entidades gestoras atuantes no município e identificando pontos de coleta e destinação desses resíduos. Os dados foram coletados por meio de questionários *online* e entrevistas semiestruturadas com iniciativas locais. Os resultados indicam que, embora o número de pontos de coleta atenda ao mínimo legal para a população da cidade, a qualidade do gerenciamento é insuficiente, especialmente devido às práticas verificadas. O estudo evidencia a falta de transparência das entidades gestoras e a necessidade de maior controle e verificação dos dados, conscientização pública e ampliação da infraestrutura de coleta para garantir uma destinação ambientalmente adequada aos resíduos gerados. Recomenda-se a expansão de pontos de coleta, apoio às cooperativas para adequação às normas legais e maior engajamento da população ao descarte correto de REEE.

PALAVRAS-CHAVE: Entidades Gestoras, Gestão de Resíduos, Iniciativas Isoladas, REEE, Sistema de Logística Reversa.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela lei federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010) traz em seu texto a obrigatoriedade de implementação de sistemas de logística reversa (SLR) para alguns resíduos sólidos, entre estes estão os resíduos eletroeletrônicos (REEE) sendo que a regulamentação da implementação deste sistema foi dada pelo Decreto nº 10.420/2020 (BRASIL, 2020).

A geração de REEE apresentou aumento expressivo nos últimos anos, relacionando-se com os avanços tecnológicos experienciados pela sociedade após a virada do século (GHULAM & ABUSHAMMALA, 2023). Estes resíduos são associados a liberação de poluentes orgânicos persistentes e metais pesados no ambiente, contribuindo para prejuízos à saúde pública (AHIRWAR & TRIPATHI, 2021). Estima-se que 82,6% dos REEE sejam reciclados de maneira informal, em setores não organizados (RAUTELA *et al*., 2021), o que contribui para a falta de dados para a aferição de correto gerenciamento desses resíduos. Desta forma nota-se que o risco associado aos REEE possui aumento de sua magnitude devido ao aumento de geração e gerenciamento impróprio, em sistemas de controle ambientalmente inadequados.

O gerenciamento de REEE apresenta dificuldades principalmente em países em desenvolvimento. No Brasil, apesar da obrigatoriedade e regulamentação dada pela legislação brasileira, existem problemas na efetivação dos SLR de REEE. Apesar dos avanços impulsionados pela legislação e melhoria de alguns pontos do SLR, o cenário do gerenciamento de REEE é extremamente heterogêneo em contexto brasileiro (VARGAS *et al.*, 2023), fator desconsiderado na legislação pertinente em âmbito federal e destacado por Neto *et al.* (2023) ao apontar a extensão territorial do país como um desafio para a elaboração de sistemas interligados de logística reversa de REEE.

O entendimento do comportamento dos usuários em um sistema é fundamental para o sucesso de políticas públicas relacionados ao gerenciamento de REEE (RODRIGUES *et al*., 2019), uma vez que o comportamento de descarte e adesão da população são considerados por Santos e Ogunseitan (2022) e Pimentel *et al*. (2024) como fator crítico para o funcionamento dos SLR sendo necessário manter campanhas de sensibilização adequadas ao público-alvo. Entretanto, para além das condições físicas e comportamentais é necessário equacionar as questões de governança, já que o diálogo entre os níveis de poder e determinação de responsabilidade são desafios marcante em âmbito latino-americano (UN ENVIRONMENT, 2018). Assim, fica evidente a importância de realizar o levantamento de informações locais para alimentar os SLR dos REEE, garantindo o fornecimento de informações essenciais para um planejamento mais eficiente da gestão de REEE nos municípios brasileiros.

OBJETIVOS

Tendo em vista as problemáticas expostas, objetivo geral do presente trabalho consistiu em analisar os procedimentos de gerenciamento fornecidos aos REEE no município de São Carlos. Para tanto, adotou-se como objetivos específicos: caracterizar a atuação das entidades gestoras de resíduos eletroeletrônicos no município de São Carlos (SP) e identificar pontos de coleta de REEE e o tipo de destinação desses resíduos.

