



Universidade Federal do Pampa

**Campus Santana do Livramento
Graduação em Administração
Trabalho de Curso**

**LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: o caso da fronteira
binacional entre Santana do Livramento (BR) e Rivera (UY)**

Autoria: Caroline de Abreu Pacheco
Orientador: Prof(a). Dr^a Mygre Lopes da Silva

RESUMO

Este estudo analisa a dinâmica da logística reversa de resíduos eletrônicos em uma região de fronteira binacional, mais precisamente entre Santana do Livramento (Brasil) e Rivera (Uruguai). O estudo destaca a crescente importância da logística reversa, especialmente no contexto do lixo eletrônico, que apresenta desafios ambientais e de saúde pública. Utilizando uma abordagem qualitativa e descritiva, o artigo emprega entrevistas e observações para coletar dados de gestores públicos e privados, bem como de consumidores de produtos eletrônicos. Os resultados evidenciam desafios como a falta de infraestrutura adequada e a necessidade de conscientização pública. Como resultado, é proposto um plano de ação que inclui campanhas de conscientização, a criação de ecopontos de coleta e um sistema de monitoramento de desempenho. O estudo contribui com recomendações práticas para melhorar a gestão de resíduos eletrônicos na região, enfatizando a importância da cooperação entre atores públicos e privados, a localização estratégica de pontos de coleta e a promoção da conscientização ambiental.

Palavras-chave: Logística reversa; resíduos eletrônicos; fronteira binacional; conscientização pública.

**ELECTRONIC WASTE REVERSE LOGISTICS: the case of the binational border
between Santana do Livramento (BR) and Rivera (UY)**

ABSTRACT

This study examines the dynamics of electronic waste reverse logistics in a binational border region, specifically between Santana do Livramento (Brazil) and Rivera (Uruguay). The study underscores the increasing importance of reverse logistics, especially in the context of electronic waste, which presents environmental and public health challenges. Employing a qualitative and descriptive approach, the article uses interviews and observations to collect data from public and private stakeholders, as well as consumers of electronic products. The results highlight challenges such as the lack of adequate infrastructure and the need for public awareness. As a result, a action plan is proposed, including awareness campaigns, the establishment of eco-collection points, and a performance monitoring system. The study offers practical recommendations to enhance electronic waste management in the region,

emphasizing the importance of cooperation between public and private actors, strategically locating collection points, and promoting environmental awareness.

Keywords: Reverse logistics, electronic waste, binational border, public awareness.

LOGÍSTICA INVERSA DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS: el caso de la frontera binacional entre Santana do Livramento (BR) y Rivera (UY)

RESUMEN

Este estudio examina la dinámica de la logística inversa de residuos electrónicos en una región fronteriza binacional, específicamente entre Santana do Livramento (Brasil) y Rivera (Uruguay). El estudio subraya la creciente importancia de la logística inversa, especialmente en el contexto de los residuos electrónicos, que plantea desafíos ambientales y de salud pública. Utilizando un enfoque cualitativo y descriptivo, el artículo utiliza entrevistas y observaciones para recopilar datos de partes interesadas públicas y privadas, así como de consumidores de productos electrónicos. Los resultados destacan desafíos como la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de concienciación pública. Como resultado, se propone un plan de acción que incluye campañas de concienciación, el establecimiento de puntos de recogida ecológicos y un sistema de seguimiento del rendimiento. El estudio ofrece recomendaciones prácticas para mejorar la gestión de residuos electrónicos en la región, haciendo hincapié en la importancia de la cooperación entre actores públicos y privados, la ubicación estratégica de puntos de recogida y la promoción de la concienciación ambiental.

Palabras clave: Logística inversa, residuos electrónicos, frontera binacional, concienciación pública.

1 INTRODUÇÃO

A logística reversa tem-se tornado uma abordagem essencial para a gestão de resíduos em todo o mundo, especialmente no que diz respeito ao lixo eletrônico. O lixo eletrônico é o termo utilizado para descrever o descarte inadequado de equipamentos eletrônicos, que podem conter substâncias tóxicas e nocivas à saúde humana (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI, 2013).

A prática da logística reversa de lixo eletrônico engloba a coleta, transporte, triagem, desmontagem e disposição final desses equipamentos, com o propósito de recuperar componentes e materiais para reintegrá-los à cadeia produtiva (DE BRIDA, 2019). A relevância desse processo transcende fronteiras, sendo crucial em regiões em desenvolvimento para promover o desenvolvimento sustentável nas esferas econômica, social e ambiental.

Explorando essa perspectiva, a fronteira binacional entre o Brasil e Uruguai, particularmente nos departamentos ao norte do Uruguai e na metade sul do Rio Grande do Sul, destaca-se como uma área de interação entre países, facilitando o fluxo de pessoas e mercadorias (SANCHEZ, 2002). A região, exemplificada por Santana do Livramento e Rivera, é reconhecida por sua intensa atividade comercial, abrangendo eletrônicos, roupas, calçados, alimentos e bebidas (KLEINSCHMITT, 2013).

Dessa forma, a logística reversa de resíduos eletrônicos em fronteiras binacionais apresenta dinâmicas específicas devido a regulamentações, culturas, línguas e sistemas logísticos distintos. Essa complexidade é agravada por barreiras comerciais, como tarifas, impostos e regulamentos alfandegários, que podem obstaculizar a movimentação eficiente de resíduos eletrônicos através da fronteira (SAUERESSIG, 2015).

Em resumo, a implementação bem-sucedida da logística reversa de resíduos eletrônicos em uma fronteira binacional enfrenta desafios relacionados à gestão, infraestrutura, coleta, transporte, conscientização e participação da população. Esses desafios, embora sejam comuns em diferentes contextos, assumem nuances específicas quando confrontados com as peculiaridades de uma fronteira internacional. A partir deste contexto, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: Qual a dinâmica da logística reversa de produtos eletrônicos na fronteira binacional entre Santana do Livramento (Brasil) e Rivera (Uruguai)?

O objetivo geral deste estudo é analisar a dinâmica da logística reversa de produtos eletrônicos na fronteira binacional entre Santana do Livramento (Brasil) e Rivera (Uruguai). Especificamente, pretende-se realizar um panorama da gestão privada de resíduos eletrônicos na região, analisar o papel dos atores públicos na gestão dos resíduos eletrônicos, analisar as percepções dos consumidores no descarte de produtos eletrônicos e propor um *feedback* para melhorias na gestão destes resíduos.

O presente estudo justifica-se pois o descarte inadequado de lixo eletrônico é uma das principais preocupações ambientais, uma vez que esses resíduos são tóxicos e não degradáveis. Além disso, a inquietação em relação ao meio ambiente e suas complexas conexões com fatores socioeconômicos estabelecem os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como um conjunto de metas de alcance global a serem alcançadas até o ano de 2030 (ARAUJO, 2020).

A falta de políticas e práticas efetivas de gestão de resíduos eletrônicos na fronteira binacional entre Santana do Livramento e Rivera, pode levar a sérios impactos ambientais e sociais, tais como contaminação do solo e da água, liberação de gases de efeito estufa, exposição de trabalhadores a substâncias perigosas e perda de recursos valiosos (CARVALHO, 2010).

Em termos teóricos, a região da fronteira carece de tradição em pesquisas sobre o tema desta investigação. No entanto, alguns autores têm abordado a temática da logística reversa nesta região. Por exemplo, Bidart (2017) analisou o comportamento das empresas de manutenção de equipamentos informáticos em relação ao descarte na cidade de Santana do Livramento (RS). Melo *et al.* (2018) procuraram definir uma metodologia para conscientizar as prefeituras do RS sobre o descarte adequado de pneus inservíveis, seguindo a legislação vigente e evitando danos ao meio ambiente. Stocher (2019) investigou a logística reversa no setor farmacêutico em Santana do Livramento (RS), enquanto Gonçalves (2022) identificou o processo de descarte de medicamentos para uso humano no mesmo município. No entanto, verifica-se uma escassez de estudos que abordem a logística reversa de resíduos eletrônicos na região de fronteira. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo preencher essa lacuna teórica.

O presente estudo está dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, discute-se o referencial teórico sobre a logística reversa, resíduos eletrônicos e ciclo de vida do produto eletrônico. Na terceira seção, apresentam-se os principais procedimentos metodológicos empregados na pesquisa. Na quarta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Por fim, na quinta seção, realiza-se uma síntese das principais contribuições desta investigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse referencial teórico abordará as áreas conceituais a seguir: Logística Reversa, resíduos eletrônicos e ciclo de vida dos produtos eletrônicos.

2.1 Logística Reversa

Segundo o inciso XII do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, conceitua-se a Logística Reversa como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A logística reversa é caracterizada como a organização, execução e monitoramento da movimentação dos insumos desde o produto final até a matéria-prima original, e em sentido oposto, com a finalidade de recuperar o valor (PINTO, 2023).

Neste sentido, a logística reversa desempenha um papel importante na gestão e implementação da reintrodução de produtos que já não são mais úteis no ciclo produtivo, visando minimizar o impacto do descarte no meio ambiente, diminuindo custos e aproveitando novamente as matérias-primas (TENÓRIO; SILVA; DACORSO, 2014).

Adicionalmente, a logística reversa compreende um conjunto de práticas e técnicas de gestão que estão ligadas à minimização, administração e descarte adequado de resíduos oriundos de produtos ou suas embalagens (DICKEL *et al.*, 2018).

Com relação à redução de custos, quando implementada de maneira estruturada, com processos bem definidos, a logística reversa reduz significativamente a quantidade de matérias-primas utilizadas na produção, através da reciclagem ou reutilização de materiais que antes seriam descartados, tendo um impacto direto nos custos de produção (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Analisando algumas vantagens que estas práticas trazem, as empresas que implementam as práticas de logística reversa estão se destacando ao se antecipar às mudanças nas leis ambientais e adaptando seus processos para atender às novas formas de consumo da sociedade, impulsionadas pelo crescente interesse do público em geral pelo marketing verde (DEMAJOROVIC *et al.*, 2011).

O seguinte quadro proporciona uma visão resumida dos principais elementos envolvidos na logística reversa, incluindo seus objetivos, processos, desafios comuns, aplicações específicas e benefícios esperados:

Quadro 1: Análise da Logística Reversa

Aspectos Analisados	Definição/Abordagem
Logística Reversa	Estratégia logística que gerencia o retorno de produtos e materiais pós-consumo para recuperação, reciclagem ou descarte adequado.
Objetivo Principal	Minimizar impactos ambientais, recuperar recursos e promover a sustentabilidade na cadeia de suprimentos.
Processos Envolvidos	1. Coleta: Recolhimento de produtos descartados pelos consumidores. 2. Transporte: Movimentação eficiente dos materiais coletados. 3. Triagem: Classificação dos itens para recuperação ou descarte. 4. Desmontagem: Desconstrução de produtos para reutilização de componentes. 5. Disposição Final: Destino final dos resíduos, seja reciclagem ou descarte ambientalmente responsável.
Desafios Comuns	Gestão eficaz, infraestrutura adequada, conscientização da população, participação da indústria, regulamentações e transporte eficiente.

