

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CAMPUS LAGOA DO SINO

ESTEFANI APARECIDA DOMINGUES

**ESTUDO SOBRE A SITUAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS
FLUORESCENTES CONFORME ESTABELECIDO PELO PLANO NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.**

BURI - SP

2023

ESTEFANI APARECIDA DOMINGUES

ESTUDO SOBRE A SITUAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS
FLUORESCENTES CONFORME ESTABELECIDO PELO PLANO NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Ambiental na
Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Profa Dr^a Anne Alessandra Cardoso Neves.

Buri - SP

2023

DOMINGUES, E.A. ESTUDO SOBRE A SITUAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES CONFORME ESTABELECIDO PELO PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL. 2023. 50. Graduação - Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Buri, 2023.

Aparecida Domingues, Estefani

Estudo sobre a situação da logística reversa de lâmpadas fluorescentes conforme estabelecido pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil / Estefani Aparecida Domingues -- 2023.
52f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Anne Alessandra Cardoso Neves

Banca Examinadora: Leandro de Lima Santos, Rafael de
Oliveira Tiezzi

Bibliografia

1. Logística reversa. 2. Plano nacional de resíduos sólidos. 3. Educação ambiental . I. Aparecida Domingues, Estefani. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)


DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CAMPUS LAGOA DO SINO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Folha de aprovação

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da(o) candidata Estefani Aparecida Domingues realizada em 21/12/2023:

Documento assinado digitalmente
 ANNE ALESSANDRA CARDOSO NEVES
Data: 07/02/2024 00:06:52-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa Dra Anne Alessandra Cardoso Neves - Orientador (a)
Centro de Ciências da Natureza - UFSCar - *Campus* Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente
 LEANDRO DE LIMA SANTOS
Data: 06/02/2024 08:07:25-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Leandro de Lima Santos
Centro de Ciências da Natureza - UFSCar - *Campus* Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL DE OLIVEIRA TIEZZI
Data: 05/02/2024 23:23:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Rafael de Oliveira Tiezzi
Centro de Ciências da Natureza - UFSCar - *Campus* Lagoa do Sino

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus, meus pais, irmãos e amigos que trilharam comigo essa caminhada até aqui. Sem cada um deles esse sonho não se tornaria realidade.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus por ter sido minha fonte de força e sustento ao longo da jornada em busca da graduação em Engenharia Ambiental. Sua presença foi a âncora que fortaleceu meu propósito e me manteve firme diante de todas as adversidades enfrentadas até este momento

Ao meu pai Vanderli Domingues que infelizmente não está mais presente, mas que sempre me incentivou e batalhou muito para que eu estudasse e fizesse o curso de engenharia que era o sonho dele, espero que esteja orgulhoso de mim. A minha mãe Adriana Domingues que sempre esteve do meu lado me apoiando me dando forças e batalhando para me manter na faculdade e principalmente pelas orações prestadas durante toda a minha formação. As minhas irmãs Sabrina Domingues e Cibeli Domingues que às vezes mesmo sem entender o meu curso e as minhas dificuldades sempre me apoiaram e me incentivaram.

A amiga/irmã que a Faculdade me deu Sheila Marques que eu levarei pra vida, por ter me ensinado tanto, por ter aceitado dividir parte dessa experiência acadêmica comigo, por se fazer presente mesmo de longe, por me apoiar e me incentivar sempre. Ao meu amigo Mario Gabriel que desde o primeiro dia esteve comigo sempre me apoiando em todas as decisões e me encorajando a enfrentar meus medos.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação, desde o ensino fundamental até a universidade. A Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, que me deu a oportunidade de vivenciar a vida universitária e por meio de um ensino de qualidade me proporcionou o título de engenheira ambiental que irei carregar com muito orgulho.

À minha professora e orientadora, Dra. Anne, que me acompanhou e auxiliou em cada etapa da minha formação, desde o início da faculdade até o trabalho de conclusão do curso.

Às minhas supervisoras de estágio, Cristina Rincon e Cristiany Carnelosi, que não só me ensinaram muito durante todo o período de estágio, mas também se tornaram minhas amigas e fontes de inspiração como mulheres profissionais na área ambiental.

Ao meu namorado Carlos Henrique que sempre me apoiou e incentivou, durante todo esse processo, e que não me deixou desistir e sempre fez de tudo para mostrar que eu era capaz.

RESUMO

Nos tempos atuais, a eletricidade se tornou uma necessidade vital, mas sua utilização pode desencadear uma série de problemas relacionados ao descarte incorreto de resíduos, que frequentemente resultam na liberação de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Essas substâncias incluem elementos como mercúrio e chumbo, os quais podem acarretar danos neurológicos, problemas renais e respiratórios. Além disso, esse tipo de descarte inadequado pode causar sérios danos ambientais, poluindo o solo, a água e o ar. Nesse contexto destaca-se a importância da implementação de políticas públicas e de conscientização ambiental voltada para o descarte apropriado. Este estudo teve como objetivo investigar os problemas decorrentes do descarte inadequado de tais resíduos e avaliar o nível de compreensão do público alvo sobre o conceito de logística reversa, através da aplicação de um formulário. A análise das respostas revelou deficiência na compreensão geral sobre o conceito de logística reversa e também quanto ao descarte adequado de lâmpadas fluorescentes por grande parte dos questionados. Dessa forma, uma proposta sugerida seria a implementação de programas de educação ambiental, aliados a investimentos em políticas públicas, visando conscientizar a população sobre a importância do descarte ambientalmente adequado, e incentivá-la a adotar a prática da logística reversa de maneira segura. Além disso, este estudo buscou elucidar os danos decorrentes do descarte inadequado e os benefícios advindos da logística reversa regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022.

Palavras-chave: Lâmpadas fluorescentes. Logística reversa. Plano Nacional de Resíduos Sólidos

ABSTRACT

In modern times, electricity has become a vital necessity, but its use can trigger a series of problems related to improper waste disposal, often resulting in the release of harmful substances into the environment and human health. These substances include elements such as mercury and lead, which can cause neurological damage, kidney and respiratory problems. In addition, this type of improper disposal can cause serious environmental damage, polluting the soil, water, and air. In this context, the importance of implementing public policies and environmental awareness focused on proper disposal stands out. This study aimed to investigate the problems arising from improper disposal of such waste and to assess the level of understanding of the target audience regarding the concept of reverse logistics, through the application of a form. The analysis of the responses revealed a lack of overall understanding of the concept of reverse logistics and also regarding the proper disposal of fluorescent lamps by a large part of those surveyed. Thus, a proposed solution would be the implementation of environmental education programs, combined with investments in public policies, aiming to raise awareness among the population about the importance of environmentally sound disposal and to encourage them to adopt the practice of reverse logistics in a safe manner. Additionally, this study sought to elucidate the harms resulting from improper disposal and the benefits arising from reverse logistics regulated by Decree No. 10,936/2022.

Keywords: *Fluorescent lamps. Reverse logistics. National Solid Waste Plan.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da Logística Reversa.	27
Figura 2 - QRCode do formulário.	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Estado ao qual residem os entrevistados.	33
Gráfico 02 – Município ao qual residem os entrevistados.	34
Gráfico 03 – Faixa etária dos participantes.	35
Gráfico 04 – Gênero.	35
Gráfico 05 – Grau de escolaridade.	36
Gráfico 06 – Usuários de lâmpadas Fluorescente	37
Gráfico 07 – Classificação dos resíduos sólidos	38
Gráfico 08 – Causas ligadas ao descarte incorreto das Lâmpadas Fluorescentes	39
Gráfico 09 – Descarte de lâmpadas fluorescentes	40
Gráfico 10 – Possíveis locais corretos para descarte das lâmpadas fluorescentes.	41
Gráfico 11 – Pontos de coleta.	42
Gráfico 12 – Localização dos pontos de coleta.	43
Gráfico 13 – Informações prestadas pelo governo.	44

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE : Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

LED - *Light Emitter Diode*

LF - Lâmpadas Fluorescentes

NBR - Norma Brasileira

NEMA - *National Electrical Manufacturers Association*

PNRS -Plano Nacional de Resíduos Sólidos

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RSS - Resíduos de Serviços de Saúde

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

UV - Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 LÂMPADAS FLUORESCENTES	14
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL	15
2.2.1 COMPOSIÇÃO DO MATERIAL	15
2.2.2 RISCOS AO MEIO AMBIENTE	15
2.3 HISTÓRICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.4 PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	22
2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS	25
2.6 LOGÍSTICA REVERSA	26
2.7 ABRELPE	28
2.8 CENÁRIO COMPARATIVO	29
3 OBJETIVOS	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS	32
6 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente as lâmpadas fluorescentes são as mais indicadas para o uso em iluminação atualmente, pois apresentam um baixo consumo de energia e uma alta durabilidade, tornando-as mais economicamente viáveis se comparadas às demais. Podem ser encontrados três tipos: a compacta eletrônica, que possui um acendimento automático devido ao reator que faz parte da lâmpada; a compacta não integrada, que não possui um reator acoplado e a tubular que é a mais antiga das fluorescentes, e também a mais comum, e possui reatores eletrônicos externos (MOMBACH, 2008).

O principal problema ambiental vinculado às lâmpadas fluorescentes (LF) está em sua composição, pois um dos materiais que as compõem é o mercúrio, que quando descartado de forma incorreta acaba gerando danos à saúde humana, e também à flora e à fauna, além de gerar a contaminação do solo e da água, fazendo com que essa substância possa chegar à cadeia alimentar de vários animais. O mercúrio é essencial para o funcionamento da lâmpada fluorescente, pois viabiliza a sua eficiência energética e sua vida útil. É medido em miligramas e varia de concentração a partir do modelo de lâmpada empregado. Cabe ressaltar que o mercúrio é considerado um poluente tóxico, bioacumulativo e persistente, e está se dispersando continuamente na superfície terrestre. Por ser uma substância persistente não se pode eliminá-lo, ou degradá-lo, o que faz com que permaneça no meio ambiente de maneira permanente (PAWLOWSKI, 2011).

Apesar de vários pontos negativos, essas lâmpadas são de fácil acesso, sendo adquiridas, utilizadas e descartadas pelo próprio consumidor. Esse descarte não deve ser realizado junto aos resíduos urbanos comuns e sim destinado aos pontos adequados de coleta, para que todos os procedimentos seguros sejam tomados garantindo uma melhor gestão desse tipo de resíduo. Os riscos de contaminação ambiental de uma única lâmpada fluorescente (LF) aparentemente seria quase nulo, porém quando analisados dados de geração anual de resíduos de LF no Brasil, obteve-se valores significativos, trazendo cada vez mais a necessidade de um entendimento sobre o descarte correto para esses resíduos (BASTOS, 2011).

A lei nº12.305 de 2 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, e vem buscando abranger de forma coerente e igualitária os três pilares da sustentabilidade, sendo eles o ambiental, o social e o

econômico. Assim, são propostos métodos de gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos em território nacional, priorizando uma gestão adequada para que o descarte incorreto de resíduos não ocorra, visando aumentar a vida útil dos aterros sanitários e priorizando maior vida útil dos materiais, para que haja uma diminuição na inserção de matéria prima virgem no mercado. Uma das propostas do PNRS para o descarte adequado de resíduos é a implantação da logística reversa (JUNIOR, 2022). De acordo com a PNRS a logística reversa é:

“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 (BRASIL, 2010)”.