METODOLOGIA

Para o cumprimento do primeiro objetivo específico, foi elaborado e enviado um questionário *on-line* para as entidades gestoras ABREE e Green Eletron. A caracterização da atuação das entidades, por meio do questionário elaborado, considerou como critérios a existência de pontos de recebimento instalados no município, se existem em quantidade suficiente de acordo com o determinado pelo Decreto nº 10.240/2020 (Brasil, 2020); o registro da coleta dos REEE, em volume ou peso; e as ações de conscientização feitas no município.

Para atingimento do segundo objetivo específico, além das informações disponibilizadas pela ABREE e Green Eletron, foi investigada a atuação: de iniciativas isoladas de coleta de REEE, como a GAIA; a Reciclatesc; e a Cooperativa de Materiais Recicláveis de São Carlos (Coopervida). Por meio de uma entrevista semiestruturada foi a elas questionado: o tempo de atuação das instituições; o tipo de REEE que recebem; o destino dado aos REEE coletados; se há alguma parceria com outras instituições, empresas ou vínculo com alguma das entidades gestoras; o volume/massa recolhido anualmente; as dificuldades encontradas na coleta e/ou destinação dos REEE; e a quantidade de pontos de recebimento de REEE no município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENTIDADES GESTORAS DE REEE

As entidades gestoras responsáveis por operacionalizar o Sistema de Logística Reversa dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil são: a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) e Gestora de Logística Reversa de Eletroeletrônicos (Green Eletron).

Considerando o tamanho da população de São Carlos (254.857 habitantes, de acordo com o censo do IBGE de 2022) e as metas estabelecidas pelo Decreto Federal nº 10.240/2020, São Carlos precisaria ter no mínimo 10

pontos de recebimento de REEE para atender a população. Segundo buscas nos sites oficiais das entidades gestoras, no dia 20 de fevereiro de 2024, existe 1 ponto de recebimento sob a responsabilidade da Green Eletron e 5 pontos de recebimento sob a responsabilidade da ABREE.

Não houve resposta ao questionário enviado para ambas as entidades gestoras. As informações sobre coleta por parte destas foram obtidas através do Inventário de Logística Reversa do município de São Carlos (São Carlos, 2023). De acordo com São Carlos (2023), houve o registro de coleta de 370 e 32 kg de REEE, pela Green Eletron e ABREE, respectivamente, no ano de 2022. Entretanto, de acordo com o inventário, as informações foram respondidas de forma parcial pelas entidades gestoras. No total, as entidades gestoras possuíam seis pontos de recebimento de REEE no município em estudo.

Nos relatórios de desempenho das entidades gestoras é possível obter informações de coleta regional, por estado, mas por município parece não existir um controle desses dados, tendo em vista a dificuldade que houve para conseguir alguma informação para o município de São Carlos (SP). O controle das informações municipais de recolhimento de REEE poderia ser usado como estratégia de divulgação e incentivo à população a contribuir com o descarte correto. Contudo, se não há um controle efetivo dessas informações é difícil dimensionar a participação e engajamento da população no descarte correto. A partir dessas informações também seria possível medir e comparar quais estratégias são mais eficazes dentro do município, respondendo a questionamentos como: disponibilizar pontos de recebimento fixos são mais efetivos que as campanhas pontuais de coleta? O que arrecada em maior peso ou volume: os pontos de recebimento fixo ou coletas feitas diretamente nas residências?