Aplicações Específicas	Podem variar em setores como eletrônicos, embalagens, automotivo, entre outros, com adaptações conforme características e necessidades de cada segmento.
Benefícios Esperados	Redução de resíduos, economia de recursos naturais, conformidade ambiental, fortalecimento da imagem corporativa e estímulo à inovação sustentável.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com a Lei nº 12.305/2010

Portanto, é possível afirmar que a logística reversa representa uma importante estratégia, capaz de proporcionar benefícios significativos, como a valorização da reputação corporativa, a diminuição da poluição e do desperdício de recursos, além de viabilizar o reaproveitamento, a reciclagem e a recuperação de produtos que seriam descartados em lixões e aterros sanitários. Ao explorar completamente essa ferramenta, as empresas podem otimizar seus processos e reduzir seus impactos ambientais (VALLE; SOUSA, 2014). A próxima subseção trata dos resíduos eletrônicos.

2.2 Resíduos Eletrônicos

O termo resíduo eletrônico se refere a todos os resíduos materiais gerados no processamento de dispositivos eletrônicos. O crescimento desse tipo de lixo se deve ao grande volume gerado pela rápida inovação desses dispositivos e pelo constante processo de compra e troca, especialmente no caso dos celulares (SILVA *et al.*, 2022).

Conforme dados divulgados pelo Programa Ambiental das Nações Unidas, a produção global de lixo eletrônico varia de 20 a 50 milhões de toneladas por ano (MIGUEZ, 2010). O fato mais preocupante é que o Brasil é o país em desenvolvimento que mais gera lixo eletrônico, com uma média de 0,5 kg por habitante ao ano, ultrapassando países como China e México, que geram 0,4 kg por habitante. Apesar dos esforços da indústria em desenvolver novas tecnologias e canais de distribuição cada vez mais sofisticados, observa-se uma falta de empenho do mercado em criar canais de distribuição reversos que possam dar destino adequado aos produtos descartados pelo consumidor final (MIGUEZ, 2010).

O aumento da produção de lixo eletrônico revela que os fabricantes e as autoridades públicas não estão plenamente comprometidos em implementar medidas de retorno e reciclagem de seus produtos. A Lei 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, enfatiza a necessidade de uma responsabilidade compartilhada entre os setores público e privado em relação ao destino desses resíduos (BRASIL, 2010):

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
- II - pilhas e baterias;
- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Os Resíduos de Equipamentos Eletrônicos são compostos por uma variedade de materiais, como plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros elementos. Esses materiais são frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes que são unidos por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda são tratados com substâncias químicas específicas para proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A quantidade de cada material pode variar de microscópica a significativa, e a extração de cada um deles requer procedimentos diferenciados (ABDI, 2013).

A gestão do resíduo eletrônico inicia-se com a coleta de todos os resíduos por empresas especializadas, seguida da separação dos materiais para determinar se o destino é a reciclagem ou a decomposição. No caso da reciclagem, parte dos materiais é reutilizada para atualizar outros aparelhos eletrônicos, oferecendo a possibilidade de serem reaproveitados a um custo mais acessível (DE CAMPOS *et al.*, 2021).

O alto custo do descarte adequado é um dos principais desafios para a logística de retorno do lixo eletrônico, uma vez que diversos fatores contribuem para essa questão, como a complexidade da operação de transporte, o custo de coleta e a ausência de incentivos financeiros para a indústria, bem como as dificuldades de instalação de postos de coleta, especialmente em regiões menos desenvolvidas (LEITE, 2021).

Desse modo, a desmontagem e separação são cruciais para agregar valor aos resíduos. Os equipamentos, peças e componentes da área de tecnologia da informação representam um dos maiores potenciais para a cadeia reversa, devido ao seu valor agregado significativo em comparação com outras categorias de resíduos (XAVIER *et al.*, 2012). A próxima subseção apresenta o ciclo de vida dos produtos eletrônicos.

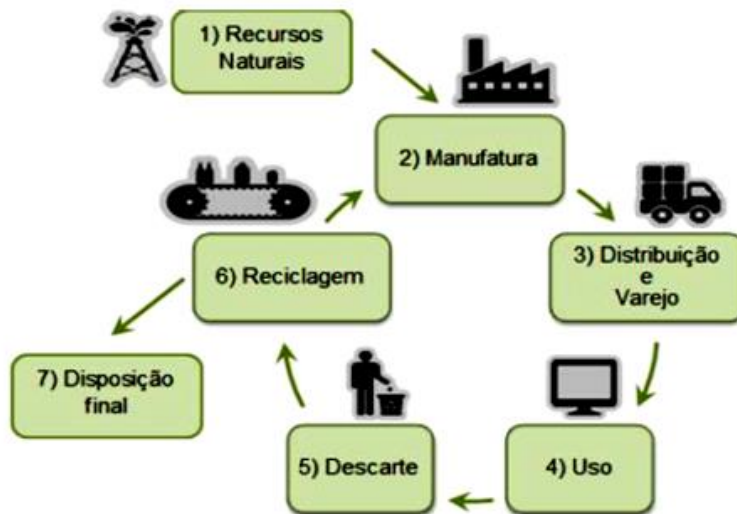
2.2.1 Ciclo de vida dos produtos eletrônicos

A vida útil de um produto se refere ao intervalo de tempo entre sua fabricação e o momento em que o consumidor decide descartá-lo. Após o descarte, ainda há a possibilidade de prolongar a vida útil do item, caso haja interesse ou potencial para reutilização. Nesse caso, é possível encaminhá-lo para novos consumidores ou clientes, por meio de rotas alternativas, como coleta seletiva ou coleta intencional de lixo municipal, transformando-se em um bem de consumo novamente (LEITE, 2021).

O ciclo de vida dos resíduos eletrônicos começa com a produção dos equipamentos e se encerra com a sua disposição final. Quando possível, é realizada a reciclagem dos componentes, possibilitando que o material retorne ao início do ciclo. No entanto, o encerramento do ciclo só acontece de fato quando os rejeitos são dispostos em aterros apropriados (XAVIER *et al.*, 2012).

São etapas do ciclo de vida dos resíduos eletrônicos: retirada das matérias-primas, processamento na indústria, uso do equipamento e seu fim de vida útil (LINZMAIER *et al.*, 2018), conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Ciclo de vida dos resíduos eletrônicos



Fonte: Linzmaier *et al.* (2018).

A partir da Figura 1, verifica-se que durante a primeira fase do ciclo de vida dos resíduos eletrônicos, são removidos os elementos essenciais para a produção de diversos tipos e modelos de dispositivos eletrônicos, incluindo componentes comprados e subconjuntos de peças. Após a extração, esses elementos são enviados para a indústria, onde são processados e transformados em um aparelho eletrônico final que será distribuído para lojas de varejo e adquirido pelos consumidores (LINZMAIER *et al.*, 2018).

Na quarta fase do ciclo de vida do equipamento, ele é utilizado até atingir o fim de sua vida útil e, em seguida, pode ser armazenado, reciclado ou vendido no mercado de segunda mão. Quando o equipamento atinge o fim de sua segunda vida útil, ele é descartado ou enviado para usinas de reciclagem, onde o processo de reciclagem pode apresentar altos riscos ambientais e sociais (ABDI, 2013; LINZMAIER *et al.*, 2018).

Nessa fase, há a separação manual ou mecanizada de peças e componentes, geralmente compostos por metais, plásticos e placas de circuito eletrônico, que contêm uma grande quantidade de elementos químicos, representando riscos para a saúde e o meio ambiente (ABDI, 2013).

Por essa razão, essa fase é considerada a mais crítica no ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos, exigindo cuidados especiais para minimizar os impactos ambientais e proteger a saúde pública (PRADO *et al.*, 2016). A reciclagem permite que os materiais sejam recuperados, transformados e reintroduzidos no ciclo produtivo, reduzindo assim a demanda por recursos naturais e minimizando os impactos ambientais associados à extração e produção de novos materiais (SILVA, 2014).

Na fase final do descarte de resíduos, o material é encaminhado para aterros onde os rejeitos resultantes da reciclagem, da segunda vida útil ou do armazenamento são queimados e distribuídos (PRADO *et al.*, 2016). Cabe acrescentar que o ciclo de vida dos produtos eletrônicos pode ir além das fases 6 e 7. Além da reciclagem, destaca-se a possibilidade de recondição, remanufatura, reparo e reuso dos produtos e seus componentes.

O recondição, remanufatura, reparo e reuso são práticas fundamentais para promover a sustentabilidade e a economia circular, visando prolongar a vida útil dos produtos, reduzir o consumo de recursos e minimizar o impacto ambiental. Essas abordagens envolvem a restauração e recuperação de produtos usados ou danificados (MEDEIROS, 2020).

O consumo excessivo incentivado pela mídia e a prática da obsolescência programada estão causando impactos ambientais, sem considerar adequadamente a poluição tóxica e os

resíduos gerados por esses produtos quando descartados de maneira inadequada (ANDRADE *et al.*, 2018). Desta forma, a logística reversa abrange desde a coleta dos resíduos eletrônicos descartados até a sua devida destinação final. Esse gerenciamento adequado do caminho inverso dos materiais contribui para a redução de resíduos, a conservação de recursos e a promoção da sustentabilidade (PINTO, 2023).

Na próxima seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados nesta investigação.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa seção apresenta os procedimentos metodológicos deste estudo, delineando a abordagem, tipo e método de pesquisa, bem como as técnicas de coleta e análise dos dados.

A abordagem utilizada é a qualitativa, pois busca compreender as percepções e experiências dos consumidores sobre o descarte de produtos eletrônicos, e gestores públicos e privados em relação aos impactos ambientais dos resíduos eletrônicos. Com isso, pretende-se compreender a complexidade do tema, levando em consideração a subjetividade dos participantes e suas experiências. A utilização da abordagem qualitativa permitirá uma análise mais profunda e contextualizada dos dados coletados, contribuindo para uma compreensão mais ampla do problema em estudo (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Esta pesquisa também pode ser classificada como descritiva, pois pretende descrever as percepções e comportamentos dos consumidores de produtos eletrônicos e gestores públicos e privados em relação aos impactos ambientais dos resíduos eletrônicos. Serão realizadas entrevistas, onde pretende-se coletar dados que permitam uma análise descritiva do fenômeno em estudo, contribuindo para a compreensão da complexidade do tema (GIL, 2010).

O método escolhido para o estudo em questão é o estudo de caso. O estudo de caso é uma técnica de pesquisa qualitativa que permite a investigação aprofundada de um fenômeno dentro de seu contexto real. Além disso, essa técnica é útil para investigar questões que não podem ser facilmente exploradas por meio de métodos quantitativos, como opiniões, atitudes e percepções dos sujeitos envolvidos (YIN, 2015).

