

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS
CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

GRAZIELE CAROLINA SILOTE TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO: RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

BELO HORIZONTE

2021

GRAZIELE CAROLINA SILOTE TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO: RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Materiais.

Orientador: Marcello Rosa Dumont

BELO HORIZONTE

2021

GRAZIELE CAROLINA SILOTE TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO: RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Graduação em Engenharia de Materiais do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Materiais.

Aprovado em: 08/04/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcello Rosa Dumont – Orientador

Prof.^a. Dr.^a Aline Silva Magalhães

Prof. Dr. Paulo Renato Perdigão de Paiva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me capacitado e me dado forças para alcançar meus objetivos. Por ter me dado sabedoria frente a todos os obstáculos que encontrei pelo caminho! Sem o Senhor, nada disso seria possível.

Agradeço aos meus pais, Maria de Fátima e Iraci, por terem me garantido as condições necessárias por toda minha vida acadêmica. Em especial à minha mãe por todas as orações, todo o apoio e por acreditar em mim, mesmo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Ana e Paulo, por me incentivarem a seguir em frente e por acreditarem e apoiarem todas as minhas decisões. Vocês são minhas referências. Um agradecimento especial ao meu cunhado Henrique, que muito contribuiu ao longo da minha jornada, sua generosidade e coração gigante ficarão marcados pra sempre, muito obrigada! E claro, ao meu sobrinho João Victor, você alegra meus dias com seu sorriso, meu príncipe!

Ao meu noivo Tiago, pelo amor, pela paciência e por sempre estar ao meu lado, em todos os momentos em que pensei em desistir. Obrigada por me acompanhar e por sempre estar aqui para me ouvir e me apoiar. Eu amo você!

Ao meu orientador Marcello Dumont por todo o apoio e ensinamentos ao longo dos projetos Iniciação Científica, Pesquisa e Extensão.

Agradeço a todos os meus colegas do EMAPET pela contribuição de cada um nos projetos que me trouxeram até aqui. Ao Tutor Paulo Renato por acreditar em mim e me permitir fazer parte deste projeto. Aos Co-tutores Aline Magalhães, João Paulo e Marcello Dumont, vou guardar com carinho cada ensinamento que recebi de vocês.

Ao CEFET-MG, a todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Materiais, vocês contribuíram diretamente com minha formação profissional e pessoal.

Aos meus amigos que tornaram o caminho mais agradável, nossas conversas e risadas jamais serão esquecidas. Guardarei com carinho todos os nossos momentos, vocês são demais!

Por fim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que este momento se tornasse realidade sem a ajuda de cada um, eu não chegaria ao final de mais essa etapa. Muito obrigada a todos!

RESUMO

Nos últimos anos o volume de lixo eletrônico gerado no mundo tem se tornado cada dia maior. Devido à rapidez com que novas tecnologias são desenvolvidas, os equipamentos eletroeletrônicos tornam-se obsoletos antes mesmo do fim de sua vida útil prevista, sendo descartados por não apresentarem mais condições de uso ou por não atenderem mais às necessidades de alguns usuários. Por tratar-se de materiais que apresentam elementos tóxicos à saúde e ao meio ambiente, o lixo eletrônico tem despertado a preocupação de vários países que buscam incentivar cada vez mais o descarte correto destes componentes. Paralelamente, por apresentarem quantidades relevantes de metais de alto valor agregado, diversos estudos estão sendo desenvolvidos para que a recuperação destes seja possível. No Brasil, assim como no restante do mundo, iniciativas têm sido desenvolvidas com o objetivo de diminuir o descarte incorreto do lixo eletrônico, buscando incentivar a população a respeito da importância do descarte correto destes materiais. Neste estudo foram verificadas as rotas percorridas pelo lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. Para isto foi realizada uma pesquisa, por meio de questionário estruturado, com a participação de 240 moradores da região metropolitana de Belo Horizonte, visando compreender o comportamento destes em relação ao lixo eletrônico gerado por eles. Também foram realizadas entrevistas com empresas e cooperativas que trabalham com a reciclagem de lixo eletrônico, a fim de entender quais os principais desafios enfrentados por eles. De maneira geral, os resultados obtidos demonstram que embora estejam surgindo iniciativas na área de reciclagem de lixo eletrônico na região pesquisada, a conscientização da população ainda é o principal desafio a ser enfrentado com relação à destinação, classificação e reaproveitamento deste tipo de material.

PALAVRAS - CHAVE: Lixo Eletrônico, Reciclagem, Belo Horizonte

ABSTRACT

In recent years the volume of electronic waste generated worldwide has become greater every day. Due to the speed with which new technologies are developed, the electro-electronic equipment becomes obsolete even before the end of its expected useful life, being, therefore, discarded because they no longer present conditions of use or because they no longer meet the needs of some users. Because these materials are toxic to health and the environment, electronic waste has aroused the concern of several countries that seek to increasingly encourage the correct disposal of these components. In parallel, because they present relevant quantities of high value-added metals, several studies are being developed to make their recovery possible. In Brazil, as in the rest of the world, initiatives have been developed with the objective of reducing the incorrect disposal of electronic waste, seeking to encourage the population about the importance of the correct disposal of these materials. In this study we verified the routes taken by electronic waste in the metropolitan region of Belo Horizonte. To this end, a survey was conducted, by means of a structured questionnaire, with the participation of 120 residents of the metropolitan region of Belo Horizonte, aiming to understand their behavior in relation to the electronic waste they generate. Interviews were also held with companies and cooperatives that work with electronic waste recycling, in order to understand what are the main challenges they face. In general, the results obtained show that although initiatives in the area of e-waste recycling are emerging in the researched region, the awareness of the population is still the main challenge to be faced in relation to the destination, classification and reuse of this type of material.

KEYWORDS: Electronic waste, recycling, Belo Horizonte

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais metais presentes nas placas de circuito impresso	16
Figura 2 - Principais materiais encontrados no lixo eletrônico	19
Figura 3 - Principais etapas do desenvolvimento do estudo de caso	22
Figura 4 - Fluxograma do roteiro utilizado na preparação e coleta de dados	24
Figura 5 - Perfil dos entrevistados em relação a variável sexo	27
Figura 6 - Perfil dos entrevistados em relação a variável faixa etária	28
Figura 7 - Comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico gerado	29
Figura 8 - Conhecimento de empresas que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte	31
Figura 9 - Conhecimento de cooperativas de catadores que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte	32
Figura 10 - Conhecimento da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010	34
Figura 11 - Conhecimento do conceito de logística reversa	34
Figura 12 - Importância da logística reversa	35
Figura 13 - Conhecimento do Decreto 10.240 de 12 de fevereiro de 2020	35
Figura 14 - Conhecimento de empresas com iniciativas de logística reversa	37
Figura 15 - Empresas que praticam a logística reversa	37
Figura 16 - Toxicidade do lixo eletrônico e quais as medidas adotadas	38
Figura 17 - Presença de metais com valor agregado no lixo eletrônico	39
Figura 18 - Iniciativas para recuperação de metais nobres do lixo eletrônico	40
Figura 19 - Contribuição da pesquisa no interesse pelo tema	41
Figura 20 - Características das empresas entrevistadas	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
EUA	Estados Unidos das Américas
HD	<i>Hard Disk</i>
HIPS	Poliestireno de alto impacto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Polycarbonato
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de vinila

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	Lixo eletrônico	13
3.2	Principais materiais de valor agregado encontrados no lixo eletrônico	14
3.2.1	Principais materiais metálicos encontrados no lixo eletrônico	14
3.2.2	Placas de circuito impresso	15
3.2.3	Principais materiais poliméricos encontrados no lixo eletrônico	17
3.2.4	Principais Materiais Compósitos Encontrados no Lixo Eletrônico	18
3.3	Reciclagem de Lixo Eletrônico no Brasil e no Mundo	19
4	METODOLOGIA	22
4.1	Delimitação da pesquisa	22
4.2	Desenho da pesquisa	23
4.3	Preparação e coleta de dados	23
4.3.1	Aplicação de questionário estruturado a residentes da região metropolitana de Belo Horizonte	25
4.3.2	Entrevistas realizadas com empresas de reciclagem de lixo eletrônico presentes na região metropolitana de Belo Horizonte	26
4.3.3	Entrevistas realizadas com cooperativa de reciclagem de lixo eletrônico e catador individual de reciclagem que atuam na região metropolitana de Belo Horizonte	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1	Perfil e comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico por ele gerado.	27
5.2	Conhecimento das legislações e normas para descarte de lixo eletrônico	33
5.3	Conhecimento sobre o lixo eletrônico	38

5.4	Principais desafios enfrentados por empresas que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.	42
5.4.2	Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico	44
5.4.3	Investimento em inovações	45
5.5	Principais desafios enfrentados por cooperativas de catadores que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.	45
5.5.1	Perfil dos entrevistados	46
5.5.2	Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico.	46
6	CONCLUSÕES	48
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	50
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS	54

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os equipamentos eletroeletrônicos têm se tornado indispensáveis na vida da população mundial, por este motivo, o consumo destes tem alcançado níveis elevados. Uma pesquisa realizada pela Kantar (2021), realizada ao longo do ano de 2020, buscou avaliar o comportamento da população em relação ao consumo de eletrônicos durante a pandemia de COVID-19. A pesquisa foi realizada em todo o território brasileiro e contou com a participação de 23 mil pessoas. Os resultados mostram que 69% dos entrevistados afirmam que “Não poderiam viver sem equipamentos eletrônicos e acesso a internet”. Outro dado importante da pesquisa é que 84% afirmam que acessam a internet exclusivamente de aparelhos eletrônicos portáteis, o que representa um aumento de 220% quando comparado ao mesmo estudo realizado no ano de 2011.

Os equipamentos eletrônicos portáteis correspondem aos materiais que mais impactam no crescimento do volume de lixo eletrônico gerado no mundo, por se tratar de equipamentos de pequena vida útil. Alguns aspectos, como por exemplo, os padrões de consumo da sociedade, o constante desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos, obsolescência programada de alguns equipamentos, influenciam diretamente na geração de lixo eletrônico de uma região ou país (SIQUEIRA; MARQUES, 2012).

O constante aumento na quantidade de lixo eletrônico gera certa preocupação nas autoridades uma vez que estes materiais apresentam grande potencial nocivo à saúde da população e ao meio ambiente por apresentarem quantidades relevantes de metais tóxicos como chumbo, mercúrio, bromo, cádmio, entre outros. Por este motivo, é de extrema importância que o descarte do lixo eletrônico seja feito de maneira adequada. Além dos metais pesados, o lixo eletrônico também apresenta diversos materiais de interesse econômico, entre eles, metais de alto valor agregado, polímeros passíveis de reciclagem e também materiais compósitos, no entanto, estes em menor quantidade (NETO; CORREIA; SCHROEDER, 2017).

A informalidade no setor de reciclagem de lixo eletrônico ainda é predominante, fazendo com que a rastreabilidade destes materiais seja bastante dificultada, por este motivo, torna-se muito complexo a elaboração de uma base de dados que permita a consulta fácil a informações importantes que incentivem e facilitem o descarte destes materiais. Segundo Xavier (2020), o Brasil apresenta um índice de retenção de resíduos eletroeletrônicos de 85%, isso significa que de todo o lixo eletrônico gerado, apenas 15% foi descartado de maneira

correta ou é submetido a algum processo de reciclagem, o restante fica guardado nas residências de seus usuários (XAVIER, et al., 2020).

Nos últimos anos o lixo eletrônico tem despertado o interesse de instituições que buscam desenvolver métodos para a recuperação de metais de grande interesse econômico como, por exemplo o ouro e a prata. No entanto pouco se sabe sobre as rotas de reciclagem aplicadas. As dificuldades encontradas pelas pessoas que desejam realizar o descarte correto destes materiais tem feito com que o volume de lixo eletrônico gerado venha aumentando, mas, alternativas para descarte correto não surgem na mesma proporção (ECHEGARAY; HANSSTEIN, 2016).

O objeto de estudo deste estudo é a linha verde dos equipamentos eletroeletrônicos, com foco nos principais metais encontrados no lixo eletrônico. Este estudo busca compreender quais as rotas percorridas pelo lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte, além de entender quais as principais dificuldades enfrentadas pelos usuários que desejam descartar seu lixo eletrônico e, por quem efetivamente recebe e processa estes materiais. De maneira geral, a reciclagem de lixo eletrônico ainda é um tema que apresenta poucos dados e estudos de base, seja pela informalidade do processo, como citado por Xavier (2020), ou pela complexidade do processo, por este motivo, o método escolhido para realização deste estudo foi o de pesquisa de campo, tornando possível conhecer e compreender a realidade de quem descarta e de quem recicla o lixo eletrônico na cidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo de caso a respeito das rotas percorridas pelo lixo eletrônico gerado na região metropolitana de Belo Horizonte e a percepção da população sobre a importância do descarte correto destes materiais.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar mapeamento a respeito do lixo eletrônico produzido na região metropolitana de Belo Horizonte;
- Identificar as principais dificuldades encontradas pela sociedade para descarte de lixo eletrônico;
- Entender os problemas enfrentados por empresas e cooperativas de catadores de recicláveis, referentes ao lixo eletrônico;
- Propor estratégias que permitam facilitar o descarte e reciclagem de lixo eletrônico de maneira correta.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Lixo eletrônico

Equipamentos eletrônicos podem ser definidos como sendo todo e qualquer equipamento cujo funcionamento depende de uma corrente elétrica ou campo elétrico. Neste contexto diversos equipamentos podem gerar lixo eletrônico, no entanto, os objetos mais comuns dos estudos são os equipamentos que compõe a linha verde dos materiais eletroeletrônicos. Segundo ASSOCIAÇÃO (2020) equipamentos eletroeletrônicos podem ser subdivididos em quatro categorias:

Linha Branca – Eletrodomésticos como: refrigeradores, fogões, lavadoras de roupa, secadoras, entre outros.

Linha Marrom – Equipamentos de áudio, televisores, monitores de LCD, plasma, LED, aparelhos de DVD, entre outros.

Linha Azul – Secadores de cabelo, liquidificadores, espremedores de frutas, ferros elétricos, cafeteiras, entre outros.

Linha Verde – Equipamentos de informática como: computadores, impressoras, notebook, telefones celulares, entre outros (ASSOCIAÇÃO, 2020).

Com de intuito de facilitar a realização de atividades do cotidiano, todos os dias surgem novas tecnologias e com isso, os equipamentos eletrônicos tornam-se obsoletos em intervalos de tempo cada vez menores. A mudança no comportamento da sociedade que cada vez consome mais equipamentos eletrônicos juntamente com o apelo da sociedade capitalista que busca incentivar a troca dos aparelhos no menor tempo possível, tem levado ao aumento do lixo eletrônico. Outro fator determinando para o aumento do lixo, pode estar no fato de que quando um equipamento eletrônico apresenta defeito, o consumidor acaba optando pela compra de novos equipamentos, uma vez que peças para reparo, muitas vezes, apresentam valores próximos aos de aparelhos novos (FLORESTI, 2018).