ENTREVISTA COM INICIATIVAS ISOLADAS DE RECEBIMENTO DE REEE

De acordo com o representante da Reciclatesc, a instituição tem atuado em São Carlos desde 2009. O projeto possui um ponto de recebimento de REEE, que fica localizado na própria sede. A ideia inicial era apenas receber o material e destinar para as recicladoras certificadas, porém, foram percebendo que muitos dos equipamentos que chegavam poderiam ser consertados e reutilizados na inclusão digital. Todo REEE recebido é triado para verificação de possível conserto e posterior doação para instituições filantrópicas, e quando o reparo é inviável, destina-se os REEE para recicladoras certificadas. A destinação às empresas recicladoras corresponde a aproximadamente 90% dos REEE que chegam na Reciclatesc, enquanto em torno de 10% são recuperados e doados. Recebem quase todos os tipos de eletroeletrônicos, com exceção de equipamentos com contaminação química de alto risco ou equipamentos com cápsula radioativa, como aparelho de Raio-X. O projeto destina às recicladoras de 5 a 13 toneladas de REEE por ano. O projeto possui algumas parcerias com a Universidade e algumas empresas em São Carlos, porém não possui qualquer vínculo com as entidades gestoras ABREE e Green Eletron. Dentre as dificuldades relatadas está a falta de conhecimento, por parte da população, do correto armazenamento dos produtos eletroeletrônicos antes de realizar o descarte. As pessoas não armazenam corretamente e quando decidem descartar inviabilizam a reutilização.

O primeiro ponto de recebimento piloto da Startup Gaia GreeTech foi implementado no segundo semestre de 2018. Desde o início do projeto já havia estabelecido parceria com uma recicladora especializada para recolhimento dos resíduos. A *startup* recebe todos os tipos de equipamentos eletroeletrônicos. Apesar de possuir 10 pontos de descarte na cidade, a Gaia não possui um local intermediário de armazenamento, os resíduos depositados nos pontos de coleta são transportados diretamente para as recicladoras certificadas e homologadas às entidades gestoras. A representante da Gaia informou que há o recolhimento de 500 kg a 1 tonelada por mês de REEE em São Carlos. Em 2022 recolheram aproximadamente 10 toneladas. Acreditam que cada habitante que faz o descarte, descarta em média 7 kg/ano. Dentre as dificuldades relatadas está o engajamento da população, a mudança de hábito para o descarte adequado. Mesmo a Gaia oferecendo benefícios e recompensas para estimular o descarte correto, o retorno não é significativo para haver retorno financeiro positivo. Estas foram as informações disponibilizadas durante a entrevista. No período de escrita final desta pesquisa (março de 2024) já não era possível encontrar pontos físicos de recebimento de REEE sob a responsabilidade da Gaia. A atuação da startup no município se restringe a coleta nas residências mediante agendamento.

ATUAÇÃO DA COOPERATIVA DE RESÍDUOS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE SÃO CARLOS (SP) NA COLETA DE REEE

A cooperativa de materiais recicláveis de São Carlos (SP), COOPERVIDA, recebe todos os tipos de resíduos eletroeletrônicos desde o início de suas operações. Os REEE são arrecadados de duas formas pela cooperativa: de porta em porta, quando os cooperados fazem a coleta dos materiais recicláveis; e por meio dos ecopontos, a população leva até os ecopontos e os cooperados recolhem de lá e levam até a sede da cooperativa. Todos os dias, um trabalhador vai à sede da cooperativa para realizar a compra dos REEE que receberam. Não sabem ao certo o que é feito com os resíduos, mas acreditam que ele conserta os equipamentos e revende. Os resíduos eletroeletrônicos vendidos pela cooperativa são tabelados e enviados para o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Carlos (SP). A partir de dados disponibilizados pelo SAAE e pelo Inventário de Logística Reversa da prefeitura (São Carlos, 2023), é possível verificar a massa coletada dos REEE nos últimos 6 anos (2018-2023) (Figura 1).

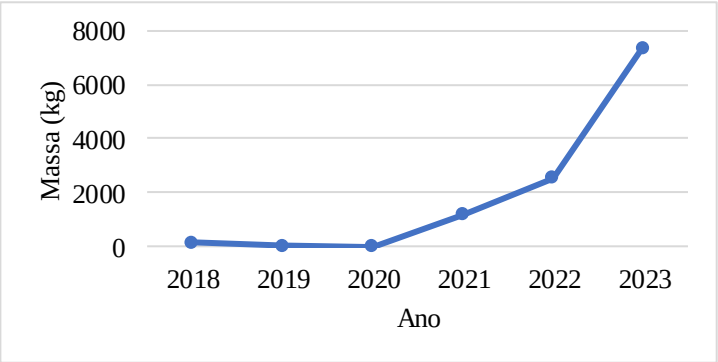

Figura 1: Massa de REEE coletado pela COOPERVIDA

Fonte: Autor, 2024.