Então o processo de logística reversa consiste em fazer com que o resíduo volte ao mercado, ou ao uso, evitando que esse material seja descartado incorretamente. O processo de logística reversa utilizado com as lâmpadas possui algumas etapas, sendo basicamente: coleta, transporte, triagem, consolidação e tratamento na indústria de reciclagem. A coleta geralmente se dá nos pontos destinados ao descarte das lâmpadas. Após coletadas são então transportadas e posteriormente levadas a uma triagem para análise do material, passando por uma consolidação. O tratamento se dá na indústria de reciclagem, para posteriormente voltar ao mercado (COUTO, 2017).

Assim o presente trabalho busca analisar os processos envolvendo a logística reversa relacionada a lâmpadas fluorescentes no Brasil, além de analisar a fragilidade no repasse de informação sobre o tema para a população, e com isso buscar conscientizar a população quanto ao descarte correto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LÂMPADAS FLUORESCENTES

A lâmpada tem a função de emitir luz, e é usada na iluminação de locais. A luz é “uma modalidade de energia radiante que se propaga através de ondas eletromagnéticas” (ROCHA, 2018).

É possível compreender que a luz representa uma porção visível da radiação presente no espectro eletromagnético. As ondas eletromagnéticas são caracterizadas por sua capacidade de se propagarem mesmo no vácuo, não necessitando de um meio físico para sua transmissão (FERREIRA, 2014). Existe uma ampla variedade de lâmpadas disponíveis, que se distinguem pelo tipo de luz emitida, pelo consumo de energia e pela durabilidade. Entre elas estão as lâmpadas incandescentes, halógenas, fluorescentes e LEDs (*Light emitter diode*). Anteriormente, as lâmpadas incandescentes eram as mais comuns e amplamente utilizadas pela população brasileira, porém, atualmente, devido à sua popularidade e eficiência energética, as lâmpadas fluorescentes e LEDs são mais frequentemente adotadas (ROCHA, 2018).

No início do século XX, surgiram as lâmpadas fluorescentes como uma opção mais eficiente e duradoura em comparação às lâmpadas incandescentes. Vários cientistas e engenheiros contribuíram para essa invenção ao longo do tempo (ROCHA, 2018).

Um momento crucial na história das lâmpadas fluorescentes ocorreu em 1938, quando a General Electric apresentou o tubo fluorescente, uma versão aprimorada da lâmpada fluorescente. Essa tecnologia utiliza o processo de fluorescência para produzir luz, em que a energia elétrica passa por um gás (geralmente vapor de mercúrio) dentro do tubo, resultando na emissão de luz ultravioleta invisível. Essa luz ultravioleta faz com que um revestimento especial no interior do tubo brilhe, gerando luz visível. Desde então, houve grandes avanços nas lâmpadas fluorescentes, como melhorias na eficiência energética, vida útil e qualidade da luz emitida. Também foram introduzidos diferentes tipos de lâmpadas fluorescentes, como as compactas e as tubulares (ROCHA, 2018).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL

2.2.1 COMPOSIÇÃO DO MATERIAL

As lâmpadas mais conhecidas e mais indicadas para o uso em iluminação nos dias atuais são as lâmpadas fluorescentes, pois possuem uma alta eficiência, um baixo consumo de energia, e devido ao seu reator o seu acendimento é automático. Essas lâmpadas possuem três diferentes modelos: o Tubular, que necessita do uso de reatores externos, e é o mais antigo; o Compacto Eletrônico, que é automático pois o reator já é parte da lâmpada; e o Compacto não integrado, que não possui o reator acoplado à lâmpada (HU, 2012). Essas lâmpadas possuem uma descarga de baixa pressão, onde o tubo de vidro é preenchido com gases inertes e mercúrio em pequena quantidade. A extremidade do tubo é composta por eletrodos, já as paredes de vidro são cobertas por fósforo. A emissão de luz ocorre quando uma descarga elétrica flui entre as extremidades da lâmpada, fazendo com que o vapor do mercúrio emita uma radiação UV (Ultravioleta), que ao entrar em choque com o fósforo, faz com que emita luz. Essa luz pode apresentar diversas tonalidades, que se dão a partir das diferentes composições do pó fluorescente (JÚNIOR, 2018). Segundo os dados fornecidos pela NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) cerca de 2% estão sobre a forma de mercúrio elementar, em forma de vapor, já os outros 99,8% estão em forma de Hg^{2+} , adsorvido na camada fosforosa e no vidro (RAPOSO, 2001).

2.2.2 RISCOS AO MEIO AMBIENTE

As lâmpadas fluorescentes quando descartadas de forma incorreta podem acarretar danos à saúde e principalmente ao meio ambiente. O mercúrio presente nas lâmpadas é naturalmente encontrado na crosta terrestre, ar, solo e na água, e é um metal que possui diversas formas químicas, dividido em algumas categorias, sendo elas: mercúrio metálico ou elementar (Hg), mercúrio inorgânico, principalmente na forma de sais mercúricos ($HgCl_2$, HgS) e mercuriosos (Hg_2Cl_2), e mercúrio orgânico, ligado a radicais de carbono, por exemplo metilmercúrio e etilmercúrio (DE SOUSA, 2010).

Já há uma quantidade de mercúrio presente na atmosfera de forma natural, porém quando os valores excedem essa quantidade presente no meio ambiente podem acarretar diversos danos ambientais, afetando fauna, flora e também a saúde humana. A emissão para o ar se dá de forma elementar, e por ser muito estável pode

permanecer na atmosfera por meses ou anos, e com a possibilidade de um longo deslocamento (BORSATO, 2017).

O descarte incorreto acaba gerando diversos impactos. Quando as lâmpadas são descartadas junto aos resíduos sólidos urbanos comuns terminam em aterros sanitários, acabam se quebrando e liberando mercúrio juntamente ao chumbo, gerando a contaminação de rios, lagoas, poços, lençóis freáticos, fazendo com que possivelmente chegue ao consumo humano (BÖES, 2015).

Dentre os impactos citados os mais problemáticos são: danos à saúde, poluição do solo, poluição do ar, contaminação de lençóis freáticos por infiltração de substâncias tóxicas.

- Danos à Saúde:

Através do mercúrio presente na lâmpada fluorescente pode haver contaminação por exposição direta ao mercúrio e contato com outras substâncias. A exposição ao mercúrio pode se dar a partir da quebra da lâmpada, e então a substância mercúrio fica presente no ar em forma de vapor, e a inalação deste pode causar danos ao sistema nervoso, irritação aos pulmões, dores de cabeça, tonturas e distúrbios respiratórios (BACILA, 2014).

Já o contato direto com as substâncias químicas presentes nas lâmpadas (mercúrio, chumbo e fósforo) pode causar intoxicação e danos à saúde quando realizado o manuseio das lâmpadas de forma incorreta. O mercúrio é um metal tóxico que pode causar danos ao sistema nervoso central, rins e outros órgãos quando inalado, ingerido ou absorvido pela pele. Os sintomas de intoxicação por mercúrio incluem tremores, fraqueza muscular, distúrbios neurológicos, problemas renais e até danos ao sistema cardiovascular. Já a intoxicação por chumbo pode causar danos ao cérebro, sistema nervoso, rins e outros órgãos. Em crianças, a exposição ao chumbo pode levar a atrasos no desenvolvimento, déficits cognitivos e problemas comportamentais. E ainda o fósforo pode levar a irritações na pele e nos olhos devido à exposição direta ao pó de fósforo (BACILA, 2014).

- Poluição do Solo:

Existe um risco de vazamento de mercúrio quando as lâmpadas fluorescentes são descartadas em aterros sanitários ou lixões. A quebra dessas lâmpadas pode resultar na liberação de mercúrio, que por sua vez pode se infiltrar no solo, contaminando-o. Essa contaminação representa um perigo para a flora, a fauna e os seres humanos que entram em contato com o solo contaminado (DA SILVA,

2017).

O mercúrio é extremamente prejudicial para a vida selvagem, afetando aves, mamíferos e organismos do solo. A exposição a esse metal tóxico pode comprometer a saúde dos animais, resultando em danos ao sistema nervoso e reprodutivo, bem como alterações comportamentais. Quanto à flora, plantas que crescem em solos contaminados por mercúrio podem absorver o metal tóxico, afetando seu desenvolvimento e vitalidade. Esse impacto pode reverberar em ecossistemas inteiros. A contaminação do solo por mercúrio também representa uma ameaça para os seres humanos, especialmente quando o solo contaminado está próximo a áreas habitadas. O mercúrio pode entrar na cadeia alimentar, afetando peixes e outros animais consumidos por pessoas. A exposição ao mercúrio através do consumo de alimentos contaminados pode resultar em problemas de saúde, incluindo danos neurológicos e cardiovasculares (DA SILVA, 2017).

- Poluição do Ar:

A quebra de lâmpadas fluorescentes durante o transporte ou um descarte inadequado pode resultar na evaporação do mercúrio contido nelas, o que, por sua vez, leva a uma exposição perigosa ao mercúrio. Isso ocorre quando os vapores de mercúrio são inalados, especialmente em locais fechados ou mal ventilados. Essa exposição apresenta uma série de riscos significativos para a saúde humana, incluindo danos ao sistema nervoso central, resultando em sintomas como dores de cabeça, tonturas, tremores, distúrbios neurológicos, perda de memória e, em casos graves, convulsões (DAMASCENO,2018).

Além disso, a inalação dos vapores de mercúrio pode provocar irritação das vias respiratórias e dos pulmões, provocando sintomas como tosse, falta de ar e dor no peito. O mercúrio tem a capacidade de se acumular no corpo ao longo do tempo, e exposições crônicas a níveis baixos podem levar a danos crônicos à saúde. Certos grupos, como crianças, idosos e indivíduos com problemas de saúde preexistentes, são particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da exposição ao mercúrio. Além do risco direto para aqueles que manipulam as lâmpadas quebradas, existe a preocupação de que os vapores de mercúrio possam se disseminar para áreas circundantes, colocando em perigo outras pessoas que estejam presentes no local (DAMASCENO,2018).

Por último, mas não menos importante, a liberação de mercúrio no ar contribui para a poluição atmosférica e pode, eventualmente, depositar-se no solo e

na água, afetando os ecossistemas e a vida selvagem. Portanto, a exposição ao mercúrio devido à quebra de lâmpadas fluorescentes representa um sério risco para a saúde humana e para o meio ambiente. É fundamental adotar precauções rigorosas para evitar esses perigos (DAMASCENO,2018).

- Contaminação de Lençóis Freáticos por Infiltração de Substâncias Tóxicas:

O descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, principalmente quando lançadas diretamente no solo, pode resultar na infiltração de substâncias tóxicas, como mercúrio e chumbo, nos lençóis freáticos. Essa contaminação dos lençóis freáticos acarreta riscos significativos para o abastecimento de água potável, com potenciais impactos na saúde humana e na vida aquática. À medida que essas substâncias alcançam os lençóis freáticos, elas têm o potencial de contaminar as fontes de água subterrânea que abastecem sistemas de água potável, colocando em risco aqueles que dependem dessas fontes (SILVA, 2012).