O aumento na geração de lixo eletrônico mundialmente é um tema que gera grande preocupação, uma vez que se trata de um material que apresenta materiais de elevada toxicidade. O lixo eletrônico apresenta metais pesados como, por exemplo, chumbo, mercúrio, bromo, cádmio, cromo, entre outros. Esses metais podem causar grandes danos tanto ao meio ambiente quanto a saúde da sociedade quando descartados incorretamente, por isso, é de extrema importância que estes materiais sejam descartados de maneira correta (FORTI; BALDÉ; KUEHR; BEL, 2020).

3.2 Principais materiais de valor agregado encontrados no lixo eletrônico

Embora o lixo eletrônico apresente inúmeros materiais de alta toxicidade, este também apresenta alguns materiais de interesse econômico, cuja recuperação tem despertado bastante interesse nos últimos anos, entre eles, podemos citar os materiais metálicos como ouro e prata, além de materiais poliméricos como PC, PS e ABS, que apresentam possibilidade de recuperação através da reciclagem. No lixo eletrônico também são encontrados materiais compósitos, no entanto estes apresentam poucas possibilidades de reutilização (NETO; CORREIA; SCHROEDER, 2017).

3.2.1 Principais materiais metálicos encontrados no lixo eletrônico

Os materiais metálicos representam um grupo de grande interesse econômico, uma vez que se trata de materiais que são facilmente recuperados, e quando recuperados apresentam elevada pureza, não havendo perdas de propriedades ou perda de valor no mercado. Quando um material metálico é reciclado, este apresenta características iguais às características dos materiais virgens, e por esse motivo, todo metal reciclado representa a mesma quantidade de material que não será extraído da natureza, por esse motivo a reciclagem dos metais é, entre os materiais, a mais realizada (ISILDAR; RENE; HULLEBUSCH; LENS, 2018).

Segundo Xavier e Lins (2012), os materiais metálicos representam cerca de 60% do lixo eletrônico, estando presentes em maior quantidade em carcaças de equipamentos, dissipadores de calor, conexões e soldas. Podemos dividir os materiais metálicos presentes no lixo eletrônico em dois grupos: metais ferrosos e metais não ferrosos.

De acordo com Cui e Zhang (2008) os principais metais que despertam interesse econômico devido ao valor que possuem, sendo também os que estão presentes em maior quantidade no lixo eletrônico são:

Ferro: Presente na composição do aço que compõe principalmente as carcaças dos equipamentos eletrônicos. O ferro / aço representa o material metálico em maior quantidade no lixo eletrônico, cerca de 50% de todo o material é composto de ferro / aço. O aço apresenta elevada resistência mecânica e por esse motivo é bastante empregado nas carcaças que exigem que o material apresente resistência mecânica adequada (CUI; ZHANG, 2008).

Alumínio: O alumínio apresenta boas propriedades de dissipação de calor e por esse motivo, dentro dos equipamentos eletrônicos pode ser encontrado em forma de dissipadores de calor que tem a finalidade de evitar o superaquecimento do sistema. O alumínio utilizado para produção desses dissipadores apresenta alumínio com 99,5% de pureza, podendo ser

considerado como alumínio puro. Devido ao seu teor de pureza, a recuperação do alumínio de dissipadores é bastante facilitada, não sendo necessários grandes processos de purificação. O alumínio também pode ser encontrado dentro do HD dos computadores, nos discos onde são armazenadas todas as informações dos usuários. Da mesma forma que nos dissipadores, os discos de alumínio apresentam elevada pureza, podendo ser considerado que estes são constituídos de alumínio puro (CUI; ZHANG, 2008)

Cobre: O cobre apresenta boa condutividade elétrica (segundo melhor condutor) e, comparado a prata (melhor condutor) apresenta menor custo, por estes motivos, nos equipamentos eletrônicos, o cobre é bastante empregado em fios e condutores de energia. A ductilidade do cobre torna possível a produção de fios superfinos até fios de maior diâmetro, sendo possível atender a demanda de diferentes dimensões de fios existentes dentro dos equipamentos eletrônicos (CUI; ZHANG, 2008).

3.2.2 Placas de circuito impresso

Todo equipamento eletrônico deve apresentar placas de circuito impresso, essas placas são responsáveis pelo funcionamento dos equipamentos, sendo então consideradas como o coração da máquina. São nas placas de circuito onde são encontrados os metais mais nobres do lixo eletrônico, entre estes, o ouro, a prata e a platina (NETO; CORREIA; SCHROEDER, 2017).

O nome placa de circuito impresso é dado ao conjunto de placas presentes nos equipamentos eletrônicos, nesse conjunto, estão presentes: placa mãe, placa de rede, placa de modem e placa de vídeo (HOLGERSSON; STEENARI; BJORKMAN; CULLBRAND, 2018).

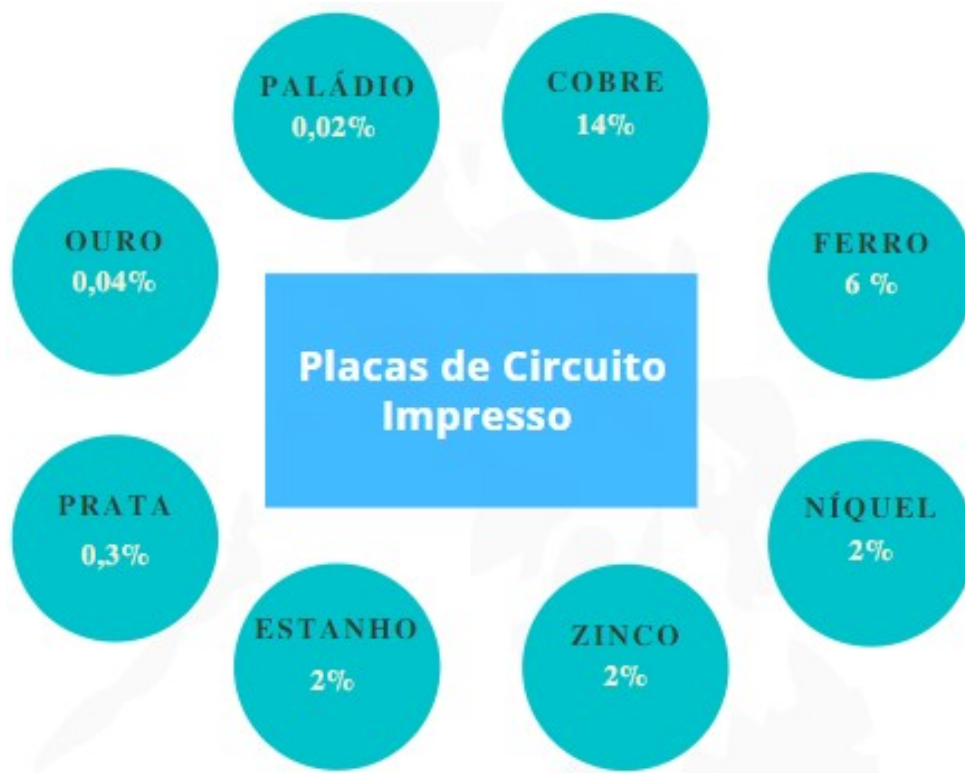
Todas as placas de circuito presentes nos equipamentos eletrônicos devem apresentar propriedades específicas e adequadas para que o equipamento apresente o melhor funcionamento possível, por esse motivo, são nas placas de circuito onde são encontrados os metais mais nobres dentro do equipamento eletrônico (OLIVEIRA; GERBASE, 2012).

Entre os metais encontrados nas placas de circuito, os de maior interesse econômico são: ouro, prata e paládio. Vale ressaltar que outros metais também são encontrados no lixo eletrônico, no entanto os que apresentam maior interesse de estudo são os citados acima. Outros materiais como cobre, alumínio e ferro também apresenta interesse econômico, no entanto existem outras formas de obtenção que são consideradas mais simples do que a reciclagem de lixo eletrônico. Embora apresentem menor valor comercial, esses metais apresentam maiores quantidade, e por este motivo, podem gerar valores elevados quando

recuperados, quando comparados aos valores obtidos pelos metais considerados de maior valor agregado presentes no lixo eletrônico. (ISILDAR; RENE; HULLEBUSCH; LENS, 2018).

Na figura 1 são apresentados os principais componentes encontrados nas placas de circuito impresso.

Figura 1 - Principais metais presentes nas placas de circuito impresso



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA; GERBASE, 2012.

Ouro: Apresenta excelente propriedade de condução elétrica, por apresentar alto custo, o ouro é empregado em pequena quantidade nos pontos críticos, onde se faz necessário sua utilização para proteção contra corrosão. Geralmente está presente em contatos e ponteiros de conexões em forma de filmes de recobrimento. Embora a quantidade de ouro seja relativamente pequena (0,04%) em um conjunto de placas de circuito impresso, quando consideramos uma tonelada desse material, esse valor chega a aproximadamente 400g. Essa quantidade de torna considerável quando comparamos com a quantidade de ouro possível de extração em uma tonelada de uma tonelada de minério (entre 6g e 12g de ouro em uma tonelada de minério). O ouro assim como os demais materiais apresenta possibilidade de recuperação, no entanto as rotas de extração empregadas apresentam a formação de

compostos de elevada toxicidade (HOLGERSSON; STEENARI; BJORKMAN; CULLBRAND, 2018).

Prata: Encontrada em ponteiras e conexões onde são exigidos materiais de boa condução elétrica e baixo custo. Apresentam propriedades de condução elétrica superior as propriedades do ouro e do cobre, no entanto, o menor custo em relação ao ouro, e a melhor condução e resistência a corrosão, em relação ao cobre, torna a prata um bom substituto em algumas partes do circuito (SOUZA; RODRIGUES; SILVA; GUERRA, 2013).

Paládio: Pode ser encontrado em ponteiras de contato elétrico entre as partes não metálicas do circuito e o controle do fluxo de eletricidade. Apresenta boa condutividade elétrica e boa durabilidade (HOLGERSSON; STEENARI; BJORKMAN; CULLBRAND, 2018).

Em algumas placas de circuito impresso pode ser encontrada a platina, no entanto, devido ao elevado custo, ela é empregada apenas em placas de maior valor (OLIVEIRA; GERBASE, 2012).

3.2.3 Principais materiais poliméricos encontrados no lixo eletrônico

Segundo Gabriel (2012) nos equipamentos eletrônicos os materiais poliméricos são empregados em peças que necessitam de resistência mecânica e boa durabilidade. Embora a resistência mecânica apresentada pelos materiais poliméricos seja, em média, inferior à resistência mecânica apresentada pelos materiais metálicos, em algumas partes dos equipamentos eletrônicos os metais podem ser substituídos pelos polímeros. Essa substituição garante menor massa aos equipamentos finais além de menores custos quando comparado às peças inteiramente metálicas. Os materiais poliméricos podem ser encontrados em carcaças de equipamentos eletrônicos, recobrimento de fios, plugues e conexões, abraçadeiras, entre outras partes. Segundo Gabriel (2012), Oliveira e Gerbase (2012), diversos polímeros podem ser encontrados no lixo eletrônico, entre eles:

Policloreto de vinila (PVC): Encontrado principalmente em recobrimentos de fios e cabos, apresenta propriedades que garante a proteção do usuário do equipamento. O PVC apresenta a característica de ser auto-extinguível, essa propriedade refere-se ao fato do PVC ao ser aproximado de uma chama, a mesma se apaga, sendo essa uma excelente propriedade, uma vez que esse material recobre diretamente fios metálicos onde podem ocorrer curtos circuitos, o PVC atua então retardando possíveis incêndios. O principal inconveniente do PVC é que ao ser queimado, este emite uma fumaça altamente tóxica contendo ácido clorídrico (OLIVEIRA; GERBASE, 2012).

Acrilonitrila butadieno estireno (ABS): Pode ser encontrado em carcaças de computadores, teclados, modem, por exemplo. Apresenta boa resistência mecânica e resistência a fatores ambientais (GABRIEL, 2012).

Polycarbonato (PC): Também usado em carcaças de equipamentos eletrônicos, o PC apresenta alta resistência ao impacto. Nos equipamentos eletrônicos, o PC também pode ser empregado em regiões onde ocorre aquecimento, pois apresenta boa resistência térmica. (GABRIEL, 2012).

Poliestireno (PS): Muito usado como abraçadeiras para união de fios. Apresenta baixo custo, sendo ideal para funcionalidade que não exijam propriedades muito específicas. (OLIVEIRA; GERBASE, 2012).

Poliestireno de alto impacto (HIPS): Muito presente nas carcaças de equipamentos eletrônicos devido a elevada resistência ao impacto (GABRIEL, 2012).

Os materiais poliméricos termoplásticos podem ser reciclados a partir da aplicação de temperatura e pressão combinadas. Estes materiais são amolecidos com o aumento da temperatura e ao serem resfriados, retornam a sua rigidez original. Embora com a aplicação destes dois fatores seja possível a realização de uma série e ciclos de reciclagem, algumas propriedades dos termoplásticos podem ser comprometidas, sendo assim, aplicações em que são necessárias características específicas, não é aconselhada a utilização de termoplásticos reciclados. Os termoplásticos reciclados são bastante utilizados em objetos como peças de decoração, prateleiras, sacolas, entre outras. Os polímeros termofixos não amolecem com o aumento da temperatura e pressão, sendo assim, não é possível a reciclagem destes materiais, pois o aumento da temperatura pode levar a degradação do material (GABRIEL, 2012; SPINACÉ, 2005).

3.2.4 Principais Materiais Compósitos Encontrados no Lixo Eletrônico

Segundo Oliveira e Gerbase (2012) os materiais compósitos representam aproximadamente 15% da massa total dos equipamentos eletrônicos, e podem ser encontrados onde é necessário a existência de um material que preencha um espaço, não sendo exigida grande resistência mecânica. As placas de circuito impresso são compostas por uma matriz de material compósito, que fornece estrutura para os componentes metálicos responsáveis pelo circuito impresso.

Embora apresentem alto percentuais, os materiais compósitos dentro do lixo eletrônico apresentam fácil separação, no entanto não são materiais facilmente recicláveis. Geralmente, os materiais compósitos podem ser processados e utilizados como carga inerte principalmente

em setores de construção civil, não sendo um processo muito atrativo economicamente (SCHNEIDER, 2020).

3.3 Reciclagem de Lixo Eletrônico no Brasil e no Mundo

Uma pesquisa realizada pela ONU mostra que a quantidade de lixo eletrônico gerado no mundo todo no ano de 2019 foi de 53,6 milhões de toneladas, batendo um recorde histórico. Este valor representa um aumento de 9,2 milhões de toneladas nos últimos cinco anos. Em termos de perspectivas, estima-se que até o ano de 2030 a quantidade de lixo eletrônico descartado deve chegar a marca de 74 milhões de toneladas (FORTI; BALDÉ; KUEHR; BEL, 2020).

