

**ANÁLISE DO FLUXO DE DESCARTE DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS NA REGIÃO DE SOROCABA**

FELIPPE FLORES MARTINS CARDOSO
Profa. Dra. Virgínia Aparecida da Silva Moris

Projeto de pesquisa referente ao Trabalho de Graduação
do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal
de São Carlos - campus Sorocaba.

Universidade Federal de São Carlos

Campus Sorocaba

2023

RESUMO

O descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é um tema de alta importância, que vem ganhando mais relevância nos últimos anos, tendo em vista os seus impactos ao meio ambiente, sob uma perspectiva de sustentabilidade. Dessa forma, o trabalho em questão visa a análise do fluxo de descarte dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região de Sorocaba, através de uma ótica da população, de empresas e de cooperativas, coletados através da aplicação de formulários. Além de realizar um comparativo dessa aplicação com as informações presentes na literatura, que foram classificadas utilizando a metodologia SWOT, destacando pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças. Como principais resultados destacam-se o hiato entre a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e o seu tratamento, oportunidades para minimização de impactos, principalmente através da conscientização, além de reforçar uma associação da legislação brasileira com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: *Descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, Descarte de REEE e SWOT.*

ABSTRACT

The disposal of waste electrical and electronic equipment is a highly important topic that has gained increasing relevance in recent years due to its impact on the environment from a sustainability perspective. The purpose of this study is to analyze the flow of waste electrical and electronic equipment disposal in the Sorocaba region through the perspectives of the population, companies, and cooperatives. Data was collected through the use of forms, and a comparison was made between this data and the information found in the literature. The literature was classified using the SWOT methodology, which highlighted the strengths, weaknesses, and opportunities. The main results of the study include the significant gap between the generation of waste electrical and electronic equipment and its proper treatment, as well as opportunities to minimize environmental impacts through awareness. Additionally, this study aims to facilitate the development of plans for the evolution of a sustainable circular economy and the enhancement of waste electrical and electronic equipment disposal issues, while reinforcing the association of Brazilian legislation with the Sustainable Development Goals (SDG).

Palavras-chave: *Waste electrical and electronic equipment disposal, WEEE Disposal and SWOT.*

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica está cada vez mais presente no dia a dia e com isso também um aumento dos impactos ambientais. Aparelhos tecnológicos ganham novas versões, tornando os “antigos” obsoletos, seja por mudanças funcionais ou até sociais. Nesse sentido, é nítido um aumento do descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Segundo a pesquisa Green Eletron, 2021, o Brasil é o quinto maior gerador de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no mundo, e pelo estudo Global E-Waste Monitor, 2020, realizado pela ONU, também é o maior produtor da América Latina.

A cidade de Sorocaba, localizada no estado de São Paulo, próximo a capital, conta com aproximadamente 700 mil habitantes (2020) e 450 km².

Tendo em vista que, na América Latina, apenas 3% dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são descartados de forma correta (ONU News, 2022), 97% desses resíduos acabam sendo descartados incorretamente, o que acaba levando muitos desses componentes a aterros, lixões e outros locais inadequados para o processo de tratamento e reciclagem. Nesse cenário, a coleta desses materiais, majoritariamente, acaba sendo realizada de maneira informal, por pessoas que não possuem informações sobre o processo de reciclagem, o que acaba os colocando em situações prejudiciais à saúde. Shad et al (2020) trazem essa perspectiva da Malásia, onde 75% dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são tratados de maneira informal, fator que é agravado por serem matérias com alto valor, criando um mercado de compra e venda.

Existem diferentes barreiras quanto ao processo de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como a falta de conscientização, existência de mercados ilegais, a falta de dados, além da falta de conhecimento técnico, tecnologia e investimento, Islam et al (2021).

Essa pesquisa tem como objetivo a análise do fluxo de descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região de Sorocaba, baseado em coleta de dados, através de formulários, com o intuito de entender o perfil da população, de cooperativas e empresas de Sorocaba. Utilizando, também, um embasamento teórico da literatura, destacando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, através de uma análise SWOT. Assim, foi possível traçar um paralelo entre a literatura e os resultados da aplicação dos formulários.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento do trabalho em questão foi realizado através de pesquisa no periódico CAPES, nas bases de dados *ScienceDirect* e *Web of Science*. Utilizando os filtros de ano, como 2020 a 2023, com o intuito de utilizar artigos recentes, sendo todos em inglês. As palavras-chave utilizadas na busca, contiveram filtros de título e resumo, considerando algumas combinações, encontradas na tabela 4, a seguir.

As pesquisas específicas para títulos foram realizadas para encontrar artigos mais relevantes para com as palavras chaves selecionadas, principalmente, tendo em vista que as pesquisas com o termo “electronic waste disposal” trouxeram muitos resultados genéricos, 271 artigos no Web of Science e 156 no Science Direct.

Especificando a pesquisa, através das palavras chaves, as seguintes buscas foram realizadas:

Base de Dados	Palavras Chave	Resultados	Escolha dos Artigos
ScienceDirect	(Título): electronic waste disposal	1 Artigo	0 Artigos
	(Título): electronic waste disposal ou (Resumo): electronic waste disposal	156 Artigos*	0 Artigos
	(Título): weee disposal	1 Artigo	0 Artigos
	(Título): weee disposal ou (Resumo): weee disposal	35 Artigos	7 Artigos
	(Resumo): weee disposal e (Resumo): reverse logistics	0 Artigos	0 Artigos
	(Resumo): Electronic waste disposal e (Resumo): reverse logistics	1 Artigo	1 Artigo

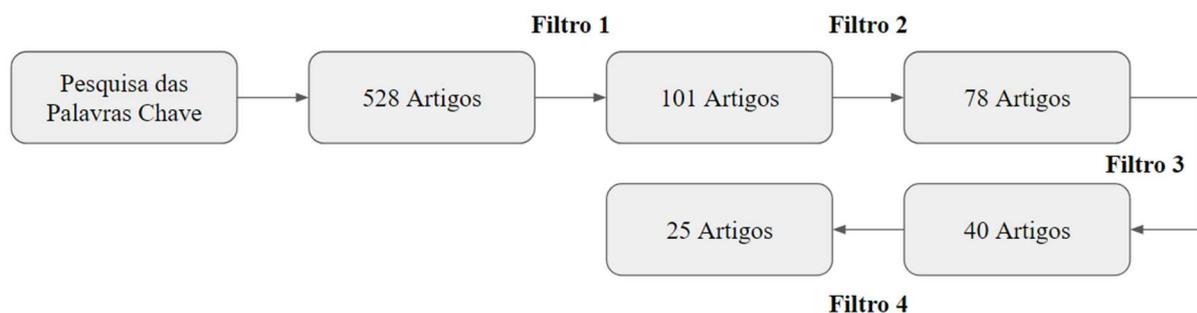
	(Resumo): weee disposal e (Resumo): Swot	0 Artigos	0 Artigos
	(Resumo): Electronic waste disposal e (Resumo): Swot	0 Artigos	0 Artigos
Web of Science	(Título): electronic waste disposal	5 Artigos	4 Artigos
	(Título): electronic waste disposal ou (Resumo): electronic waste disposal	271 Artigos*	0 Artigos
	(Título): weee disposal	3 Artigos	3 Artigos
	(Título): weee disposal ou (Resumo): weee disposal	46 Artigos	22 Artigos
	(Resumo): weee disposal e (Resumo): reverse logistics	1 Artigo	0 Artigos
	(Resumo): Electronic waste disposal e (Resumo): reverse logistics	6 Artigos	2 Artigos
	weee disposal e (Resumo): Swot	0 Artigos	0 Artigos
	(Resumo): Electronic waste disposal e (Resumo): Swot	2 Artigos	1 Artigos
Total	16 Pesquisas	101 Artigos*	40 Seleccionados

Tabela 4: "Destrinchamento da Pesquisa Literária"

Ao total, foram realizadas 16 pesquisas, resultando em 528 artigos, desses foram excluídos 427, provenientes das pesquisas utilizando as Palavra-chave (Título): *electronic waste disposal* ou Palavra-chave (Resumo): *electronic waste disposal*, por trazerem resultados muito amplos (**Filtro 1**). Assim, ficaram 101 artigos a serem analisados, excluindo os duplicados, que foram 23, a pesquisa resultou em 78 artigos (**Filtro 2**).

Através da leitura dos títulos e resumos foram selecionados 40 artigos, que foram considerados mais relevantes para o estudo. O critério de descarte foi a relação com a temática do descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (**Filtro 3**). Realizando um último filtro, foram excluídos mais 15 artigos, sendo 6 por problema de acesso ao documento e 9 não auxiliaram diretamente no objetivo da pesquisa, por focar em aspectos muito específicos, como componentes físicos e químicos. Assim, ao final, foram utilizados 25 artigos (**Filtro 4**).

Esse processo pode ser resumido com o fluxograma a seguir:



Fluxograma 1: "Definição de Artigos para a Revisão Literária"

Os artigos selecionados foram avaliados e organizados, utilizando uma matriz SWOT, para poder destacar possíveis forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, em relação ao descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

A Matriz SWOT é considerada uma ferramenta de análise de ambientes, internos e externos, possibilitando planejamentos estratégicos da organização. O seu desenvolvimento se deu pelos professores Kenneth Andrews e Roland Cristensen da Harvard Business School, Silva et al (2014). São avaliados 4 aspectos seguindo o acrônimo S (Strengths - Forças), W (Weakness - Fraquezas), O (Opportunities - Oportunidades), T (Threats - Ameaças), em português, pode ser traduzido como matriz F.O.F.A. Vale ressaltar que é possível dividir o acrônimo em Interno e Externo, com as Forças e Fraquezas pertencentes ao ambiente interno, enquanto que as Oportunidades e Ameaças são classificadas como ambiente externo.