A infiltração de substâncias tóxicas nos lençóis freáticos também afeta a vida aquática que depende dessas águas subterrâneas. Organismos que habitam esses corpos d'água podem ser prejudicados pela presença de mercúrio e chumbo, o que pode resultar em perturbações na cadeia alimentar, na morte de organismos aquáticos e, em última análise, em desequilíbrios ecológicos. Essa infiltração de substâncias tóxicas nos lençóis freáticos também tem repercussões mais amplas no meio ambiente, à medida que essas substâncias se espalham por corpos d'água, afetando ecossistemas como pântanos, rios e áreas úmidas próximas (SILVA, 2012).

Em resumo, a infiltração de substâncias tóxicas nos lençóis freáticos devido ao descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes representa um perigo sério e abrangente. Isso afeta não apenas a qualidade da água potável, mas também tem implicações para a saúde humana, a vida aquática e a estabilidade dos ecossistemas subterrâneos. Portanto, é crucial adotar medidas rigorosas para evitar o descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, a fim de reduzir esses riscos para o meio ambiente e para a saúde pública (SILVA, 2012).

De acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, em 2022 o Brasil produziu 82 milhões de toneladas de resíduos em geral, dos quais apenas 4% foram reciclados. Isso significa que uma quantidade significativa deve estar sendo destinada a aterros controlados, lixões a céu aberto ou sendo deixada nas ruas e praças do país, resultando em danos

mencionados anteriormente e em outros ainda mais graves (ABRELPE, 2022).

2.3 HISTÓRICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sólidos no Brasil teve início no século XX com o surgimento dos lixões que eram a forma mais comum de descartar os resíduos sólidos. Essa prática não era regulamentada e não possuía nenhum padrão de manejo e triagem para o descarte. Porém, em 2010, após muitos anos em um cenário caótico, surgiu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, onde se estabeleceram diretrizes para a destinação correta dos resíduos, se propôs o encerramento dos lixões e a implantação dos aterros sanitários nos municípios. Desde então vem sendo movidos esforços para realizar a substituição dos lixões por um sistema de descarte de resíduos mais responsável, como a implantação dos aterros sanitários (DOMICIANO, 2018).

A tomada dessa medida ocorreu somente após o governo reconhecer que os lixões representavam um problema de interesse público. Percebeu-se que a situação não estava adequada à realidade da população e, então, foram necessárias ações para abordar essa questão de forma mais eficaz (SECCHI, 2013). No entanto, nem todos os problemas de interesse público são incluídos na agenda sistêmica ou informal, o que significa que nem todos recebem a devida atenção e nem medidas para sua melhoria são adotadas. Após o governo identificar quais problemas serão abordados, eles passam por um processo que envolve uma série de eventos e atividades para definir as diretrizes de uma política. Essas diretrizes determinam os esforços necessários para administrar os problemas e os impactos que as ações correspondentes terão (RUA, 2013).

Após essa breve introdução sobre o processo de tomada de decisão governamental, será apresentado a seguir um histórico focado nos resíduos sólidos, a fim de demonstrar como esse assunto ganhou relevância na agenda sistêmica e se tornou uma questão de política pública.

No ano de 1967 surgiu a Lei Federal n. 5.318/1967 da Política Nacional de Saneamento e junto dela foi criado o Conselho Nacional de Saneamento, que tinha como objetivo mensurar diretrizes voltadas ao abastecimento de água, fluoretação e destinação de dejetos, além de esgotos pluviais, controle de inundações, erosão, controle da poluição ambiental em geral. Nesses parâmetros incluíam-se os resíduos, mas sem orientações específicas como classificação de cada resíduo, destinação

correta entre outros. Era abordada a questão dos resíduos de maneira sucinta (DOMICIANO, 2018).

Em 1981, foi promulgada a Lei nº 6.938/1981, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente. Essa legislação pioneira em âmbito nacional tratou especificamente do meio ambiente e de todas as atividades relacionadas à sua conservação e preservação. A partir desse marco, as iniciativas governamentais passaram a fornecer apoio e investimento para a proteção ambiental, buscando integrar essas ações com o desenvolvimento econômico e social (VALADÃO, 2022).

Como resultado da Lei nº 6.938/1981, foram estabelecidos o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental e o SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente). Essas medidas têm como objetivo avaliar os impactos ambientais e foram as primeiras a introduzir conceitos de manejo de resíduos sólidos. A legislação envolveu órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, todos assumindo a responsabilidade de restaurar a qualidade ambiental do Brasil (VALADÃO, 2022).

A partir de 2010, foi estabelecida a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo o primeiro conjunto de diretrizes específicas para lidar com resíduos em todas as áreas. Essa legislação definiu classificações, estabeleceu normas para o descarte adequado e o manejo correto dos resíduos, envolvendo todos os níveis de governo e os responsáveis envolvidos. O objetivo principal da legislação era promover a gestão compartilhada das atividades e do gerenciamento, com ações divididas entre o Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e os atores privados. A legislação também trouxe especificações para cada setor, com o intuito de deixar clara a responsabilidade de cada agente envolvido na aplicação das leis. Isso resultou na necessidade de elaborar planos individualizados, a fim de distribuir recursos e viabilizar a implementação das medidas necessárias (MAIELLO, 2018).

No entanto, a simples criação de uma legislação não é o suficiente para que ela seja efetiva. É necessário alocar recursos financeiros, designar pessoas e elaborar diretrizes para a aplicação da lei. Além disso, é fundamental contar com servidores públicos e funcionários administrativos responsáveis por gerenciar as ações necessárias para garantir seu funcionamento adequado. Também é importante envolver atores não governamentais que façam parte do subsistema político-

administrativo, a fim de auxiliar na implementação das atividades. Esses planos são cruciais para obter recursos da União destinados a serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos (RUA, 2013).

No ano de 2011 foi estabelecido o Decreto 33.445/2011, o qual estabelecia o Plano de Intervenção Técnico Político para a Gestão de Resíduos Sólidos do Distrito Federal. Nesse plano, foi realizado um diagnóstico inicial para identificar as ações necessárias relacionadas ao tratamento e à destinação final dos resíduos, sendo os lixões destacados como o principal problema a ser enfrentado (CAPELARI, 2020).

Os lixões apresentam diversos problemas, dentre eles encontra-se a presença de animais, como ratos, cães, urubus e insetos, que acabam se tornando vetores de doenças. Além disso, os lixões abertos acabam atraindo muitas pessoas que buscam coletar o material reciclável descartado nessas áreas para realizar a venda e tirar seu sustento desse trabalho desumano, expondo-se a riscos de acidentes e contaminação. Nos lixões, há grande presença de metano gerado pela decomposição anaeróbica dos componentes orgânicos, o qual contribui fortemente para o aumento da temperatura global por ser um gás que acentua o efeito estufa. Além disso, quando os resíduos são queimados, lançam ainda mais gases na atmosfera. O material depositado nos aterros, após passar pelo processo de decomposição, gera o chorume, líquido contaminante e possivelmente tóxico que percola o solo e atinge os lençóis freáticos, e quando escoado pela superfície do solo, atinge córregos e rios, gerando contaminação (SOUTO, 2013).

Com a análise de todos os problemas referentes aos lixões, em conjunto com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 em 2010, surgiu a decisão de tentar eliminar os lixões no Brasil. De acordo com a PNRS, a partir de sua publicação todos os municípios brasileiros deveriam adotar medidas para encerrar os lixões e implantar um sistema adequado para o manejo final dos resíduos, por meio do uso de aterros sanitários, aterros controlados, usinas de reciclagem e compostagem. O prazo estabelecido pela lei para alcançar essa meta foi de 2014 a 2021 (SOUTO, 2013).

Tomando como exemplo o "Lixão do Jóquei", o segundo maior lixão a céu aberto do mundo, localizado no Distrito Federal, o processo de desativação desse lixão foi iniciado em 15 de junho de 2015 por meio da elaboração de um Plano de Intervenção dividido em 5 blocos: Gestão Operacional, Ambiental, Contravenções, Catadores e Participação Social. O bloco de Gestão Operacional envolvia todas as

ações relacionadas à funcionalidade do lixão. O bloco Ambiental tinha como objetivo avaliar e mitigar os impactos ambientais causados. O bloco de Contravenções visava trabalhar em conjunto com a segurança pública no atendimento às populações vulneráveis. O bloco de Catadores tinha como objetivo identificar os problemas sociais e econômicos decorrentes das atividades realizadas no lixão, com foco no atendimento às necessidades sociais e segurança alimentar. Por fim, o bloco de Participação Social envolveu a realização de rodas de conversa com os indivíduos que exerciam alguma atividade nos lixões, visando incluir suas perspectivas e opiniões no processo (DOMICIANO, 2018).

É importante destacar que nem todos os municípios conseguiram cumprir os prazos estabelecidos pela lei. Muitos ainda enfrentam o desafio de substituir os lixões por um local de destinação adequada para os resíduos sólidos. A situação varia de acordo com a região e as condições locais. (SOUTO, 2013).

Em 2018, a ABRELPE conduziu uma pesquisa que revelou que 4.070 municípios possuíam algum tipo de iniciativa relacionada à coleta seletiva. No entanto, a pesquisa ressaltou que nem todos esses municípios possuíam coleta seletiva em toda a sua extensão urbana. Como resultado, os lixões e aterros estão se tornando cada vez mais lotados, uma vez que os resíduos recicláveis que poderiam ter outra destinação acabam sendo direcionados para esses locais, diminuindo significativamente sua vida útil. (GOMES, 2020).

2.4 PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Em 2020 o Plano Nacional de Resíduos Sólidos completou uma década de existência. Essa política pública possui um papel fundamental no desenvolvimento do país buscando a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentado pelo Decreto nº 10.936/2022, vem buscando nortear a implantação de uma gestão e um gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. Procura alcançar avanços no gerenciamento dos resíduos no território nacional, buscando unir o poder público, a sociedade e o setor privado, visando um trabalho em conjunto para o cumprimento dos objetivos propostos no Plano (JUNIOR, 2022).

O Plano abrange todos os tipos de resíduos gerados em território brasileiro, que são classificados quanto a sua origem e periculosidade. A tabela 01 contempla exemplos de resíduos presentes no plano.

Tabela 01 - Classificação quanto à Origem dos Resíduos:

Origem dos Resíduos	Classificação
Resíduos Domiciliares	São resíduos gerados em residências particulares, incluindo lixo de cozinha, papel, plástico, vidro e outros materiais descartados pelas famílias.
Resíduos Comerciais	Estes resíduos provêm de estabelecimentos comerciais, como lojas, escritórios e restaurantes, e incluem papelão, embalagens de produtos, resíduos de alimentos, entre outros.
Resíduos Industriais	São resíduos gerados em processos industriais e podem variar significativamente em termos de tipo e quantidade. Exemplos incluem resíduos químicos, produtos defeituosos e sobras de processos de fabricação.
Resíduos de Saúde ou Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	Esses resíduos provêm de instalações de saúde, como hospitais e clínicas, e podem incluir materiais contaminados, seringas usadas, medicamentos vencidos, entre outros.
Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	Esses resíduos são gerados durante atividades de construção, reforma e demolição. Incluem concreto, madeira, tijolos, entre outros.
Resíduos Agrícolas	Gerados nas atividades agrícolas, esses resíduos incluem restos de culturas, esterco, embalagens de agrotóxicos, entre outros.
Resíduos Especiais	São resíduos que muitas vezes estão presentes entre os citados anteriormente porém são classificados de forma diferente pois esses resíduos possuem características especiais, como a presença de substâncias perigosas, resíduos radioativos, resíduos de serviços de saúde (RSS), resíduos de lâmpadas fluorescentes, entre outros.