Na Figura 2 são apresentados os dados referentes a pesquisa realizada pela ONU sobre a quantidade de lixo eletrônico gerado no ano de 2019 e quais os principais tipos de equipamentos descartados. Os dados referem-se a estimativas de quais os equipamentos que são descartados como lixo eletrônico.

Figura 2 - Principais materiais encontrados no lixo eletrônico



Fonte: Adaptado de FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2019

A China é o maior produtor de lixo eletrônico do mundo, em seguida estão os EUA e a Índia. Na China cerca de 90% de todo Lixo Eletrônico gerado é reciclado, sendo um exemplo de políticas de reciclagem para todo o mundo. O Brasil é o país da América Latina que mais produz lixo eletrônico, seguido de Chile e Portugal (FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2019).

No Brasil a realidade não é diferente da maioria dos países subdesenvolvidos do mundo, dados do estudo Global E-waste Monitor 2019, apresentados no Fórum Econômico Mundial em Davos, mostram que o Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina e o sétimo maior produtor mundial. Durante o ano de 2018 foram produzidas cerca de 1,5 milhões de toneladas de lixo eletrônico, desse total, apenas 3% de todo material descartado passou por algum processo de reciclagem oficialmente, sendo que a maioria desses processos ainda são realizados em países como Holanda, Alemanha e Canadá (FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2019).

Embora o Brasil consiga encaminhar para reciclagem uma parcela do lixo eletrônico que produz, o processo é realizado em países como Holanda, Bélgica, Alemanha e Canadá, pois no Brasil há pouco investimento na reciclagem de lixo eletrônico, sendo que boa parte da reciclagem e recuperação de metais feita no Brasil ocorre de maneira não oficial. Considerando a necessidade de reciclagem do lixo eletrônico, o governo brasileiro vem buscando implementar algumas políticas de reciclagem sendo esse, um grande desafio para as autoridades. Entre as principais medidas em fase de implantação, está a logística reversa (SOUZA, 2018).

A logística reversa faz parte da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Seu principal objetivo é o de contribuir para a diminuição do volume de resíduos sólidos gerados, contribuindo para a diminuição dos impactos gerados ao meio ambiente e à saúde da população em geral. Para que a logística reversa seja amplamente adotada, é necessário que as empresas que trabalham com a comercialização de equipamentos eletrônicos adotem medidas que busquem recolher e descartar o seus produtos quando estes se tornam lixo eletrônico. No entanto, cabe também a sociedade se conscientizar da importância do tema.(BRASIL, 2010).

Na logística reversa, empresas que comercializam produtos eletrônicos se responsabilizam por recolher esses materiais após seu descarte, visando garantir que o descarte será feito de maneira adequada. A partir da implantação da referida lei, grandes empresas começaram a disponibilizar em suas lojas físicas, espaços para que a população

conseguisse descartar seu lixo eletrônico de maneira adequada e evitando que este seja descartado de maneira inadequada (BRASIL, 2010).

No ano de 2020 foi assinado o Decreto Nº 10.240 de 12 de fevereiro de 2020 pelo Presidente da República do Brasil, que institui a logística reversa e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Com esse decreto, as empresas fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos devem se tornar responsáveis pelo desenvolvimento de projetos que visem diminuir os impactos gerados por seus equipamentos, evitando que estes sejam descartados inadequadamente. Diversas empresas, principalmente do setor de telefonia tem buscado a adequação aos parâmetros estabelecidos no decreto, no entanto, a pandemia de COVID-19, levou boa partes das empresas a manterem suas lojas fechadas devido ao isolamento social decretado em todo o Brasil, sendo assim, uma parcela significativa das compras passaram a ser realizadas por meio da internet, o que afetou algumas iniciativas de logística reversa (BRASIL,2020).

Oficialmente no Brasil existem cerca de 170 pontos de coleta de lixo eletrônico que são administrados através de iniciativas do governo federal, a meta segundo decreto assinado é aumentar para 5 mil pontos de coleta até o ano de 2025, o que deve ser suficiente para atender cerca de 60% da população brasileira. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Brasil possui 5570 municípios, 853 somente no estado de Minas Gerais. (INSTITUTO, 2020). Vale ressaltar que existem iniciativas independentes as realizadas pelo governo, desenvolvidas por empresas privadas, que assumiram a responsabilidade compartilhada do lixo eletrônico gerado. (GOVERNO DO BRASIL, 2020)

No ano de 2018 o Brasil foi responsável pela produção de 1,5 toneladas de lixo eletrônico, ocupando assim a posição de maior produtor deste resíduo da América Latina, e o segundo maior produtor das Américas, estando atrás apenas dos Estados Unidos. Mesmo com o título de maior produtor, as políticas de reciclagem de lixo eletrônico no Brasil estão longe de alcançar um nível desejável e até aceitável. Estima-se que de todo o lixo eletrônico gerado no último ano, apenas 3% tenha sido recuperado ou tenha passado por algum processo de reciclagem (BRASIL, 2020).

Considerando que a maior parte do lixo eletrônico produzido no mundo não é descartado da forma correta, e também não é submetido a processos de recuperação ou reciclagem, este estudo de caso busca compreender quais são os principais motivos que dificultam que todo o lixo eletrônico seja reciclado. O objetivo deste levantamento é entender o comportamento e os desafios enfrentados por quem descarta e quem recolhe o lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.

4 METODOLOGIA

Buscando cumprir os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa de mercado através da elaboração e aplicação de um questionário para identificar o comportamento de moradores da região metropolitana de Belo Horizonte com relação ao lixo eletrônico por eles gerados. Em um segundo momento as principais empresas identificadas na análise das respostas do questionário, foram contatadas para identificar quais os principais desafios enfrentados por estas em sua área de atuação.

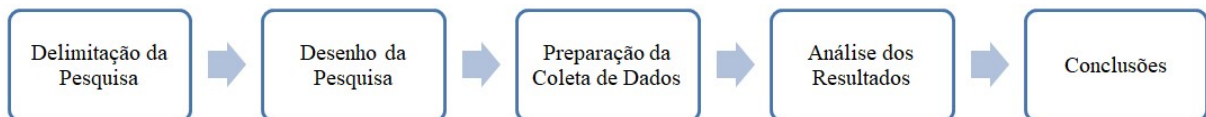
O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa descritiva e explanatória relacionada aos fenômenos que descrevem a realidade do lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte, e identificando os fatores determinantes para a ocorrência destes (HYN, 2010).

Para a realização da pesquisa, foi definido que as entrevistas deveriam ser realizadas com moradores da região metropolitana de Belo Horizonte, empresas e cooperativas de catadores que trabalham com lixo eletrônico e catadores individuais que eventualmente coletam materiais eletroeletrônicos.

A pesquisa foi dividida em três etapas sendo estas: (i) Aplicação de questionário estruturado à população residente na região metropolitana de Belo Horizonte; (ii) Realização de entrevista pessoalmente e por contato telefônico com empresas que trabalham com lixo eletrônico, (iii) Realização de entrevista pessoalmente e por contato telefônico com cooperativas de reciclagem e catadores de materiais recicláveis.

Na figura 3 são apresentadas as etapas que foram empregadas para realização do estudo.

Figura 3 - Principais etapas do desenvolvimento do estudo de caso



Fonte: Próprio autor

4.1 Delimitação da pesquisa

A partir da definição do tema da pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito do lixo eletrônico e métodos de reciclagem deste, para isto foram selecionados artigos e materiais que foram utilizados como base para este estudo. Em seguida foram definidos quais temas deveriam ser investigados no estudo, e foi elaborado um questionário

estruturado que posteriormente foi enviado à moradores da região metropolitana de Belo Horizonte.

Durante o ano de 2020, foram realizadas algumas tentativas de elaboração de uma pesquisa semelhante com empresas e cooperativas de catadores que trabalham em Belo Horizonte, no entanto, embora estas empresas e cooperativas demonstrassem bastante interesse em responder à pesquisa, nenhum retorno foi obtido através dos questionários enviados. Por este motivo na realização deste estudo de caso, ficou definido que a abordagem dos respondentes jurídicos deveria ser diferente, foram então realizadas entrevistas pessoalmente ou por contato telefônico para este grupo de entrevistados.

4.2 Desenho da pesquisa

De acordo com Hyn (2010) para que seja possível a realização do estudo de caso, é necessário que algumas hipóteses sejam definidas, visando entender os principais motivos que levam ao descarte não correto do material. As seguintes proposições foram definidas:

- **Proposição 1:** Os usuários não tem informações suficientes que lhes permita realizar o descarte adequado do lixo eletrônico.
- **Proposição 2:** Os catadores não tem informação adequada que lhes permita recolher este material de forma mais eficiente.
- **Proposição 3:** Os custos para desenvolvimento de uma planta de reciclagem são muito elevados. Desmotivando possíveis investidores.
- **Proposição 4:** O envio desses materiais à países que realizam os processos de reciclagem necessários, são economicamente mais viáveis que realizar a reciclagem em solo brasileiro.

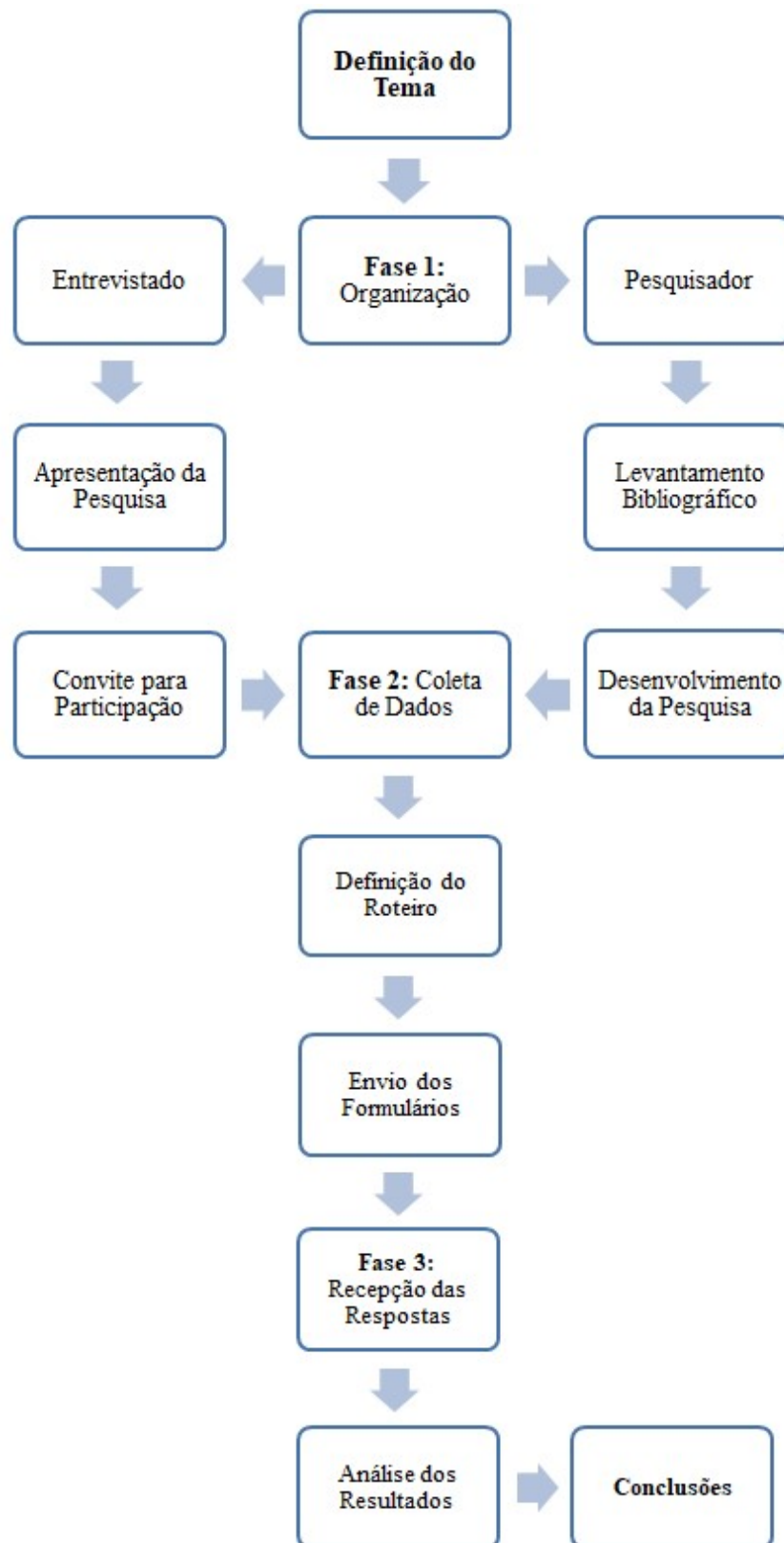
A partir da definição das proposições a respeito do assunto, foi possível determinar as etapas do levantamento de dados a ser utilizada.

4.3 Preparação e coleta de dados

Uma das etapas mais importantes do estudo de caso é a coleta de dados, para que esta ocorra de maneira eficiente, é preciso que seja definido um roteiro a ser seguido, otimizando assim o processo (HYN, 2010).

Na figura 4 é apresentado o roteiro utilizado na preparação e coleta de dados que vai desde a definição do tema do estudo, passando pelas fases de organização , coleta de dados, recepção e análise dos resultados a partir da definição do tema até a análise dos resultados até a conclusões referentes ao estudo.

Figura 4 - Fluxograma do roteiro utilizado na preparação e coleta de dados



Fonte: Próprio autor

4.3.1 Aplicação de questionário estruturado a residentes da região metropolitana de Belo Horizonte

De acordo com Frankenthal (2018), para que uma pesquisa seja considerada como representativa de um grupo, é necessário que seja atingido um grau de confiança de 95% com uma margem de erro em torno de 5%. Segundo Instituto (2020) a região metropolitana de Belo Horizonte apresenta uma população de aproximadamente 6 milhões de pessoas, sendo assim, para atingir os parâmetros descritos por Frankenthal, seria necessária a aplicação de 385 questionários. Os questionários foram enviados a moradores da região metropolitana de Belo Horizonte, com grau de instrução a partir do ensino médio completo e visa analisar a percepção dos entrevistados quanto à importância da reciclagem de lixo eletrônico. A amostra definida não foi atingida, sendo entrevistadas 240 pessoas entre os dias 15 e 19 de março de 2021. Considerando a amostra atingida, o grau de confiança da pesquisa foi de 95% e a margem de erro foi de 6,3%.

O questionário foi dividido em três seções, sendo estas: (i) Perfil e comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico, por ele gerado, (ii) Conhecimento das legislações e normas para descarte de lixo eletrônico, (iii) Conhecimento sobre o lixo eletrônico.

As perguntas relacionadas ao perfil e comportamento dos entrevistados frente ao lixo eletrônico por eles gerado, referem-se às características dos entrevistados como nome e faixa etária, para que seja possível a separação em grupos de perfis semelhantes, além de apresentarem questões de como o entrevistado realiza o descarte do seu lixo eletrônico e conhecimento de empresas e cooperativas que recebem lixo eletrônico na referida região.