Observando a Figura 1, é possível notar que houve um acentuado crescimento no recebimento de REEE pela cooperativa, o que indica que a população tem percebido a cooperativa como uma alternativa ao descarte de resíduo eletroeletrônico. Conforme o art. 37 do Decreto nº 10.240/2020,

> As cooperativas e as associações de catadores de materiais recicláveis poderão integrar o sistema de logística reversa de que trata este Decreto:
> I - desde que sejam legalmente constituídas e habilitadas; e
> II - por meio de instrumento legal firmado entre a cooperativa ou a associação e as empresas ou entidades gestoras, para prestação dos serviços, na forma da legislação (Brasil, 2020).

De acordo com a entrevista realizada com a cooperativa, eles não possuem instrumento legal firmado com nenhuma empresa ou entidade gestora, o que inviabiliza sua integração ao sistema de LR dos REEE. E como foi relatado, seus resíduos são vendidos para pessoa física sem qualquer controle do que é feito com o resíduo.

A Figura 2 mostra algumas imagens de resíduos eletroeletrônicos observados no pátio da sede da cooperativa no dia em que foi realizada a visita para a entrevista. Os REEE que não são de interesse de compradores ficam expostos às intempéries em local desprotegido dentro da cooperativa.

Figura 2: Armazenamento inadequado de resíduo eletroeletrônico na cooperativa de resíduos recicláveis do município.

Fonte: Autor, 2023.

Foi realizada uma visita em cada um dos cinco ecopontos existentes no município (Jardim Medeiros, Cidade Aracy 2, Vida Nova, Jardim Paulistano e São Carlos VIII). A visita ocorreu em setembro de 2023. Em cada ecoponto fica pelo menos um funcionário da COOPERVIDA. Todo material reciclável recebido no local, quando atinge sua capacidade máxima, é transportado para a sede da cooperativa para triagem e posterior venda do material.

De acordo com o site oficial da prefeitura municipal (São Carlos, [202-]), nos ecopontos podem ser descartados materiais recicláveis, pequenos volumes de resíduos de construção civil (até 1m^3), móveis velhos, eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos. Não sendo aceitos os seguintes resíduos: gesso, espelhos, lâmpadas, tintas, amianto, dentre outros resíduos perigosos.

A seguir, tem-se uma breve descrição da situação dos ecopontos em relação à coleta dos REEE. Foi questionado em cada local a destinação dos resíduos eletroeletrônicos, se há registro da entrega do REEE, as dificuldades e foi observado a situação do local de armazenamento. O primeiro ecoponto visitado foi o ecoponto Jardim Medeiros, localizado na Rua Aristodemo Pellegrini – Bela Vista São-Carlense, São Carlos - SP, 13575-260. De acordo com o funcionário do local, os resíduos recicláveis são encaminhados para a cooperativa. Eles recebem em média 32 pessoas por dia, para destinação dos resíduos em geral que são recebidos no local. A dificuldade que encontram é a de roubo de material. O local de armazenamento dos REEE é coberto e com piso impermeável (cimentado), mas, como pode ser visto na Figura 3, em caso de chuvas intensas acompanhadas de vento, não impede que o material seja molhado.

Figura 3: Local de armazenamento de REEE no ecoponto Jardim Medeiros
Fonte: Autor, 2023.

O segundo ecoponto visitado foi o ecoponto Cidade Aracy 2, localizado na Avenida Arnoldo Almeida Pires, 1507 - Cidade Aracy, São Carlos - SP, 13573-140. Diferentemente do que consta no site da prefeitura, a funcionária responsável pelo local informou que neste ecoponto não recebem resíduos eletroeletrônicos. A Figura 4 mostra a estrutura e espaço do ecoponto.