Fonte: Brasil, 2010.

Além da categorização baseada na origem, os resíduos também são classificados como perigosos e não perigosos. Resíduos perigosos são aqueles que apresentam sérios riscos à saúde humana e ao meio ambiente devido às suas características químicas, físicas ou biológicas, incluindo substâncias tóxicas, inflamáveis, corrosivas e materiais radioativos. Em contrapartida, os resíduos não perigosos são aqueles que não representam ameaças significativas para a saúde pública ou o meio ambiente e podem incluir materiais como papel, plástico, vidro e outros resíduos comuns que não possuem propriedades perigosas (BRASIL, 2010).

Porém mesmo abrangendo diversos tipos de resíduos a meta principal do plano são os resíduos urbanos originários das atividades domésticas, e dentro desse grupo também se enquadram os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços (ALVES, 2022).

O PNRS tem por objetivo estabelecer instrumentos que devem ser adotados pela sociedade, empresas e governos, visando a proteção do meio ambiente, tendo como principais propostas a coleta seletiva, reciclagem, logística reversa, redução na geração de resíduos, eliminação dos lixões e aumento da vida útil dos aterros sanitários, entre diversos outros pontos. O seguimento deste Plano traz diversos benefícios sendo eles ambiental, social e econômico, pois organizações que seguem o PNRS, conseguem diversas vantagens para o seu empreendimento, como: melhoramento da imagem perante o público (*marketing verde*), redução de custos, de desperdícios e de consumo de matéria prima, além de incentivos fiscais (MACHADO, 2012).

Segundo o PNRS os resíduos advindos de lâmpadas fluorescentes se enquadram em resíduos perigosos devido a sua composição e também se enquadram em resíduos que, de acordo com o Art. 33, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa (BRASIL, 2010).

2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS

Políticas públicas ambientais são ações e estratégias adotadas pelo governo e outras instituições públicas para promover a proteção, conservação e gestão dos recursos naturais e do meio ambiente. Essas políticas têm como objetivo principal equilibrar o desenvolvimento econômico e social com a preservação dos ecossistemas, buscando a sustentabilidade e a qualidade de vida das atuais e futuras

gerações (NADAL,2021).

As políticas públicas ambientais abrangem uma série de áreas e setores, alguns descritos a seguir.

- Conservação da biodiversidade: medidas para proteger a diversidade biológica, incluindo a criação e gestão de áreas protegidas, a implementação de programas de conservação de espécies ameaçadas, a promoção da recuperação de ecossistemas degradados e a adoção de práticas sustentáveis de uso dos recursos naturais (GANEM, 2011).
- Controle da poluição: ações para reduzir a poluição do ar, da água e do solo, estabelecendo regulamentações e padrões de qualidade ambiental, promovendo o monitoramento e o controle de emissões e descartes de resíduos, incentivando a adoção de tecnologias limpas e fomentando a educação ambiental (NASCIMENTO, 2013).
- Uso sustentável dos recursos naturais: estratégias para o manejo adequado dos recursos naturais, como florestas, água, minerais e energia, visando à exploração sustentável, à gestão integrada e à minimização do impacto ambiental, levando em consideração a conservação dos ecossistemas e o bem-estar das comunidades locais (NERIS, 2023).
- Educação e conscientização ambiental: programas educacionais e campanhas de conscientização para promover a compreensão dos problemas ambientais, estimular a mudança de comportamento e incentivar a participação ativa da sociedade na proteção do meio ambiente (BARBOSA, 2008).
- Cooperação internacional: ações de cooperação entre governos, organismos internacionais e sociedade civil para enfrentar desafios ambientais globais, como a mudança climática, a proteção dos oceanos, a preservação da camada de ozônio e o combate ao tráfico de animais e plantas ameaçados de extinção (SORRENTINO, 2007).

Essas são apenas algumas das áreas que podem ser abordadas pelas políticas públicas ambientais, e que variam de acordo com as necessidades e prioridades de cada país ou região. É importante ressaltar que essas políticas são fundamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável, conciliando o progresso socioeconômico com a preservação do meio ambiente.

2.6 LOGÍSTICA REVERSA

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), considera-se logística reversa:

“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” (BRASIL, 2010).

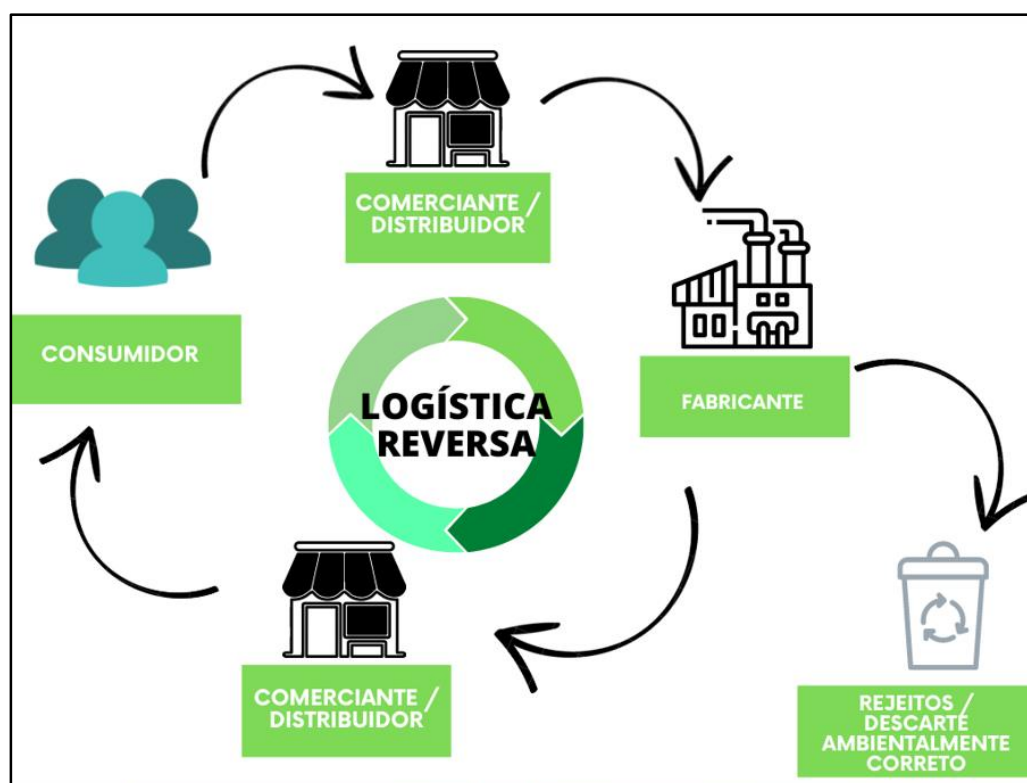
Logo, o plano instituiu o princípio da responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos e a realização da logística reversa, como mencionado no art. 33 da PNRS, tornando obrigatório o retorno dos produtos, após o uso pelo consumidor, a todos os distribuidores, comerciantes, importadores e fabricantes, de forma independente do serviço público de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

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

A PNRS e o seu Decreto complementar, definiram três instrumentos para implementar os sistemas de logística reversa, sendo eles: termos de compromisso, regulamentos expedidos pelo Poder Público e acordos setoriais com o objetivo de estruturar, implementar e operacionalizar a logística reversa. Além disso, no Brasil, há uma grande heterogeneidade na implementação da logística, pois existem diversos tipos de resíduos aos quais essa técnica é aplicada e também a diversidade na sua consolidação. Alguns, como os resíduos pneumáticos e de óleos, por exemplo, já estão bem consolidados e outros ainda estão no estágio inicial (BRASIL, 2010).

Um dos instrumentos que garante a funcionalidade da logística reversa é a educação ambiental, que busca conscientizar os consumidores sobre a importância do descarte adequado e a obrigatoriedade de retornar os produtos usados (que estão listados na lei do PNRS) aos comerciantes e distribuidores, que darão o destino correto (BACILA, 2014). A seguir será apresentado um fluxograma de como funciona a logística reversa na prática (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma da Logística Reversa.



Fonte: Autor, 2023.

Como demonstrado no fluxograma anterior (Figura 1), o resíduo passa por um ciclo, saindo do fabricante até chegar ao consumidor, e retornando do consumidor ao fabricante. Porém esse resíduo precisa ser tratado para passar novamente por esse ciclo. Para realizar esse tratamento é necessário observar a classificação de cada resíduo, e também o método de transporte adequado para que o mesmo seja destinado de forma correta e segura, buscando minimizar os impactos à natureza. Essa classificação é feita pela Norma Brasileira ABNT NBR 10004:2004 - Resíduos Sólidos. A resolução nº5232/16 da Agência Nacional de Transportes Terrestres é quem define o risco de cada resíduo ao ser transportado. E a NBR 9735/16 da ABNT estabelece qual o melhor tipo de transporte empregado para cada situação. Além disso, para que a logística reversa ocorra a CETESB define obrigações legais que as transportadoras de resíduos perigosos devem seguir (SILVA, 2018).

A logística reversa traz diversos benefícios para as empresas que a adotam como parte integrante de suas operações. Esses benefícios vão além da mera conformidade com as leis e regulamentações ambientais (SILVA, 2018). A seguir são apresentados os principais ganhos que as empresas podem obter com a

implementação da logística reversa:

- Sustentabilidade e responsabilidade ambiental;
- Cumprimento de legislações e regulamentações;
- Economia de recursos naturais;
- Oportunidades de negócios;
- Redução de custo de descarte;
- Antecipação da tendência do mercado.

Logo, fica claro que a logística reversa não é apenas uma obrigação legal, ou uma questão de responsabilidade ambiental, mas é também uma oportunidade estratégica para empresas promoverem a sustentabilidade, trazendo para si valor econômico e melhorando sua posição competitiva no mercado (SILVA, 2018).

2.7 ABRELPE

Em 1976, surgiu a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), composta por empresários visionários que estavam à frente das atividades de coleta e transporte de resíduos sólidos. Seu principal propósito é proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável, concentrando seus esforços no aprimoramento técnico-operacional da gestão de resíduos sólidos em território brasileiro (ABRELPE,2021).

A organização também tem a responsabilidade de oferecer informações detalhadas e abrangentes através de estudos, pesquisas, eventos e palestras, direcionados a diversos públicos envolvidos no setor. Desse modo, atualmente, ela consegue fornecer uma visão completa sobre a situação dos resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE,2021).