Com relação ao conhecimento das legislações e normas para descarte de lixo eletrônico, os entrevistados foram questionados se tinham conhecimento da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, e do Decreto 10.240 de 12 de fevereiro de 2020 que são usados como base para a reciclagem de resíduos eletrônicos. Nessa seção também foram apresentados alguns pontos importantes da Lei e do Decreto a fim de contribuir para que os entrevistados que não tivessem tido contato com estas normas, passassem a conhecer conceitos importantes tratados.

Na seção de conhecimento sobre o lixo eletrônico, os entrevistados foram questionados se tinham conhecimento de aspectos importantes do lixo eletrônico, com, por exemplo, presença de materiais tóxicos a saúde e ao meio ambiente, presença de materiais de alto valor agregado e conhecimento de pesquisas e iniciativas na área. O questionário aplicado é apresentado no APÊNDICE A.

4.3.2 Entrevistas realizadas com empresas de reciclagem de lixo eletrônico presentes na região metropolitana de Belo Horizonte

Buscando entender os desafios enfrentados por empresas do ramo de reciclagem de lixo eletrônico, entre os dias 22 e 26 de fevereiro de 2021, foram entrevistadas três empresas do ramo de reciclagem, situadas na região metropolitana de Belo Horizonte. A entrevista foi conduzida com o objetivo de entender os seguintes pontos: (i) Perfil das empresas, (ii) Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico, (iii) Investimento em inovações.

O objetivo de conhecer o perfil das empresas era analisar a capacidade de cada empresa em relação ao serviço prestado, grau de estruturação e gerenciamento de pessoal, recursos e capacidade de expansão. Em seguida foram realizados questionamentos a respeito dos principais desafios enfrentados no ramo de reciclagem, e se ocorreu alguma alteração na estrutura da empresa devido a pandemia de COVID-19.

A respeito de possíveis investimentos em inovações, as empresas foram questionadas se havia alguma meta em relação ao crescimento da empresa, realização de pesquisas e aprimoramento de métodos. Todas as empresas se apresentaram bastante solícitas a participarem da pesquisa, sendo que a colaboração destas permitiu um melhor entendimento sobre o assunto abordado.

4.3.3 Entrevistas realizadas com cooperativa de reciclagem de lixo eletrônico e catador individual de reciclagem que atuam na região metropolitana de Belo Horizonte

Buscando compreender os desafios enfrentados por cooperativas de catadores e catadores individuais, foram entrevistados um catador de recicláveis e uma cooperativa que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.

A entrevista foi conduzida com o objetivo de entender os seguintes pontos: (i) Perfil dos entrevistados (ii) Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico.

A definição do perfil dos entrevistados é um ponto a ser considerado a fim de compreender a realidade e os desafios diários que estes enfrentam como cooperativa e catador individual. O público a ser atendido refere-se a moradores da região metropolitana de Belo Horizonte com grau de instrução referente ao ensino médio completo. Outro assunto abordado na entrevista está relacionado aos desafios enfrentados especificamente na coleta de lixo eletrônico, existência de incentivos para realização do trabalho e motivação para continuação dos projetos.

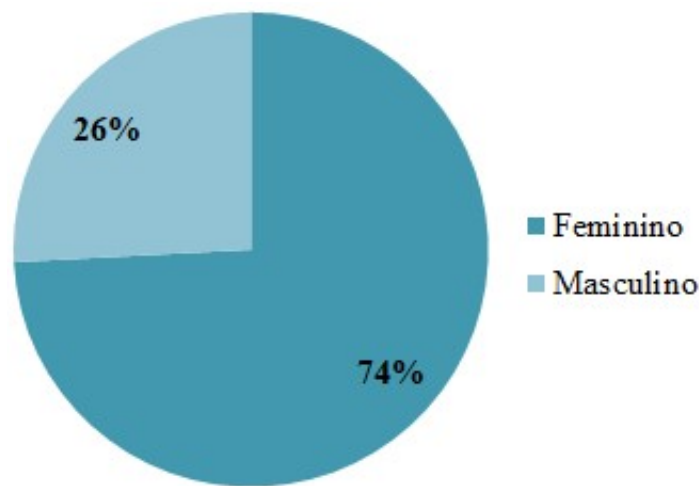
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos através do questionário aplicado a moradores da região metropolitana de Belo Horizonte, os resultados serão apresentados de acordo com a estrutura do questionário aplicado.

5.1 Perfil e comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico por ele gerado.

Na figura 5 é mostrado o perfil dos entrevistados quando questionados em relação a variável de sexo.

Figura 5 - Perfil dos entrevistados em relação a variável sexo



Fonte: Próprio autor

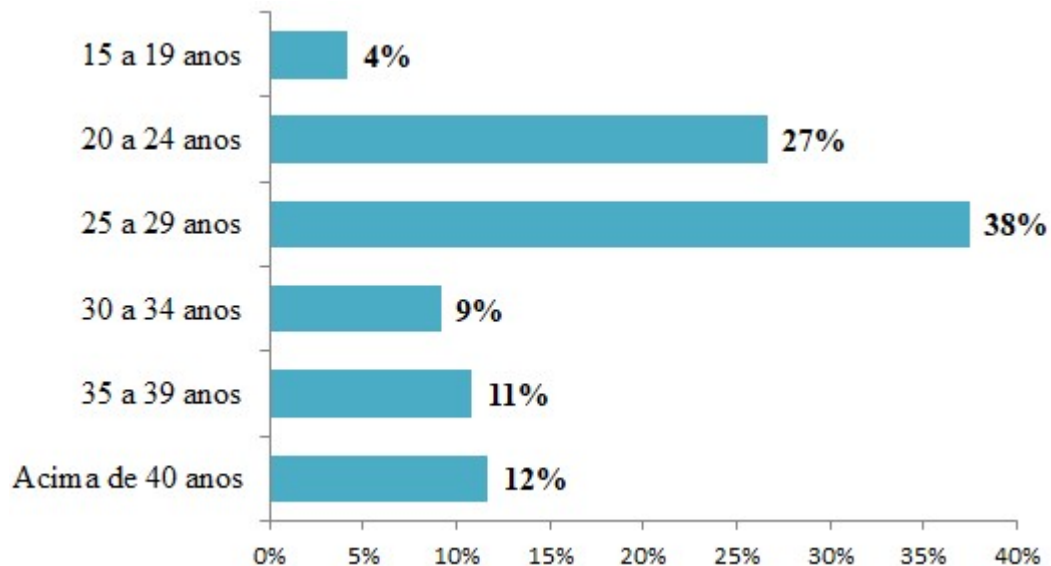
Quando analisamos a faixa etária dos respondentes da pesquisa, é possível observar que a faixa etária que mais aderiu à pesquisa foi à faixa etária entre 25 e 29 anos que representa 38% dos respondentes.

De acordo com Mazeto (2021), a partir dos 20 anos de idade, a população tende a entrar no mercado de trabalho e passa a ser responsável por seu próprio consumo de equipamentos eletroeletrônicos, estando mais atento a novos equipamentos e tecnologias que surgem com grande rapidez no mercado. Esse perfil se estende até a faixa dos 40 anos de idade, quando as pessoas passam a priorizar o consumo de outros bens, de maior valor ao invés do consumo de equipamentos eletroeletrônicos. A partir dos 40 anos, as pessoas tendem a se preocupar cada vez menos com a necessidade de troca de equipamentos eletrônicos, e por esse motivo se tende a se tornar a faixa etária que apresenta menores taxas de geração de lixo eletrônico. É possível observar que 85% dos respondentes apresentam idades entre 20 e 39

anos, sendo essa a faixa etária definida em estudos como a faixa etária que mais gera lixo eletrônico, de acordo com dados referentes a compras online realizado pela Kantar (2021).

Conforme pode ser observado na figura 6 são apresentados o perfil dos entrevistados em relação a faixa etária dos respondentes.

Figura 6 - Perfil dos entrevistados em relação a variável faixa etária



Fonte: Próprio autor

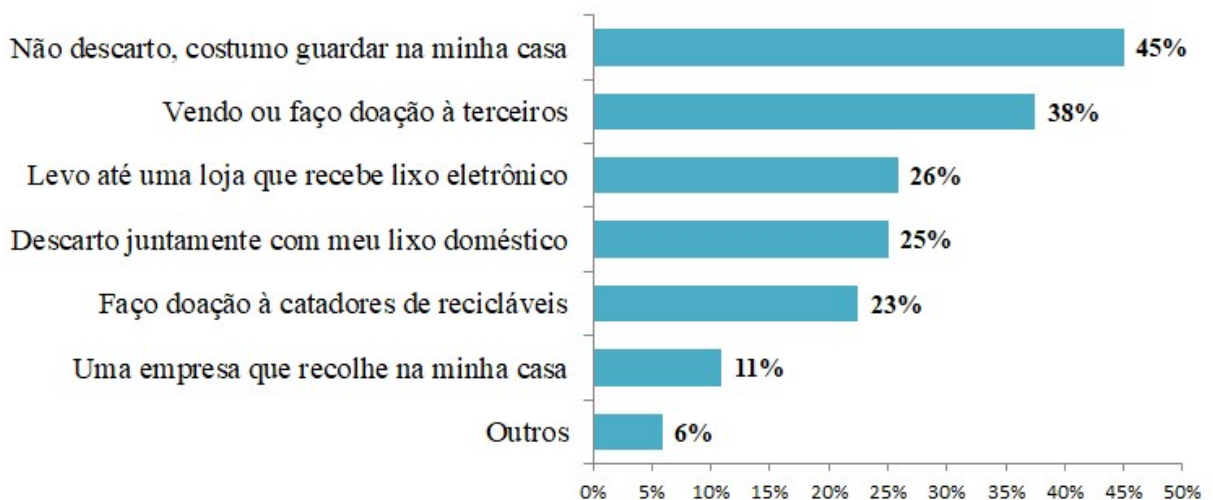
Quando analisamos a faixa etária dos respondentes da pesquisa, é possível observar que a faixa etária que mais aderiu à pesquisa foi à faixa etária entre 25 e 29 anos que representa 38% dos respondentes.

De acordo com Mazeto (2021), a partir dos 20 anos de idade, a população tende a entrar no mercado de trabalho e passa a ser responsável por seu próprio consumo de equipamentos eletroeletrônicos, estando mais atento a novos equipamentos e tecnologias que surgem com grande rapidez no mercado. Esse perfil se estende até a faixa dos 40 anos de idade, quando as pessoas passam a priorizar o consumo de outros bens, de maior valor ao invés do consumo de equipamentos eletroeletrônicos. A partir dos 40 anos, as pessoas tendem a se preocupar cada vez menos com a necessidade de troca de equipamentos eletrônicos, e por esse motivo se tende a se tornar a faixa etária que apresenta menores taxas de geração de lixo eletrônico. É possível observar que 85% dos respondentes apresentam idades entre 20 e 39 anos, sendo essa a faixa etária definida em estudos como a faixa etária que mais gera lixo eletrônico, de acordo com dados referentes a compras online realizado pela Kantar (2021).

Com isso, é possível observar que o questionário foi respondido majoritariamente por pessoas que fazem parte do grupo de maiores geradores de lixo eletrônico, indicando que o grupo de interesse do estudo foi alcançado.

Na figura 7 é mostrada as principais respostas dos entrevistados quando questionados a respeito do procedimento adotados, por eles, em relação ao descarte de seu lixo eletrônico. Nesta pergunta, foram aceitas respostas múltiplas, uma vez que podem ser adotados procedimentos diferentes em cada descarte.

Figura 7 - Comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico gerado



Fonte: Próprio autor

Analisando as respostas obtidas é possível observar que 45% dos entrevistados assumem não ter o hábito de descartar equipamentos eletroeletrônicos, mantendo estes em suas casas mesmo sem uso. Esse comportamento é semelhante ao observado em outros estudos, o que indica que muito ainda tem que ser feito, a fim de incentivar que as pessoas procurem por realizar o descarte correto destes equipamentos (XAVIER; LINS, 2018; GUIMARÃES, 2021).

Dos entrevistados, 38% declararam que vendem ou fazem doação dos equipamentos a terceiros. Este comportamento é muito utilizado quando o equipamento continua apresentando condições de uso, mas não atende as necessidades de seu usuário, sendo por este entregue, por meio de venda ou doação, a pessoas que apresentam necessidades que se adequam ao que o equipamento ainda pode oferecer. Quando o equipamento não apresenta mais condição nenhuma de uso, uma alternativa apresentada pelos entrevistados está na venda ou doação a empresas de assistência técnica, onde os equipamentos são desmontados e são retiradas peças

em perfeito estado e que podem ser reutilizadas em outros equipamentos. Esse procedimento é conhecido como metareciclagem (BIO3, 2018).

Outro dado importante é que 26% dos entrevistados disseram que levam seu lixo eletrônico a lojas de eletrônicos que apresentam iniciativas de recolha destes materiais, como por exemplo, franquias da Vivo, Tim, Claro, Carrefour, Extra, entre outras. Foi observado que 23% dos entrevistados disseram que fazem doação dos materiais a catadores de recicláveis, acreditando assim, que contribuem com a renda destes. 11% dos entrevistados relatam que todo lixo eletrônico gerado por eles é recolhido por uma empresa que trabalha especificamente com esses materiais, fazendo a retirada deste na casa de todas as pessoas que solicitam o serviço. Nos três casos apresentados, o caminho do material costuma ser o mesmo, sendo que estes acabam sendo entregues em locais que passam a ser responsáveis por sua reciclagem ou descarte.

Um dado preocupante levantado a partir das respostas obtidas está no fato de que 25% dos entrevistados assumiram que descartam seu lixo eletrônico juntamente com seu lixo doméstico. O grande problema deste tipo de descarte está no fato de que o lixo eletrônico apresenta quantidades significativas de materiais tóxicos, como chumbo e mercúrio, e que podem causar problemas ambientais e na saúde de quem entra em contato com estes elementos. Um ponto a ser considerado é que os entrevistados podem apresentar receio de escolher esta opção, embora a pratiquem (REIS, 2014). Por este motivo, este resultado é indicativo de que o descarte juntamente com o resíduo domiciliar acontece, mas não deve ser tomado como absoluto, uma vez que pode não representar a situação real. Pode-se também pressupor que grande parte dos 45% dos entrevistados que guardam os resíduos eletrônicos em sua própria residência em algum momento fará a opção pelo descarte, venda ou doação.