Figura 4: Ecoponto Cidade Aracy 2

Fonte: Autor, 2023.

Como pode ser observado na Figura 4, o ecoponto dispõe de um espaço significativo para armazenamento dos resíduos levado pela população, porém não possui baias com proteção para recebimento de materiais recicláveis. A falta de estrutura evidencia a incapacidade do ecoponto em receber os REEE.

O terceiro ecoponto visitado foi o ecoponto Vida Nova, localizado na Avenida Regit Arab, 1205 - Cidade Aracy, São Carlos - SP, 13573-050. De acordo com o funcionário do local, os resíduos recicláveis são encaminhados para a cooperativa que não soube informar sobre a quantidade média de pessoas que destinam seus resíduos diariamente. O funcionário informou, porém, que recebem pouco REEE no local, e quando recebem é comum haver o furto deste material. O local de armazenamento dos REEE é coberto e com piso impermeável (cimentado), como pode ser visto na Figura 5. Existem duas áreas de baias para armazenamento dos resíduos, uma delas aparenta estar mais protegida de eventos de chuvas mais intensas com rajadas de vento, enquanto outra parece estar suscetível a molhar o material em caso de chuvas intensas acompanhadas de rajadas de vento.

Figura 5 – Local de armazenamento de REEE no ecoponto Vida Nova
Fonte: Autor, 2023.

O quarto ecoponto visitado foi o ecoponto Jardim Paulistano, localizado na rua Indalécio de Campos Pereira, 1120 - Vila Celina, São Carlos - SP, 13566-480. De acordo com a funcionária do local, os resíduos recicláveis são encaminhados para a cooperativa. Recebem em média 70 a 80 pessoas por dia, destinando seus resíduos. Não relatou dificuldades. O local de armazenamento dos REEE é bem protegido, coberto e com piso impermeável (cimentado), como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6: Local de armazenamento de REEE no ecoponto Jardim Paulistano
Fonte: Autor, 2023.

Em virtude de o porte do ecoponto ser pequeno, foi informado que todos os dias os resíduos recicláveis são levados para a cooperativa, e por isso não havia muitos eletroeletrônicos no momento da visita. Vale destacar, que dentre os ecopontos visitados, esse foi o mais harmonizado, possuindo vasos de plantas pelo local, inclusive, uma biblioteca voluntária.

O quinto e último ecoponto visitado foi o ecoponto São Carlos VIII, localizado na Avenida Capitão Luíz Brandão, 1847 - Vila Vista Alegre, São Carlos - SP, 13567-181. De acordo com a funcionária do local, os resíduos recicláveis são encaminhados para a cooperativa. A trabalhadora informou que recebem muitas pessoas por dia, destinando seus resíduos, mas não soube informar uma quantidade média. Relatou que o material fica molhado durante a chuva, em virtude do telhado da cobertura está quebrado, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Local de armazenamento de REEE no ecoponto São Carlos VIII
Fonte: Autor, 2023.

Dentre os cinco ecopontos visitados, quatro recebem os equipamentos eletroeletrônicos descartados pela população, e apenas três dos quatro, possuem uma estrutura operacional, pelo menos, adequada para armazenamento dos eletroeletrônicos. Os equipamentos eletroeletrônicos possuem em sua composição substâncias perigosas que podem ser lixiviadas contaminando o solo, por isso precisam estar devidamente armazenados e protegidos. Castro (2014) realizou um estudo e visitou os ecopontos de São Carlos/SP em 2012. Alguns dos problemas destacados pelo autor ainda persistem 11 anos depois, como os furtos e a cobertura parcial do local de armazenamento dos materiais que permite o contato com a chuva. Outro agravante são os constantes incêndios que ocorrem nos ecopontos. Foram registrados 3 incêndios em diferentes ecopontos. Em 24 de março de 2023 houve um incêndio do ecoponto Jardim Ipanema. Nos dias 9 e 10 de janeiro de 2024 houve incêndio nos ecopontos Jardim Medeiros e Vida Nova, respectivamente. Em todos os casos, não ficou claro se os incêndios foram criminosos ou não.