2.1. SWOT: FORÇAS

Considerando os artigos da revisão da literatura, é possível destacar algumas forças:

Shad et al (2020), trazem algumas ações importantes já existentes, como a Convenção de Basileia, que tem como objetivo proteger a saúde de pessoas e o meio ambiente, contra os resíduos perigosos, através da busca por coibir seu tráfico internacional. Ibama (2021), e Zhang, Qinrun (2021), comentam que se trata do controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu descarte, sendo um verdadeiro instrumento legal e global para regular o comércio transnacional de resíduos eletrônicos. Shad et al (2020), também trazem sobre a Diretiva WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), que consiste em responsabilizar fabricantes e outros operadores econômicos sobre o futuro de equipamentos em fim de vida, segundo Shad et al (2020), reforçam a exigência que metais pesados como chumbo, mercúrio, cádmio e cromo hexavalente e retardadores de chama como bifenilos polibromados (PBB) e éteres difenílicos polibromados (PBDE) sejam substituídos por alternativas mais seguras.

Além disso, dando destaque ao Brasil, Santos e Jacobi (2022), trazem um estudo fazendo associação das legislações brasileiras com 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fator importante para ser incentivado e acompanhado, sendo elas:

- **ODS 3 (Boa Saúde e Bem-Estar):** O Decreto REEE destaca que os recicladores precisam de licença ambiental, para operarem. A legislação também menciona que os setores empresariais comprometidos com a logística reversa focam, direta ou indiretamente, em contribuir para a diminuição da poluição do solo, água e ar, assim como o objetivo da ODS 3.
- **ODS 6 (Água Limpa e Saneamento):** Esse objetivo de desenvolvimento está diretamente relacionado na legislação vinculada ao licenciamento ambiental.
- **ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico):** A legislação brasileira visa consolidar um sistema de logística reversa, viabilizando a economia circular, além do acordo setorial incentivar a entrada de associações e cooperativas de catadores, além de prever o uso de tecnologias que não exponham os trabalhadores a nenhum risco de acidente.

- **ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis):** A lei brasileira projeta a ampliação dos pontos de coleta de REEE nas cidades mais populosas, indo de 70 para 5.000 entre 2020 e 2025.
- **ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis):** As leis englobam responsabilidade aos diversos atores envolvidos com a reciclagem, além de mencionar a necessidade de campanhas de conscientização.
- **ODS 14 (Vida subaquática) e 15 (Vida terrestre):** Para o Brasil, é contemplado pela obrigatoriedade dos recicladores possuírem licença ambiental.

Considerando a composição dos resíduos, Ramprasad et al (2022), apontam que elementos de terras raras estão entre os componentes importantes do REEEs, dessa forma, há grande interesse global na recuperação desses materiais. Assim, surgem estudos a respeito da recuperação, com ênfase em minimizar impactos ambientais, segundo Zhang et al (2020), em países como o Brasil os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são vistos como valiosos, diferente de países desenvolvidos, onde esses materiais são considerados sem valor econômico.

Por fim, Islam et al (2021), também trazem que o aspecto de conscientização veio ganhando destaque com o passar dos anos, o artigo mostra a evolução de textos publicados na Scopus, desde 2000 até 2019, com claro comportamento crescente. Demonstrando relevância quanto à educação e conscientização sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, uma vez que cada vez mais se fala dessa necessidade.

2.2. SWOT: FRAQUEZAS

Considerando os artigos da revisão da literatura, é possível destacar algumas fraquezas:

A gestão formal de resíduos enfrenta muitas dificuldades, como interferência política, ausência de subsídios, falta de conhecimento para operação, dentre outros, Okwu et al (2022), e também, como Nowakowski et al (2021), comentam que categorias diferentes de REEE geram padrões comportamentais diferentes, ou seja, como o resíduo é descartado, além de que uma grande variedade de equipamentos (tamanho, componentes e afins) requer diversos métodos de coleta, dificultando assim, os processos formais.

Ainda sobre o trabalho informal, Shad et al (2020), em uma pesquisa voltada para a Malásia, Cingapura e Indonésia, três vizinhos que enfrentam situações de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, com escassez de instalações apropriadas, proporcionando

grande trabalho informal, traz que, apenas a reciclagem tende a não ser suficiente para o crescente volume de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, considerando todo o mundo, sendo necessário outras abordagens.

Trazendo uma perspectiva da destinação, Nowakowski et al (2021), através de sua pesquisa aplicada na Polônia, a respeito de contêineres para descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos de pequeno porte, mostrou que campanhas de informação ampla são necessárias para auxiliar no descarte correto de resíduos eletrônicos, uma vez que grande parte dos entrevistados descartam resíduos de equipamentos eletroeletrônicos menos de uma vez ao ano (48%), indicando uma provável estocagem desses resíduos em casa.

Por fim, Pekarkova et al (2021), que com base em um estudo de caso em uma cidade na Inglaterra (Southampton), a maior parte do público acaba tendo dificuldade em identificar REEE dentro de casa, bem como seu impacto ambiental quando descartado incorretamente. Kummer et al (2021), trazem uma perspectiva alemã, também como em demais pesquisas, o conhecimento e conscientização são pontos de destaque que ainda precisam ser trabalhados, neste estudo específico, focado na população mais jovem, que demonstrou menor conhecimento sobre possibilidades de retorno, como a venda dos mesmos, o que possibilitaria um aumento do reuso dos produtos.

2.3. SWOT: OPORTUNIDADES

Considerando os artigos da revisão da literatura, é possível destacar algumas oportunidades:

Considerando a composição dos resíduos, Tipre et al (2021), trazem que cerca de 30% da massa dos REEE é composta por metais, quando comparado a minérios naturais, sua composição de ouro, por tonelada é maior, indo de 0,5–13,5 g para 10–1000g por tonelada, o que faz o REEE uma alternativa altamente viável, econômica e sustentavelmente.

Considerando a composição com com materiais valiosos, existem inúmeras algumas possibilidades para recuperação dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como método de desmontagem baseado em inteligência artificial, o DSP. O artigo de Bahubalendruni e Varupala (2021), traz a possibilidade de um novo método DSP, que pode separar componentes tóxicos e não tóxicos com segurança.

Nesse sentido, pensando em recuperação, Bruch et al (2022), trazem uma pesquisa voltada para a sua maximização, para materiais provindos de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, através de separação eficiente. Isso ocorre devido a grande necessidade de ampliar a capacidade das estações de tratamento e melhorar a porcentagem de recuperação de matérias, com enfoque em valor econômico.

Ainda, podem se destacar diversos métodos para extração de metais, como pirometalurgia e hidrometalurgia. Li et al (2021), trazem a biometalurgia, mais especificamente a biolixiviação, como processo de melhora para reciclagem de metais, através do fungo *Aspergillus nigeré*. O processo, segundo pesquisas atuais, mostram, geralmente, alta eficiência, mas, em contrapartida, não apresenta alta seletividade, fazendo com que não haja vantagem para materiais específicos. Dessa forma, ainda são necessárias novas pesquisas com foco em melhorar a eficiência de recuperação de metais, para que seja possível expandir para uma escala industrial.

Considerando o trabalho informal e a reciclagem, Okwu et al (2022), apresentam um estudo realizado em uma cidade na Nigéria (Port Harcourt), onde a reciclagem de REEE é predominantemente realizada por recicladores informais, onde leis e regulamentações ambientais não são rigorosamente aplicadas. Foca em aspectos voltados para redução de riscos à saúde dos trabalhadores. Segundo pesquisa qualitativa, cerca de 50% dos entrevistados estão dispostos a realizar apenas o processo de coleta, fazendo parcerias com órgãos governamentais, caso sejam remunerados pelo governo. Essa divisão de processos, poderia influenciar positivamente na redução de risco aos trabalhadores formais, mas seria necessário incentivos financeiros aos trabalhadores.

Além disso, Nowakowski et al (2021), comentam que cerca de 50% dos entrevistados desconhecem que os materiais utilizados nos componentes de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são recicláveis. Viabilizando assim, campanhas de informação e educação. Kummer et al (2021), apontam sobre uma boa taxa de pessoas que tem desejo em reparar produtos defeituosos, dessa forma, empresas podem se beneficiar, através de campanhas informativas, aumentando o público que se interessa pela reparação de produtos eletrônicos. Além de que, Islam et al (2021), trazem uma pesquisa com estudantes universitários em Sydney, Austrália, que mostrou que mesmo com o conhecimento sobre o que são resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, ainda há falta de conhecimento a respeito de pontos de coleta

e programas de reciclagem. Entretanto, a maior parte dos entrevistados se mostra inclinado a descartar os REEEs de forma adequada, dando destaque a programas de conscientização.

Nesse sentido, uma pesquisa, por Ardi et al (2020), realizada em Jacarta, na Indonésia, com foco em entender o comportamento de descarte individuais em um contexto de países em desenvolvimento mostra que o conhecimento ambiental afeta significativamente as motivações para manter, revender, doar ou reciclar aparelhos eletrônicos (na pesquisa em questão, telefones). Assim, é possível destacar a conscientização como forma fundamental para influenciar o descarte adequado de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Corroborando com o ponto de que o conhecimento por afetar o comportamento dos usuários.