No presente estudo, serão utilizadas três técnicas de coleta de dados: observação, entrevistas e análise documental. A técnica de observação não participante permite o pesquisador ter a oportunidade de capturar de maneira mais autêntica e natural o comportamento, as interações e as dinâmicas que ocorrem no ambiente estudado (GIL, 2010). A técnica de observação não participante que envolveu a coleta de dados por meio da observação do fenômeno, sem a participação direta do observador, registrando detalhes relevantes como data, hora, local, contexto e outras informações pertinentes ao assunto. Haverá a documentação da observação com anotações escritas em um caderno (diário de campo) e gravações de áudio.

A técnica da entrevista semiestruturada é caracterizada pela sua organização em torno de um conjunto de questões abertas pré-determinadas, permitindo que o entrevistador explore a perspectiva e experiência do entrevistado (DICICCO-BLOOM; CRABTREE, 2006).

O grupo de análise desta pesquisa compreende os agentes relacionados aos resíduos eletrônicos, tais como a Prefeitura Municipal de Santana do Livramento (BRA), a Intendencia Departamental de Rivera (UY), organizações envolvidas na gestão de resíduos eletrônicos e indivíduos da região que adquirem e descartam produtos eletrônicos.

As entrevistas com os agentes relacionados aos resíduos eletrônicos foram realizadas de forma presencial, as quais foram gravadas e, posteriormente, transcritas.

Para a realização da pesquisa, foram desenvolvidos três roteiros de entrevista distintos, a fim de abranger os diferentes grupos de entrevistados. O primeiro roteiro (Apêndice A) foi

direcionado aos agentes envolvidos no centro de reciclagem de eletrônicos, com o intuito de compreender as práticas de reciclagem e os desafios enfrentados e as possíveis melhorias nesse processo. O segundo roteiro (Apêndice B) foi destinado aos atores públicos envolvidos na gestão desses resíduos, com o objetivo de compreender as políticas, as regulamentações, as iniciativas e as parcerias existentes para lidar com o problema do lixo eletrônico. O terceiro roteiro de entrevistas (Apêndice C) foi destinado a consumidores que adquirem e descartam produtos eletrônicos. Os três roteiros foram elaborados de acordo com a teoria apresentada no estudo.

As técnicas de análise de dados empregadas na pesquisa são a análise de conteúdo e o plano de ação 5W2H. A análise de conteúdo permite explorar e interpretar as informações obtidas por meio das entrevistas, documentos e observações, contribuindo para a construção e fundamentação dos argumentos apresentados (BARDIN, 2011).

A análise de conteúdo conta com três fases: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos dados e a interpretação. Na primeira fase, a pré-análise, o pesquisador realiza a leitura completa e sistemática dos documentos ou materiais a serem analisados. O objetivo é familiarizar-se com o conteúdo, identificar questões relevantes e estabelecer critérios e categorias que serão utilizados para codificar os dados (BARDIN, 2011).

Na segunda fase, a exploração do material, o pesquisador implementa os procedimentos de codificação, categorização e tabulação dos dados. Na terceira fase, tratamento dos dados e a interpretação, o pesquisador deve interpretar os resultados em relação às questões de pesquisa e discutir as implicações teóricas, práticas ou sociais dos achados (BARDIN, 2011).

A partir dos resultados obtidos neste estudo e com o intuito de cumprir o quarto objetivo específico, foram elaboradas propostas de aprimoramento na forma de um plano de ação. Esse plano visa proporcionar uma estrutura de controle que auxilia os gestores a visualizarem seus objetivos, metas, prazos e outros aspectos relevantes (COSTA, 2007).

A metodologia adotada para a elaboração do plano de ação é o 5W2H. Essa ferramenta fornece diretrizes claras para a implementação de cada decisão e é composta por sete campos, os quais são apresentados a seguir:

- 1) O quê (*What*): Descreve a atividade a ser executada ou o problema a ser solucionado de forma clara e objetiva,
- 2) Por quê (*Why*): Justifica os motivos e objetivos por trás da execução ou solução da atividade, fornecendo uma compreensão do propósito para as ações planejadas,
- 3) Quem (*When*): Define as responsabilidades e atribuições das pessoas encarregadas de executar as atividades planejadas, garantindo uma clara definição de papéis,
- 4) Onde (*Where*): Especifica o local onde cada procedimento será executado, assegurando que o ambiente adequado esteja disponível para a realização das tarefas,
- 5) Quando (*Who*): Estabelece um cronograma detalhado que indica quando cada procedimento será realizado, definindo prazos e garantindo a organização temporal das atividades,
- 6) Como (*How*): Descreve de maneira detalhada os procedimentos e estratégias a serem adotados para alcançar os objetivos pré-estabelecidos, oferecendo orientações precisas sobre a forma de execução,
- 7) Quanto (*How much*): Determina os recursos necessários para a realização das atividades, incluindo os custos associados a cada procedimento e o custo total do projeto (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE, 2018). Na seção seguinte, os resultados são apresentados e discutidos.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Perfil dos entrevistados

As entrevistas foram realizadas presencialmente com dois membros e responsáveis pelos departamentos ambientais, um de Santana do Livramento e outro de Rivera, um representante de uma empresa privada especializada em coleta de resíduos eletrônicos da cidade de Santana do Livramento, e oito consumidores de produtos eletrônicos. No total, foram onze entrevistados, com idades variando entre 23 e 42 anos, conforme ilustra a Tabela 1.

Quadro 2 – Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Idade	Gênero	Escolaridade	Município	Profissão
Entrevistado A	28	F	Superior incompleto	Santana do Livramento (RS)	Estudante
Entrevistado B	25	F	Superior incompleto	Santana do Livramento (RS)	Estudante
Entrevistado C	23	F	Pós-graduação incompleto	Santana do Livramento (RS)	Estudante
Entrevistado D	25	F	Superior completo	Santana do Livramento (RS)	Estudante
Entrevistado E	39	M	Superior completo	Santana do Livramento (RS)	Estudante
Entrevistado F	30	M	Ensino médio completo	Rivera (UY)	Estudante
Entrevistado G	30	F	Ensino médio completo	Rivera (UY)	Estudante
Entrevistado H	26	M	Ensino médio completo	Rivera (UY)	Estudante
Entrevistado I	42	M	Superior completo	Santana do Livramento (RS)	Advogado
Entrevistado J	41	M	Superior completo	Santana do Livramento (RS)	Secretário Municipal
Entrevistado K	38	M	Ensino médio completo	Rivera (UY)	Engenheiro em Logística

Fonte: elaborado pelos autores

Conforme as entrevistas, com exceção do entrevistado G, que se mudou para Rivera há apenas dois anos, os demais entrevistados são residentes de suas cidades de origem desde o nascimento. Isso sugere que eles têm um conhecimento profundo de suas comunidades e de suas questões.

A escolha de entrevistar estudantes dos cursos de Administração da UNIPAMPA e Logística da UTU em Rivera, Uruguai, se fundamenta na relevância desses grupos como potenciais agentes de mudança e futuros profissionais envolvidos nas práticas de logística reversa.

Ao abranger alunos de Administração, que têm uma visão ampla da gestão de negócios, e estudantes de Logística, que possuem conhecimentos específicos na área, a pesquisa busca capturar perspectivas abrangentes sobre a implementação de estratégias de logística reversa.

Além disso, ao incluir participantes de instituições de diferentes países, a investigação pode fornecer insights valiosos sobre as variações culturais e regulatórias que influenciam a logística reversa em contextos transfronteiriços, como é o caso da região de Santana do

Livramento e Rivera. Essa abordagem visa enriquecer a compreensão das dinâmicas e desafios específicos enfrentados por futuros profissionais em um ambiente internacional e contribuir para a promoção de práticas sustentáveis na gestão de resíduos.

As entrevistas com os entrevistados J e K foram conduzidas presencialmente em seus locais de trabalho, especificamente nos departamentos encarregados do meio ambiente em suas respectivas cidades. O entrevistado J lidera o departamento desde o início da atual gestão governamental, o que totaliza 3 anos, enquanto o entrevistado K está à frente de seu departamento há 1 ano e 8 meses.

Já a entrevista com o entrevistado I foi realizada nas instalações da empresa local em Santana do Livramento, que se dedica à coleta de resíduos eletrônicos para posterior revenda, como será discutido no tópico a seguir.

4.2 Alama Reciclagem do Brasil

A Alama Reciclagem do Brasil é uma empresa privada que atua no setor de instalações de recuperação de materiais. Sua missão é contribuir para a sustentabilidade ambiental por meio da coleta e reciclagem de materiais diversos, entre eles os eletrônicos. Uma das atividades centrais da Alama é a coleta de materiais eletrônicos descartados. Conforme o responsável pelo local, o entrevistado I, eles não realizam a coleta ativa desses resíduos nas residências, mas recebem os materiais que são entregues na empresa por meio de catadores e pessoas em geral: “Aqui na empresa, na Alama, nós só recebemos o resíduo eletrônico. Nós não vamos procurar na casa, não vamos pegar na casa das pessoas, da população. Só recebemos.”

Após a coleta, a Alama realiza o desmembramento dos materiais eletrônicos. Isso envolve a desmontagem cuidadosa dos dispositivos, separando os componentes e materiais que podem ser reciclados ou reutilizados: “[...] desde computadores, máquinas de lavar, ventiladores, tudo isso aí a gente desmancha, tira as partes que a gente pode revender e o que não agrega muito valor nós prensamos e mandamos para fora de Livramento”.

Uma vez que os materiais eletrônicos são processados e preparados para a reciclagem, visando ressaltar a importância da reciclagem do lixo eletrônico para a sustentabilidade de seu ciclo de consumo (CELINSKI, 2011), a Alama os vende para um comprador localizado na região Sul do país. A periodicidade das vendas é de 45 dias aproximadamente. Esse comprador trata-se de uma empresa localizada em Canoas-RS e é especializada em reciclagem e refino de metais, os quais adquirem os materiais reciclados para transformá-los em matérias-primas que são reutilizados em novos produtos eletrônicos e em outras indústrias. Essas estratégias, têm o potencial de aprimorar a sustentabilidade ambiental ao longo de diversas etapas, incluindo a extração de materiais, o processo de fabricação dos produtos, sua utilização, a possibilidade de reutilização e o descarte final (ABREU, 2022).

Indagado acerca de quais são os principais desafios enfrentados na gestão dos resíduos eletrônicos na região, ele menciona que é a conscientização da população sobre a importância do descarte adequado de resíduos eletrônicos. A empresa destaca a necessidade de educar as pessoas sobre onde podem descartar esses materiais: “É conscientizar a população que eles podem entregar os resíduos eletrônicos aqui na empresa ou em outros lugares adequados que a população ainda não se conscientizou da necessidade do descarte adequado”. Além disso, a conscientização sobre a necessidade de práticas sustentáveis na produção e descarte de dispositivos eletrônicos, torna-se imprescindível para reduzir os impactos ambientais e sociais ligados a essa temática (ALMEIDA, 2023).