PONTOS DE RECEBIMENTO DE REEE EM SÃO CARLOS (SP)

De acordo com o levantamento feito por esta pesquisa, os atuais pontos de recebimento no município são listados a seguir. A Figura 8 mostra todos os pontos de recebimento de REEE no município identificados durante a pesquisa.

1. **Magazine Luiza S/A** - Avenida São Carlos, 1428 - Centro - 13.560-011 – São Carlos/SP;

2. **Loja Vivo** - Avenida Francisco Pereira Lopes, 1701 - Parque Santa Mônica - 13.561-250 - São Carlos/SP;

3. **Loja Vivo** - Passeio dos Flamboyants, 200 - Parque Faber - 13.561-352 – São Carlos/SP;

4. **Loja Vivo** - Rua Nove de Julho, 959 - Centro - 13.560-042 - São Carlos/SP;

5. **Reciclatesc** - Rua Professor Helvídeo Gouvêia, 181 - Vila Boa Vista - 13574-010 - São Carlos/SP;

6. **Casas Bahia** - Rua Episcopal, 1041 – Centro - 13560-570 - São Carlos-SP

7. **Ecoponto São Carlos VIII** - Avenida Capitão Luíz Brandão, 1847 - Vila Vista Alegre - 13567-181 - São Carlos/SP;

8. **Ecoponto Jardim Paulistano** - Rua Indalécio de Campos Pereira, 1120 - Vila Celina -13566-480 - São Carlos/ SP;

9. **Ecoponto Vida Nova** - Avenida Regit Arab, 1205 - Cidade Aracy - 13573-050 – São Carlos/SP;

10. **Ecoponto Jardim Medeiros** - Rua Aristodemo Pellegrini - Bela Vista São-Carlense - 13575-260 - São Carlos/SP.

Vale ressaltar que tais pontos podem sofrer alterações, sendo estes os identificados durante a elaboração desse trabalho. Neste trabalho foram identificados como pontos de recebimento com descarte adequado os das entidades gestoras e iniciativas isoladas (Gaia e Reciclatesc) e como inadequado os ecopontos geridos pela cooperativa. Tal distinção se faz em virtude do tipo de destinação final dados aos REEE que foram identificados por meio das entrevistas.