Um aspecto interessante, na pesquisa de Nowakowski et al (2021), a implementação de containers de coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em shoppings, mercados e áreas residenciais como uma alternativa que alavancou o interesse pelo descarte desse resíduo, entretanto, o maior problema acaba sendo o descarte incorreto, levantando o ponto de estratégias de localização. Esse ponto também é destacado por Li e Lu (2021), trazendo o uso de agências/ estações de reciclagem terceirizadas como alternativas de menor custo, para aplicação de logística reversa, utilizando um modelo de localização baseado em programação de dois níveis, que conseguiu atender os requisitos das fábricas e regulamentos do governo, se mostrando eficiente. Dessa forma, destaca-se oportunidades quanto à utilização de terceiros para a reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, bem como a definição de suas localizações com base em programação.

Considerando a Reutilização e Reciclagem, um estudo da cidade de Southampton, realizado por Pekarkova et al (2021), avaliou pegadas de carbono comparando diferentes rotas de descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, através de uma ferramenta de cálculo de pegada de carbono adaptada. Foi identificado que a rota com maior valor negativo de emissões é a combinada de Reutilização e Reciclagem (Rota 3 e 4). Dando destaque para essas destinações.

Inclusive, Anandh et al (2021), comentam que a reutilização de REEE pode ser considerada uma das melhores opções em fim de vida, considerando os impactos ambientais e benefícios socioeconômicos, dessa forma, são avaliados artigos sobre essa temática, filtrados de 2005 a 2019, possuindo diversas abordagens, como comportamento do consumidor, avaliação de ciclo de vida e economia circular, estratégias de recuperação, dentre outros. Segundo Ramprasad et al (2022), a economia circular consiste na otimização do ciclo de vida

do produto, com foco em padrões de consumo sustentáveis e eficientes, ou ainda, o uso dos resíduos que são convertidos em matéria prima, da própria ou de outra indústria, além do controle de resíduos tóxicos. Damian e Colin (2020), trazem um aspecto interessante quando pensamos em reutilização, através da ideia de coletar dispositivos de armazenamento de dados, com limpeza e destruição gratuita de dados, na Irlanda. Na pesquisa os pontos de coleta foram dispostos em locais de trabalho, aproximando-os dos usuários, o que tornou a reutilização ainda mais bem-sucedida. Aqui é possível destacar a garantia do sigilo dos dados certificados como um dos motivos para o aumento da taxa de retorno dos dispositivos, que geralmente são difíceis de coletar.

Entretanto, outra opção está na eliminação, Misra et al (2021), comentam que abordagens como a reciclagem e reutilização de REEE são medidas temporárias, uma solução melhor é a eliminação de materiais danosos à saúde, mudando os materiais utilizados nos produtos, através de uma abordagem mais ecológica, uma vez que muitos materiais utilizados na composição dos EEE (equipamentos eletroeletrônicos) são tóxicos, para o meio ambiente e saúde. Assim, é apresentado a Eletrônica Verde, um campo de pesquisa emergente, com o objetivo de identificar materiais de origem natural para produzir aplicações que sejam biodegradáveis e biocompatíveis, para que dessa forma, seja possível promover eletrônicos ecológicos. Esse ponto é destacado por Rene et al (2021), que fazem abordagens preventivas destacadas como superiores a reciclagem e reutilização, dessa forma, há opções como suporte técnico, importação de peças de reposição, produtos biodegradáveis e ecológicos, bem como a abolição de produtos tóxicos e perigosos durante a fabricação.

Em todos os aspectos mencionados, modelos de previsão de quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos podem se fazer necessários para o desenvolvimento de programas de reciclagem, com o intuito de otimizar recursos, dessa forma, pode-se destacar o artigo de Wang et al (2021), que traz uma nova metodologia de previsão híbrida, resultando em uma previsão satisfatório para os dados de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, e também conseguindo prever a tendência futura de flutuação do mesmo.

Por fim, Islam et al (2021), trazem que os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos geralmente terminam em aterros, devido ao descarte inadequado, seja por falta de informação ou outros fatores, assim, é importante entender o comportamento do consumidor, a fim de elencar abordagens pensando em uma economia circular, ou seja, formas de fazer com que os eletrônicos não tenham um fim de vida em aterros, mas que voltem ao ciclo de vida do produto.

O artigo faz uma avaliação minuciosa da literatura, através de 109 artigos, classificados em 5 diferentes aspectos comportamentais (como consumo, reparo e reutilização, armazenamento, descarte e reciclagem), e traz destaque para questões como opções formais de coleta de resíduos eletrônico, segurança de dados, preços de coleta, modelos de compensação (bonificações), proximidade de centros de reciclagem, confiança, participação e reparação de baixo custo. Além de fatores essenciais, como aumento da conscientização, através de campanhas e educação, estratégias diversificadas envolvendo mídias sociais e locais físicos e a responsabilidade do fabricante, tanto no projeto quanto na recuperação.

Além de outras abordagens, como destacado por Shad et al (2020), como o desenvolvimento de produtos, hábito de uso de produtos reparados, planos de reciclagem por fabricante, ERP e afins. Podem ser destacados algumas possibilidades, como ecodesign, possibilidades de reparo e substituição de peças, programas de devolução no varejo, programas ERP e desenvolvimento de infraestruturas ambientalmente adequadas e formais, além da promulgação de leis e monitoramento, quanto aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

2.4. SWOT: AMEAÇAS

Considerando os artigos da revisão da literatura, é possível destacar algumas ameaças:

Ramprasad et al (2022), comentam que a preocupação com o esgotamento de fontes de REEE é crescente, tendo em vista que os principais componentes requerem elementos de terras raras, podendo ser destacado com um importante risco.

Além de que Shad et al (2020), destacam que os REEE contêm materiais tóxicos, e se descartados incorretamente, podem provocar contaminação do meio ambiente e grande impacto negativo à saúde de quem trabalha com esses resíduos (de maneira informal). Dessa forma, se faz necessário instituições formais para cuidar desses materiais, entretanto, acabam necessitando de financiamento, o que acaba sendo um desafio para países em desenvolvimento. Também existe uma tendência de países desenvolvidos de transportar seus REEE para países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, devido a falta de um sistema de gestão, além de ser um processo que depende muitos recursos.

Por fim, Nowakowski et al (2021), trazem que um dos maiores problemas acaba sendo o descarte incorreto, mesmo considerando a implementação de pontos de coleta em locais estratégicos, através de containers.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. APLICAÇÃO DE FORMULÁRIOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, os formulários desenvolvidos tiveram três modelos de amostras para a aplicação: o primeiro enquadra a população de Sorocaba, o segundo, cooperativas, e o terceiro, empresas da região. A escolha das amostras está diretamente relacionada ao objetivo de entender o fluxo dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região, dessa forma a população foi escolhida tendo em vista seu grande volume, proporcionando dados do comportamento dos consumidores, as empresas foram escolhidas com o intuito de aumentar a gama de possíveis gerados de resíduos, já as cooperativas foram escolhidas com o intuito de entender para onde os esses resíduos descartados são direcionados.

O desenvolvimento dos formulários foi baseado na leitura dos artigos da pesquisa bibliográfica, resultando de 10 a 13 perguntas, objetivando trazer dados que auxiliem no entendimento do fluxo dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região. Para garantir a assertividade do conteúdo, os formulários foram submetidos à aprovação de professores da Universidade Federal de São Carlos - campus Sorocaba e da empresa Sinctronics.

Para o cálculo do tamanho amostral necessário foi utilizado o conceito trazido por Islam et.al (2020), que realizou uma pesquisa de mercado na Austrália. Posto isso, segundo Kotrlík e Higgins (2001), há uma fórmula para o cálculo do tamanho amostral, com as seguintes variáveis: **n** como o tamanho da amostra, **t** como o valor de confiança ($t = 1,96$, considerando um nível de confiança de 95%), **p** é a porcentagem de entrevistados que selecionaram uma opção específica, ou seja, representa heterogeneidade da população ($p = 0,50$, considerando uma população heterogênea) e **d** é a margem de erro ($d = 5\%$, considerando 5% de margem de erro). Dessa forma, tendo a população de Sorocaba, 2020, como 687.357, através do SurveyMonkey, o tamanho da amostra necessário para a pesquisa da população da cidade é de **384 respostas**. O número de respondentes corresponde a pesquisa de Consumidores (população), com 95% de confiança e 5% de margem de erro, não sendo um valor aplicado para a pesquisa em Cooperativas e Empresas, uma vez que para esses dois o intuito foi de coletar o máximo de respostas possíveis.

Caracterizando as cinco Cooperativas da aplicação dos formulários, foram coletadas respostas a respeito do seu tamanho e localização, sendo destacados na tabela a seguir:

Cooperativas	A	B	C	D	E
Tamanho	Micro Empresa	Pequeno Porte	Médio Porte	Médio Porte	Grande Porte
Localização	Bairro do Trujillo	Bairro Vila Colorau	Bairro do Iporanga	Bairro Jardim Betânia	Bairro Além Ponte

Tabela 5: Caracterização Cooperativas

Caracterizando as cinco Empresas da aplicação dos formulários, foram coletadas respostas a respeito do seu tamanho, localização, setor de atuação e cargo do respondente, sendo destacados na tabela a seguir:

Empresas	A	B	C	D	E
Tamanho	Pequeno Porte	Médio Porte	Grande Porte	Grande Porte	Grande Porte
Localização	Centro	Bairro Campolim	Bairro Protestantes	Bairro do Éden	Bairro Itinga
Setor de Atuação	Saúde	Tecnologia	Tecnologia	Embalagens	Educação
Cargo Respondente	Supervisor (a)	Gerente	Coordenador (a)	Vendedor	Servidor Técnico Administrativo

Tabela 6: Caracterização Empresas

Para o desenvolvimento dos três formulários do trabalho, utilizou-se a literatura, agregada ao objetivo do trabalho, ou seja, os principais pontos destacados na literatura foram transformados em perguntas, para os formulários, com o intuito de relacionar tais informações. Assim, foram elencadas perguntas para o entendimento do fluxo de descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região.