No panorama mais recente divulgado pela ABRELPE em 2021, foi incluído um capítulo sobre "LÂMPADAS FLUORESCENTES DE VAPOR DE SÓDIO E MERCÚRIO E DE LUZ MISTA", no qual foi mencionada a atuação da Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (RECICLUS). Essa associação foi estabelecida em 2017 com o propósito de operar a logística reversa das lâmpadas fluorescentes no Brasil (ABRELPE,2021).

De acordo com o relatório anual disponibilizado por eles em 2019, o sistema da RECICLUS abrange 429 municípios, distribuídos pelos 26 estados brasileiros, além do Distrito Federal. A associação conta com 91 empresas parceiras e possui 1930 pontos de coleta instalados (ABRELPE,2021).

Em 2019, foram destinadas 4.412.067 lâmpadas de forma ambientalmente correta, sendo 1.791.161 (261.509,5 kg) lâmpadas compactas e 2.620.906 (382.652,3 kg) lâmpadas tubulares que equivalem a uma soma de aproximadamente 644.161,8 kg. Esse aumento foi de aproximadamente 56% se comparado com o ano anterior, e se deu pela ampliação dos pontos de entrega voluntária (PEVs), pelas novas parcerias e consolidação de programas (ABRELPE,2021).

2.8 CENÁRIO COMPARATIVO

O cenário de gestão de resíduos sólidos varia consideravelmente entre os países e está sujeito a fatores econômicos, culturais, políticos e geográficos únicos. Alguns países desenvolvidos têm sistemas de gerenciamento de resíduos altamente eficazes, enquanto muitos países em desenvolvimento enfrentam desafios significativos na gestão de resíduos.

Vários países europeus, como Alemanha, Suécia e Dinamarca, operam sistemas avançados de gestão de resíduos e reciclagem. Eles alcançam altas taxas de reciclagem, compostagem e incineração controlada, com o aterro sendo uma opção menos comum para eliminação de resíduos. Nos Estados Unidos, a abordagem à gestão de resíduos é diversificada, com um equilíbrio entre reciclagem, aterros sanitários e incineração. As práticas de gerenciamento de resíduos podem variar significativamente de um estado para outro.

Países em desenvolvimento, como o Brasil, enfrentam desafios na gestão de resíduos, incluindo altas taxas de descarte inadequado em aterros controlados. No entanto, em algumas áreas urbanas, estão surgindo iniciativas de reciclagem, e o país está empenhado em aprimorar o gerenciamento de resíduos. A Índia também enfrenta desafios significativos devido à carência de infraestrutura e recursos limitados, resultando em uma prática comum de reciclagem informal em muitas cidades, enquanto a disposição inadequada de resíduos persiste como um problema generalizado. A China, por sua vez, é um caso notável, sendo o maior produtor global de resíduos, mas ao mesmo tempo investindo em tecnologias avançadas de reciclagem e recuperação de energia. O país implementou uma proibição na importação de certos tipos de resíduos sólidos, o que teve impacto no comércio global de resíduos (NETO, 2020).

No Brasil, a taxa de reciclagem é de apenas 4%, um número significativamente inferior quando comparado a outros países com um nível de

desenvolvimento e situação econômica semelhantes, como Chile, Argentina, África do Sul e Turquia. Esses países registram uma média de reciclagem de 16%, conforme informações fornecidas pela *International Solid Waste Association* (ISWA). Apesar da considerável capacidade do Brasil para elevar as taxas de reciclagem, diversos obstáculos têm limitado o progresso nessa área. Entre esses desafios estão a falta de conscientização ambiental, o engajamento insuficiente dos consumidores na separação de resíduos, a falta de iniciativas eficazes de coleta seletiva nos municípios e a infraestrutura inadequada das prefeituras para facilitar o retorno desses materiais ao ciclo produtivo, possibilitando assim seu aproveitamento total (ABRELPE, 2022).

Ao comparar o Brasil com países desenvolvidos, fica evidente que outros países têm realizado investimentos substanciais em campanhas de conscientização para estabelecer um eficiente gerenciamento de resíduos. Por exemplo, em Barcelona, na Espanha, o investimento é notável, representando cerca de 7% do orçamento, o que é equivalente ao investimento em custos de transporte na cidade. Por outro lado, no Brasil, os investimentos municipais nessas campanhas são consideravelmente mais baixos, o que resulta em uma gestão de resíduos menos eficaz e com impactos significativos (NETO, 2020).

Outro aspecto que coloca o Brasil em desvantagem no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos é o fato de que geralmente os países desenvolvidos fazem investimentos significativos na incineração como método de destinação final. Isso lhes permite eliminar a dependência dos aterros, como exemplificado na Europa e na Alemanha, que estabeleceram a meta, em 2005, de eliminar o sistema de aterros e conseguiram reduzir de 5000 para 54 o número de aterros em operação por meio do uso da incineração. Em contraste, o Brasil precisa investir consideravelmente mais em métodos eficazes para reduzir a entrada de resíduos nos aterros e, assim, prolongar a vida útil dos mesmos. Isso envolve a promoção da coleta seletiva, campanhas de conscientização e a colaboração por meio de consórcios entre municípios de menor porte, compartilhando custos e responsabilidades.

Outro exemplo notável da eficácia na gestão de resíduos em países desenvolvidos é o ECOPARQUE de Barcelona. Trata-se de um parque localizado nas proximidades de um aterro sanitário municipal, onde ocorre o processamento de resíduos urbanos. No entanto, a destinação é tão eficiente que apenas resíduos para os quais não se encontra outra alternativa viável, ou cuja separação não seja eficaz, acabam sendo encaminhados ao aterro. Mais de 50% dos resíduos coletados por

caminhões são "valorizados" e direcionados para outras formas de reaproveitamento, como papéis, papelão, vidros e outros materiais. A Espanha, onde o parque está situado, é reconhecida como uma referência na gestão de resíduos sólidos (NETO, 2020).

É importante ressaltar que essas são algumas comparações com casos de sucesso, e a situação pode variar amplamente dentro de cada país em particular. A gestão de resíduos sólidos é uma questão complexa que envolve múltiplos fatores, incluindo regulamentações governamentais, conscientização pública e recursos financeiros disponíveis. Cada país está em um estágio diferente no desenvolvimento de seus sistemas de gestão de resíduos.

3 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo demonstrar de forma lógica os benefícios da logística reversa relacionada ao descarte de lâmpadas fluorescentes, em acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Os objetivos específicos consistiram em:

1. Pesquisar na literatura sobre a importância da gestão de lâmpadas fluorescentes;
2. Mostrar os malefícios do descarte incorreto deste produto;
3. Fazer uma análise quantitativa sobre o conhecimento da população sobre logística reversa e descarte correto de lâmpadas fluorescentes;
4. Apresentar as propostas sugeridas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos voltadas à gestão de lâmpadas fluorescentes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho foi de cunho bibliográfico, onde foram utilizados diversos conteúdos da literatura relacionados ao descarte correto das lâmpadas fluorescentes, logística reversa, e o Plano Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil.

Para conseguir compreender melhor o entendimento da população com relação ao tema, foi realizada uma coleta de dados a partir de um formulário elaborado pela autora, onde haviam perguntas relacionadas ao conhecimento da população sobre a logística reversa, e os danos causados ao se realizar um descarte incorreto. A proposta era mensurar de forma quantitativa os dados obtidos.

Durante todo o processo de pesquisa foi de extrema importância a leitura a artigos científicos sobre temas relevantes como: Plano Nacional de Resíduos Sólidos, logística reversa, descarte correto, essenciais para se aprofundar ainda mais no tema do trabalho.

Com o levantamento dos dados bibliográficos, e os dados obtidos através da coleta a partir do formulário, o trabalho foi redigido de maneira linear, para que ficasse de fácil entendimento ao leitor e buscando se aprofundar no tema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS

Inicialmente o público alvo para o preenchimento do formulário eram pessoas com idade entre 18 a 25 anos que estivessem na universidade, e pessoas que já estivessem no mercado de trabalho sem cursar nenhum ensino superior, para mensurar o conhecimento do público jovem e demonstrar a importância da educação ambiental nas escolas desde o ensino fundamental. A partir do formulário elaborado pela autora, foram coletadas 103 respostas. As perguntas presentes no formulário podem ser encontradas consultando o QRCode abaixo ou o Anexo 01:

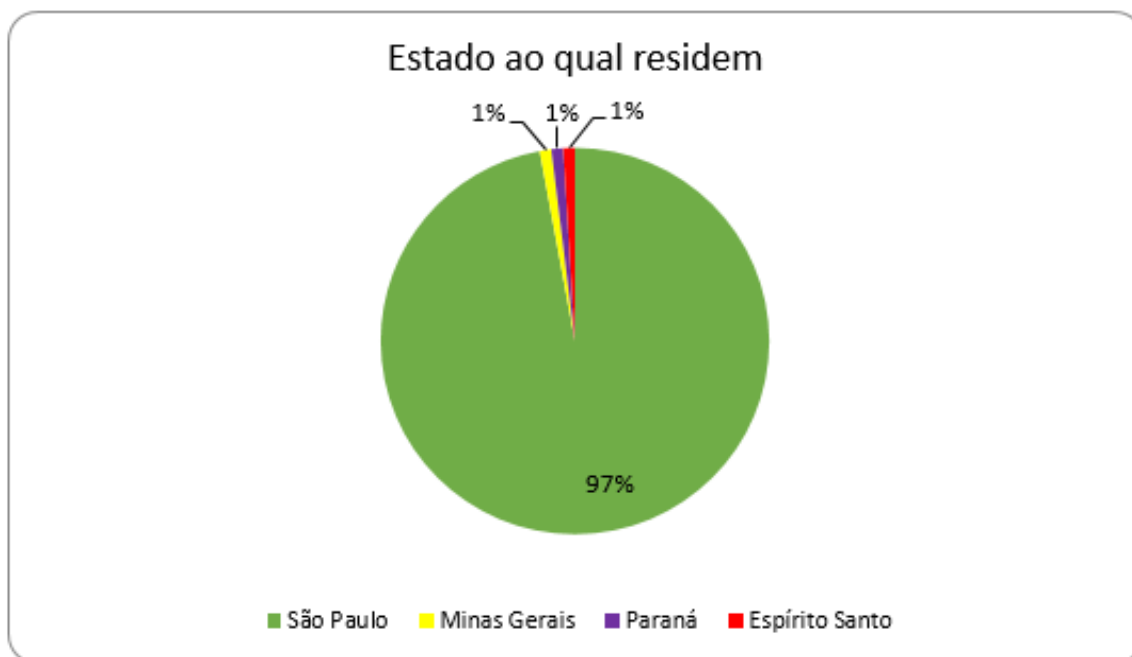
Figura 2 - QRCode do formulário.



Fonte: Autor, 2023.

As primeiras indagações do questionário foram acerca do estado de residência da pessoa que respondeu o questionário e qual cidade. Os gráficos 01 e 02 apresentam os resultados obtidos.

Gráfico 01 – Estado ao qual residem os entrevistados.