O entrevistado I também destaca a que em Santana do Livramento, não existe um local adequado para o descarte de lixo eletrônico, além da empresa. A falta de uma infraestrutura pública para o descarte é uma dificuldade específica mencionada:

“Em Livramento, não existe ainda um local adequado para descarte. Fora a empresa, não existe. A prefeitura não providenciou nem um local adequado para descarte de lixo eletrônico [...] Não existe um local que possa ser descartado diariamente, então isso a gente tenta conscientizar a população que aqui na empresa, na alama, a gente recebe diariamente, todos os dias, todo o lixo eletrônico”.

Ainda existem obstáculos a superar, incluindo a ausência de uma infraestrutura apropriada para o tratamento e disposição final dos resíduos, bem como a falta de consciência da população sobre a relevância da separação e do descarte adequado desses materiais (MOURA, 2023).

Questionado sobre os resultados e impactos observados com a implementação de práticas e estratégias adotadas atualmente na gestão dos resíduos eletrônicos na instituição, o entrevistado comentou que incluem a conscientização crescente da população sobre a possibilidade de descartar resíduos eletrônicos na empresa. As pessoas começam a descartar mais frequentemente após a primeira visita:

“A gente nota que a população, o pessoal que vem descartar o lixo eletrônico aqui na primeira vez não sabia que a poderia ser descartado o lixo aqui. Aí a partir daí eles começam a descartar com a gente porque a gente sempre fala para eles que qualquer lixo eletrônico a gente recebe [...] aí o pessoal começa a descartar com a gente”.

O entrevistado I também destaca que as principais iniciativas de conscientização e educação ambiental voltadas para a temática dos resíduos eletrônicos é ampliar a comunicação com a sociedade e explicar às pessoas que a empresa é um local adequado para o descarte “É explicar para as pessoas que vêm descartar que aqui é um local adequado para o descarte, que não coloquem no lixo. Tragam todo o lixo”.

Quando questionado sobre a perspectiva em relação à evolução da gestão dos resíduos eletrônicos nos próximos anos o entrevistado acredita que a gestão de resíduos eletrônicos tende a melhorar à medida que a população se conscientiza mais sobre o descarte adequado:

“A tendência é melhorar bastante porque a população está tendo uma consciência maior sobre o descarte do eletrônico e do lixo em geral, do lixo reciclável em geral. Então a tendência é que todo o lixo eletrônico seja descartado adequadamente para que não vá para a natureza”.

O entrevistado I também recomenda que o governo público se envolva na implementação de políticas públicas para o descarte correto de lixo eletrônico. Isso é visto como essencial, dada a limitada capacidade de atingir toda a população apenas com iniciativas privadas:

“Que o governo público também se engajasse na implementação de políticas públicas pro descarte correto do lixo eletrônico, porque não adianta. Nos não atingimos toda a população porque quem traz o lixo eletrônico em 80 % são pessoas que tem veículo, que eles podem trazer, os catadores trazem pouco lixo, então as políticas públicas pra quem tem lixo eletrônico, é poder descartar num local correto e a prefeitura, um ente público, ter um local pra descarte, porque no momento não tem nenhum local pra descarte”.

A visita e observação na Alama Reciclagem do Brasil, foi realizada em 15 de setembro de 2023, teve como objetivo avaliar o processo de reciclagem de resíduos eletrônicos, porém a empresa demonstrou uma ausência notável de resíduos eletrônicos em processo de desmanche ou reciclagem no local.

Durante a visita, foi constatado que não havia nenhum resíduo eletrônico visível nas instalações da Alama. Os equipamentos eletrônicos, incluindo computadores, telefones celulares, eletrodomésticos e outros dispositivos, aparentemente já haviam sido removidos do local.

A empresa demonstrou comprometimento com práticas sustentáveis e ambientalmente responsáveis, enfatizando a importância da destinação adequada de resíduos eletrônicos. Além disso, eles destacaram que a empresa terceirizada com a qual trabalham é especializada na recuperação de materiais valiosos a partir desses resíduos, contribuindo para a conservação de recursos naturais e a redução do impacto ambiental.

Portanto, com base nas respostas do entrevistado I e a observação realizada no local, empresas privadas como a Alama Reciclagem do Brasil têm um papel fundamental no recebimento e na conscientização da população sobre o descarte adequado de resíduos eletrônicos. No entanto, a falta de infraestrutura pública para o descarte adequado e a necessidade de envolvimento do governo são desafios que precisam ser abordados para uma gestão mais eficaz desses resíduos na região. Políticas públicas eficazes nesse contexto devem abordar a conscientização pública, investir em infraestrutura, reconhecer práticas bem-sucedidas e garantir que o descarte adequado seja acessível a toda a população, independentemente de sua capacidade de acesso aos serviços privados. Na próxima sessão, apresenta-se a atuação da gestão pública sobre os resíduos eletrônicos.

4.3 Entidades Governamentais

Nesta sessão, discute-se os principais pontos levantados durante as visitas ao DEMA (Departamento do Meio Ambiente) em Santana do Livramento e sua contraparte, a División Higiene, localizada em Rivera, no Uruguai.

4.3.1 DEMA

O Departamento do Meio Ambiente (DEMA) em Santana do Livramento desempenha um papel fundamental na gestão e proteção do meio ambiente local. Sob a liderança do Secretário (Entrevistado J) designado pela atual gestão, que está à frente do departamento há três anos, o DEMA tem desempenhado um papel crucial na definição e implementação de programas e projetos que visam ao desenvolvimento sustentável do município. Suas atribuições e competências são abrangentes e abordam uma série de áreas essenciais para garantir um equilíbrio adequado entre o crescimento econômico e a conservação ambiental.

Com base na entrevista fornecida pelo secretário municipal do DEMA, pode-se fazer uma análise do papel dos atores públicos, neste caso, a Secretaria de Meio Ambiente de Santana do Livramento, na gestão dos resíduos eletrônicos. O entrevistado está diretamente envolvido na gestão dos resíduos eletrônicos da cidade. Isso demonstra uma necessidade de coordenação interdepartamental para lidar com essa questão complexa:

“[...] eu sou secretário municipal de serviços urbanos, tô a frente da pasta e a atribuição da, as atribuições legais da pasta são manutenção, conservação, embelezamento de espaços públicos, iluminação pública, gerenciamento do cemitério municipal e coleta de lixo urbano, que envolve diretamente também o descarte de resíduos eletroeletrônicos”.

Quando questionado sobre os impactos ambientais e econômicos associados à gestão inadequada de resíduos eletrônicos o secretário enfatiza a necessidade de conscientização da população em relação ao descarte adequado de resíduos eletrônicos. Ele destaca que a cidade enfrenta problemas culturais, como o descarte irregular e a presença de lixões a céu aberto:

“Econômicos não tenho dados pra mencionar, ambientais a gente pode mencionar o descarte irregular né que esses produtos quando além de contaminar o meio ambiente que a gente inclusive conta com uma [...] questão muito forte no município Santana do Livramento que é esse descarte irregular. [...] o último, mapeamento do departamento [...] tinha quase duzentos lixões a céu aberto, muitos deles com a presença de eletroeletrônicos. A secretaria desde o ano passado vem fazendo um trabalho, tivemos uma diminuição drástica, mas não, hoje não temos os dados atualizados”.

A maneira mais frequentemente utilizada, embora inadequada, é o encaminhamento desses resíduos para lixões, que são áreas a céu aberto que recebem uma ampla variedade de resíduos, resultando em um cenário visualmente poluído e com odores desagradáveis (LIMA, 2020).

Em se tratando de logística reversa desses resíduos, o secretário afirma que “hoje o município não tem um sistema direto de logística reversa, [...] desde o ano passado a gente começou a intensificar as ações, a gente tem um sistema de entrega voluntária”. A cidade implementou um sistema em parceria com uma empresa externa:

“Nós temos convênio hoje com uma empresa de fora da cidade que ela não onera o município e ela vem e recolhe esse lixo eletrônico. Seria um *drive-thru* [...] a gente disponibiliza um local, a empresa vem determinado dia com o caminhão, as vezes dois caminhões, a gente faz uma divulgação prévia e a gente fica recebendo esse tipo de material quando é pra descarte e a empresa leva e dá o destino final correto pra esse tipo de material”.

Essa abordagem parece ser uma solução inicial para lidar com o problema, minimizando o impacto financeiro para o município. A coleta de lixo eletrônico na cidade ocorre da seguinte maneira: previamente, a Prefeitura divulga nas redes sociais, rádios, etc. os bairros onde um ou mais caminhões de coleta ficarão estacionados. As pessoas interessadas em descartar seu lixo eletrônico se dirigem pessoalmente ao local indicado e depositam seus dispositivos eletrônicos obsoletos ou danificados nos caminhões designados para esse fim.

O secretário afirma que o município está considerando parcerias com empresas locais para lidar com os resíduos eletrônicos, com foco na fiscalização rigorosa e na garantia de que todas as licenças ambientais sejam cumpridas “nós tamos já estudando empresas daqui do município que já tem a licença ambiental pra todo o processo, né?”.

A empresa privada Alama Reciclagem do Brasil de Santana do Livramento não foi selecionada para realizar o descarte de resíduos eletrônicos escolhido pela Prefeitura da cidade por diversas razões estratégicas e operacionais. Primeiramente, a Alama Reciclagem não apresentou um histórico robusto de conformidade com as regulamentações ambientais locais, levantando preocupações sobre a capacidade da empresa em lidar adequadamente com os resíduos eletrônicos de acordo com os padrões exigidos pela municipalidade.

Além disso, a Alama Reciclagem do Brasil demonstrou limitada experiência na implementação de programas de logística reversa específicos para eletrônicos, o que levantou dúvidas quanto à sua capacidade de realizar a desmontagem e reciclagem de maneira eficaz. A Prefeitura optou por selecionar uma empresa que demonstrasse um comprometimento sólido com práticas sustentáveis, investisse em tecnologias de reciclagem avançadas e tivesse um histórico de parcerias bem-sucedidas em iniciativas similares.

Questionado sobre as regulamentações existentes para a gestão de resíduos eletrônicos e como elas são implementadas o secretário destaca a importância da regulamentação e menciona que irão se criar leis locais para a gestão de resíduos eletrônicos, alinhando-se com as legislações federais:

“Nós temos o código de postura do município [...] é muito antigo. (O) município já tá fazendo planejando a readequação dele, nós temos as legislações federais e a gente tá trabalhando no plano de resíduos do município através dum projeto em parceria com a União Europeia, a gente tá fazendo e vai entrar a regulamentação desde a coleta [...] seletiva, resíduos eletroeletrônicos, vai também, parece que abranger uma regulamentação na resíduos de saúde. Então, a gente tá hoje trabalhando no plano pra poder fazer a criação dessa lei”.