O primeiro formulário voltado a População (**ANEXO I**) pode ser dividido em dois blocos, destacados todas as perguntas, através da tabela a seguir:

Caracterização do Respondente	Qual a sua idade?
	Com qual gênero você se identifica?
	Bairro/ Região de Sorocaba
	Qual a sua escolaridade?
Conhecimento sobre Descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, por parte do Respondente	Quando você descarta um produto eletrônico?
	Onde você descarta seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Você tem conhecimento sobre onde descartar resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Você tem conhecimento sobre a destinação final de seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Você sabe os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?

Tabela 1: “Blocos de classificação do formulário para população?”

Já o segundo formulário para Cooperativas (**ANEXO II**) pode ser dividido em três blocos e uma pergunta direcionadora, destacados na tabela a seguir:

Caracterização da Empresa	Qual o nome da sua empresa?
	Qual o tamanho da sua empresa? (Funcionários)
	Em qual Bairro/ Região de Sorocaba está localizada?
Pergunta Direcionadora (há ou não recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos)	Vocês recebem resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?

Quando há recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Quanto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos vocês recebem por mês (aproximadamente)?
	Como é descartado/ recuperado o resíduos de equipamentos eletroeletrônicos recebido?
	Para onde o resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é destinado depois de recebido?
Entendimento sobre Recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Vocês têm conhecimento de como descartar/ recuperar resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Em relação ao resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, existe trabalho informal lidando com ele?
	Vocês sabem os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?

Tabela 2: "Blocos de classificação do formulário para cooperativas?"

A pergunta: "Vocês recebem resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?" cria uma diferenciação no formulário, levando o respondente a uma sessão que faz uma pergunta quantitativa a respeito do recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (identificado na tabela anterior - "Quando há recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos"). Depois disso, há uma sessão comum, tanto para quem recebe, quanto para quem não recebe resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, que trata do conhecimento geral sobre o tema, abordando descarte e impactos.

Por fim, o terceiro formulário, voltado a Empresas (**ANEXO III**), também possui três blocos e uma pergunta direcionadora, sendo muito similar ao formulário para Cooperativas (**ANEXO II**), destacados na tabela a seguir:

Caracterização da Empresa	Qual o nome da sua empresa?
	Qual o seu cargo na empresa?

	Qual o tamanho da sua empresa? (Funcionários)
	Em qual Bairro/ Região de Sorocaba está localizada?
Pergunta Direcionadora (há ou não recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos)	Vocês recebem resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
Entendimento sobre Recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Quanto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos vocês recebem por mês (aproximadamente)?
	Como é descartado/ recuperado o resíduos de equipamentos eletroeletrônicos recebido?
	Para onde o resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é destinado depois de recebido?
Entendimento sobre Recebimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	Vocês geram resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, se sim, quanto por mês aproximadamente (Toneladas)?
	Vocês têm conhecimento de como descartar/ recuperar resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Em relação ao resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, existe trabalho informal lidando com ele?
	Vocês sabem os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?
	Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?

Tabela 3: "Blocos de classificação do formulário para empresas?"

4. RESULTADOS

Os três formulários foram aplicados utilizando meios digitais: WhatsApp, Grupos de Facebook e E-mails, além de contato por telefone. Com isso, foram obtidos os seguintes resultados:

4.1. RESULTADOS: FORMULÁRIO PARA POPULAÇÃO

O primeiro formulário tem como público-alvo a população de Sorocaba. Após a aplicação houve um total de 389 respostas.

Com base nos resultados obtidos através da aplicação dos formulários, é possível traçar um paralelo com dados destacados na literatura, organizados utilizando a metodologia SWOT.

Considerando o local de descarte dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, 37,3% dos entrevistados os levam a pontos de coleta, sendo um fator positivo. Entretanto, 17% dos entrevistados descartam em lixo comum, 9,5% em Lixo Reciclável e 1% em aterros, como é possível ver na **figura 1**:

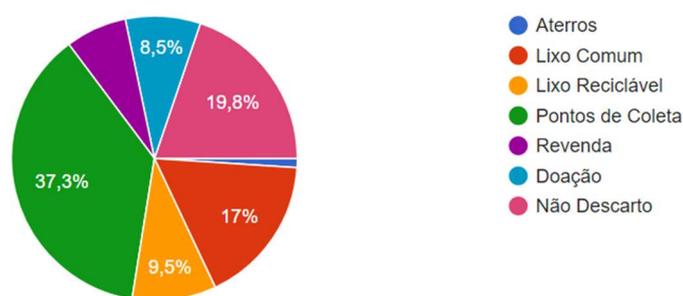


Figura 1: “Onde você descarta seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?”

Nesse sentido, há pontos de atenção, uma vez que, Shad et al (2020), destacam os perigos do descarte incorreto de REEE por contêm materiais tóxicos, e se descartados incorretamente, podendo provocar contaminação do meio ambiente, além de grande impacto negativo à saúde de quem acaba trabalhando com esses resíduos. O Lixo Reciclável (coleta seletiva tradicional) pode ser considerado um destino incorreto, devido a possibilidade de não ser encaminhado para um local correto de tratamento, como ocorre através de pontos de coleta. Além disso, é possível dar destaque para os 19,8% que não realizam o descarte, uma vez que sua composição contém elementos de terras raras, Ramprasad et al (2022), os tornando importantes para a movimentação econômica e diminuição de extração de matéria virgem, considerando a recuperação dos mesmos.

O fator de local para onde os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são descartados pode estar muito relacionado à dificuldade de identificação, como destacado por Pekarkova et al (2021), em que a maior parte do público acaba tendo dificuldade em identificar REEE dentro de casa.

Para isso, Nowakowski et al (2021), comentam que a implementação de containers de coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em shoppings, mercados e áreas residenciais foi uma alternativa que alavancou o interesse pelo descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, ou seja, criando pontos comuns para a população, é possível gerar um maior interesse e conseqüentemente proporcionar um maior descarte correto dos resíduos, tendo em vista um maior conhecimento sobre o tema.

Fica nítido a possibilidade de aumento de conscientização, tendo em vista que a maior parte dos entrevistados possui uma leve noção (42,2%) ou nenhum conhecimento (28,9%) a respeito do descarte correto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como é possível ver na **figura 2**:

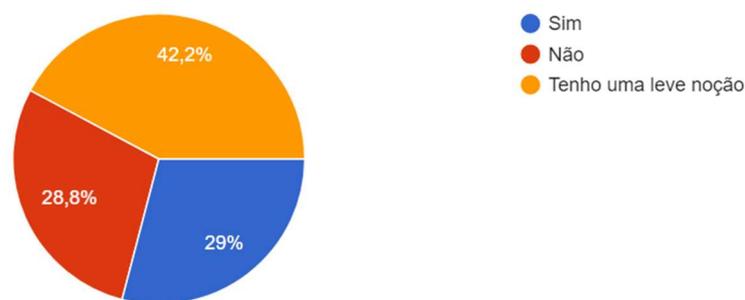


Figura 2: “Você tem conhecimento sobre onde descartar resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?”

Além de que 74,3% não tem conhecimento sobre a destinação final, ou seja, onde aquele resíduo termina, como é possível ver na **figura 3**:

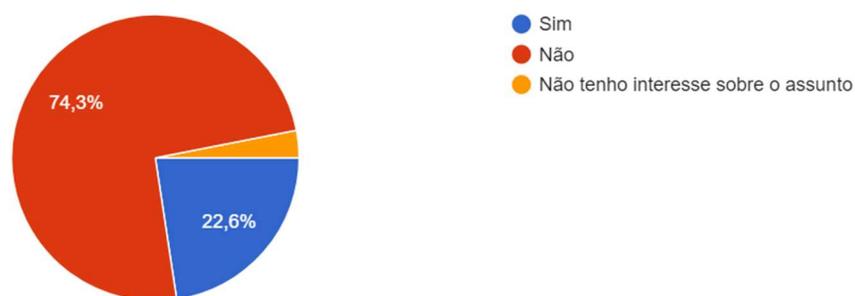


Figura 3: “Você tem conhecimento sobre a destinação final de seus resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?”