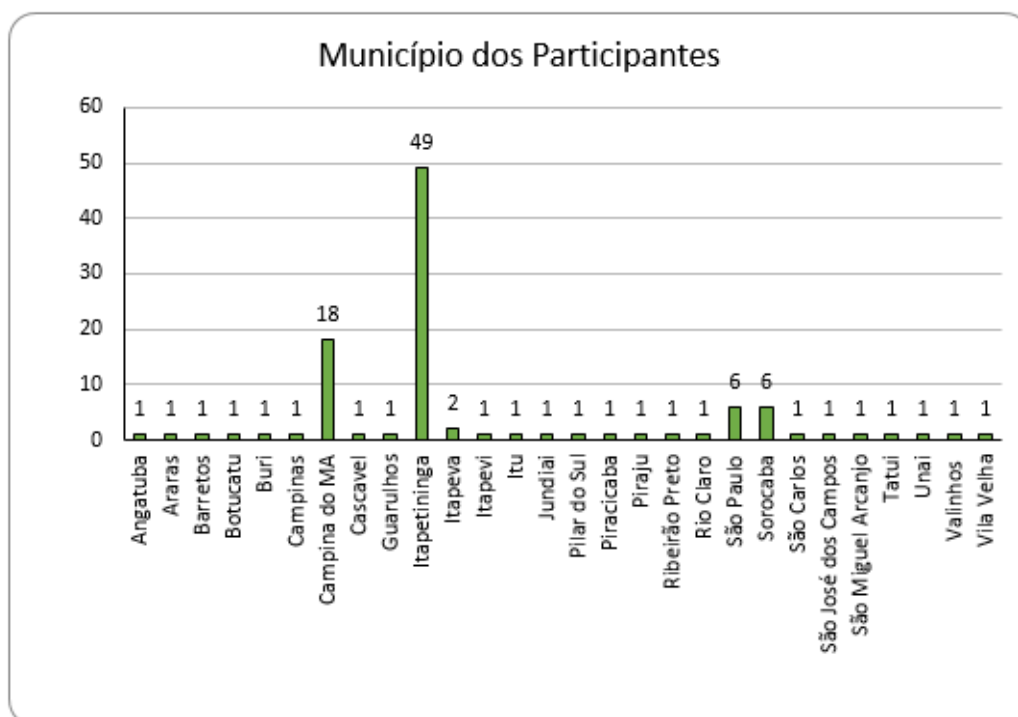


Fonte: Autor, 2023.

Como o questionário foi aplicado de forma online, qualquer pessoa poderia responder, porém houve uma quantidade de respostas significativamente maior no estado de São Paulo, sendo 97% das respostas, e 1% no Espírito Santo, 1% Minas Gerais e 1% Paraná, como mostra o Gráfico 01.

O Gráfico 02 apresenta as cidades onde residem os participantes da pesquisa.

Gráfico 02 – Município ao qual residem os entrevistados.

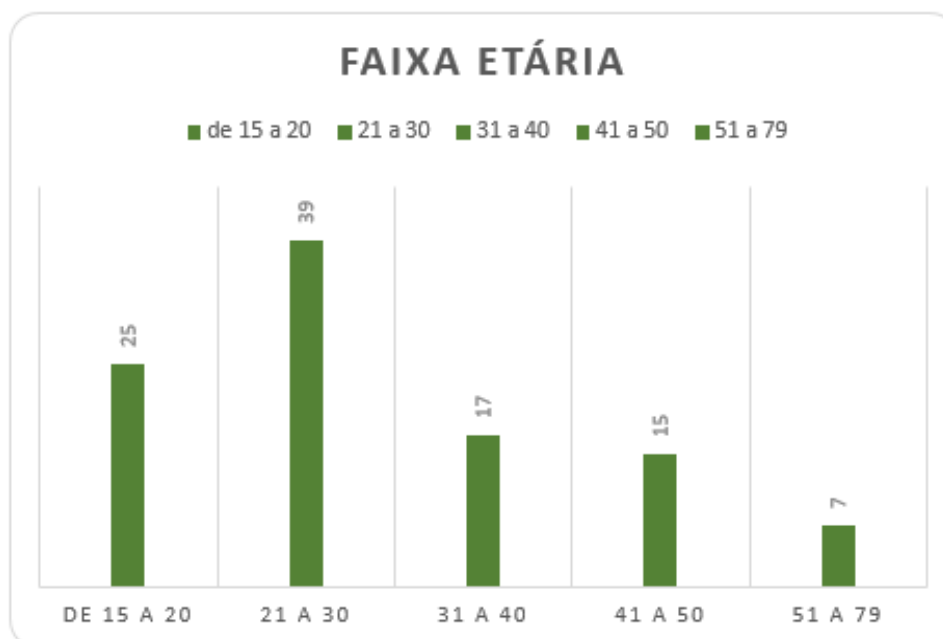


Fonte: Autor, 2023.

Conforme evidenciado no Gráfico 02, foi possível constatar que os respondentes provêm de 28 localidades distintas, sendo a maioria proveniente de Itapetininga/SP (49%), seguida por Campina do Monte Alegre/SP (18%). A autora do estudo reside em Itapetininga, o que justifica a maior quantidade de respostas provenientes deste município devido à facilidade de divulgação.

Um dos questionamentos do formulário foi referente a idade dos participantes (Gráfico 03), para conseguir identificar o público alvo, e entender melhor a faixa etária dos mesmos.

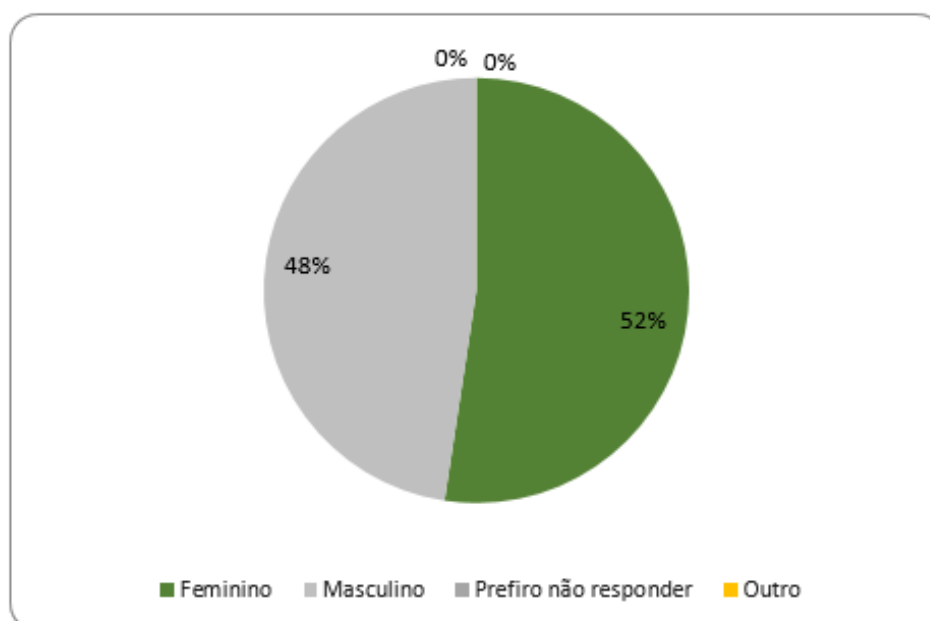
Gráfico 03 – Faixa etária dos participantes.



Fonte: Autor, 2023.

Foram estabelecidos cinco intervalos etários distintos, abrangendo as faixas de 15 a 20, 21 a 30, 31 a 40, 41 a 50 e 51 a 79 anos. Como pode-se observar no Gráfico 03, a maioria (37,86%) dos participantes se enquadra na faixa etária de 21 a 30 anos.

Gráfico 04 – Gênero.



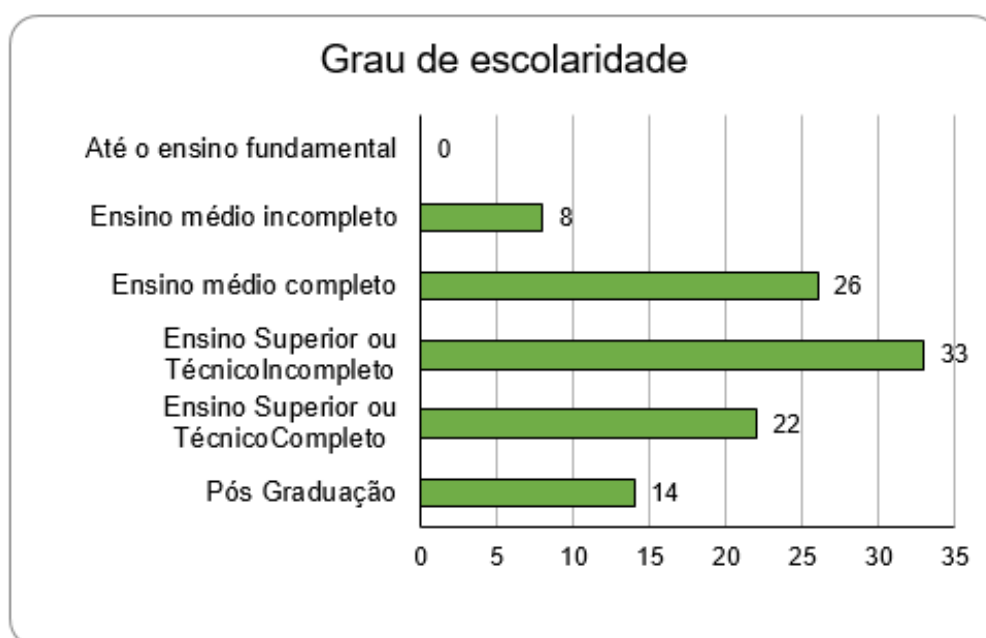
Fonte: Autor, 2023.

Conforme observado no Gráfico 04, as respostas foram fornecidas tanto

por participantes do sexo feminino quanto masculino, com uma representação de 52,4% do sexo feminino e 47,6% para o sexo masculino.

Como último questionamento de natureza pessoal, foi indagado sobre o nível de escolaridade dos participantes, o que pode ser observado no Gráfico 05. Essa informação é importante para que se possa entender o nível de escolaridade dos participantes, para que os profissionais que utilizem os resultados possam adaptar as abordagens de comunicação, treinamento, políticas públicas ou campanhas de marketing. Por exemplo, informações mais simples e diretas podem ser mais eficazes para um público com menor escolaridade, enquanto informações mais detalhadas e técnicas podem ser necessárias para um público com maior acesso à informação.

Gráfico 05 – Grau de escolaridade.