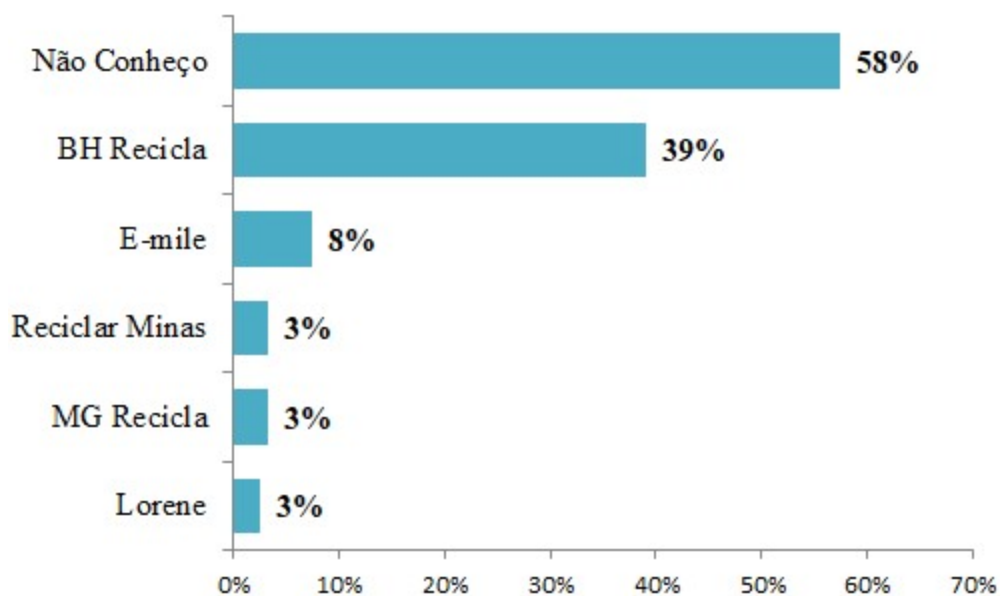
Os demais 6% dos entrevistados responderam que adotam outros procedimentos. Quando questionados a respeito do procedimento adotados, 1% destes responderam que costumam separar em sacos ou caixas, mas que, enviam junto com o lixo doméstico. Os outros 5% responderam que descartam em escolas e associações onde existem pontos de coleta para estes materiais. Vale ressaltar que deste, 4% indicaram o CEFET - MG como uma instituição que disponibiliza um ponto de coleta de lixo eletrônico.

Por fim, é possível observar que através desta pergunta foi identificado que o descarte incorreto ainda é a opção mais realizada (considerando os casos nos quais os equipamentos são guardados em casa e descartado junto com o lixo doméstico). No entanto, é possível observar que uma grande parcela dos entrevistados tem buscado por alternativas corretas para

o descarte de seu lixo eletrônico. Comportamento semelhante foi observado por Mota (2016) após a realização de uma pesquisa semelhante.

Na figura 8 são apresentadas as principais respostas dadas pelos entrevistados quando questionados se conhecem alguma empresa em na região metropolitana de Belo Horizonte que trabalha com lixo eletrônico. Nesta pergunta, foram aceitas respostas múltiplas, uma vez que é possível o conhecimento de mais de uma empresa por cada entrevistado.

Figura 8 - Conhecimento de empresas que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: Próprio autor

Conforme pode ser observado, 58% dos entrevistados afirmam não conhecer nenhuma empresa que trabalha com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. Esse fato pode estar relacionado a diversos fatores, entre eles, a pouca ou nenhuma divulgação de informações sobre o tema por parte das empresas, falta de interesse dos entrevistados em procurar informações sobre tais empresas, busca por alternativas mais fáceis de descarte, descarte em quantidades pequenas o que não justificaria a entrega a empresas especializadas, entre outras.

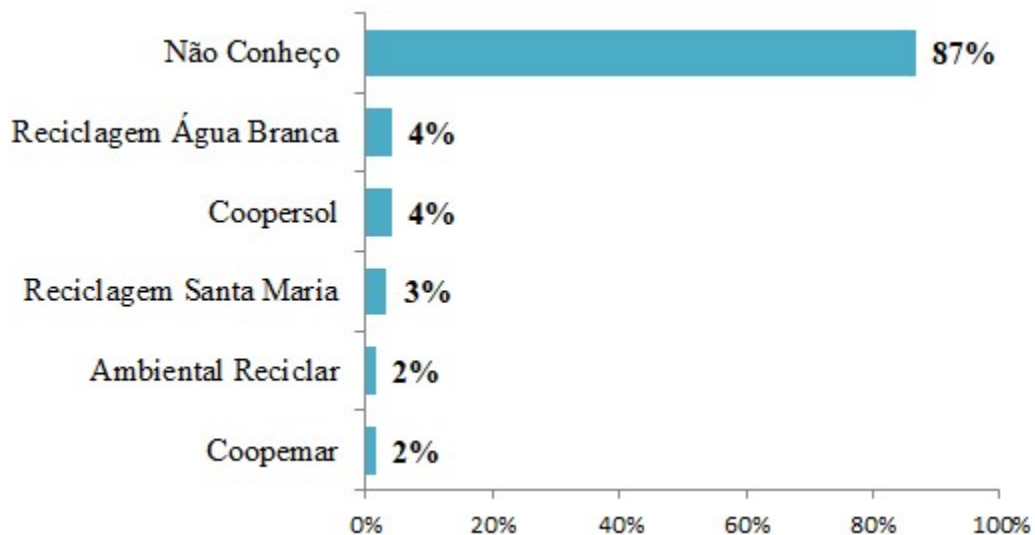
Entre as empresas apresentadas, a BH Recicla foi citada por 39% dos entrevistados, sendo a mais citada entre as demais. Esse fato pode ser justificado pelo fato da empresa investir em campanhas e divulgações por meios de redes sociais, e estas acabam atingindo um público muito maior, facilitando a divulgação de informações e direcionamento a respeito de como deve ser feito o descarte do lixo eletrônico da maneira correta.

A empresa E-mile foi citada por 8% dos entrevistados, este resultado pode estar relacionado ao fato de ser uma empresa criada recentemente (aproximadamente 9 anos) e ainda ser considerada uma empresa de pequeno porte. As empresas, Reciclar Minas, MG Recicla e Lorene foram citadas por 3% dos entrevistados cada.

Por fim, com base nas respostas obtidas é possível observar que os entrevistados relatam, em sua maioria, não conhecer empresas que trabalham diretamente com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. A iniciativa por parte de algumas empresas em divulgar informações através de redes sociais, tem alcançado resultados significativos em relação à conscientização da população, no entanto, o alcance destas informações ainda é pequeno.

Na figura 9 são mostradas as respostas dadas pelos entrevistados quando questionados se conhecem alguma cooperativa de catadores na região metropolitana de Belo Horizonte que trabalha com lixo eletrônico. Nesta pergunta, foram aceitas respostas múltiplas, uma vez que é possível o conhecimento de mais de uma cooperativa por cada entrevistado.

Figura 9 - Conhecimento de cooperativas de catadores que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte



Fonte: Próprio autor

A partir da análise das respostas obtidas, é possível observar que 87% dos entrevistados afirmam não conhecer nenhuma cooperativa de catadores que trabalhe com a coleta e/ou reciclagem de lixo eletrônico. Este resultado pode ser justificado pelo fato de muitas cooperativas não trabalharem com divulgação de seu trabalho, muitas das vezes elas acabam por receber materiais das mesmas fontes (empresas ou pessoas). Algumas

cooperativas trabalham através de parcerias com empresas que entregam o lixo eletrônico direto a estas, não sendo viável, às vezes receber materiais de várias fontes. Outra suposta justificativa pode estar no fato de que os catadores que recolhem os materiais pela cidade, muitas das vezes não informam para onde estes são levados, então, embora ele provavelmente siga para uma cooperativa, nem sempre o nome desta é divulgado a quem o descarta.

As cooperativas Coopersol e Reciclagem Água Branca foram citadas por 4% dos entrevistados cada, a Reciclagem Santa Maria foi citada por 3% dos entrevistados e a cooperativa Coopemar e Ambiental Reciclar foram citadas por 2% dos entrevistados. No entanto, embora a Reciclagem Água Branca, Reciclagem Santa Maria e Ambiental Reciclar tenham sido citadas como cooperativas, nenhuma delas é de fato uma cooperativa, todas as três são empresas do ramo de reciclagem, onde podem ser recicladas peças extraídas do lixo eletrônico (como cobre, alumínio, polímeros, entre outros), mas estas não recebem diretamente o lixo eletrônico, como computadores e impressoras inteiras.

Por fim, é possível observar que talvez o conceito de cooperativa e empresa não tenha sido muito bem definido ao longo do questionário e por este motivo, foram citadas empresas como se estas fossem cooperativas. No entanto, ao analisarmos o resultado como um todo é possível observar que este equívoco pode ser relevado, uma vez que independente das empresas citadas erroneamente, ainda assim a maioria dos entrevistados afirmou não ter conhecimento de nenhuma cooperativa que trabalha com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. Este comportamento já era esperado, uma vez as cooperativas não costumam fazer campanhas e divulgações que lhes permitiria o alcance de um público maior, estando estas voltadas para públicos selecionados, através de parcerias e diretamente com catadores.

5.2 Conhecimento das legislações e normas para descarte de lixo eletrônico

Quando questionados a respeito do conhecimento da Lei que institui a Política nacional de resíduos sólidos, 23% dos entrevistados afirmaram que conhecem a lei, 53% afirmaram que não conhecem a lei e 24% afirmaram já terem ouvido falar, mas não terem conhecimento do que ela trata. Por esse recorte, é possível observar que 77% dos entrevistados não conhecem a referida lei, seja por não terem se aprofundado no assunto abordado por ela ou por nunca terem ouvido falar.

Na figura 10 são mostradas as respostas dadas pelos entrevistados quando questionados a respeito da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Figura 10 - Conhecimento da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010



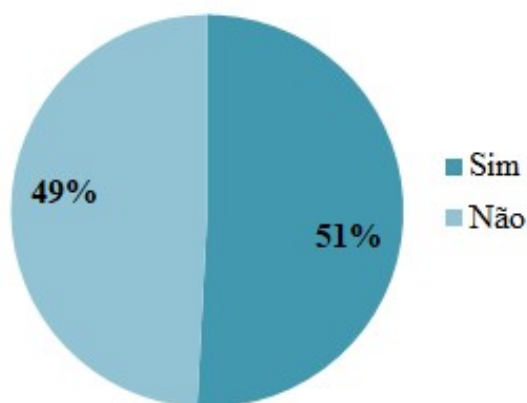
Fonte: Próprio autor

A referida Lei trata da disposição de resíduos sólidos, não sendo exclusiva à materiais eletroeletrônicos. No entanto, ela pode ser considerada uma das bases da reciclagem de lixo eletrônico no Brasil, por trazer o conceito de logística reversa, conceito este que atualmente está sendo muito utilizado nas políticas e iniciativas referentes ao lixo eletrônico.

Por fim, é possível observar que embora tenha sido observado na questão a respeito do comportamento do entrevistado frente ao lixo eletrônico por ele gerado, que existem iniciativas próprias para que o material seja descartado de maneira correta. Estas iniciativas possivelmente tiveram início a partir da própria consciência social de cada um, não tendo como base rígida a Lei que fundamenta a prática da reciclagem.

Com base na figura 11, são apresentadas as respostas dadas pelos entrevistados ao serem questionados a respeito do conceito da logística reversa.

Figura 11 - Conhecimento do conceito de logística reversa

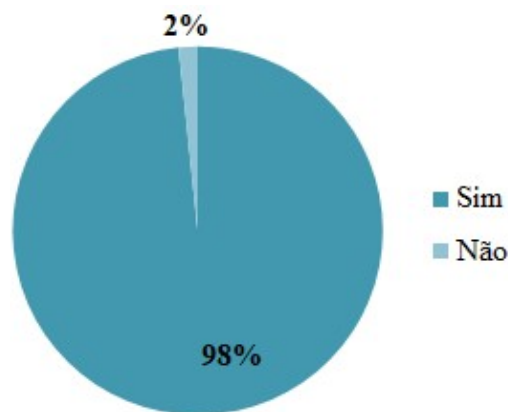


Fonte: Próprio autor

Quando questionados a respeito do termo logística reversa, 51% dos entrevistados afirmaram conhecerem o termo, enquanto 49 % afirmaram nunca terem ouvido falar. Em seguida, foi apresentado a todos os entrevistados o conceito de logística reversa, bem como o decreto 10.240 de 12 de fevereiro de 2020, que propõe a elaboração de iniciativas que visem implementar a logística reversa para equipamentos eletroeletrônicos.

Analisando a figura 12 é possível observar que ao serem informados a respeito da logística reversa, 98% dos entrevistados afirmaram se tratar de um tema muito importante a ser tratado, e concordam que existe a necessidade de melhor divulgação de informações a respeito.

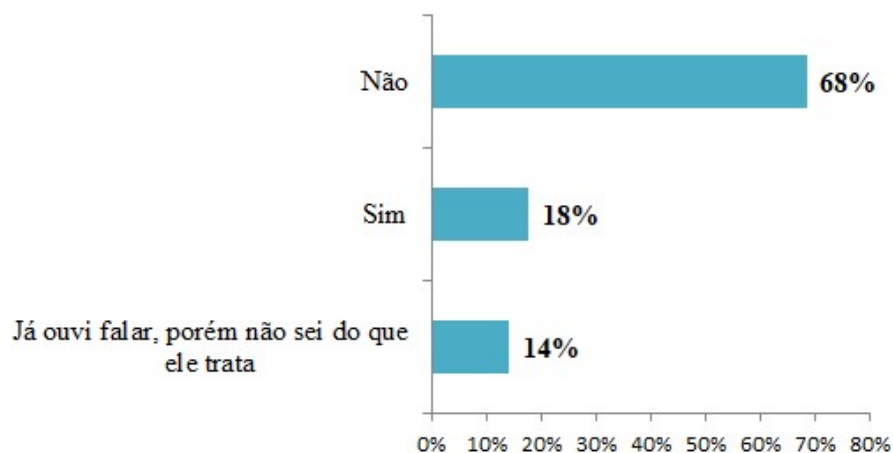
Figura 12 - Importância da logística reversa



Fonte: Próprio autor

Em fevereiro de 2020 foi assinado um o Decreto 10.240 que incentiva a logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos. Na figura 13 são apresentadas as respostas dos entrevistados quando questionados se com ou já ouviram falar sobre o referido decreto.

Figura 13 - Conhecimento do Decreto 10.240 de 12 de fevereiro de 2020



Fonte: Próprio autor

Analisando as respostas é possível observar que 68% dos entrevistados afirmam não conhecerem nem nunca terem ouvido falar sobre o decreto, enquanto 18% afirmam que tem conhecimento do decreto. 14% dos entrevistados assumem já terem ouvido falar neste decreto, no entanto, afirmam não saber o assunto abordado por ele.