Junto a isso, muitos acreditam que uma ótima maneira de minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é pela conscientização, através de campanhas e eventos (81%), como é possível ver na **figura 4**:

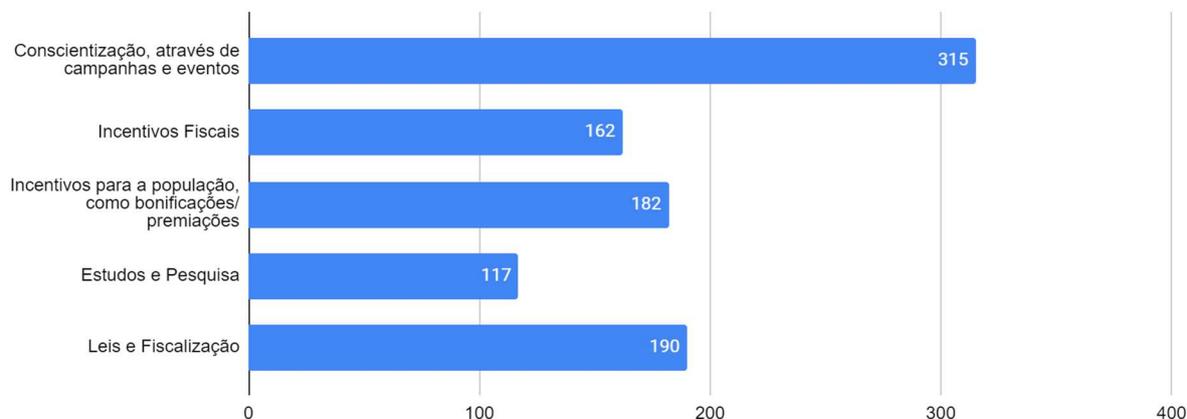


Figura 4: “Como você acredita que podemos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?”

Ainda, já que a maior parte dos entrevistados (61,7%) possui Ensino Superior Incompleto, como é possível ver na **figura 5**:

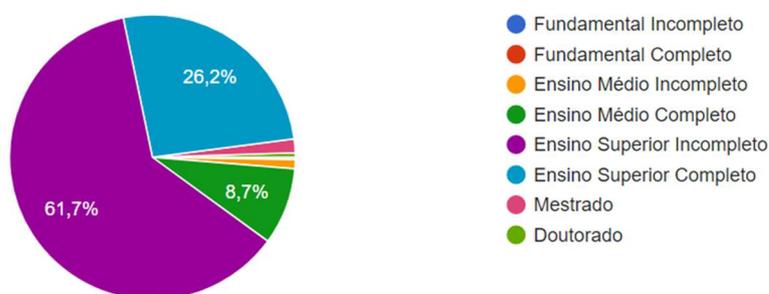


Figura 5: “Qual a sua escolaridade?”

Sendo jovens entre 18 e 29 anos (82,3%), como é possível ver na **figura 6**:

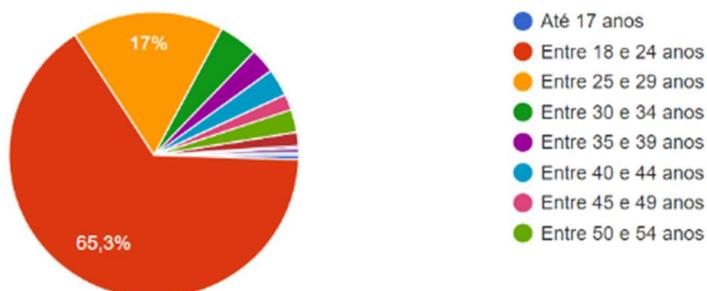


Figura 6: “Qual a sua idade?”

Existem boas oportunidades para a realização de campanhas em universidades, tendo em vista que a maior parte dos entrevistados está na universidade e a maioria não tem conhecimento sobre a destinação final (74,3%) e possuem uma leve noção (42,2%) ou nenhum conhecimento (28,9%) a respeito do descarte correto.

Em relação ao descarte de produtos eletrônicos a maior parte (58,4%) realiza o processo quando o aparelho está quebrado, entretanto há oportunidade em relação às demais respostas, como o descarte por defeito no aparelho (11,8%), ou obsolescência (14,4%), além do não descarte (15,4%), como é possível ver na **figura 7**:

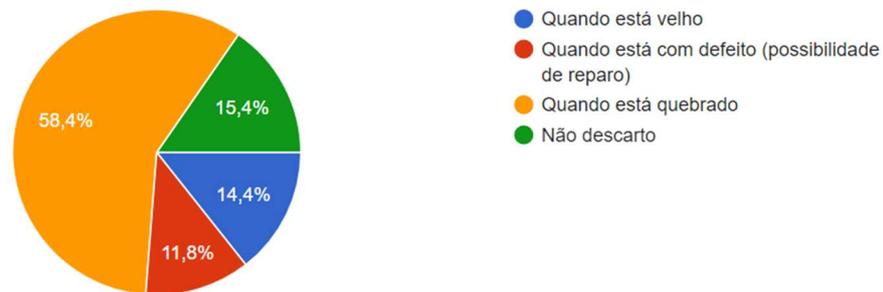


Figura 7: “Quando você descarta um produto eletrônico?”

Sendo a remanufatura e o conserto dos aparelhos algumas delas, nesse aspecto Kummer et al (2021), apontam sobre uma boa taxa de pessoas que tem desejo em reparar produtos defeituosos, além de que as empresas podem se beneficiar, através de campanhas informativas, aumentando o público que se interessa pela reparação de produtos eletrônicos.

Considerando o comportamento do consumidor, Ardi et al (2020), comentam em sua pesquisa sobre o comportamento de descarte individual, em um contexto de países em desenvolvimento, que o conhecimento ambiental afeta significativamente as motivações para manter, revender, doar ou reciclar aparelhos eletrônicos. Decisões essas que são comuns, quando avaliamos as respostas para a população de Sorocaba - 19,8% não descarta, 8,5% faz doação e 6,9% revende, como visto na **figura 1**, assim a conscientização consegue auxiliar diretamente nesse aspecto e direcionar de maneira mais assertiva. Uma vez que, 39,6% dos entrevistados não tem conhecimento e 2,1% não tem interesse sobre os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como é possível ver na **figura 8**:

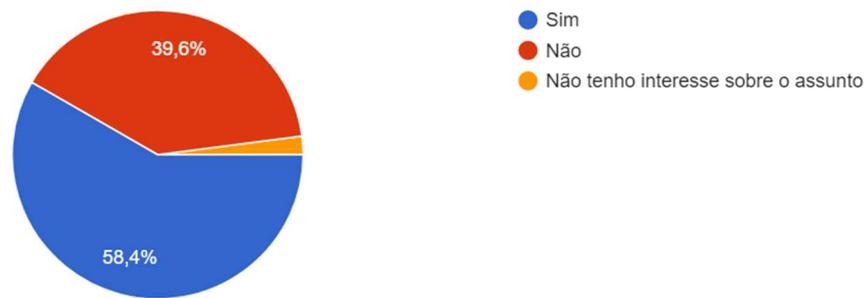


Figura 8: “Você sabe os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?”

O que significa oportunidade para discussões e campanhas promovendo um maior conhecimento sobre o assunto na região.

Outras possibilidades para a minimização de impactos, elencadas pelos entrevistados, são leis e fiscalização (48,8%) e incentivos para a população (46,8%), como visto na **figura 4**. Esses aspectos trazem oportunidades governamentais, que podem focar em incentivar a população a realizar o descarte correto dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, diminuindo os impactos causados ao meio ambiente. É possível destacar aqui, o artigo de Santos e Jacobi (2022), com a associação das legislações brasileiras com 6 ODSs, dando enfoque, assim, a algumas forças já existentes, que podem promover ações para garantir que os objetivos previstos sejam alcançados, proporcionando assim uma evolução no desenvolvimento sustentável.

Por fim, além dos pontos destacados, a aplicação do formulário coletou dados de gênero, como é possível ver na **figura 9**:

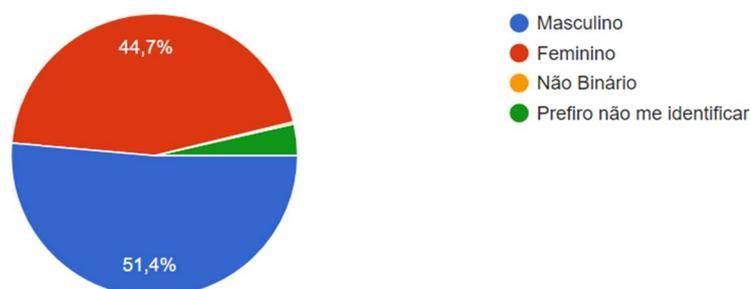


Figura 9: “Com qual gênero você se identifica?”

E a localização dos respondentes, como é possível ver na **figura 10**:

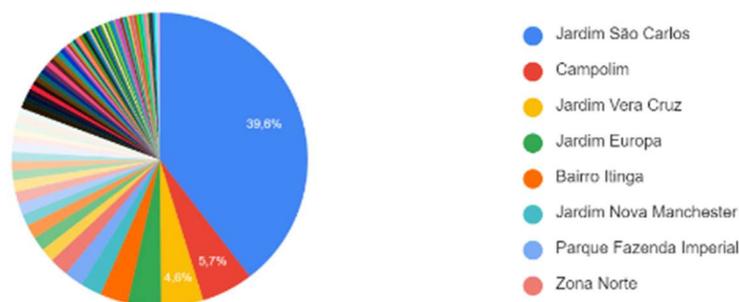


Figura 10: “Bairro/ Região de Sorocaba”

Dados esses, que podem ser utilizados para entender o perfil dos mesmos.

4.2. RESULTADOS: FORMULÁRIO PARA COOPERATIVAS

O segundo formulário tem como público alvo Cooperativas localizadas em Sorocaba. Após a aplicação houve um total de 5 respostas.

Das respostas coletadas, todas as empresas que cuidam exclusivamente de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, os recebem e tem uma estimativa mensal em toneladas. As empresas que cuidam apenas de coleta de resíduos no geral afirmam não receber resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Essa informação nos mostra que o resíduo eletrônico acaba não indo para locais diferentes do que é planejado, entretanto, através do formulário populacional, existem pessoas que despejam resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em lixo comum (17%) e lixo reciclável (9,5%), o que deveria gerar uma destinação incorreta, como visto na **figura 1**. Mas, vale ressaltar que como houveram apenas duas respostas de empresas que fazem coleta de forma geral (não cuidam especificamente de REEE) e nenhuma resposta de aterros, os dados podem não representar o todo.