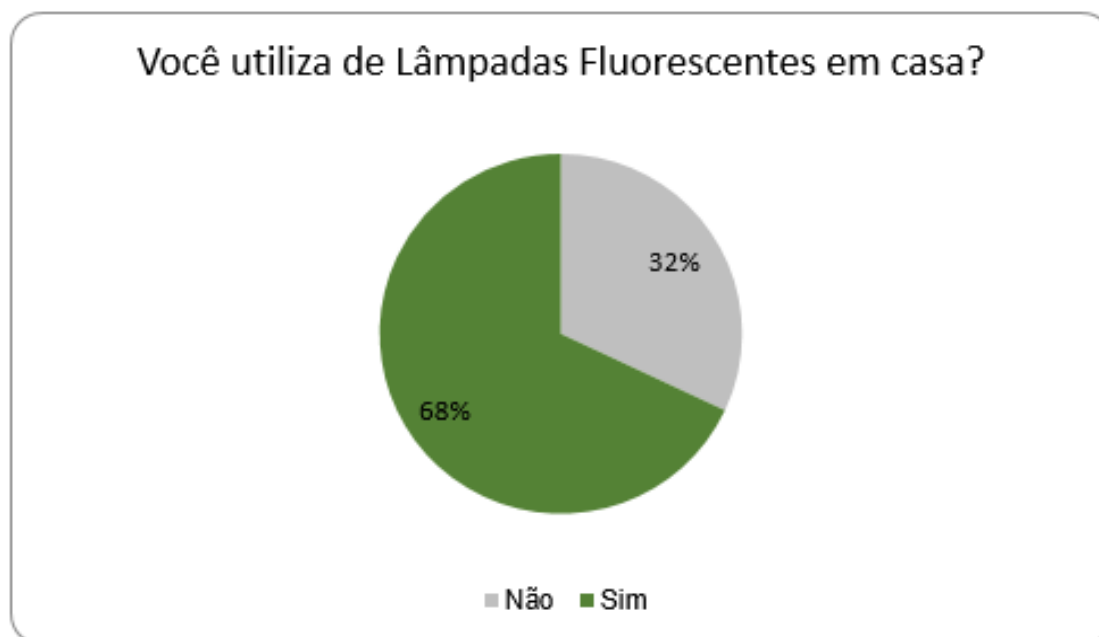


Fonte: Autor, 2023.

De acordo com o Gráfico 05, a maioria dos participantes, representando 33 do total, possui ensino superior e técnico incompleto. Esse fato pode ser justificado pelo fato do questionário ter sido divulgado em grupos universitários. Além disso, 8 dos participantes são alunos do ensino médio, 26 concluíram o ensino médio, 22 possuem formação completa no ensino superior ou técnico, e 14 têm pós-graduação.

A primeira pergunta feita no contexto deste estudo foi sobre o uso de lâmpadas fluorescentes pelos participantes em suas residências. Conforme evidenciado no Gráfico 06, pode-se notar que 68% dos participantes utilizam esse tipo de lâmpada.

Gráfico 06 – Usuários de Lâmpadas Fluorescentes

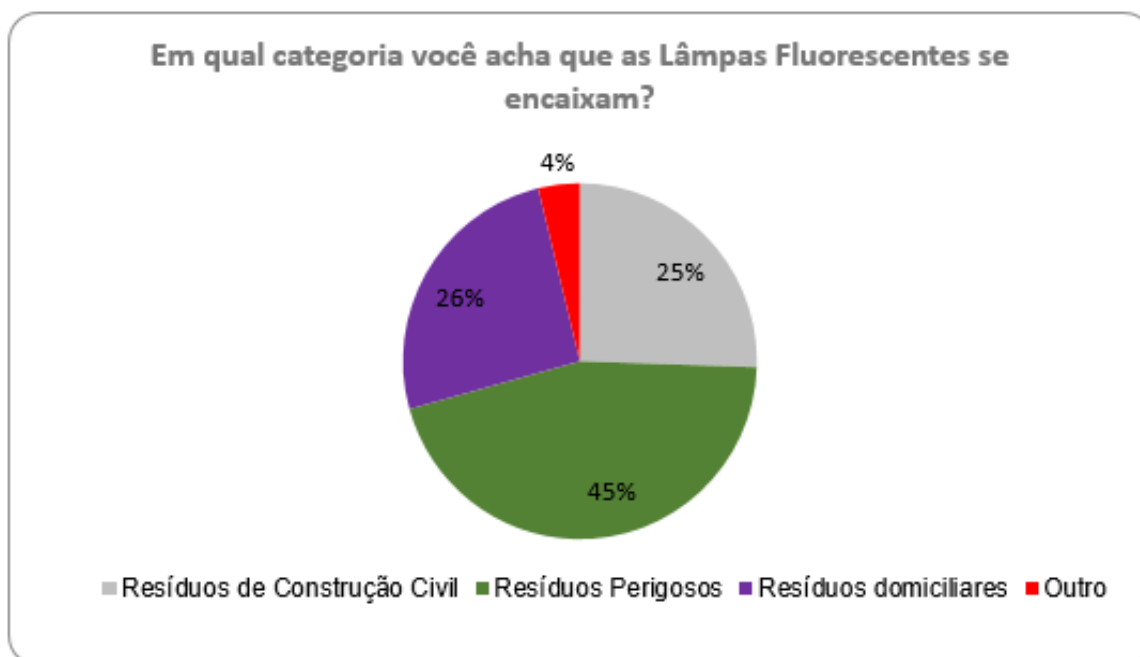


Fonte: Autor, 2023.

A maioria dos participantes que preencheram a pesquisa ainda utiliza lâmpadas fluorescentes em suas residências.

Em geral os resíduos podem ser divididos em várias categorias, incluindo resíduos sólidos urbanos, resíduos perigosos, resíduos de construção civil, resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos de serviços de saúde (DE OLIVEIRA, 2020). Essa diversidade de classificações é frequentemente desconhecida pela maioria das pessoas, como fica evidente na pergunta apresentada no Gráfico 07, refletindo a falta de conhecimento da maioria dos entrevistados sobre as diferentes categorias de resíduos que são encontrados no cotidiano.

Gráfico 07 – Classificação dos Resíduos Sólidos

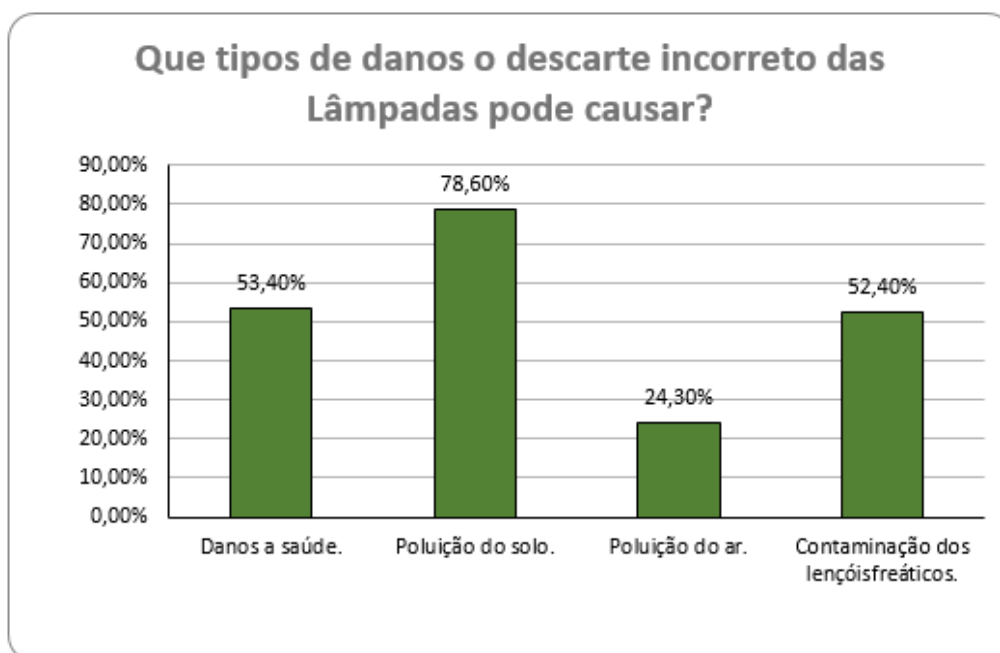


Fonte: Autor, 2023.

Conforme demonstrado no Gráfico 07, apenas 45% dos entrevistados tinham conhecimento de que as lâmpadas fluorescentes são classificadas como resíduos perigosos. Isso indica que a maioria das pessoas (55%) não estava ciente dessa classificação e, portanto, escolheu outras opções incorretas de resposta devido à falta de conhecimento. Essa falta de compreensão da classificação dos resíduos resulta em descartes inadequados, pois as pessoas não estão conscientes dos riscos ambientais e de saúde associados ao descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes.

Logo em seguida foi questionado sobre os tipos de danos que as lâmpadas fluorescentes poderiam causar como: Danos à saúde, poluição do solo, poluição do ar e contaminação dos lençóis freáticos (danos esses que foram apresentados no item 2.2.2 deste trabalho). Essa questão possuía como opções quatro alternativas onde todas estavam corretas e o participante poderia selecionar mais de uma alternativa. O objetivo era identificar qual ou quais danos as pessoas se remetem ao pensar no descarte incorreto das lâmpadas.

Gráfico 08 – Danos relacionados ao descarte incorreto das Lâmpadas Fluorescentes

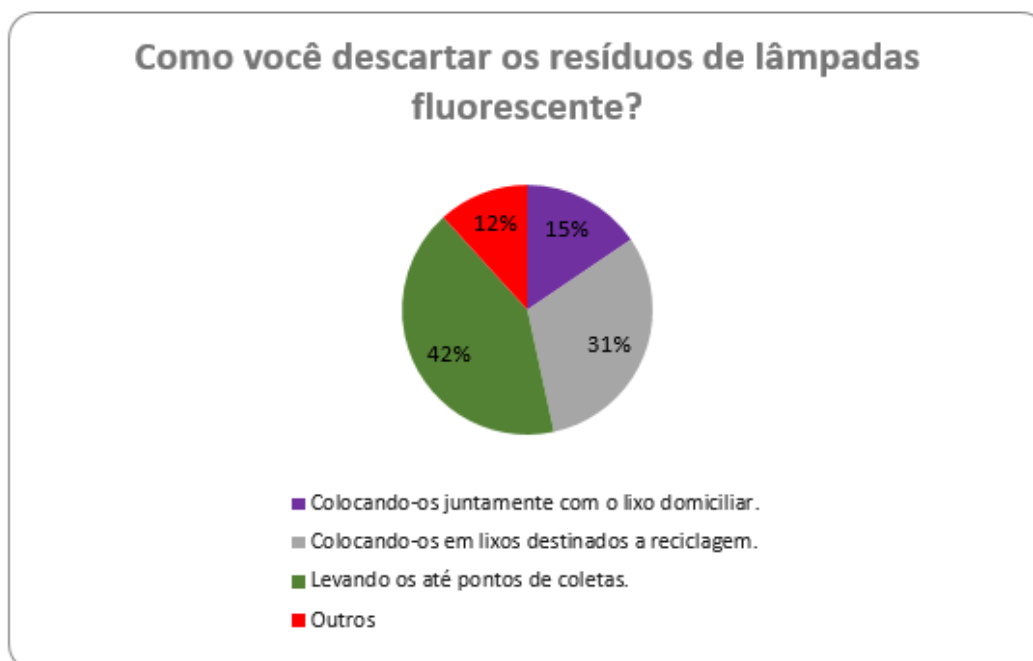


Fonte: Autor, 2023.

Muitas pessoas tendem a associar o descarte incorreto de lâmpadas com a poluição do solo, fato esse comprovado no Gráfico 08 onde 78,60% das pessoas escolheram essa opção, pois é intuitivo imaginar que jogar as lâmpadas no chão possa contaminá-lo. No entanto, é importante compreender que os danos causados pelo descarte inadequado vão além da poluição do solo. Os impactos abrangem diferentes aspectos, como a saúde, a poluição do ar e a contaminação dos lençóis freáticos. O descarte incorreto é um problema complexo que afeta várias esferas, como já mencionado anteriormente.