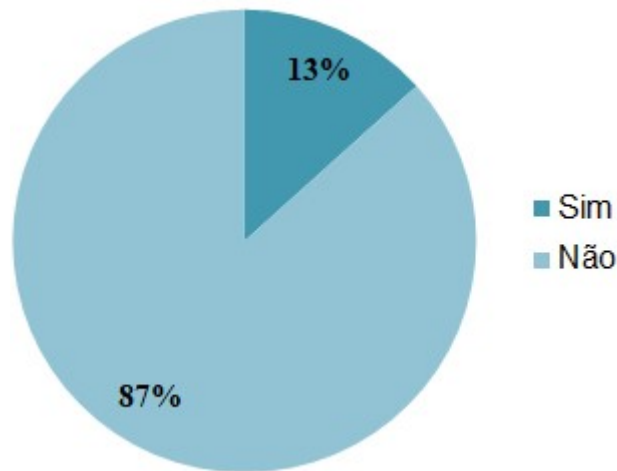
A partir dos resultados obtidos, é possível observar que 82% dos entrevistados nunca ouviram falar a respeito do Decreto 10.240, não estando cientes dos pontos abordados e determinados nele. O fato de ser uma normativa recente pode ser uma das justificativas plausíveis para a falta de conhecimento deste material. Outra justificativa pode estar na falta de divulgação destas informações à população por parte das empresas e órgãos públicos, falta de iniciativas em cumprimento do Decreto, além da falta de interesse da população na busca por informações para realização do descarte correto. Uma justificativa que poderia ser utilizada para justificar a falta de conhecimento das diretrizes do decreto está na publicação deste cerca de um mês antes do início da pandemia de COVID-19. O isolamento social e as políticas restritivas adotadas podem ter contribuído para que as empresas não investissem no desenvolvimento de novos procedimentos dado à incerteza do mercado.

A partir dos resultados obtidos, é possível observar que 82% dos entrevistados nunca ouviram falar a respeito do Decreto 10.240, não estando cientes dos pontos abordados e determinados nele. O fato de ser uma normativa recente pode ser uma das justificativas plausíveis para a falta de conhecimento deste material. Outra justificativa pode estar na falta de divulgação destas informações à população por parte das empresas e órgãos públicos, falta de iniciativas em cumprimento do Decreto, além da falta de interesse da população na busca por informações para realização do descarte correto. Uma justificativa que poderia ser utilizada para justificar a falta de conhecimento das diretrizes do decreto está na publicação deste cerca de um mês antes do início da pandemia de COVID-19. O isolamento social e as políticas restritivas adotadas podem ter contribuído para que as empresas não investissem no desenvolvimento de novos procedimentos dado à incerteza do mercado.

É possível observar que 87% dos entrevistados afirmam não conhecer nenhuma empresa que pratica a logística reversa de lixo eletrônico, seja por presença de pontos de coleta ou iniciativas de recolhimento. 13% dos entrevistados afirmam conhecer empresas que disponibilizam pontos de coleta ou realizam o recolhimento de lixo eletrônico.

Na figura 14 são mostradas as respostas dos entrevistados quando questionados se conhecem alguma empresa, situada na região metropolitana de Belo Horizonte, que pratica a logística reversa de equipamentos eletrônicos.

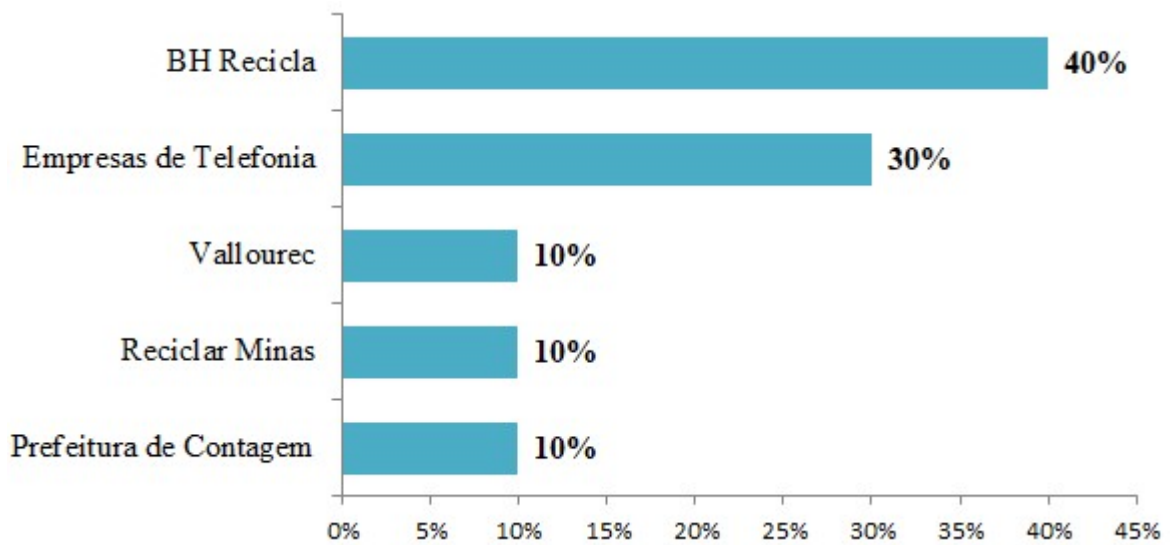
Figura 14 - Conhecimento de empresas com iniciativas de logística reversa



Fonte: Próprio autor

Aos entrevistados que afirmaram conhecer empresas que adotam as práticas de logística reversa, foi solicitado que informassem quais empresas conhecem. Na figura 15 são apresentadas as empresas citadas.

Figura 15 - Empresas que praticam a logística reversa



Fonte: Próprio autor

Quando analisamos as empresas citadas pelos entrevistados, é possível observar que apenas duas são empresas de reciclagem, sendo a BH Recicla e Reciclar Minas citadas por 40% e 10% dos entrevistados respectivamente.

As empresas de telefonia citadas, a Prefeitura de Contagem e a Vallourec fazem parte de um grupo que pode ser definido como intermediadores, sendo elas responsáveis por

recolher o lixo eletrônico dos usuários, através de pontos de coletas instalados nas dependências de suas empresas. No entanto, todo material recolhido é encaminhado para outras empresas que serão responsáveis pelo descarte correto destes materiais.

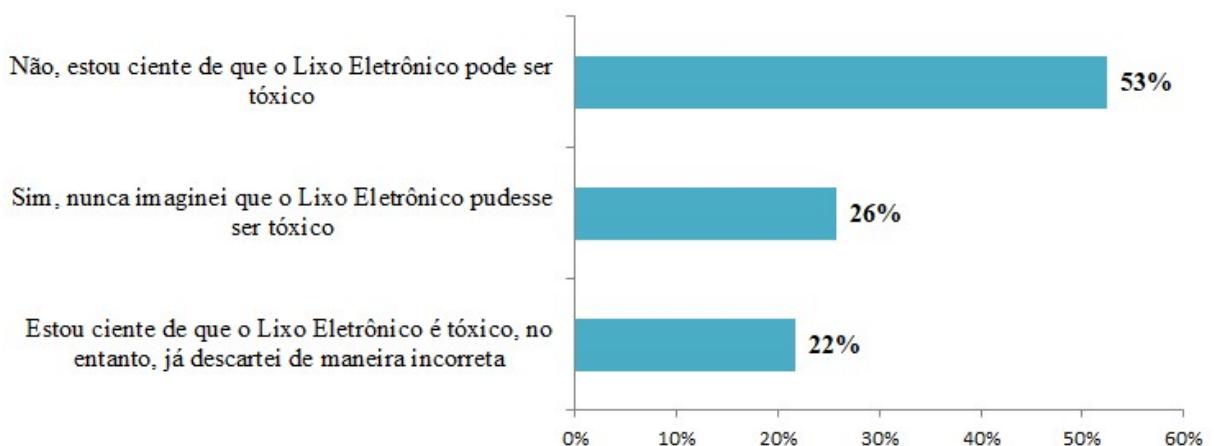
Quando a Vallourec e a Prefeitura de Contagem foram questionadas a respeito dos motivos que as levam a disponibilizar pontos de coleta de lixo eletrônico em suas dependências, ambas foram categóricas ao afirmarem que entendem a necessidade de incentivar que seus colaboradores e a sociedade possam descartar seu lixo eletrônico de maneira correta, por esse motivo decidiram instalar pontos de coleta que visam facilitar o processo de descarte.

As empresas de telefonia afirmaram que fazem parte do grupo de empresas citados pelo Decreto 10.240 como parte responsável pelo recolhimento e destinação correta do lixo eletrônico através da logística reversa. E por este motivo, vem buscando implementar em suas lojas pontos de coletas e incentivando o descarte correto através de promoções e descontos. Os usuários descartam o lixo eletrônico em uma das lojas destas empresas e podem ganhar descontos ou prêmios na compra de novos equipamentos, incentivando assim o descarte correto do lixo eletrônico e ao mesmo tempo o consumo de novos equipamentos.

5.3 Conhecimento sobre o lixo eletrônico

Esta etapa de perguntas busca entender o quanto os entrevistados afirmam ter conhecimento sobre o que é lixo eletrônico e quais os problemas relacionados ao descarte incorreto deste. Na figura 16 são apresentadas as respostas dos entrevistados quando questionados a respeito do lixo eletrônico apresentar materiais tóxicos em sua composição.

Figura 16 - Toxicidade do lixo eletrônico e quais as medidas adotadas



Fonte: Próprio autor

Foram apresentadas a todos os entrevistados, informações sobre a presença de materiais tóxicos no lixo eletrônico, como chumbo e mercúrio, por exemplo, ressaltando a importância do descarte correto destes materiais. Em seguida, todos foram questionados tinham conhecimento sobre esta informação e se já descartaram de maneira inadequada.

Analisando as respostas obtidas, é possível observar que 53% dos entrevistados assumem que não descartam o lixo eletrônico de maneira incorreta por saberem que estes materiais podem ser tóxicos. Outros 26% dos entrevistados afirmam que já descartaram lixo eletrônico de maneira incorreta por não terem conhecimento da toxicidade deste.

O resultado mais impactante a esta pergunta está em 22% dos entrevistados que responderam que estão cientes de que o lixo eletrônico apresenta materiais que podem ser tóxicos, no entanto, mesmo assim descartam estes materiais de maneira incorreta. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato de não ser uma tarefa fácil encontrar locais para descarte de lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. Sendo mais fácil optar pelo descarte incorreto, que não ocupa tempo do usuário. Embora o percentual de pessoas que afirmam estar cientes e mesmo assim, acabam descartando de maneira incorreta, este pode ser subestimado, uma vez que alguns entrevistados assumiram se envergonhar de agirem deste jeito.

Na figura 17 são apresentadas as respostas dos entrevistados quando questionados se tinham conhecimento da presença de metais de valor agregado no lixo eletrônico.

Figura 17 - Presença de metais com valor agregado no lixo eletrônico.



Fonte: Próprio autor

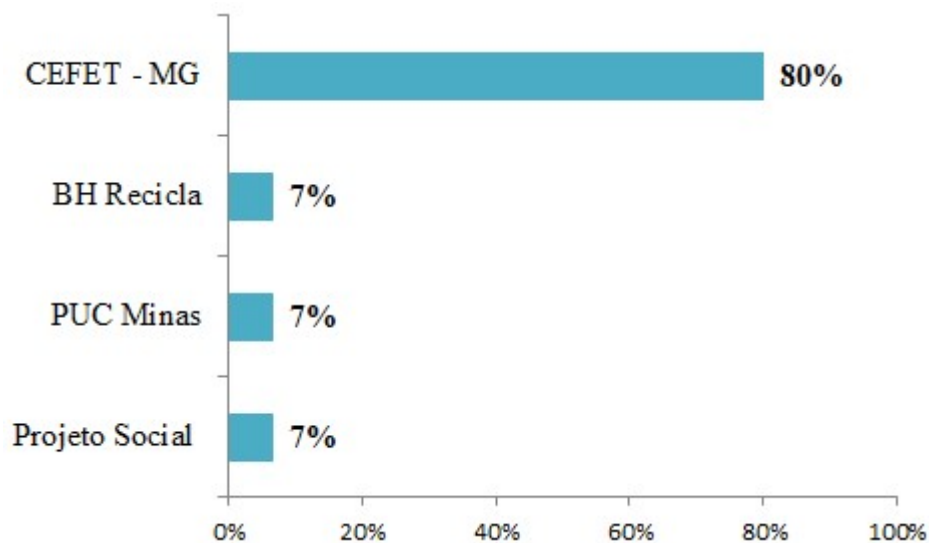
Quando questionados se estavam cientes da presença de metais de valor agregado no lixo eletrônico, 83% dos entrevistados afirmaram saber que existem metais nobres no lixo

eletrônico. Quando questionados a respeito de quais metais seriam estes, foram citados ouro e prata como sendo metais nobres presentes no lixo eletrônico.

O restante dos entrevistados, 17%, afirmaram que não tinham conhecimento da presença de metais de valor agregado no lixo eletrônico. Quando questionados se essa informação mudava a forma de pensar sobre este material, 60% deste grupo afirmaram que o fato de saber da existência de metais de valor agregado, não mudava em nada o que pensavam a respeito deste material, o restante respondeu que tem interesse de saber o que é feito com estes metais após o descarte dos equipamentos e se existe alguma forma de recuperação destes.

Na figura 18 são apresentadas as respostas dadas pelos entrevistados quando questionados se conhecem ou já ouviram falar de algum projeto, de empresa privada ou instituição de ensino, que busca desenvolver métodos de recuperação de metais de alto valor agregado.

Figura 18 - Iniciativas para recuperação de metais nobres do lixo eletrônico.



Fonte: Próprio autor

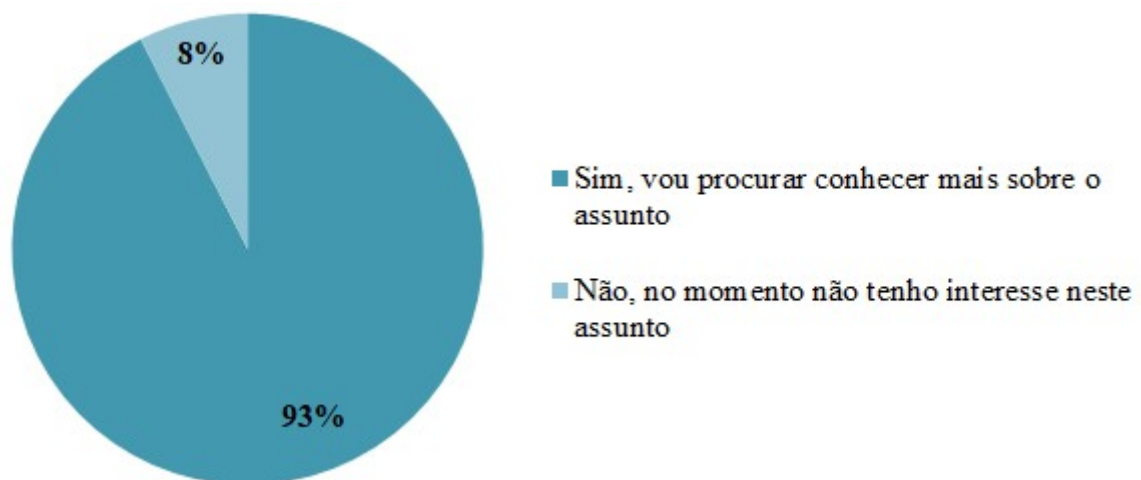
Quando questionados a respeito de conhecerem alguma empresa ou instituição de ensino que desenvolve projetos de recuperação dos metais nobre presentes no lixo eletrônico, 14% dos entrevistados afirmaram conhecer algum projeto. Estes ao serem questionados a respeito do nome da empresa ou instituição de ensino que realizam tais projetos, 80% dos respondentes afirmam ter conhecimento que o CEFET-MG realiza alguns projetos nessa área. Projetos sociais de bairro, PUC Minas e a empresa BH Recicla foram citados por 7% cada.