Em relação a coleta de resíduos, pelas empresas que são responsáveis exclusivamente por resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, há uma média de 2 a 5 toneladas por mês, sendo 2 respostas para 2 toneladas e uma para 5 toneladas.

Com isso, é possível identificar um certo hiato, visto que poucas toneladas chegam até um destino propício, como cooperativas. Vale ressaltar, que segundo a ONU News, 2022, apenas cerca de 3% dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na América Latina são descartados de forma correta, ou seja, muitos resíduos podem acabar sendo destinados para locais inadequados.

Sobre o descarte dos resíduos, as respostas trazem a perspectiva de parceria com empresas, como a possibilidade de retorno a logística reversa da HP (Hewlett-Packard), além de reinserção no mercado, quando passível de recuperação. Ramprasad et al (2022), apontam sobre elementos de terras raras como componentes dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, que por serem recursos finitos os tornam de grande interesse global. Ainda, Zhang et al (2020), comenta que esses recursos ganham ainda mais importância para países em desenvolvimento, por serem considerados valiosos. Anandh et al (2021), apontam que a recuperação é uma das melhores opções em fim de vida de produto, considerando os impactos ambientais e benefícios socioeconômicos. Assim, há uma importância de ações voltadas para a recuperação de produtos, ou ainda o hábito de uso de produtos reparados, como apontado por Shad et al (2020). Kummer et al (2021), comentam sobre uma boa taxa de pessoas com desejo em reparar produtos defeituosos, corroborando essas opções de destinação dos produtos. Tudo isso deve ser incentivado, principalmente através da conscientização, uma das três opções mais relevantes para a minimização dos impactos do descarte incorreto, como é possível ver na **figura 11:**

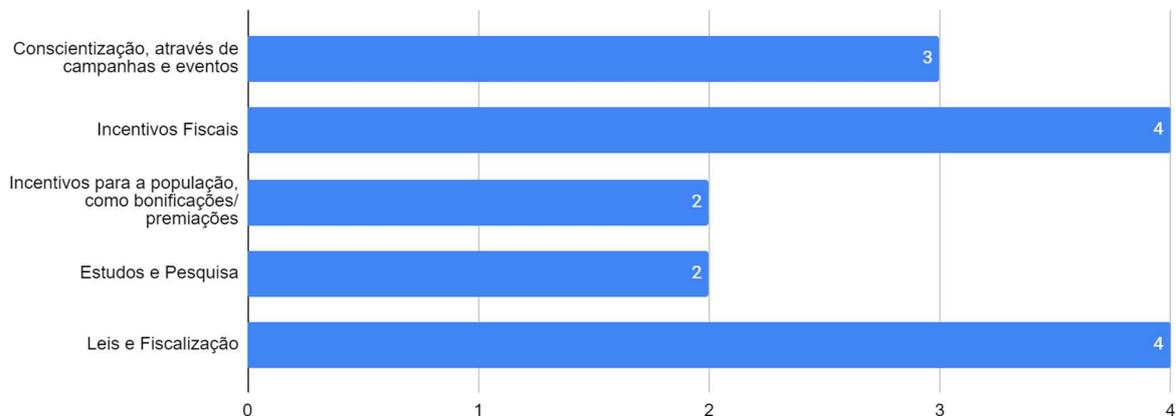


Figura 11: "Como você acredita que podemos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos?"

Dessa forma é plausível um aumento de conhecimento sobre o assunto, por parte da população e pesquisadores, possibilitando otimizar os processos de recuperação e remanufatura.

Além disso, a reciclagem e o uso de cooperativas também foram elencados, como destinação final, Nowakowski et al (2021), em seu estudo, que comentam que cerca de 50% dos entrevistados desconhecem que os materiais utilizados nos componentes de resíduos de

equipamentos eletroeletrônicos são recicláveis, fortalecendo a premissa da necessidade de conscientização para a população, principalmente devido ao índice de conhecimento sobre o assunto, de apenas 29%, como visto na **figura 2**.

Rene et al (2021), destaca, ainda, que abordagens preventivas podem ser superiores a reciclagem e reutilização, com ações como suporte técnico, importação de peças de reposição, produtos biodegradáveis e ecológicos, bem como a abolição de produtos tóxicos e perigosos durante a fabricação. Nesse sentido, há como engrandecer o cenário de reciclagem e reutilização, mas pensando também em sua otimização, através de abordagens preditivas.

Em relação às possibilidades de minimização de impacto impacto, há uma ordem diferente do que é encontrado na população e em empresas que não atuam no setor, em ordem as principais respostas foram incentivos fiscais (80%), leis e fiscalização (80%) e a conscientização, através de campanhas e eventos (60%), como visto na **figura 11**. Assim, há um comportamento mais voltado para artifícios legais, como incentivos para as empresas.

Por fim, sobre trabalho informal, a pesquisa indica que 100% das cooperativas afirmam não ter trabalho informal lidando com os resíduos.

4.3. RESULTADOS: FORMULÁRIO PARA EMPRESAS

O terceiro formulário tem como público alvo empresas localizadas em Sorocaba, que provavelmente geram resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Após a aplicação houve um total de 5 respostas.

Segundo a pesquisa, 100% das empresas respondentes apresentam conhecimento a respeito do descarte/ recuperação de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. O que é um fator extremamente positivo, mas como foram apenas 5 respostas, isso pode não demonstrar o conhecimento geral de empresas em Sorocaba.

Sobre a geração de resíduos eletrônicos, apenas uma das 5 empresas afirma gerar resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, mensalmente, sendo ela do setor de tecnologia, além de que uma outra empresa, do setor educacional, não sabe dizer quanto é gerado. Com isso, é possível entender que ou muitas empresas não estão gerando resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, o que acaba sendo difícil, porque muitas empresas dependem de tecnologia, ou não há um cuidado grande sobre esse assunto.

Em relação ao trabalho informal, é nítido que não há um conhecimento claro a respeito da sua participação, tendo em vista que 40% dos respondentes não sabem dizer se há ou não trabalho informal lidando com resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, como é possível ver na **figura 12**:

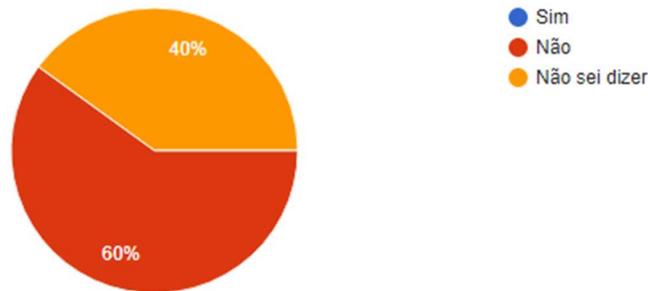


Figura 12: “Em relação ao lixo eletrônico, existe trabalho informal lidando com ele?”

Shad et al (2020) comentam um caso na Malásia, Cingapura e Indonésia, onde é possível fazer um paralelo, tendo em vista que o estudo mostra que apenas a reciclagem não é suficiente para gerir os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, proporcionando mais trabalho informal. Dessa forma, mesmo tendo conhecimento a respeito do descarte e recuperação, é preciso aprofundar o conhecimento ao longo da cadeia.

Ainda nesse quesito, uma força existente é ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), Santos e Jacobi (2022), onde a legislação brasileira através de um acordo setorial prevê o uso de tecnologias que não exponham os trabalhadores a nenhum risco de acidente, além de visar consolidar um sistema de logística reversa. Ou seja, a legislação também tem como objetivo olhar para esse aspecto.

Já em relação às possibilidades de minimização de impacto, as respostas estão muito atreladas às oportunidades que foram destacadas na literatura, em ordem as principais respostas foram a conscientização, através de campanhas e eventos (100%), incentivos fiscais (80%) e leis e fiscalização (60%), como é possível ver na **figura 14**:

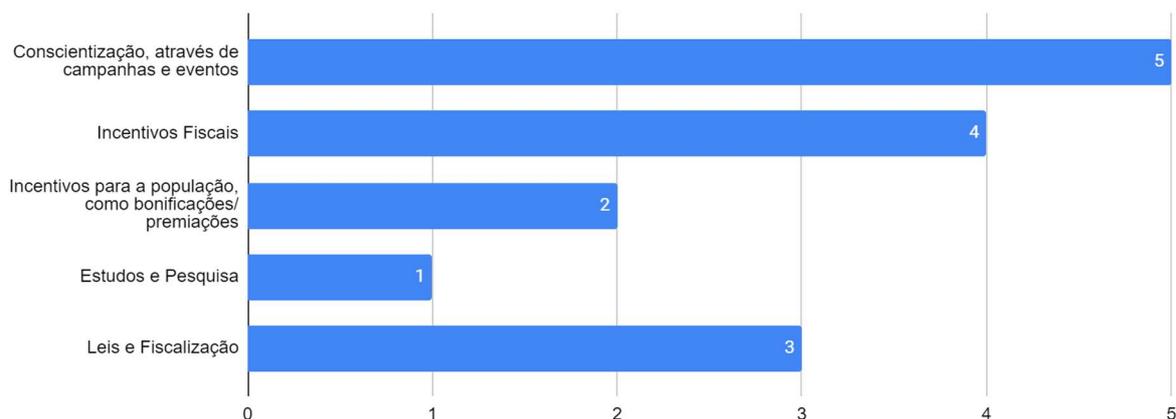


Figura 14: “Como você acredita que podemos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos?”