O município de Santana do Livramento fundamenta suas práticas relacionadas à gestão de resíduos na Lei Federal 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. Contudo, destaca-se a ausência de uma legislação municipal específica abrangendo resíduos eletrônicos. Essa legislação estabelece diretrizes gerais para a gestão de resíduos sólidos no país, incluindo resíduos eletrônicos (SILVA, 2020).

O setor público também está contribuindo para o descarte adequado de resíduos eletrônicos por meio de campanhas de coleta solidária, envolvendo várias instituições públicas:

“Do setor público geralmente nessas ações de *drive-thru* da campanha diversos órgãos, posso citar a Polícia Federal, o Exército, a própria secretaria, secretarias da educação vão e aproveitam essa oportunidade pra fazer esse descarte. Tivemos Polícia Civil, enfim, uma série de órgãos. Como é amplamente divulgado, eles aproveitam essa oportunidade pra fazer o descarte correto”.

As campanhas de coleta representam uma tática eficaz para promover o descarte adequado desses materiais, envolvendo a comunidade com o propósito de direcionar esses dispositivos longe dos aterros sanitários. Assim, a coleta seletiva ajuda a prevenir impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública (MEIRELES, 2020).

O secretário menciona o potencial econômico dos resíduos eletrônicos se forem tratados adequadamente. Ele deseja criar uma estrutura de ecoponto para reciclar e reutilizar esses materiais, gerando renda para a comunidade local:

“O plano de que a gente está trabalhando, [...] nós estamos num horizonte assim que a gente vislumbra e o município teria que ter um um ecoponto, uma estrutura do ecoponto não só pra revezando eletroeletrônicos mas também e que essa cadeia produtiva no caso de desses resíduos ficasse só em Livramento e gerasse renda pra associações ou cooperativas aqui. Esse é o nosso objetivo. [...] hoje em dia isso aí tem valor. [...] o nosso objetivo é esse, é que que isso aí possa gerar renda pra catadores aqui e deixar o ciclo, deixar aqui porque a economia daqui se movimente e faz tudo dentro das normas ambientais”.

O potencial econômico das matérias-primas derivadas da reciclagem de resíduos eletrônicos é substancial. Estima-se que o valor econômico potencial das matérias-primas possa atingir a impressionante cifra de 55 bilhões de euros (com base nos valores de 2016) (KITAJIMA, 2019).

Na entrevista, o secretário afirma que a cidade enfrenta desafios culturais em relação ao descarte inadequado de resíduos e questões de infraestrutura urbana relacionadas à obstrução de córregos devido ao descarte irregular:

“Nós temos um problema cultural em Livramento. Livramento é uma cidade que a gente tem muita dificuldade em todo tipo de resíduo [...] Então, pra esse tipo de resíduo, esse tipo de conscientização que isso aí é uma questão necessária pro meio ambiente, é uma questão que a infraestrutura urbana, são os córregos que não transbordam”.

Um dos principais desafios a serem superados envolve a necessidade de desenvolver estratégias e planos eficazes para gerenciar o declínio na qualidade ambiental resultante do aumento significativo no descarte desses resíduos (SILVA *et al.*, 2014).

Em resumo, a gestão de resíduos eletrônicos em Santana do Livramento envolve a conscientização da população, parcerias com empresas externas, a busca por soluções econômicas e a criação de regulamentações locais. O município enfrenta desafios culturais e de infraestrutura que requerem esforços contínuos para melhorar a gestão desses resíduos. A próxima seção trata da atuação da gestão pública uruguaia, em Rivera, sobre os resíduos eletrônicos.

4.3.2 DIVISIÓN HIGIENE

A División Higiene, localizada no Departamento de Rivera, no Uruguai, desempenha um papel fundamental na manutenção da higiene urbana e na gestão adequada dos resíduos sólidos na região. Essa divisão é liderada por um diretor (Entrevistado K) que está à frente da pasta há 1 ano e 8 meses. As principais atribuições da División Higiene incluem a responsabilidade pela higiene urbana, o que abrange a limpeza e a manutenção das áreas urbanas da cidade. Além disso, a divisão também é encarregada da gestão integral dos resíduos sólidos, garantindo que esses resíduos sejam tratados de maneira ambientalmente adequada.

Na entrevista realizada no departamento, o diretor responsável pelo local menciona que, atualmente, não há uma gestão específica para resíduos eletrônicos em Rivera, Uruguai. As responsabilidades estão relacionadas à coleta de resíduos em geral, e a gestão de resíduos eletrônicos é tratada como parte do "resíduo volumoso":

“Con respecto a los electrónicos exclusivamente estamos a la espera de la legislación nacional, es la ley 19.829 no recuerdo del año. Extiende la responsabilidad a los generadores de residuos, pero todavía quedan residuos, tipos de residuos por reglamentar. Entre ellos están los residuos electrónicos, por eso hoy los gestionamos con el residuo voluminoso”.

Rivera está aguardando a regulamentação nacional que tratará dos resíduos eletrônicos. Isso indica uma dependência das diretrizes nacionais para lidar com essa questão, o que pode atrasar a gestão efetiva desses resíduos.

O departamento de Rivera, no Uruguai, encontra-se desprovido de legislação vigente que regule a gestão de resíduos eletrônicos, tanto em nível departamental quanto federal. O objetivo principal deste sistema é promover a gestão adequada de resíduos por meio da redução, reutilização, reciclagem, tratamento e outras formas de valorização antes de sua disposição final, de maneira ambiental, econômica e socialmente sustentável (CYRANEK, 2010).

O entrevistado reconhece a importância dos impactos ambientais negativos associados à gestão inadequada de resíduos eletrônicos, mas admite não ter conhecimento específico sobre esses impactos “Los impactos específicamente ambientales, no los conozco, supongo que son negativos, [...] no tenemos cómo cuantificar el impacto económico por ahora, hasta que no se dedique un servicio exclusivo a la recolección de residuos electrónicos”.

A menção à incerteza em relação aos impactos econômicos da gestão de resíduos eletrônicos, até que um serviço exclusivo seja estabelecido, indica que o diretor está ponderando sobre a forma como essa responsabilidade financeira será distribuída.

Para otimizar a gestão de produtos no final da vida útil, é eficaz atribuir responsabilidades físicas e econômicas aos atores envolvidos no sistema, permitindo às

empresas incorporar custos de gestão de produtos pós-consumo em seu planejamento financeiro de forma segura (MENDES, 2017).

A sugestão de que o ônus financeiro possa recair sobre os importadores desses produtos sugere uma abordagem diferente da adotada no Brasil:

“Y hay que ver a quién se le carga el gasto, si va a ser municipal, como los residuos domiciliarios, por ejemplo, o si van a generar a los importadores de los residuos que se les va a computar el gasto a aquellos que colocan al residuo en el mercado, como pasa con los neumáticos.

Quando questionado sobre as regulamentações existentes para a gestão de resíduos eletrônicos e como são implementadas, ele afirma que não tem conhecimento de programas específicos de reciclagem de resíduos eletrônicos em Rivera e no Uruguai em geral. Ele menciona que os materiais são vendidos como sucata, e não há iniciativas claras de recuperação de materiais valiosos: “justamente no tenemos exclusividad todavía para los residuos electrónicos en Uruguay, estamos a la espera de la definición del Poder Ejecutivo”.

Em se tratando de logística reversa, e os sistemas de logística reversa utilizados para a coleta de resíduos eletrônicos, o diretor afirma que atualmente não existe esse sistema justamente porque em Rivera não realizam a coleta de resíduos eletrônicos:

“[...] en Rivera lo que hacemos es recogerlo con [...] con los residuos voluminosos, lo que es conocido como “levantar por calendario”. Que pasamos una vez por mes en frente a cada casa, levantando residuos de gran volumen. Y ahí intentamos y en la medida de lo posible, según las condiciones del residuo derivado a la cooperativa renacer del norte que opera en el vertedero, que le da un la circularidad que logra tener el material seudo el mercado”.

Isto que o diretor menciona é a existência de um serviço de coleta de resíduos extraordinários, ou volumosos como ele menciona. Esses resíduos tratam-se, em sua maioria, de sofás, cadeiras, mesas, armários, etc. A cada ano, é entregue um calendário indicando o dia da coleta em cada zona. Esse serviço é realizado em 15 zonas na cidade de Rivera, com uma frequência mensal. Outra opção disponível para os moradores é levar seus resíduos volumosos diretamente ao local de disposição final de resíduos no aterro sanitário, localizado no interior da cidade, Paso del Enano, mais conhecido como “vertedero”.

Sobre os incentivos existentes para promover a reciclagem e o descarte adequado de resíduos eletrônicos, ele destaca que, no momento, os incentivos para o descarte adequado de resíduos eletrônicos em Rivera estão relacionados à não cobrança de taxas adicionais para os geradores desses resíduos “el incentivo es que no se cobran las tasas, no se cobra ninguna tasa de residuos comercial, si no que se gestiona todo como si fuese el residuo domiciliario”.

O entrevistado enfatiza a importância da rastreabilidade dos resíduos eletrônicos, ou seja, conhecer quem coloca esses produtos no mercado e quando devem ser descartados:

“y habría que mejorar principalmente la trazabilidad. Me parece saber bien quién es el que coloca el residuo en el mercado, el tiempo estimado de vida útil y cuándo deberá ser desechado”.

Para atingir esse objetivo, é necessário implementar um Sistema de Rastreabilidade de Produtos com Informações Avançadas (IPRS), o qual implica em identificar informações cruciais ao rastrear resíduos. Essa abordagem considera a viabilidade econômica para os fabricantes e o timing apropriado para sua aplicação. A alimentação do sistema com detalhes dos produtos é essencial para otimizar o processo de logística reversa no futuro (BERNARDO, 2019).

Ele também menciona o desafio adicional de fluxos de resíduos transfronteiriços devido à localização na fronteira binacional entre Uruguai e Brasil “acá en la frontera, tenemos el agravante del flujo de residuos un lado y del otro”.

Por último, destaca a necessidade de conscientização da sociedade sobre a gestão adequada de resíduos:

“todo es importante, me parece dentro de los residuos electrónicos y de todos los residuos, nosotros como sociedad no tenemos incorporado la actividad de los materiales, o nos falta un montón para entender que los residuos debemos gestionarlo mejor y entre ellos los residuos electrónicos”.

Devido ao seu valor econômico e à classificação como resíduo perigoso, a movimentação transfronteiriça de resíduos eletrônicos requer regulamentação para garantir uma proteção mínima que reduza os riscos envolvidos no transporte e na gestão desses materiais. Desta forma, a regulamentação é fundamental para mitigar potenciais perigos relacionados a essas atividades (KAWAMOTO, 2022).