Um ponto interessante a ser abordado nesta questão é o fato da maioria dos entrevistados terem citado o CEFET-MG quando questionados se conheciam algum projeto de recuperação de mateias nobres. Uma possível justificativa seria o fato de boa parte dos entrevistados serem alunos do CEFET-MG ou possuírem algum vínculo com alunos da instituição. Aproximadamente 15% das pessoas que responderam ao questionário são alunos do Departamento de Engenharia de Materiais do CEFET-MG, onde são realizados projetos de reciclagem de lixo eletrônico, sendo que estes podem ter divulgado o projeto para pessoas de fora da instituição ou de outros cursos. No entanto, uma parcela considerável dos respondentes não estuda na instituição ou tem vínculo direto com pessoas que fazem partes deste meio, com isso, é possível salientar que as iniciativas de divulgação em redes sociais, e elaboração de materiais didáticos realizadas pelo grupo que realiza o projeto, podem estar conscientizando e levando informações a pessoas externas à instituição onde o projeto é realizado.

Quando questionados se já procuraram saber mais a respeito destes projetos, todos os entrevistados que compõem o grupo afirmaram ter conhecimento da existência de projetos, no entanto, nunca procuraram conhecer mais sobre estes.

Na figura 19 são apresentadas as respostas dos entrevistados quando questionados se a pesquisa aplicada foi capaz de despertar o interesse a respeito do lixo eletrônico.

Figura 19 - Contribuição da pesquisa no interesse pelo tema



Fonte: Próprio autor

Para 93% dos entrevistados a realização desta pesquisa foi suficiente para despertar interesse em buscar novas informações a respeito do lixo eletrônico, por exemplo, maneira correta de descartar, onde descartar, se é possível transformar o lixo eletrônico em dinheiro.

Embora acreditem que encontrar informações a respeito do lixo eletrônico não seja uma tarefa fácil, a maioria dos entrevistados afirmou que irá buscar mais informações sobre lixo eletrônico.

Alguns comportamentos foram identificados e chamaram a atenção por terem sido declarados apesar de se tratar de procedimentos inadequados, como é o caso dos entrevistados que afirmam descartar lixo eletrônico juntamente com o lixo doméstico, e os que afirmam saber que não devem descartar estes materiais de qualquer maneira, mas ainda assim o fazem.

Levando em consideração o levantamento realizado por Reis (2014), referente ao lixo eletrônico gerado da cidade de Fox do Iguaçu, é possível observar a pesquisa realizada na região metropolitana de Belo Horizonte apresenta resultados semelhantes aos encontrados por Reis. De maneira geral, em ambos os estudos, foi identificado que o maior obstáculo enfrentado a respeito da reciclagem do lixo eletrônico é a falta de conscientização da população. Embora iniciativas estejam surgindo, como por exemplo, a divulgação de campanhas e informações em sites e redes sociais, ainda há um longo caminho a ser percorrido até que a reciclagem de lixo eletrônico alcance níveis semelhantes aos níveis de geração destes resíduos.

5.4 Principais desafios enfrentados por empresas que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.

Com o objetivo de manter o sigilo das informações apresentadas, o nome das empresas entrevistadas não será divulgado, por este motivo, estas serão apresentadas como Empresa A, B e C. As empresas entrevistadas foram definidas levando-se em conta o ramo de atuação, os serviços prestados, o porte (micro, pequeno, médio ou grande), e o conhecimento da empresa por parte da população.

5.4.1 Perfil das empresas entrevistadas

A primeira etapa do processo de entrevista foi o levantamento das principais características das empresas a serem entrevistadas, é importante entender quais serviços são prestados por cada uma destas e conhecer a dimensão destes.

Um dos parâmetros usados para definir as empresas que foram entrevistadas está relacionado às características de cada uma. Na figura 20 são apresentadas as informações das empresas entrevistadas segundo as variáveis de porte e atividade desenvolvida.

Figura 20 - Características das empresas entrevistadas

Empresa A	Empresa B	Empresa C
<ul style="list-style-type: none"> • Microempresa • Coleta e separação de sucatas metálicas e eletrônicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microempresa • Coleta e comércio de sucatas metálicas e eletrônicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande • Comércio de sucatas metálicas e eletrônicas.

Fonte: Próprio autor

Empresa A – Focada no recebimento de materiais eletroeletrônicos de pessoas físicas e jurídicas, a empresa investe na divulgação em redes sociais na busca por novos parceiros. São disponibilizados canais de interação com clientes que desejam descartar seu lixo eletrônico, dependendo da quantidade o material é recolhido na casa do cliente sem custos ou pode ser entregue no galpão da própria empresa. No caso de grandes quantidades, a empresa realiza a compra dos materiais. Os materiais são recebidos, descaracterizados, separados e revendidos de acordo com sua composição, o que não é vendido é encaminhado a um aterro especializado no descarte de materiais perigosos.

Empresa B – Recebe materiais geralmente por meio de doações de pessoas físicas e realiza a compra de catadores e pequenas empresas, a estratégia de trabalho é focada na instalação de pontos de coleta em estabelecimentos comerciais, onde é possível o descarte de lixo eletrônico se custos a população. Os materiais são recebidos, descaracterizados, separados e revendidos de acordo com sua composição, da mesma forma que acontece na empresa A, todo material que não pode ser reaproveitado é enviado para descarte ambientalmente correto em um aterro especializado.

Empresa C – Os materiais recebidos são adquiridos de pessoas jurídicas em maiores lotes, recebem também alguns materiais de empresas que praticam a logística reversa e de cooperativas, os valores pagos variam de acordo com a carga de material entregue a empresa. Todo material após recebimento é descaracterizado, separado, analisado em laboratório, por fim são tratado e encaminhado para processos de reciclagem que acontecem fora do Brasil, os materiais não aproveitados são encaminhados para descarte ambientalmente corretos.

5.4.2 Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico

Outro parâmetro importante a ser entendido está nos principais desafios enfrentados por cada empresa no ramo de atuação. Por se tratar de empresas de diferentes estruturas e porte, os desafios e dificuldades enfrentados por cada uma é diferente, embora todas apresentem o mesmo ramo de atuação. Abaixo são apresentadas as respostas de cada empresa quando questionadas a respeito das realidades enfrentadas.

Empresa A – O maior desafio encontrado pela empresa sempre foi o de aumentar a quantidade de material recebido, afirmaram que a iniciativa de produzir materiais que são divulgados por meios digitais tem contribuído para o aumento da iniciativa da população na busca por encaminhar os materiais ao descarte correto. Antes do período da pandemia que o mundo está enfrentando, a quantidade de material recebido apresentava aumento constante, no entanto, durante o período de isolamento, houve uma queda na quantidade de material recebido devido às mudanças na rotina dos clientes. As empresas que antes descartavam com periodicidade tiveram que se adequar as novas realidades, diminuindo a geração de lixo eletrônico principalmente devido a modalidade de home office, já as pessoas físicas começaram a descartar mais lixo eletrônico devido ao aumento do consumo de novos equipamentos para adequação as novas rotinas adotadas. Buscando enfrentar as mudanças, a empresa tem investido ainda mais na divulgação de campanhas e materiais informativos através das redes sociais, sendo que esta iniciativa tem apresentado um retorno positivo.

Empresa B – Por se tratar de uma empresa pequena e com poucos anos de mercado, os grandes desafios enfrentados por esta são o de se adequar as legislações referentes ao ramo de atividade, a necessidade de manter o fluxo de recebimento de materiais constante, e o desenvolvimento de métodos que aperfeiçoem os processos adotados. Com relação aos desafios encontrados durante a pandemia, a empresa afirma que os impactos foram sentidos, mas não foram muito significativos devido ao fato do principal público ser de pessoas físicas.

Empresa C – Por se tratar de uma empresa de grande porte e bem estruturada, os principais desafios encontrados até aqui são o de aumento na capacidade de recebimento e produção e desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que permitam o maior aproveitamento possível deste material. Os desafios enfrentados durante a pandemia foram relevantes, uma vez que se trata de uma empresa que recebe material de pessoas jurídicas. Com a maior parte das empresas migrando para a realidade de home office, a geração de lixo eletrônico foi diretamente impactada, uma vez que os padrões de consumo destes

equipamentos também mudaram. O impacto acabou levando a demissão de alguns funcionários devido ao cenário de crise.

5.4.3 Investimento em inovações

É comum que empresas de reciclagem busquem o aprimoramento de métodos por meio de novos procedimentos, uso de tecnologias e iniciativas. A seguir são apresentadas as respostas de cada empresa quando questionadas a respeito de possíveis investimentos em inovações foram:

Empresa A – O projeto de investir em novas tecnologias sempre foi uma meta a longo prazo, no entanto a atual situação econômica do país tem impulsionado a empresa a antecipar tais metas, uma vez que se torna imprescindível a busca por iniciativas inovadoras. Embora o cenário econômico seja incerto, pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de serem colocadas em prática assim que possível.

Empresa B – Sempre foi de interesse da empresa em investir no desenvolvimento de novas tecnologias que permitissem um melhor aproveitamento do lixo eletrônico, focando inclusive no estudo a respeito da recuperação de metais de alto valor agregado. Os estudos continuam, no entanto, a hipótese de investimentos é vista com cautela devido as incertezas de mercado.

Empresa C – Faz parte da realidade da empresa o investimento em pesquisas e inovação. As iniciativas não foram impactadas devido ao cenário atual, continuam sendo realizadas por acreditarem que este será um grande diferencial no final da crise e confiarem no potencial das pesquisas que estão em andamento. A Empresa realiza a reciclagem do lixo eletrônico recebido aqui no Brasil em filiais no exterior, esta prática é economicamente viável e rentável, uma vez que nessas filiais, a estrutura já está adequada aos processos realizados. No momento, não há a expectativa de construção de uma planta de reciclagem no Brasil devido ao alto custo que representaria e a existência de poucos incentivos por parte do governo brasileiro, sendo mais viável economicamente exportar o lixo eletrônico gerado aqui.

5.5 Principais desafios enfrentados por cooperativas de catadores que trabalham com lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte.

Da mesma forma que o nome das empresas foi mantido em sigilo, os nomes do catador e da cooperativa também serão mantidos em sigilo. Os resultados são apresentados de acordo com o roteiro utilizado nas entrevistas.

5.5.1 Perfil dos entrevistados

Cooperativa – A cooperativa entrevistada está situada em Belo Horizonte e possui parceria com a prefeitura de Belo Horizonte. A prefeitura é responsável pelos pontos de coleta de lixo eletrônico espalhados pela cidade e a cooperativa é responsável por retirar os materiais e realizar o descarte correto destes. A associação é composta por catadores de recicláveis que fazem a coleta em residências e eco pontos com a utilização de frota própria de veículos. O material é recolhido, separado e revendido de acordo com sua composição e características.

Catador de recicláveis – O entrevistado é morador da região metropolitana de Belo Horizonte e trabalha recolhendo recicláveis pelas ruas há aproximadamente 20 anos. Possui ensino fundamental incompleto e afirma que toda a renda utilizada para sustento de sua família é proveniente do material recolhido por ele. Trabalha recolhendo lixo eletrônico nas ruas e em seguida revende todo o material a cooperativas ou empresas (ferro velho), levando em conta o melhor preço praticado.

5.5.2 Principais desafios enfrentados na reciclagem de lixo eletrônico.

Cooperativa – As cooperativas são formadas por famílias de catadores que trabalham em etapas, todo o lucro gerado no processo é revertido às famílias que participam do projeto e no investimento em melhorias para a cooperativa. Todas as famílias do projeto dependem da renda gerada, e por este motivo, é importante buscar sempre aumentar a entrada desses materiais e manter constante o processo, sendo este o principal desafio enfrentado pela cooperativa entrevistada. Durante o a pandemia de COVID-19, os hábitos das pessoas mudaram, estas ao se verem isoladas dentro de casa, começaram a perceber que estava na hora de trocar alguns equipamentos eletroeletrônicos que já não funcionavam bem ou que não apresentavam tecnologia adequada as novas demandas de home office e aulas remotas. Com isso, a quantidade de lixo eletrônico aumentou, e o descarte também aumentou, no entanto, na maior parte de vezes de maneira inadequada. A quantidade proveniente dos ecopontos espalhados pela região metropolitana de Belo Horizonte cresceu, no entanto, a quantidade entregue à cooperativa por meio de catadores de recicláveis aumentou significativamente, devido ao fato dos materiais serem descartados pelas ruas e lixeiras comuns da cidade. É comum que as pessoas deixem materiais eletrônicos como, por exemplo, celulares sem condição de uso em caixas e sacolas próximo ao lixo doméstico, ao se deparar com esse material, os catadores o recolhem e levam até a cooperativa. A entrevistada acredita que apesar da população estar se conscientizando da importância do descarte correto do lixo

eletrônico, ainda falta muito para que seja possível diminuir os impactos gerados pelo descarte incorreto destes materiais.

Catador de recicláveis – Segundo o entrevistado em se tratando de lixo eletrônico, o maior desafio é saber onde este material pode ser entregue para gerar maior retorno financeiro. De maneira geral, ele afirma que o valor pago por equipamentos eletrônico não é alto, e por este motivo, é mais vantajoso recolher outros tipos de materiais, como sucata metálica, por exemplo, que garante a ele um maior retorno financeiro por se tratar de um material de venda fácil. No entanto, o próprio entrevistado afirma ter a consciência de que é possível arrecadar maior valor com o lixo eletrônico desde que este seja bem separado, embora não saiba como fazer tais procedimentos. Segundo ele, diversas pessoas já pediram para que ele recolhesse alguns materiais eletroeletrônicos, o entanto, devido aos baixos valores pagos por esse tipo de resíduo, acabou recusando. O entrevistado relata que o durante a pandemia de COVID-19 a quantidade de lixo eletrônico encontrado por ele aumentou, no entanto, as medidas de restrição adotadas pela cidade, dificultaram muito a revenda de materiais recicláveis, uma vez que a maioria das empresas para as quais o entrevistado afirma levar os materiais que recolhe, tiveram que fechar durante este período, o que impactou diretamente no valor pago pelas empresas que continuaram trabalhando.