Na pesquisa de Islam et al (2021), com universitários em Sydney, Austrália, há um destaque para programas de conscientização, Ardi et al (2020), através do entendimento do descarte individuais em um contexto de países em desenvolvimento destacam a conscientização como forma fundamental para influenciar o descarte adequado de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, corroborando a informação anterior, como visto na **figura 13**, como uma forte solução para minimizar impactos do descarte incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos .

Em relação a incentivos fiscais (80%), leis e fiscalização (60%), como visto na **figura 13**, Okwu et al (2022) comentam que a reciclagem de REEE é predominantemente realizada por recicladores informais, tendo em vista a ausência de leis, regulamentações ambientais, interferência política, ausência de subsídios e falta de conhecimento para operação. Além disso, Shad et al (2020) trazem como oportunidades a promulgação de leis e monitoramento, quanto aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Dessa forma, a conscientização e monitoramento podem ser considerados pontos importantes quando tratamos do conhecimento a respeito do descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Assim é possível, através do conhecimento da população e monitoramento, mitigar as fraquezas e dificuldades existentes hoje.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo entender o fluxo de descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região de Sorocaba, através da aplicação dos formulários e

avaliação da literatura, realizando um paralelo entre estas informações. Ainda, com o intuito de tentar descrever o fluxo na região, com base nos dados coletados, foi desenhado o fluxograma a seguir:



Fluxograma 2: "Fluxo do REEE em Sorocaba"

Com base no fluxograma, é possível destacar alguns pontos presentes na discussão dos resultados, como:

A possibilidade que a maior parte das empresas ou não estão gerando resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, o que acaba sendo difícil, porque muitas empresas dependem de tecnologia, ou não há um cuidado grande sobre esse assunto. Vale ressaltar que houveram apenas 5 respostas.

Além disso, considerando a porcentagem de descarte incorreto proveniente da população (27,5%), como visto na **figura 1**, ainda há um grande hiato no fluxo dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, tendo em vista o descarte incorreto da população e os valores recebidos pelas cooperativas, girando em torno de 2 a 5 toneladas por mês.

Além de que, foi possível entender que ainda há falta de informação a respeito do descarte de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, considerando a população de Sorocaba, uma vez que uma parte realiza o descarte incorreto e não tem muito conhecimento a respeito do próprio descarte e a destinação final dos resíduos.

Com base nos resultados apresentados, foi possível elencar como **principais forças**: A presença de empresas (cooperativas) que cuidam exclusivamente de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; O conhecimento de empresas (que não cuidam de resíduos) a respeito do

descarte correto dos resíduos; A porcentagem de descarte correto, pela população, através de pontos de coleta (37,3%); Baixa presença de trabalho informal lidando com resíduos, sendo 0% para cooperativas e empresas, mas, ressaltando a limitação dos dados.

Como **principais fraquezas**: A falta de conhecimento sobre o descarte correto e a destinação final dos resíduos, por parte da população; O hiato entre o que é descartado e o que é recebido pelas cooperativas; A falta de informações a respeito do recebimento incorreto de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, por empresas que cuidam da coleta geral de resíduos.

Como **principais oportunidades**: A conscientização, por meio de campanhas e eventos - com possibilidades de atingir universidades; A porcentagem de produtos que não são descartados, podendo ser direcionados para a reciclagem e remanufatura, diminuindo impactos ambientais e fomentando a economia; Incentivo a reutilização e reparo de aparelhos com o intuito de minimizar impactos ambientais e engrandecer a imagem das empresas; Diversos estudos com o intuito de engrandecer a economia circular e sustentabilidade, considerando os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Como **principais ameaças**: A porcentagem do descarte incorreto dos resíduos e a composição dos mesmos, contendo materiais tóxicos.

É esperado que este trabalho possa contribuir, com informações relevantes, para outros trabalhos que retratam os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, fomentando o desenvolvimento do assunto de sustentabilidade, como o aperfeiçoamento dos elementos da matriz SWOT, o seu cruzamento e a possibilidade de propor novas estratégias.

Por fim, uma possibilidade para trabalhos futuros é a de explorar aterros sanitários, já que não houveram resposta desses locais, e outros possíveis destinos para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, uma vez que há um hiato no fluxo de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na região de Sorocaba, como comentado anteriormente.

6. REFERÊNCIAS

97% do resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da América Latina não é descartado de forma sustentável. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/01/1777952>>.

ANANDH, Gurunathan; PRASANNAVENKATESAN, Shanmugam; GOH, Mark; MATHIYAZHAGAN, Kaliyan. Reuse assessment of WEEE: Systematic review of emerging themes and research directions. *Journal of Environmental Management*, [S.l.], v. 287, p. 112335, 2021.

ANDRADE, MF; MOREIRA, MA; BERNARDO, WD; RAVENA, N. Reverse Logistics Process Governance: A Post-Consumer Analysis of Mobile Devices. *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 29-43, 2020.

ARDI, R., IGBAL, B.M., SESAREA, S., & KOMARUDIN. What Drives Individuals to Dispose of Waste Mobile Phones? A Case Study in Indonesia. *International Journal of Technology*, 11(3), 631-641, 2020.

BAHUBALENDRUNI, M. V. A. R.; VARUPALA, V. P. Disassembly Sequence Planning for Safe Disposal of End-of-Life Waste Electric and Electronic Equipment. *National Academy Science Letters*, 2020.

BRUCH, J.-R.; BOKELMANN, K.; GRIMES, S. M. Process development options for electronic waste fractionation to achieve maximum material value recovery. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, p. 0734242X2098789, 2021.

C. RAMPRASAD, WILLIS GWENZI, NHAMO CHAUKURA, NUR IZYAN WAN AZELEE, ANUSHKA UPAMALI RAJAPAKSHA, M. NAUSHAD, S. RANGABHASHIYAM.. Strategies and options for the sustainable recovery of rare earth elements from electrical and electronic waste. *Chemical Engineering Journal*, [S.l.], v. 442, n. 1, p. 135992, 2022.

CASTRO, F. D., & BASSIN, J. P. Electronic waste: Environmental risks and opportunities. In A. A. A. Alzahrani & R. Ahmed (Eds.), *Hazardous Waste Management: An Overview of Advanced and Cost-Effective Solutions* (pp. 421-458), 2022.

COUGHLAN, D., & FITZPATRICK, C. Trialling the preparation for reuse of consumer ICT WEEE in Ireland. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120512, 2020.

D'ADAMO, Idiano, MAZZANTI, Massimiliano, MORONE, Piergiuseppe e ROSA, Paolo. Assessing the relation between waste management policies and circular economy goals. *Waste Management*, v. 154, p. 27-35, 2022.

FERNANDES, C.H.A., SILVA, L.C.E., GUARNIERI, P., & VIEIRA, B.O. Multicriteria Model Proposition to Support the Management of Systems of E-Waste Collection. *Logistics*, v. 5, n. 3, p. 60, 2021.

GANDARA-PEREZ, H. M., LUBO-HOYOS, N. E., CASTILLA-ACEVEDO, S. F., & FUENTES-GANDARA, F. A. Data on the diagnosis of the management of the primary waste from electrical and electronic equipment in health care institutions in Barranquilla, Colombia. *Data in Brief*, 32, 106236, 2020.

ISLAM, Md Tasbirul, DIAS, Pablo e HUDA, Nazmul. Waste mobile phones: A survey and analysis of the awareness, consumption and disposal behavior of consumers in Australia. *Journal of Environmental Management*, v. 275, p. 111111, 2020.

ISLAM, Md Tasbirul, HUDA, Nazmul, BAUMBER, Alex, SHUMON, Rezaul, ZAMAN, Atiq, ALI, Forkan, HOSSAIN, Rumana e SAHAJWALLA, Veena. A global review of consumer behavior towards e-waste and implications for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 316, p. 128297, 2021.

ISLAM, Md Tasbirul; DIAS, Pablo; HUDA, Nazmul. Young consumers' e-waste awareness, consumption, disposal, and recycling behavior: A case study of university students in Sydney, Australia. *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], v. 282, p. 124490, 2021.

KUMMER, S.; LÖHLE, S.; SCHMIEDEL, U. Consumer survey on the final consumer behavior concerning the disposal of WEEE in Germany. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, p. 0734242X2110251, 2021.

LI, B., WANG, Q., CHEN, B., SUN, T., WANG, Z., & CHENG, Y. Tripartite evolutionary game analysis of governance mechanism in Chinese WEEE recycling industry. *Computers & Industrial Engineering*, 167, 108045, 2022.

LI, C. Construction of the Reverse Resource Recovery System of e-Waste Based on DLRNN. *Computational Intelligence and Neuroscience*, v. 2021, p. e2143235, 2021.

LI, H.; LU, Y. A Bilevel Programming Location Approach to Regional Waste Electric and Electronic Equipment Collection Centers: A Study in China. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2021, p. 1–10, 2021.

LI, Jingying; XU, Tong; LIU, Jinyuan; WEN, Jiangxian; GONG, Shuli. Bioleaching metals from waste electrical and electronic equipment (WEEE) by *Aspergillus niger*: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 33, p. 44622–44637, 2021.

LIU, Z., LI, K.W., TANG, J., GONG, B., & HUANG, J. Optimal operations of a closed-loop supply chain under a dual regulation. *International Journal of Production Economics*, 233, 107991, 2021.