Em suma, a gestão de resíduos eletrônicos em Rivera, Uruguai, ainda está em processo de desenvolvimento, dependendo das regulamentações nacionais. Há uma necessidade clara de conscientização pública, implementação de programas específicos e estabelecimento de critérios para a gestão adequada desses resíduos. A próxima seção diz respeito às percepções dos consumidores sobre o descarte de produtos eletrônicos, com o objetivo de analisar a sua consciência ambiental.

4.4 Consumidores

Este tópico irá conter as opiniões e ideias dos oito entrevistados acerca de suas opiniões e consciência sobre o uso e descarte de resíduos eletrônicos na cidade de Santana do Livramento e Rivera.

Quando questionados sobre suas principais preocupações com o descarte inadequado, os entrevistados E e F citam suas principais preocupações relacionadas à falta de instruções e conhecimento sobre o descarte correto “[...] conhecimento, de que tipo de destinação dar, de pra onde encaminhar, de se existe alguma, enfim, alguma empresa que faça esse recolhimento ou algum entreposto, digamos assim, né dessas empresas maiores onde a gente pudesse entregar” (Entrevistado E) e o entrevistado F que destacou: “no hay mucha información para dónde, para donde desecharlos en realidad”.

De acordo com o Decreto nº 10.240/2020, que estabelece regulamentações para a logística reversa de aparelhos eletroeletrônicos domésticos no Brasil, os fabricantes e importadores têm a responsabilidade de garantir a destinação ambientalmente adequada dos resíduos eletroeletrônicos, com foco prioritário na reciclagem dos produtos recebidos (BRASIL, 2020). Já o entrevistado G trouxe sua preocupação relacionada à contaminação do ambiente: “La contaminación del ambiente”. O entrevistado H menciona que suas preocupações centram-se na possibilidade de contaminação: “que se genere una contaminación masiva, que generen daños irreversibles como está sucediendo actualmente”.

O manejo inadequado desses resíduos podem representar riscos ambientais e de saúde devido à sua complexa composição e à falta de características biodegradáveis, podendo levar a problemas mesmo em baixas quantidades, devido à biomagnificação no ambiente (MANDARINO *et al.*, 2019).

Quando questionados sobre a oportunidade de descartar algum equipamento eletrônico de maneira adequada, o entrevistado A respondeu: “Não, nunca precisei descartar, já na minha família sim, mas eu não sei dizer assim como funcionou”. Isso sugere que pode haver

uma falta de conhecimento sobre como fazer o descarte corretamente. Já o entrevistado B também menciona que familiares seus tiveram a oportunidade de fazer o descarte adequado de equipamentos eletrônicos em uma ação em uma praça, indicando a existência de iniciativas locais, como citado anteriormente pelo secretário de serviços urbanos da cidade de Santana do Livramento.

O entrevistado D menciona que nunca teve a oportunidade de descartar equipamentos eletrônicos de maneira adequada, muitas vezes esses itens são deixados na frente de casa para catadores: “Sempre que se estraga alguma coisa ou coloca na frente de casa e algum catador pega. Mas no fim a gente nem sabe pra que, onde é que ele vai parar”. Já o entrevistado C também mencionou a campanha de recolhimento de resíduos eletrônicos imposta pela prefeitura de Santana do Livramento:

“[...] no meu trabalho eu lembro que algumas vezes veio um caminhão aqui em Livramento eu não sei explicar direitinho mas eu lembro que a gente juntava os equipamentos eletrônicos que precisava descartar e vinham de outra cidade [...] numa praça e a gente descartava de forma adequada, a gente esperava esse caminhão vir”.

O entrevistado E menciona ter tido oportunidades de descartar baterias de celular e pilhas de maneira adequada em lojas que ofereciam coletores para esses itens. Também menciona a recente iniciativa de mutirões de recolhimento de lixo eletrônico na cidade:

“[...] alguns anos atrás, algumas lojas [...] tinha um coletor. Eu acho que de bateria de celular ou de pilha. Isso eu me recordo. Mas era um uma ou duas lojas só que eu me lembro que tinham isso tá? Então ali era um lugar garantia, juntava por exemplo pilha velha e descartava ali e bateria de celular, e agora mais recentemente houve algumas iniciativas aqui em Livramento de nível Municipal de um recolhimento de lixo eletrônico, de tudo que tudo que é tipo de material, rádio, TV velha, computador velho, celular que a gente entrega em uma praça ali, num ponto e creio que eles dão a destinação, não sei se pra fim de ferro ou se dão uma destinação adequada mesmo”.

Já o entrevistado H, menciona que em Rivera, há dias específicos de coleta de resíduos eletrônicos no bairro: “Sí, hay días que, por ejemplo, los lunes en el barrio pasa un levante especial para residuos electrónicos. Pilas, baterías, fuentes de computadoras, etc.”. Essa coleta de resíduos trata-se dos resíduos volumosos conforme o diretor do departamento mencionou em sua entrevista.

O entrevistado G menciona que vendeu dois telefones celulares que não usava mais para uma loja, onde poderiam ser usados como peças de reposição: “tenía dos teléfonos que no usaba y los vendí para una casa para que usaran como repuesto, las partes que sirvieran”.

O descarte adequado desses resíduos é essencial para proteger o meio ambiente e a saúde humana. Isso envolve a reciclagem de componentes, a reutilização de dispositivos quando possível e o encaminhamento a locais de reciclagem certificados para evitar a contaminação ambiental (MOURA, 2023).

Em se tratando de experiências com descarte inadequado de resíduos eletrônicos, o entrevistado H observa que: “muchas veces veo en la calle, como la gente tira dispositivos como celulares viejos, pilas, toda clase de residuos electrónicos”. E o entrevistado B relata: “[...] principalmente na região da campanha o pessoal vai pra fora da cidade pra descartar nas estradas assim, rurais e tudo, então uma grande assim ó bastante coisa, TV, rádio, tudo isso descartado incorretamente”. Já o entrevistado D menciona:

“[...] agora mesmo no começo do ano, a gente se mudou, a geladeira estragou, tivemos que comprar outra, e no fim a a geladeira foi pra um catador que mora aqui do lado de casa, a geladeira ele levou a pouquíssimo tempo daqui. Eu não sei nem o que que ele fez se ele vendeu pra ferro velho. Não sei mesmo qual foi a finalidade que ele deu pra ela”.

Para combater o problema do descarte impróprio de produtos eletrônicos, é fundamental adotar uma abordagem mais sustentável ao ciclo de vida desses produtos. Isso envolve ações como a redução de materiais tóxicos na fabricação, a prolongação da vida útil dos dispositivos e o incentivo à reciclagem (MOURA, 2023).

Em se tratando da conscientização sobre a importância do descarte adequado de resíduos eletrônicos na fronteira binacional, o entrevistado D relata que não é suficiente e destaca a falta de conscientização sobre como e onde fazer o descarte correto, bem como a falta de programas regulares para essa finalidade:

“Acho que não. Porque até tem algum programas os eventos por assim dizer de descarte correto de lixo, só que são muito poucos ao longo do ano, isso daí é uma demanda praticamente que diária todo mundo tem um eletrônico pra descartar alguma coisa pra colocar no lixo, só que como não tem a todo o tempo, todo mês ou toda semana e não tem essa conscientização de qual seria a maneira correta de descartar”.

Já o entrevistado H acredita que a conscientização sobre o descarte adequado de resíduos eletrônicos ainda é insuficiente, pois: “no es suficiente porque lo vemos todos los días, la gente tira la basura mezclada com residuos electrónicos y no se debe, se contamina”.

Para abordar essa questão, é fundamental promover uma mentalidade sustentável e educar as pessoas desde jovens sobre questões ambientais. Isso resultará em mudanças de comportamento e atitudes que aprimorarão as ações de forma geral (PARAIBA, 2021).

Em relação ao programa de coleta de resíduos eletrônicos da prefeitura de Santana do Livramento, o entrevistado C destaca a falta de divulgação e conscientização da população:

“[...] nem um pouco, porque primeiro que quando vem esse caminhão quase ninguém é avisado, não tem essa divulgação, eu nem lembro direito como é que funciona. Sei que vinha um caminhão aqui buscar algumas vezes no ano não era nem um mês e não é divulgado que eu acho que deveria ser divulgado justamente pra gente aprender ou todo mundo se juntar levar todos os eletrônicos que tivesse”.

Em relação à disponibilidade de locais de coleta de resíduos eletrônicos, o entrevistado B e C destacam a dificuldade de acesso a locais de coleta, pois são específicos para veículos e não para pedestres. O entrevistado E acredita que a disponibilidade de locais de coleta para resíduos eletrônicos é insuficiente e que as informações sobre esses locais não são divulgadas adequadamente:

“Eu acho que são insuficientes, [...] Não sei se pode ser porque eu não procuro, não tenho tido digamos assim a necessidade de ter procurado e descartar esse tipo de resíduo ou se de fato não tem disponibilidade [...] se tem acho que não é dada assim uma publicidade ou não está de fácil visibilidade pras pessoas [...] Eu sinto que falta ainda um pouco de lugares, espaços, digamos assim, que tu possa descartar de maneira adequada, que tu tenha a tranquilidade de que aquilo vai ser dado uma destinação adequada”.

O entrevistado H destaca barreiras como a falta de conhecimento, a ignorância e a falta de hábito de reciclar resíduos eletrônicos.

A educação ambiental desempenha um papel fundamental na promoção de mudanças de comportamento necessárias na sociedade diante da crise ambiental global. Compreende-se que comportamentos arraigados podem perpetuar ações automáticas sem reflexão sobre seus impactos diários e na qualidade de vida (KUMSCHLIES *et al.*, 2023).

Quando questionados sobre políticas públicas e o apoio dos órgãos públicos, o entrevistado F concorda que os órgãos públicos deveriam promover mais programas de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos, sugerindo que isso deveria ocorrer em intervalos regulares: “capaz debería haber algo más seguido, no sé en cuestión de un período de semanas o una vez al mes, de pasar a levantar esos residuos”. É responsabilidade do poder público criar as condições para que o Estado promova a cidadania consciente em relação ao meio ambiente, reconhecendo a finitude dos recursos naturais e a necessidade urgente de protegê-los (KUMSCHLIES *et al.*, 2023).

O entrevistado C também acredita que os órgãos públicos deveriam promover mais programas de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos: “deveriam informar quando vem esse caminhão ou quando tem, onde tem, fazer palestras né? [...] até nas redes sociais nunca vi nenhuma divulgação sobre, então acho que divulgar e ensinar também a descartar corretamente”.