6 CONCLUSÕES

A realização deste estudo de caso possibilitou melhor entendimento a respeito da reciclagem de lixo eletrônico na região metropolitana de Belo Horizonte. Por se tratar de um material que, na maior parte das vezes percorre rotas informais, o rastreamento de possíveis rotas de reciclagem do lixo eletrônico produzido na região metropolitana de Belo Horizonte se mostrou bastante difícil, principalmente por não haver uma base de dados confiável que permita o fácil acesso as principais informações relacionadas a estes materiais.

A partir dos questionários aplicados a moradores da região metropolitana de Belo Horizonte, foi possível observar que a conscientização das pessoas a respeito da reciclagem de lixo eletrônico ainda é muito pequena, principalmente considerando que os entrevistados apresentam significativo grau de escolaridade. Foi observado, que muitas pessoas ainda descartam seu lixo eletrônico juntamente com seu lixo doméstico, o que é pode acarretar alguns inconvenientes quando levamos em conta o fato destes materiais apresentarem componentes de elevada toxicidade ambiental e de saúde da população.

Todas as empresas entrevistadas se mostraram muito solícitas em relação a entrevista, sendo possível observar que os maiores desafios enfrentados por estas está em manter constantes os volumes de materiais que chegam todos os dias. Durante a pandemia de COVID-19 novos desafios surgiram e a maioria das empresas foi impactada com a diminuição de material recebido, principalmente as empresas de pequeno porte. Todas as empresas entrevistadas afirmaram enxergar no investimento em pesquisas, oportunidades para que novas metas sejam atingidas em um futuro breve.

Assim como as empresas, a cooperativa entrevistada relatou que o principal desafio é aumentar a quantidade de material processado por dia, sendo que durante a pandemia, a quantidade que chega ao depósito através de parcerias diminuiu significativamente, no entanto os materiais que são trazidos por catadores individuais tiveram seu volume aumentado significativamente. Esse fato possivelmente pode ser explicado pelo fato de uma grande parcela da população ter migrado para a modalidade de trabalho de home office, sendo necessário, muitas vezes, a substituição de seus equipamentos eletrônicos, o que acarretou em uma maior geração de lixo eletrônico.

Na entrevista realizada com o catador individual de recicláveis, ficou evidente a necessidade de desenvolvimento de meios que permitam levar maiores informações a essa classe de trabalhadores a respeito de meios de separação do lixo eletrônico, uma vez que o entrevistado afirma saber que poderia obter maiores lucros, caso realizasse alguns

procedimentos simples de separação, embora não saiba afirmar quais procedimentos seriam estes.

Algumas estratégias podem ser definidas a fim aumentar a conscientização da população com relação à importância da reciclagem de lixo eletrônico. Entre elas está a elaboração de materiais que permitam a divulgação de informações a respeito do que é o lixo eletrônico, os motivos pelos quais se devem descartar esses materiais de maneira correta, e apresentação de locais onde o descarte pode ser feito. Vale ressaltar que a prática de reciclagem não é um hábito rotineiro da população brasileira e por este motivo, talvez a melhor estratégia seja a de levar estas informações às crianças, para que estas cresçam cientes da importância da reciclagem e possam colocar estes conceitos em prática quando tiverem a oportunidade. Outra estratégia está relacionada a realização de campanhas de recolhimento de lixo eletrônico por parte de empresas do ramo, como já é realizado por algumas destas. O objetivo é aumentar as divulgações e campanhas a fim de atingir públicos cada vez maiores, contribuindo assim para a conscientização da população.

É possível concluir que todos os objetivos propostos foram alcançados. Embora a amostra de entrevistados tenha sido pequena, foi possível identificar o mesmo comportamento observado no restante do Brasil, onde a reciclagem de eletrônicos é pouco praticada. Para que a reciclagem destes materiais alcance níveis expressivos, é necessário que a população seja melhor conscientizada, para isso, se faz necessário o investimento em campanhas, divulgações, criação de leis que normatizem os processos e incentivo para criação de novas iniciativas e tecnologias.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realização de nova pesquisa de campo com os mesmos voluntários, para analisar se houve alguma alteração de comportamento;
- Realização de novas pesquisas com ampliação à mais voluntários, ampliando a região de estudo;
- Desenvolvimento de materiais que permitam levar informação a respeito da reciclagem de lixo eletrônico a população da região metropolitana de Belo Horizonte;
- Realização de estudos que permitam a elaboração de rotas que tornem a recuperação dos metais nobres presentes no lixo eletrônico, viáveis.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL. **Lixo Eletrônico**. Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-noticias/ler/9170/lixo-eletronico>. Acesso em 20 mar. 2021.
- BIO3 CONSULTORIA. **Metareciclagem: o que é e qual a sua relação com lixo eletrônico**. Caçapava, 2018. Disponível em: <https://www.bio3consultoria.com.br/metareciclagem/>. Acesso em 05 fev. 2021.
- BRASIL. **Decreto-lei nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Estabelece normas para a aplicação de sistemas de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso domésticos e de seus componentes. Brasília: Presidência da República, [2020]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=389786>. Acesso em 20 fev. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Brasília: Presidência da República, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm Acesso em 20 fev. 2021.
- CUI, J. ZHANG, L. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. **Journal of Hazardous Materials**. Noruega, v. 158, p. 228 – 256,30 out. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389408002161>. Acesso em 20 mar. 2021.
- DOTIGATO, A. Recycling of polymer blends, **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**. Itália, 27 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2021.02.005>. Acesso em 15 mar. 2021.
- ECHEGARAY, F. HANSSTEIN, F. V. Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. **Journal of Cleaner Production**. Reino Unido, p. 1 – 11, 13 maio 2016.
- FLORESTI, F. Quase todo lixo eletrônico do Brasil é descartado de maneira errada. **Galileu Digital**, São Paulo, maio 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2018/05/quase-todo-lixo-eletronico-do-brasil-e-descartado-de-maneira-errada.html>. Acesso em 20 fev. 2021.
- FORTI, V. BALDÉ, C. P. KUEHR, R. BEL, G. Global E-waste Monitor 2020. Quantities, flows, and the circular economy potential.
- FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2019, Davos. Uma nova visão circular para a eletrônica, hora de uma reinicialização global. Suíça, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/a-new-circular-vision-for-electronics-time-for-a-global-reboot>. Acesso em 20 fev. 2021.

FRANKENTHAL, R. O que é margem de erro e nível de confiança: entenda cada um dos conceitos. MINDMINERS. São Paulo: 26 mar. 2018. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/o-que-e-margem-de-erro-nivel-de-confianca>. Acesso em 08 abr. 2021.

GABRIEL, A. P. **Caracterização de reciclagem da carcaça polimérica de monitores de tubos de raios catódicos pós consumo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/75746/000884335.pdf?sequence=1>. Acesso em 15 mar. 2021.

GOVERNO DO BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Saúde Ambiental. Brasil vai aumentar pontos de coleta de lixo eletrônico. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 31 jan. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2020/01/brasil-vai-aumentar-pontos-de-coleta-de-lixo-eletronico>. Acesso em 20 mar. 2021.

GUIMARÃES, O. B. D. Consumo consciente de eletrônicos: para onde vai o seu lixo? Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://mgrecicla.com/2021/01/20/consumo-consciente-de-eletronicos-para-onde-vai-o-seu-lixo/>. Acesso em 20 mar. 2021.

HOLGERSSON, S. STEENARI, B. M. BJORKMAN, M. CULLBRAND, K. Analysis of the metal content of small-size Waste Electric and Electronic Equipment (WEEE) printed circuit boards—part 1: Internet routers, mobile phones and smartphones. *Resources, Conservation and Recycling*. Holanda, v. 13, p. 300 – 308, jun. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344917300551>. Acesso em 20 fev. 2021.

HYN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. Ed. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://fdocumentos.tips/download/estudo-de-caso-yin-4-ed>. Acesso em 20 fev. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama municípios do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em 31 mar. 2021

ISILDAR, A. RENE, E. R. HULLEBUSCH, E. V. LENS, P. N. L. Electronic waste as a secondary source of critical metals: Management and recovery Technologies. *Resources, Conservation and Recycling*. Holanda, v. 1135, p. 296 – 312, ago. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344917302100>. Acesso em 20 mar. 2021.

KANTAR IBOPE MEDIA. **Mobile Firts: O super-humano multitarefas**. 8 ed, São Paulo: IBOPE, 2021.

MAZETO, T. Quem compra mais pela internet? Veja o perfil do consumidor online. **Escola de e-commerce**, Rio de Janeiro, 30 mar. 2020. Disponível em: escoladeecommerce.com/artigos/quem-compra-mais-pela-internet-veja-o-perfil-do-consumidor-online. Acesso em 20 mar. 2021.

MOI, P. C. P. et al. **Lixo Eletrônico: Consequências e Possíveis Soluções**. Mato Grosso, 2011.

MOTA, J. A. et al. Comportamento do usuário no descarte de lixo eletrônico na zona sul da cidade de São Paulo. In:, Engema – Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio

ambiente. São Paulo, dez 2016. ISSN 2359 – 1048. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/90.pdf>. Acesso em 20 fev. 2021.

NETO, G. S. A. CORREIA, A. J. C. SCHROEDER, A. M. Economic and environmental assessment of recycling and reuse of electronic waste: Multiple case studies in Brazil and Switzerland. **Resources, Conservation and Recycling**. São Paulo, v. 127, p. 42 – 55. 31 ago. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302501>. Acesso em 20 mar. 2021.

OLIVEIRA, C. R. GERBASE, A. E. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 7, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000700035. Acesso em 15 fev. 2021.

REIS; L. A. **Lixo eletrônico: um diagnóstico no município de Foz do Iguaçu**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22729/2/MD_GAMUNI_2014_2_50.pdf. Acesso em 18 mar. 2021.

SCHNEIDER, E. L., et al. Reuse of waste printed circuit boards as fillers in polypropylene composites. **Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v.25, n°.3, janeiro 2020 Epub 16-Set-2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762020000300351&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 15 mar. 2021.

SIQUEIRA, V. S. MARQUES, D. H. F. Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em Belo Horizonte: algumas considerações. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 174 – 187. 27 jul. 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16704/10525>. Acesso em 20 mar. 2021.

SOUZA, G. D. RODRIGUES, M. A. SILVA, P. P. GUERRA, W. Prata: Breve histórico, propriedades e aplicações. **Educación Química**. México, v. 24, p. 14 – 16, janeiro 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X13731896>. Acesso em 20 mar. 2021.

SOUZA, R. G. E-waste situation and current practices in Brazil. Department of Environmental Engineering, Institute of Science and Technology, São Paulo State University (UNESP), São José dos Campos, Brazil, 2018.

SPINACÉ, M. A. S. PAOLI, M. A. The technology of polymer recycling. **Química Nova**, vol. 28 n°.1 São Paulo: jan. 2005.

XAVIER, L. H., et al. **Manual de destinação de resíduos eletroeletrônicos**. Orientações à sociedade sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos no estado do Rio de Janeiro. 3ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020.

XAVIER, L. H. LINS, F. A. **Mineração urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil**. *Brasil Mineral*, n° 379. Rio de Janeiro: mar. 2018. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/images/periodicos/2018/mineracao-urbana.pdf>. Acesso em 20 mar. 2021.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS

1 PERFIL E COMPORTAMENTO DOS ENTREVISTADOS

1.1 Nome e Sobrenome

Cite: _____

1.2 Faixa etária:

- Abaixo de 15 anos
- 15 a 19 anos
- 20 a 24 anos
- 25 a 29 anos
- 30 a 34 anos
- 35 a 39 anos
- Acima de 40 anos

1.3 Como você descarta seu Lixo Eletrônico? Por gentileza, marque todas as opções que se aplicam.

- Entro em contato com uma empresa que recolhe na minha casa;
- Faço doação à catadores de recicláveis;
- Levo até uma loja que recebe todo meu Lixo Eletrônico;
- Descarto juntamente com meu Lixo Doméstico;
- Não descarto, costumo guardar na minha casa;
- Vendo ou faço doação à terceiros;
- Outros. Quais? _____

1.4 Você conhece ou já ouviu falar em alguma destas Empresas? Por gentileza, marque todas as opções que se aplicam.

- BH Recicla;
- E-mile;
- MG Recicla;
- Reciclar Minas;
- Lorene;
- Não;
- Outros. Quais? _____

1.5 Você conhece ou já ouviu falar em alguma destas Cooperativas de Catadores? Por gentileza, marque todas as opções que se aplicam.

Coopeersol;

Coopemar;

Não;

Outros. Quais? _____

2 POLÍTICAS DE RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO

2.1 A Política de Resíduos Sólidos foi instituída pela Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010.

Você já ouviu falar ou tem conhecimento sobre esta legislação?

Sim;

Já ouvi falar, porém, não sei do que ela trata;

Não;

2.1.1 A Lei 12.305 define 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.

2.2 Você já tinha ouvido falar sobre Logística Reversa?

Sim;

Não;

2.3 Você considera a Logística Reversa uma iniciativa importante?

Sim;

Não;

2.4 O Decreto Federal 10.024 de 12 de fevereiro de 2020 estabelece normas para a implementação de sistema de logística reversa obrigatória de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes. Você já ouviu falar ou tem conhecimento sobre este decreto?

Sim;

Já ouvi falar, porém, não sei do que ela trata;

Não;

2.5 Conforme previsto no Decreto 10.024, você conhece alguma empresa em BH ou Região Metropolitana que tem desenvolvido iniciativas de Logística Reversa? (Ex: Recolhimento de produtos eletroeletrônicos, reciclagem e destinação)

- Sim;
- Não;

2.6 Caso sua resposta à pergunta anterior tenha sido "SIM", cite quais:

Quais: _____

3 CONHECIMENTOS SOBRE LIXO ELETRÔNICO

3.1 O Lixo Eletrônico quando descartado de maneira inadequada pode causar grandes danos à saúde da população e ao meio ambiente por conter metais pesados como Mercúrio e Chumbo. Em algum momento você descartou algum lixo eletrônico de forma incorreta?

- Sim, nunca imaginei que o Lixo Eletrônico pudesse ser tóxico.
- Não, estou ciente de que o Lixo Eletrônico pode ser tóxico.
- Estou ciente de que o Lixo Eletrônico é tóxico, no entanto, já descartei de maneira incorreta.

3.2 Você sabia que o Lixo Eletrônico apresenta quantidades significativas de metais com alto valor como Ouro, Prata, Cobre, Alumínio, e Platina?

- Sim, eu sabia que existem metais com alto valor no Lixo Eletrônico;
- Não, nunca imaginei que existissem metais com alto valor no Lixo Eletrônico.

3.3 Você conhece algum projeto de recuperação de metais com alto valor do Lixo Eletrônico, incluindo Empresas ou Universidades?

- Sim;
- Não.

3.4 Caso sua resposta à pergunta anterior tenha sido "SIM", cite quais:

Quais: _____

3.5 Este questionário contribuiu para que você tivesse curiosidade de conhecer um pouco mais sobre Reciclagem de Lixo Eletrônico?

- Sim, vou procurar conhecer mais sobre o assunto;
- Não, no momento não tenho interesse neste assunto.