LOPES DOS SANTOS, K.; JACOBI, P. R. Alignments between e-waste legislation and the Sustainable Development Goals: the United Kingdom, Brazil, and Ghana case studies. *Geo: Geography and Environment*, v. 9, n. 1, 2022.

MISRA, N. R.; KUMAR, S.; JAIN, A. A Review on E-waste: Fostering the Need for Green Electronics. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9397191/>>. Acesso em: 2022.

MOSLEHI, M. S.; SAHEBI, H.; TEYMOURI, A. A multi-objective stochastic model for a reverse logistics supply chain design with environmental considerations. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2020.

NETO, J. F. O., SILVA, M. M., FLORENCIO, L., MIRANDA, R., & SANTOS, S. M. QUANTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT DISPOSAL: A CASE STUDY FROM BRAZIL. v. 20, n. 9, p. 1555–1567, 2021.

NOWAKOWSKI, P., KUSNIERZ, S., PLOSZAJ, J., & SOSNA, P. Collecting Small-Waste Electrical and Electronic Equipment in Poland—How Can Containers Help in Disposal of E-Waste by Individuals? *Sustainability*, v. 13, n. 22, p. 12422, 2021.

OKWU, Ogechukwu; HURSTHOUSE, Andrew; VIZA, Evi; IDOKO, Linus. New Models to Reduce the Health Risks of Informal WEEE Recyclers in MTN Phone Village, Rumukurushi, Port Harcourt, Nigeria. *Toxics*, v. 10, n. 2, p. 84, 2022.

PEKARKOVA, Z., WILLIAMS, I. D., EMERY, L., & BONE, R. Economic and climate impacts from the incorrect disposal of WEEE. *Resources, Conservation and Recycling*, [S.l.], v. 168, p. 105470, 2021.

RENE, MANIVANNAN SETHURAJAN, Vinoth Kumar Ponnusamy, Gopalakrishnan Kumar, Thi Ngoc Bao Dung, Kathirvel Brindhadevi, & Arivalagan Pugazhendhi, 2021.

RODRIGUES, A.C., BOSCOV, M.E.G., & GUNTHER, W.M.R. (2020). Domestic flow of e-waste in São Paulo, Brazil: Characterization to support public policies. *Waste Management*, 102, 474-485.

SAKTHIVEL, U.; SWAMINATHAN, G.; ANIS, J. J. J. Strategies for Quantifying Metal Recovery from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE/E-waste) Using Mathematical Approach. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 2022.

SAMUILA, A., DASCALESCU, L., CALIN, L., BILICI, M., & CATINEAN, A. Recent researches in electrostatic separation technologies for the recycling of waste electric and electronic equipment. *TIM 19 PHYSICS CONFERENCE*, 2020.

SILVA, A. A., SALMONT DA SILVA, N., BARBOSA, V. A., HENRIQUE, M. R., & BAPTISTA, J. A. A Utilização da Matriz Swot como Ferramenta Estratégica – um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo. *Unicastelo*, 2014.

SHAD, K. M.; LING, S.; KARIM, M. COMPARATIVE STUDY ON E-WASTE MANAGEMENT AND THE ROLE OF THE BASEL CONVENTION IN MALAYSIA, SINGAPORE, AND INDONESIA: A WAY FORWARD. *Indonesia Law Review*, v. 10, n. 1, 2020.

SHAD, K. M.; TAN, Y. L.; KARIM, M. E. SUSTAINABLE E-WASTE MANAGEMENT IN MALAYSIA: LESSONS FROM SELECTED COUNTRIES. *IIUM Law Journal*, v. 28, n. 2, p. 415–447, 2020.

THUKRAL, S., SHREE, D., & SINGHAL, S. (Year not provided). Consumer behaviour towards storage, disposal and recycling of e-waste: systematic review and future research prospects. *Delhi School of Management, Delhi Technological University, Delhi, India, and Jaypee Business School, Jaypee Institute of Information Technology, Noida, India*, 2022.

WANG, Fang; YU, Lean; WU, Aiping. Forecasting the electronic waste quantity with a decomposition-ensemble approach. *Waste Management*, [S.l.], v. 120, p. 828-838, 2021.

WIDYARSANA, I. M. W.; SUPRAMONO, D. S.; FADEL, N. Electronic Waste Generation Prediction in Bandung City, Indonesia. *Environmental and Climate Technologies*, v. 25, n. 1, p. 111–120, 2021.

ZHANG, D., CAO, Y., WANG, Y., & DING, G. Operational effectiveness of funding for waste electrical and electronic equipment disposal in China: An analysis based on game theory.

ZHANG, Deyuan; CAO, Yushu; WANG, Yingjie; DING, Guoyu. Operational effectiveness of funding for waste electrical and electronic equipment disposal in China: An analysis based on game theory. *Resources, Conservation and Recycling*, [S.l.], v. 152, p. 104514, 2020.

ZHANG, Q. China's policy and finding ways to prevent collapse in WEEE processing in the context of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, v. 21, n. 4, p. 693–710, 2021.

7. ANEXOS

ANEXO I

Qual a sua idade? *

- Até 17 anos
- Entre 18 e 24 anos
- Entre 25 e 29 anos
- Entre 30 e 34 anos
- Entre 35 e 39 anos
- Entre 40 e 44 anos
- Entre 45 e 49 anos
- Entre 50 e 54 anos
- Entre 55 e 59 anos
- Entre 60 e 64 anos
- Mais que 65 anos

Com qual gênero você se identifica? *

- Masculino
- Feminino
- Não Binário
- Prefiro não me identificar
- Outros...

Bairro/ Região de Sorocaba *

Texto de resposta curta

Qual a sua escolaridade? *

- Fundamental Incompleto
- Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior Incompleto
- Ensino Superior Completo
- Mestrado
- Doutorado

Quando você descarta um produto eletrônico? *

- Quando está velho
- Quando está com defeito (possibilidade de reparo)
- Quando está quebrado
- Não descarto

Onde você descarta seu lixo eletrônico? *

- Aterros
- Lixo Comum
- Lixo Reciclável
- Pontos de Coleta
- Revenda
- Doação
- Não Descarto

Você tem conhecimento sobre onde descartar lixo eletrônico? *

- Sim
- Não
- Tenho uma leve noção

Você tem conhecimento sobre a destinação final de seus resíduos eletrônicos? *

- Sim
- Não
- Não tenho interesse sobre o assunto

Você sabe os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Sim
- Não
- Não tenho interesse sobre o assunto

Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Conscientização, através de campanhas e eventos
- Incentivos Fiscais
- Incentivos para a população, como bonificações/ premiações
- Estudos e Pesquisa
- Leis e Fiscalização
- Outros...

ANEXO II

Qual o nome da sua empresa? *

Texto de resposta curta

Qual o tamanho da sua empresa? (Funcionários) *

Texto de resposta curta

Em qual Bairro/ Região de Sorocaba está localizada? *

Texto de resposta curta

Vocês recebem lixo eletrônico? *

- Sim
- Não
- Não sei identificar

Em caso de recebimento de lixo eletrônico



Descrição (opcional)

Quanto de lixo eletrônico vocês recebem por mês (aproximadamente)? *

Texto de resposta curta

Como é descartado/ recuperado o lixo eletrônico recebido? *

Texto de resposta longa

Para onde o lixo eletrônico é destinado depois de recebido? *

Texto de resposta longa

Vocês têm conhecimento de como descartar/ recuperar lixo eletrônico? *

- Sim
- Não
- Não é relevante

Em relação ao lixo eletrônico, existe trabalho informal lidando com ele? *

- Sim
- Não
- Não sei dizer

Vocês sabem os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Sim
- Não
- Não me importo

Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Conscientização, através de campanhas e eventos
- Incentivos Fiscais
- Incentivos para a população, como bonificações/ premiações
- Estudos e Pesquisa
- Leis e Fiscalização
- Outros...

ANEXO III

Qual o nome da sua empresa? *

Texto de resposta curta

Qual o seu cargo na empresa? *

- Funcionário(a)
- Gerente
- Coordenador(a)
- Sócio
- Dono (a)
- Terceiro(a)
- Outros...

Qual o tamanho da sua empresa? (Funcionários) *

Texto de resposta curta

Em qual Bairro/ Região de Sorocaba está localizada? *

Texto de resposta curta

Vocês recebem lixo eletrônico? *

- Sim
- Não
- Não sei identificar

Em caso de recebimento de lixo eletrônico



Descrição (opcional)

Quanto de lixo eletrônico vocês recebem por mês (aproximadamente)? *

Texto de resposta curta



Como é descartado/ recuperado o lixo eletrônico recebido? *

Texto de resposta longa

Para onde o lixo eletrônico é destinado depois de recebido? *

Texto de resposta longa



Vocês geram lixo eletrônico, se sim, quanto por mês aproximadamente (Toneladas)? *

Texto de resposta curta

Vocês têm conhecimento de como descartar/ recuperar lixo eletrônico? *

- Sim
- Não
- Não é relevante

Em relação ao lixo eletrônico, existe trabalho informal lidando com ele? *

- Sim
- Não
- Não sei dizer

Vocês sabem os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Sim
- Não
- Não me importo

Como você acredita que possamos minimizar os impactos do descarte incorreto de resíduos eletrônicos? *

- Conscientização, através de campanhas e eventos
- Incentivos Fiscais
- Incentivos para a população, como bonificações/ premiações
- Estudos e Pesquisa
- Leis e Fiscalização
- Outros...