O entrevistado E destaca a necessidade de mais programas de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos por parte dos órgãos públicos:

“eu acho que isso dialoga diretamente com toda a questão bem presente [...] da preservação ambiental como um todo, né? Não só digamos de um desenvolvimento mais sustentado de preservação do meio ambiente e também do ponto de vista de reciclagem, de reaproveitamento [...] de diversos materiais que eu sei que compõe esse tipo de resíduos, né? Eu acho que certamente precisaria de mais atuação, digamos assim por parte do poder público em todos né? Tanto federal quanto estadual quanto o municipal. Que eu sei que essa competências, digamos assim, elas meio que elas são compartilhadas entre esses órgãos independentemente do tipo de resíduo. E eu acho que que falta ainda um pouco de melhoria, digamos assim, tanto dos canais de comunicação quanto de orientação”.

Compreender a origem dos resíduos de aparelhos eletroeletrônicos é fundamental para planejar a gestão adequada. Atualmente, no Brasil, devido à falta de sistemas de gerenciamento, a maior parte desses resíduos é encaminhada para o setor informal de reciclagem (WATANABE *et al.*, 2019).

Quando questionados sobre as expectativas em relação à gestão de resíduos eletrônicos na fronteira binacional no futuro, o entrevistado F aponta que: “Con todo el cambio de tecnología e información [...] y con la cantidad de lo electrónico que existe hoy en día. Que que consigan hacer [...] una mejor gestión y colocar lugares específicos para poder depositar sus residuos”. Já o entrevistado H acredita que : “Y, la tendencia es que crezca (a gestão de resíduos eletrônicos). Mis expectativas son bajas, pero la tendencia real es que vaya creciendo porque [...] vá el camión y lo hace es, vierte la basura y tá”.

O entrevistado D comenta que: “o ideal seria que tivesse realmente uma vez por semana, em cada bairro, que deixasse mais perto isso da população em si, que virasse uma realidade”. Já o entrevistado B menciona: “As expectativas não dá pra ser negativa [...] são poucas, porque o pessoal faz as ações [...] pra fazer o descarte, mas não ocorre num fluxo que se colocaria, fizesse por exemplo, em bairros e em outros pontos”.

O nível de produção de lixo eletrônico global deverá alcançar 120 milhões de toneladas ao ano em 2050 se as tendências atuais permanecerem, de acordo com relatório da Plataforma para Aceleração da Economia Circular (PACE) e da Coalizão das Nações Unidas sobre Lixo Eletrônico (2019).

Em resumo, é importante notar que a maioria dos entrevistados destacou preocupações significativas em relação ao descarte inadequado desses resíduos. Suas principais preocupações incluíam a falta de instruções claras sobre como descartar adequadamente resíduos eletrônicos, a falta de conhecimento sobre onde realizar o descarte correto e o medo da contaminação ambiental devido ao descarte inadequado.

Fica evidente também que, embora haja iniciativas locais, como campanhas de recolhimento e pontos de coleta esporádicos, muitos entrevistados sentiam que essas ações não eram divulgadas de maneira eficaz, o que limitava seu conhecimento sobre como e onde descartar corretamente seus eletrônicos usados. A seção seguinte apresenta uma proposta de melhorias na logística reversa destes itens.

4.5 Proposta de *feedbacks* para melhorias na logística reversa de resíduos eletrônicos

A seguir, delineia-se um plano de ação (5W2H) destinado à região binacional entre Santana do Livramento e Rivera, com o propósito de estabelecer uma abordagem abrangente visando aprimorar a logística reversa de resíduos eletrônicos na fronteira binacional. O quadro 2 traça três ações para promover a sustentabilidade ambiental e, para alcançar esse objetivo, a participação ativa da comunidade e das partes interessadas locais.

Quadro 2 – Plano de Ação 5W2H

			AÇÃO 1	AÇÃO 2	AÇÃO 3
5W	What	O quê?	Campanha de conscientização para educar os residentes sobre educação ambiental.	Estabelecer ecopontos de coleta de resíduos eletrônicos.	Implementar um sistema de monitoramento.
	Why	Por quê?	Reduzir a poluição ambiental e promover a sustentabilidade.	Facilitar o descarte promovendo a conscientização ambiental.	Acompanhar o progresso do programa de gestão de resíduos eletrônicos.
	Who	Quem?	- Autoridades locais. - Empresas de reciclagem e gestão de resíduos. - Comunidade local.	- Equipe de coordenação do programa. - Autoridades municipais. - Parceiros de coleta. - Comunidade local.	- Equipe de coordenação do programa. - Analistas de dados. - Autoridades municipais. - Empresas de reciclagem parceiras.
	Where	Onde?	Na fronteira binacional.	Na fronteira binacional.	Na fronteira binacional.
	When	Quando?	Início imediato com um cronograma de implementação de 12 meses.	Início imediato.	Início imediato, com implementação contínua.
2H	How	Como?	Levantamento dos principais resíduos eletrônicos na cidade.	Avaliar as áreas das cidades onde a demanda é mais alta.	Identificar os indicadores-chave de desempenho (KPIs).
	How Much	Quanto?	Elaborar um orçamento para o programa.	Desenvolver um orçamento.	Estimar os custos.

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir do Quadro 2, verifica-se que o programa visa criar uma cultura de responsabilidade ambiental na região de Santana do Livramento e Rivera, incentivando a população a participar ativamente na gestão adequada dos resíduos eletrônicos. Ao integrar a

conscientização pública, a coleta eficaz e a reciclagem responsável, a comunidade pode trabalhar em conjunto para promover um ambiente mais saudável e sustentável. Na seção seguinte, realiza-se uma síntese das principais contribuições do estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi analisar a dinâmica da logística reversa de produtos eletrônicos na fronteira binacional de Santana do Livramento e Rivera, por meio das percepções de gestores privados, públicos, consumidores e de uma proposta de melhoria da gestão destes resíduos.

A partir das informações fornecidas pela Alama Reciclagem do Brasil, empresa privada, pode-se inferir que a gestão de resíduos eletrônicos na região é um desafio que está sendo enfrentado. A empresa desempenha um papel essencial na coleta, processamento e conscientização da população sobre a importância do descarte adequado. No entanto, a falta de infraestrutura pública para o descarte e a necessidade de cooperação com o governo local representam obstáculos a serem superados. Destaca-se a importância da educação ambiental e do engajamento tanto do setor privado quanto do público na busca de soluções sustentáveis para a gestão de resíduos eletrônicos.

Com base nas entrevistas realizadas com o DEMA e a División Higiene de Rivera, Uruguai, órgãos públicos, foi possível constatar que ambas as cidades enfrentam desafios na gestão de resíduos eletrônicos, incluindo a necessidade de regulamentações específicas, conscientização pública e coordenação de seus atores. Rivera está aguardando regulamentações nacionais, enquanto Santana do Livramento está implementando ações como campanhas de coleta solidária e busca parcerias para lidar com o problema.

No que diz respeito à percepção dos consumidores dos produtos eletrônicos, é possível destacar a necessidade de conscientização da população, em relação ao uso e descarte responsável de produtos eletrônicos. Ressalta-se a importância de investir em educação ambiental, divulgação eficaz de programas de recolhimento e melhoria na infraestrutura de gestão de resíduos eletrônicos.

O plano de ação 5W2H apresenta uma proposta para aprimorar a gestão de resíduos eletrônicos na fronteira em análise. Este plano incluiu a realização de uma campanha de conscientização para educar a comunidade sobre responsabilidade ambiental, a criação de ecopontos de coleta de resíduos eletrônicos e a implementação de um sistema de monitoramento com indicadores-chave de desempenho.

Em termos empíricos, a pesquisa contribui para a recomendação de um plano de ação, por meio de ser uma abordagem abrangente na gestão dos produtos eletrônicos, com parcerias entre autoridades locais e empresas, localização estratégica dos ecopontos e orçamentos que viabilizem estas campanhas de conscientização da população. Essas medidas visam criar uma cultura de responsabilidade ambiental na região e promover a gestão adequada de resíduos eletrônicos, contribuindo para um ambiente mais saudável e sustentável.

Em termos teóricos, esta investigação ampliou a discussão sobre a logística reversa de produtos eletrônicos em uma área de fronteira binacional, sob diferentes perspectivas, dos agentes privados (empresas e consumidores) e públicos.

Como limitações da pesquisa, ressalta-se a dificuldade de generalização dos resultados encontrados a partir do estudo de caso, os quais referem-se a um contexto específico, e a subjetividade das informações obtidas a partir das entrevistas. Para pesquisas futuras, sugerem-se estudos quantitativos que envolvam uma amostra significativa. Além disso, é necessária uma investigação das iniciativas de educação ambiental e conscientização pública, por meio da elaboração ou fortalecimento de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ABREU, G. S. **Avaliação da aplicação dos conceitos de economia circular em empresa de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos com uso da matriz SWOT**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. In: Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos, Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2013, Brasília. *Anais...*Brasília: INVENTTA, 2013. p. 20-21.

ALMEIDA, N. M. C. de. **Resíduos eletroeletrônicos de computadores e periféricos: mapeamento e análise da gestão no município de Natal-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

ANDRADE, S. L; DE LIMA, G. E. A logística reversa e o enfrentamento do fenômeno da obsolescência programada. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 2, p. 1237-1256, 2018.

ARAÚJO, A. B. A. **A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável e o Brasil: uma análise da governança para a implementação entre 2015 e 2019**. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERNARDO, O, O. **Cadeia reversa de resíduos de eletroeletrônicos: um estudo sobre os sistemas de informação e as tecnologias de rastreamento**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Administração de Empresas), Centro Universitário FEI, São Paulo, 2019

BIDART, S. V. **Descarte de equipamentos eletrônicos por empresas de informática da cidade de Santana do Livramento–RS**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal do Pampa, Campus Santana do Livramento, Santana do Livramento, 2017.

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**, 2010.

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**. Brasília, 2020.

CARVALHO, L. L. **Fluxo institucional de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e identificação de seus potenciais impactos ambientais e na saúde**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2010.

CELINSKI, T. M; CELINSKI, V.G; REZENDE, H. G; FERREIRA, J. S. Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. In: II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2011, Londrina. *Anais...* Londrina: 2011. p. 1-4.

COALITION, E-waste. A new circular vision for electronics: Time for a global reboot. **World Economic Forum**, 2019. Disponível em https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf Acesso em 23 Out. 2023.

COSTA, E. A. **Gestão estratégica: da empresa que temos para a empresa que queremos**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CYRANEK, G. SILVA, U. Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe. **Montevideo: UNESCO, Plataforma RELAC SUR/IDRC**, 2010.

DE BRIDA, I. C. Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: uma análise do sistema no Brasil. **Tecnologia e Ambiente**, v. 25, p. 110-133, 2019.

DE CAMPOS, A; GOULART, V. D. G. **Rede Logística de Retorno**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2021.

DEMAJOROVIC, J; HUERTAS, M. K. Z; BOUERES, J. A; SILVA, A. G. D; SOTANO, A. S. Logística Reversa: Como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 165-178, 2011.

DICICCO-BLOOM, B; CRABTREE, B. F. The qualitative research interview. **Medical Education**, v. 40, n. 4, p. 314-321, 2006.