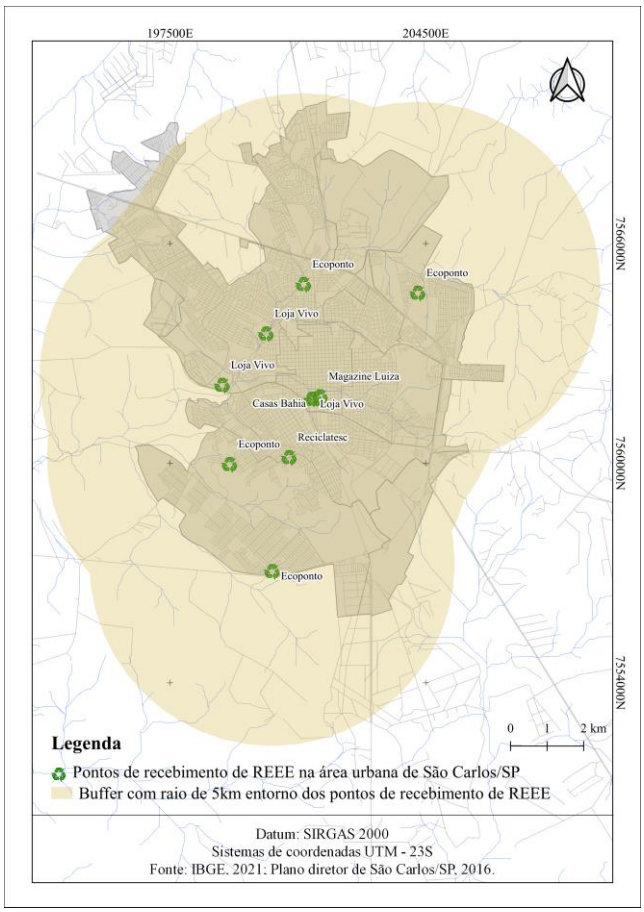

Figura 8: Localização e distribuição espacial dos pontos de recebimento de REEE em São Carlos (SP)
Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 8, foi traçado um buffer com raio de 5 km para cada ponto de recebimento. Foi escolhido esse raio, pois no estudo realizado por Bruno *et al*. (2021), identificaram uma correlação positiva entre a população contida dentro desse raio e o desempenho de recolhimento dos REEE. No que tange à disponibilidade de pontos de coleta, o município de São Carlos apresenta uma cobertura adequada com pontos a uma distância acessível à população e em quantidade suficiente, de acordo com o exigido por lei. O Decreto nº 10.240/2020, estima que para cada 25 mil habitantes deve haver um ponto de recebimento, considerando que São Carlos possui pouco mais 250 mil habitantes, seriam necessários pelo menos 10 pontos de recebimento, exatamente o valor verificado no presente trabalho. Entretanto, como supracitado, os ecopontos sob responsabilidade da cooperativa não demonstraram fornecer uma destinação final ambientalmente inadequada para esse tipo de resíduo, mesmo sendo divulgado por canais oficiais da prefeitura municipal como uma forma adequada de descarte para esse tipo de resíduo. Destaca-se assim a necessidade de correção nesta etapa de operação dos 4 ecopontos sob responsabilidade da cooperativa, estando essa associada a uma entidade gestora ou recicladora homologada, ou ainda a adição de mais 4 pontos de coleta de REEE para que a cidade de São Carlos (SP) conte com número de pontos com destinação ambientalmente adequada com base no disposto legalmente em relação a sua população.

Apesar de não ter sido possível coletar informações específicas e concretas a respeito da atuação das entidades gestoras por falta de resposta aos questionários, estas estão vinculadas à recicladoras homologadas, o que fornece segurança sobre a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos. Dentre as iniciativas isoladas que atuam no município, a cooperativa foi a que apresentou uma destinação final ambientalmente inadequada. Não foi possível verificar qualquer segurança quanto ao destino dos REEE. As outras iniciativas isoladas que atuam no município demonstraram, durante a entrevista, maior segurança quanto ao correto destino dos REEE, sendo estes enviados às recicladoras certificadas e homologadas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo foi capaz de explorar uma breve análise dos procedimentos do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos no município de São Carlos. A partir dos dados levantados por esta pesquisa, foi possível caracterizar a atuação das entidades gestoras ABREE e Green Eletron no município e fazer um levantamento de outras instituições que realizam a coleta dos REEE. A falta de disponibilização de informações por parte das entidades gestoras responsáveis por operacionalizar o sistema de logística reversa de REEE dificulta o controle das informações municipais de coleta de REEE. Tais informações poderiam ser usadas como estratégia de divulgação e incentivo à população a contribuir com o descarte correto. Contudo, com ausência de dados, o controle efetivo dessas informações é dificultado, prejudicando o dimensionamento, a participação e engajamento da população no descarte correto destes resíduos. A partir dessas informações também seria possível medir e comparar quais estratégias são mais eficazes dentro do município. O diagnóstico do gerenciamento dos REEE municipais é também um estágio importante para fundamentar futuros trabalhos de intervenção para conscientização da população acerca do assunto. Assim como também pode servir de respaldo para que a população cobre, dos responsáveis, intervenções que possibilitem ao consumidor fazer o descarte correto dos REEE que são gerados em suas residências. Em termos de quantidade de pontos de coleta, o município de São Carlos possui pontos suficientes para atender a população segundo a legislação. Entretanto, em termos de qualidade, o gerenciamento é insuficiente, pois parte dos pontos é composto por aqueles administrados pela cooperativa, a qual não se sabe a confiabilidade das informações de destinação dos REEE. Quanto à distância, os pontos existentes cobrem parte significativa da cidade com um raio de 5km, apenas alguns bairros não estão na área de cobertura. A partir destes achados, nota-se que o modelo de gestão de resíduos eletroeletrônicos na cidade de São Carlos (SP) apesar de atender pontos previstos na legislação não é capaz de promover a articulação entre as esferas de poder, a sustentabilidade e a gestão integrada de resíduos, objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Portanto, recomenda-se o estudo e implementação de novos pontos de coleta de REEE na cidade de São Carlos (SP) para ampliação da área coberta por soluções de alimentação do sistema de logística reversa destes resíduos, auxílio à cooperativa para atendimento aos requisitos legais de destinação de resíduos e consequente proteção ambiental e atuação junto às entidades gestoras para mais clara obtenção de dados.

REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHIRWAR, R.; TRIPATHI, A. E-waste management: A review of recycling process, environmental and occupational health hazards, and potential solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, v. 15, p. 100409, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100409. Acesso em: 30 out. 2024.

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 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 2017, quanto à logística reversa de produtos eletroeletrônicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.240-de-12-de-fevereiro-de-2020-243058096. Acesso em: 30 out. 2024.

BRASIL. *Lei nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 30 out. 2024.

BRUNO, G.; DIGLIO, A.; PASSARO, R.; PICCOLO, C.; QUINTO, I.. Measuring spatial access to the recovery networks for WEEE: an in-depth analysis of the italian case. *International Journal Of Production Economics*, [S.L.], v. 240, p. 108210, out. 2021. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108210.

GHULAM, S.; ABUSHAMMALA, H. Challenges and Opportunities in the Management of Electronic Waste and Its Impact on Human Health and Environment. *Sustainability*, v. 15, n. 3, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15031837. Acesso em: 30 out. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ***IBGE Cidades, 2022*.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama. Acesso em: 1 nov. 2024.

NETO, G.; CORREIA, A.; TUCCI, H.; MELATTO, R.; AMORIM, M. Reverse Chain for Electronic Waste to Promote Circular Economy in Brazil: A Survey on Electronics Manufacturers and Importers. *Sustainability*, v. 15, n. 5, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15054135. Acesso em: 08 abr. 2025.

PIMENTEL, M.; RAMIREZ-QUINTERO, D.; ELEUTÉRIO, S.; DE OLIVEIRA, C. Current Results and Main Challenges of the Implementation of the Electric Electronic Waste Reverse Logistics System in Brazil. In: *ELECTRONICS GOES GREEN 2024+ (EGG), 2024*, p. 1-8. Disponível em: https://doi.org/10.23919/EGG62010.2024.10631193. Acesso em: 08 abr. 2025.

RAUTELA, R.; SHASHI, A.; VISHWAKARMA, S.; LEE, J.; KIM, K. H.; KUMAR, S. E-waste management and its effects on the environment and human health. *Science of the Total Environment*, v. 773, p. 1-16, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145623. Acesso em: 30 out. 2024.

RODRIGUES, A.; BOSCOV, M.; GÜNTHER, W. Domestic flow of e-waste in São Paulo, Brazil: Characterization to support public policies. *Waste Management*, v. 102, p. 474-485, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.052. Acesso em: 30 out. 2024.

SANTOS, S.; OGUNSEITAN, O. E-waste management in Brazil: Challenges and opportunities of a reverse logistics model. *Environmental Technology & Innovation*, [s.l.], 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102671. Acesso em: 08 abr. 2025.

SÃO CARLOS (SP). Prefeitura Municipal. *Inventário de Logística Reversa*. *São Carlos, 2023*. p. 57. Disponível em: http://neper.shs.eesc.usp.br/inventario-de-logistica-reversa-sao-carlos-sp/. Acesso em: 4 nov. 2024.

VARGAS, D.; CAMPOS, L.; LUNA, M. *Brazil's Formal E-Waste Recycling System:* From Disposal to Reverse Manufacturing. Sustainability, v. 16, n. 1, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su16010066. Acesso em: 30 out. 2024.

UN ENVIRONMENT. *Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean*. United Nations Environment Programme, Latin America and the Caribbean Office, Panama City, Panama, 2018.