DICKEL, P. R. G; LONGARAY, A. A; DA SILVA MUNHOZ, P. R; DOS SANTOS MACHADO, C. M. Uso da logística reversa para descarte de lâmpadas fluorescentes à luz da PNRs: o caso do Instituto Federal de educação do Rio Grande do Sul. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 1, p. 265-284, 2018.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D, T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, V. S. **Logística reversa e o descarte correto de medicamentos: o caso de Santana do Livramento - RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Pública) - Universidade Federal do Pampa, Campus Santana do Livramento, Santana do Livramento, 2022.

KAWAMOTO, L. E. **Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos sob uma análise interdisciplinar: características, desafios, normas e propostas para sua gestão adequada**. Dissertação de mestrado - Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca, 2022.

KITAJIMA, L. F. W.; GUARDA, G. F.; CÉLIA REBOUÇAS DALSTON, R.; BARCELOS, B. R.; CUNHA, G. H. de M.; FERNEDA, E. A Educação Ambiental como instrumento na administração dos problemas do lixo eletrônico: uma proposta. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 122–137, 2019.

KLEINSCHMITT, S. C; AZEVEDO, P. R; CARDIN, E. G. A tríplice fronteira internacional entre Brasil, Paraguai e Argentina: contexto histórico, econômico e social de um espaço conhecido pela violência e pelas práticas ilegais. **Perspectiva geográfica**, v. 8, n. 9, 2013.

KUMSCHLIES, M. C. G.; SCHALCH, V. Educação ambiental e os hábitos de manejo dos resíduos domiciliares dos moradores do município de Guarujá, Brasil. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 16, n. 1, p. 82–110, 2023.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: Sustentabilidade e competitividade**. São Paulo: Saraiva Educação S.A., 2021.

LIMA, C. S. **Recicla Ilha: uma proposta de gestão para os resíduos sólidos urbanos em Vila do Abraão, Ilha Grande – RJ**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

LINZMAIER, J; NUNES, I. C; PEREIRA, D; FAGUNDES, A. B; BEUREN, F. H. Análise do ciclo de vida de produtos eletroeletrônicos: um estudo introdutório visando um sistema produto-serviço. In: XX Engema, 2018, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: 2018. p. 8-9.

MANDARINO, M. L. F.; SINAY, M. C. F. de. O. Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 13, n. 2, p. 30–57, 2019.

MEDEIROS, S. B. F. **Modelo para a operacionalização da atividade de remanufatura**. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Administração), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

MEIRELES, J. F.; DE MORAES, A. R. Estudo de caso: Campanha de coleta de resíduos eletrônicos no município de Mundo Novo - MS. In: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2020 Vitória. **Anais...** Vitória: 2020.

MELO, A; ANDERLE, C; LUCIANA, D; VINCI, G. **Logística reversa: um estudo aplicado ao descarte de pneus em pequenos municípios do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Negócio) - Instituto de Transporte e Logística, Porto Alegre, 2018.

MIGUEZ, E. C. **Logística Reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

MOURA, M. C. P. S. de. **Gestão de resíduos na administração pública: descarte de equipamentos eletro/eletrônicos na defensoria pública do estado do Rio Grande do Norte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

PARAIBA, R. M. **Conscientização ambiental: uma reflexão sobre o descarte do lixo eletrônico no município de São Borja**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), São Borja, 2021

PINTO, J. de O. **O panorama da logística reversa no Brasil e seus mecanismos de controle**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2023.

PRADO, O. A; GALEGALE, N. V; TEIXEIRA, E. P; IRAZUSTA, S. P. Agravos à saúde decorrentes do descarte incorreto de resíduos eletroeletrônicos revisão de literatura. In: XI Workshop de Pós-Graduação e pesquisa do Centro Paula Souza, 2016, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 2016. p. 708-717.

RODRIGUES, D. F; RODRIGUES, G. G; LEAL, J. E; PIZZOLATO, N. D. Logística Reversa – Conceitos e componentes do sistema. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002, Curitiba. *Anais...* Curitiba: 2002. p. 125-130.

SÁNCHEZ, A. Q. **A fronteira inevitável: um estudo sobre as cidades de fronteira de Rivera (Uruguai) e Santana do Livramento (Brasil) a partir de uma perspectiva antropológica**. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Antropologia Social) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Porto Alegre, 2002.

SAUERESSIG, G. G. **A contribuição das cooperativas de catadores no gerenciamento e retorno de resíduos sólidos urbanos à indústria: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado (Pós graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, 2015

SEBRAE, SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS **Ferramenta: 5W2H - plano de ação para empreendedores**. 2018. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SILVA, C. R; SILVIA, A. B; CONCEIÇÃO, L. G; NASCIMENTO, T. C; NASCIMENTO, W. P., BOMBONATTI FILHO, O; de OLIVEIRA MORAIS, M. Logística Reversa dos Produtos Eletroeletrônicos: Uma Estratégia na Redução de Custos. **Journal of Technology & Information**, v. 2, n. 1, 2022.

SILVA, I. L. de F. **Lei nº 12.305/2010: o instituto da responsabilidade compartilhada e a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Ouro Preto/MG**. Monografia (Graduação em Direito) - Escola de Direito, Turismo e Museologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

SILVA, F. L. **Práticas de logística reversa com base nos relatórios de sustentabilidade de empresas brasileiras**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2014.

STOCHER, F. M. A logística reversa no setor farmacêutico: um estudo em Santana do Livramento/RS. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 3, p. 1069-1093, 2019.

TENÓRIO, F. A. G; SILVA, D. E. P; DACORSO, A. L. R. Inovação e tomada de decisão no processo de logística reversa: uma análise bibliométrica. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 2, p. 593-616, 2014.

VALLE, R., SOUZA, R. G. **Logística reversa: processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

XAVIER, L. H; SANTOS, M. D; FRADE, N. B; CARVALHO, T. C. M. B. **Aspectos socioambientais e técnicos da gestão de resíduos de equipamentos eletrônicos**. Universidade Federal de São Paulo – USP, Instituto de Eletrotécnica e Energia – IEE e Centro de Descarte e Reuso de Equipamentos de Informática – CEDIR. São Paulo, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015

WATANABE, F. P.; CANDIANI, G. Gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em instituições de ensino superior. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.5, p.169-186, 2019.

APÊNDICE A

Roteiro de entrevista realizado aos agentes relacionados aos resíduos eletrônicos:

Caracterização dos Entrevistados:

- a. Nome completo do entrevistado.
- b. Cargo e instituição em que atua.
- c. Tempo de experiência na área de gestão de resíduos eletrônicos.
- d. Envolvimento atual ou passado com a temática dos resíduos eletrônicos.

- 1 Descrição do contexto em que o entrevistado está inserido no que se refere à gestão de resíduos eletrônicos.
- 2 Quais são os principais desafios enfrentados na gestão dos resíduos eletrônicos na sua área de atuação?
- 3 Quais são as dificuldades específicas relacionadas à coleta, transporte, tratamento ou destinação adequada dos resíduos eletrônicos?
- 4 Quais práticas e estratégias são adotadas atualmente na gestão dos resíduos eletrônicos na instituição?
- 5 Quais foram os resultados e impactos observados com a implementação dessas práticas e estratégias?
- 6 Quais são as principais iniciativas de conscientização e educação ambiental voltadas para a temática dos resíduos eletrônicos?
- 7 Qual é a sua perspectiva em relação à evolução da gestão de resíduos eletrônicos nos próximos anos?
- 8 Quais são as principais oportunidades e desafios identificados para aprimorar a gestão dos resíduos eletrônicos na sua região?
- 9 Com base na sua experiência e conhecimento, quais recomendações você faria para melhorar a gestão dos resíduos eletrônicos?
- 10 Há algum outro aspecto relevante que gostaria de compartilhar sobre a gestão dos resíduos eletrônicos?

APÊNDICE B

Roteiro de entrevistas realizado na Prefeitura Municipal de Santana do Livramento e na Intendencia de Rivera:

- 1 Qual é o seu nome e qual é o seu cargo/posição na gestão de resíduos eletrônicos?
- 2 Quais são as principais responsabilidades do seu cargo/posição na gestão de resíduos eletrônicos?
- 3 Quais são os impactos ambientais e econômicos associados à gestão inadequada de resíduos eletrônicos?
- 4 Quais são as regulamentações existentes para a gestão de resíduos eletrônicos e como elas são implementadas?
- 5 Quais são os sistemas de logística reversa utilizados para a coleta de resíduos eletrônicos?
- 6 Quais são os principais programas de reciclagem de resíduos eletrônicos em vigor?
- 7 Quais são os critérios utilizados na seleção de empresas parceiras para o processamento dos resíduos eletrônicos?
- 8 Quais são os incentivos existentes para encorajar a reciclagem e o descarte adequado de resíduos eletrônicos?
- 9 Como é feito o gerenciamento dos resíduos eletrônicos provenientes do setor público?
- 10 Quais são os planos futuros para aprimorar a gestão de resíduos eletrônicos?
- 11 Com base na sua experiência e conhecimento, quais recomendações você faria para melhorar a gestão dos resíduos eletrônicos?
- 12 Há algum outro aspecto relevante que gostaria de compartilhar sobre a gestão dos resíduos eletrônicos?

APÊNDICE C

Roteiro de entrevistas realizado na população consumidora de produtos eletrônicos de Santana do Livramento e Rivera:

- 1 Há quanto tempo você reside em Santana do Livramento/Rivera?
- 2 Como você definiria resíduos eletrônicos?
- 3 Quais são as suas principais preocupações em relação aos resíduos eletrônicos?
- 4 Você já teve a oportunidade de descartar algum equipamento eletrônico de maneira adequada? De que forma?
- 5 Você já teve alguma experiência com descarte inadequado de resíduos eletrônicos na nossa região? Como aconteceu?
- 6 Você acredita que a conscientização sobre a importância do descarte adequado de resíduos eletrônicos é suficiente na nossa cidade binacional? Por que?
- 7 Você acredita que os órgãos públicos deveriam promover mais programas de coleta e reciclagem de resíduos eletrônicos? Cite exemplos.
- 8 Como você se sente em relação à disponibilidade de locais de coleta de resíduos eletrônicos em Santana do Livramento/ Rivera?
- 9 Quais seriam suas sugestões para melhorar o gerenciamento de resíduos eletrônicos em nossa cidade?
- 10 Quais barreiras você acredita que existem para que as pessoas façam o descarte correto de resíduos eletrônicos?
- 11 Quais são suas expectativas em relação à gestão de resíduos eletrônicos em nossa cidade binacional no futuro?
- 12 Com base na sua experiência e conhecimento, quais recomendações (sugestões) você faria para melhorar a gestão dos resíduos eletrônicos?
- 13 Há algum outro aspecto relevante que gostaria de compartilhar sobre a gestão dos resíduos eletrônicos?