Aparentemente a maioria dos participantes possui pouco conhecimento sobre a classificação dos resíduos e os danos resultantes do descarte inadequado. Isso foi especialmente relevante para a quarta pergunta, que investiga onde eles costumam descartar as lâmpadas fluorescentes, dados esses que se encontram no Gráfico 09.

Gráfico 09 – Descarte de lâmpadas fluorescentes



Fonte: Autor, 2023.

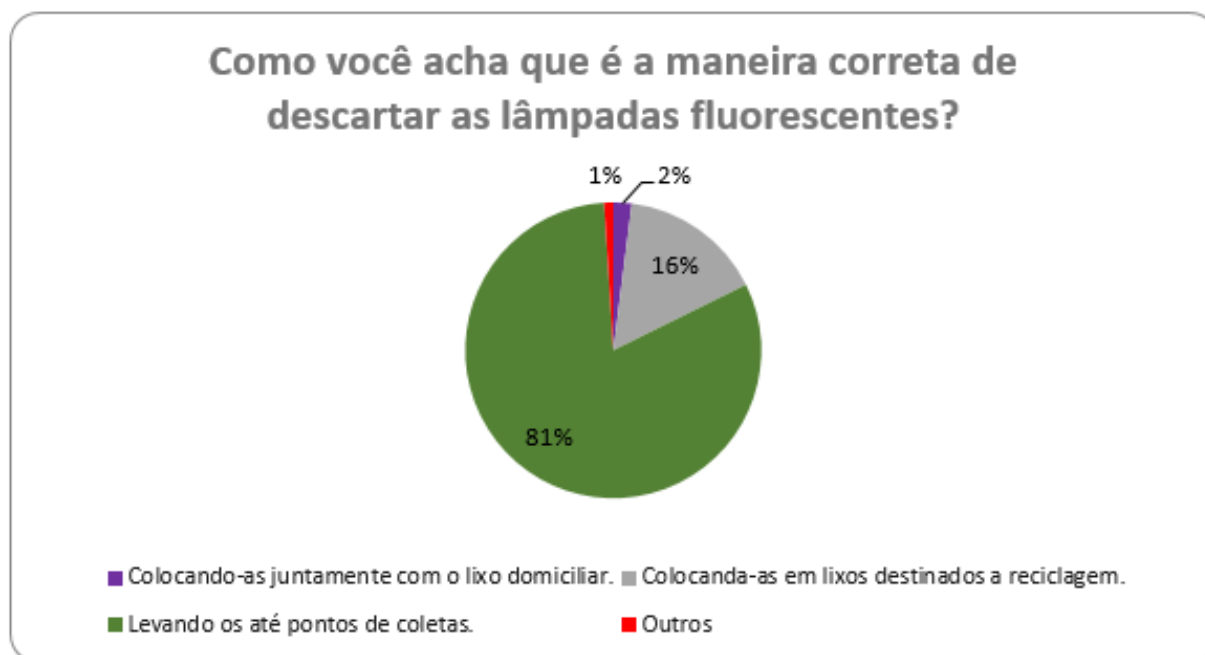
De acordo com as respostas dos participantes (Gráfico 09), foi constatado que 42% deles descartam as lâmpadas em pontos de coleta específicos, esse grupo representa a parcela mais significativa dos participantes. Essas pessoas estão conscientes da importância de descartar lâmpadas fluorescentes usadas de maneira apropriada e responsável. Descartar lâmpadas em pontos de coleta específicos geralmente envolve levá-las a locais designados para reciclagem de lâmpadas, o que é uma prática ambientalmente consciente. Cerca de 31% as colocam juntamente com os resíduos destinados à reciclagem, isso indica um compromisso com a reciclagem e a redução de resíduos, embora o descarte de lâmpadas fluorescentes em fluxos de reciclagem geralmente exige uma separação adequada das lâmpadas para evitar a contaminação de outros materiais recicláveis, portanto não é a maneira mais adequada de se realizar o descarte.

Além disso, 15% dos participantes relataram descartar as lâmpadas junto com o lixo domiciliar, o que é uma prática não recomendada, pois lâmpadas fluorescentes contêm mercúrio e outros componentes que podem ser prejudiciais ao meio ambiente se não forem tratados adequadamente. E ainda 12% selecionaram a opção "outros", sugerindo que eles podem ter métodos alternativos ou menos comuns de descarte de lâmpadas fluorescentes. Essa categoria pode incluir pessoas que as armazenam, procuram soluções de descarte específicas em locais que não se

encaixam nas categorias mencionadas anteriormente, ou outras práticas menos convencionais e até perigosas.

Na pergunta seguinte (Gráfico 10) os participantes foram questionados sobre o local que eles consideram ser apropriados para o descarte de lâmpadas fluorescentes.

Gráfico 10 – Possíveis locais corretos para descarte das lâmpadas fluorescentes.



Fonte: Autor, 2023.

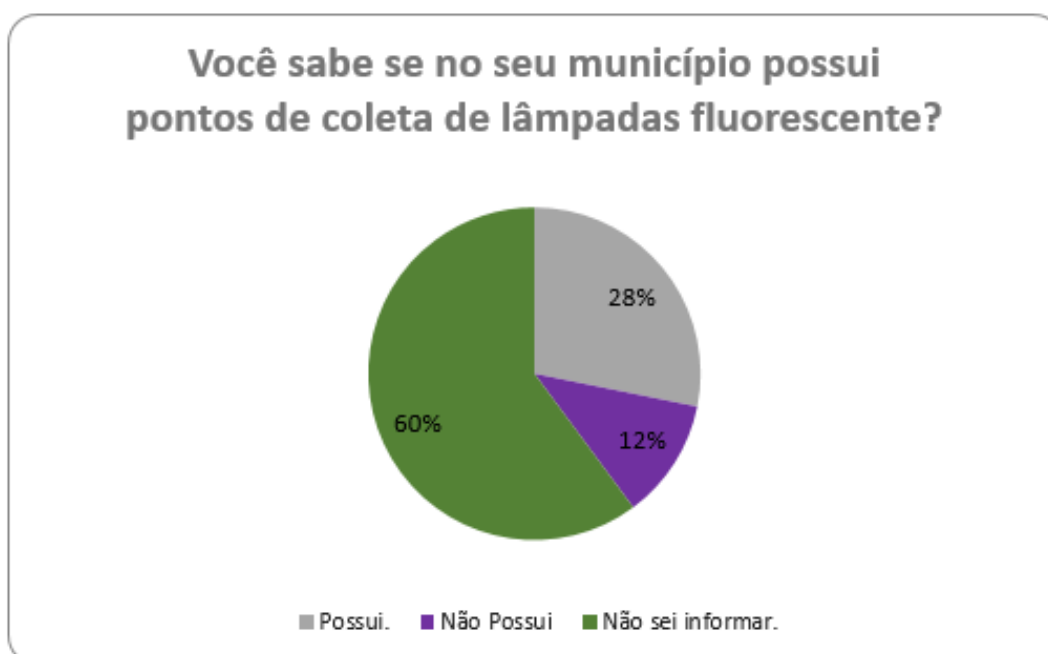
Ao analisar o Gráfico 10, foi possível observar que a maioria dos participantes, correspondendo a 81% das respostas, acredita que a forma correta de descartar as lâmpadas fluorescentes seja levando-as aos pontos de coleta designados. Por outro lado, 16% dos participantes acreditam que o descarte adequado ocorre por meio dos lixos destinados à reciclagem, enquanto apenas 2% acreditam que o descarte correto é no lixo domiciliar.

Avaliando as respostas das questões anteriores, fica evidente que a maioria dos participantes possui conhecimento sobre o local correto para o descarte das lâmpadas. No entanto, o Gráfico 09 revela que a maioria ainda continua descartando de maneira incorreta. Nesse contexto, a questão apresentada no gráfico 09 pode remeter o descarte inadequado à falta de comprometimento da população com as questões ambientais. Outro ponto que acarreta ao descarte incorreto é referente ao gráfico 11 apresentado a seguir.

O Gráfico 11 ilustra o nível de familiaridade dos participantes com a

presença de locais de coleta de lâmpadas fluorescentes no município.

Gráfico 11 – Pontos de coleta.

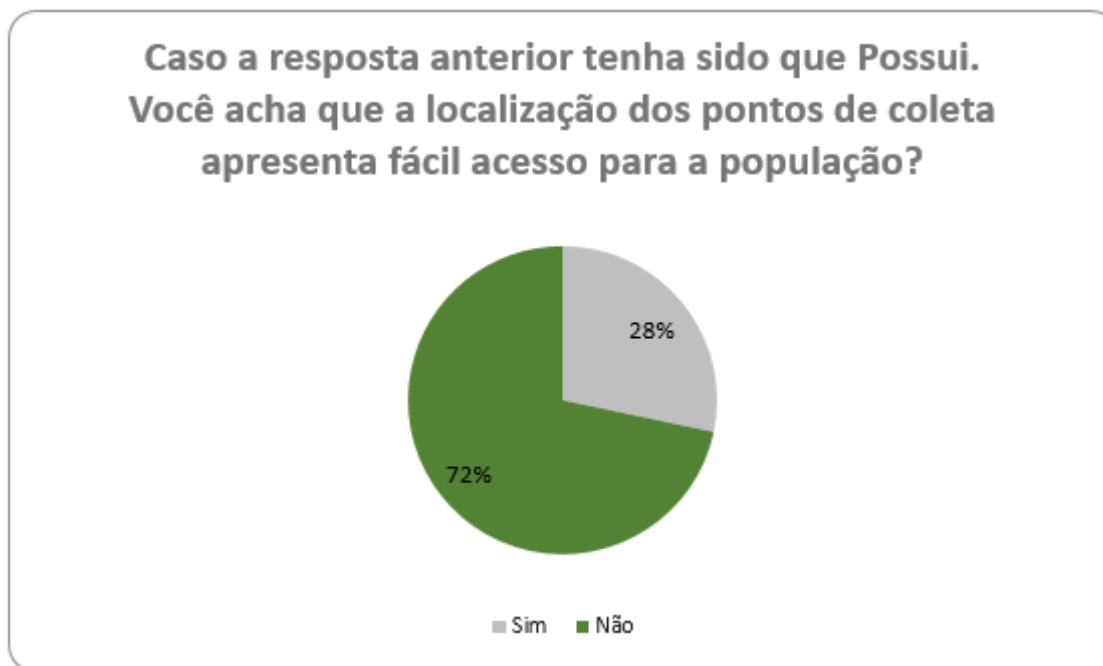


Fonte: Autor, 2023.

Com base nas respostas fornecidas, fica evidente que 60% dos participantes não possuem conhecimento sobre a existência de pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes em sua cidade. Além disso, 12% afirmaram que não há nenhum ponto de coleta disponível no município, enquanto apenas 28% relataram a existência desses locais. Essa situação é preocupante, pois a falta de informação e divulgação dos pontos de coleta contribui para o aumento do descarte inadequado dessas lâmpadas.

A questão seguinte (Gráfico 12) aborda a localização dos pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes no município e se eles são de fácil acesso para a população.

Gráfico 12 – Localização dos pontos de coleta.

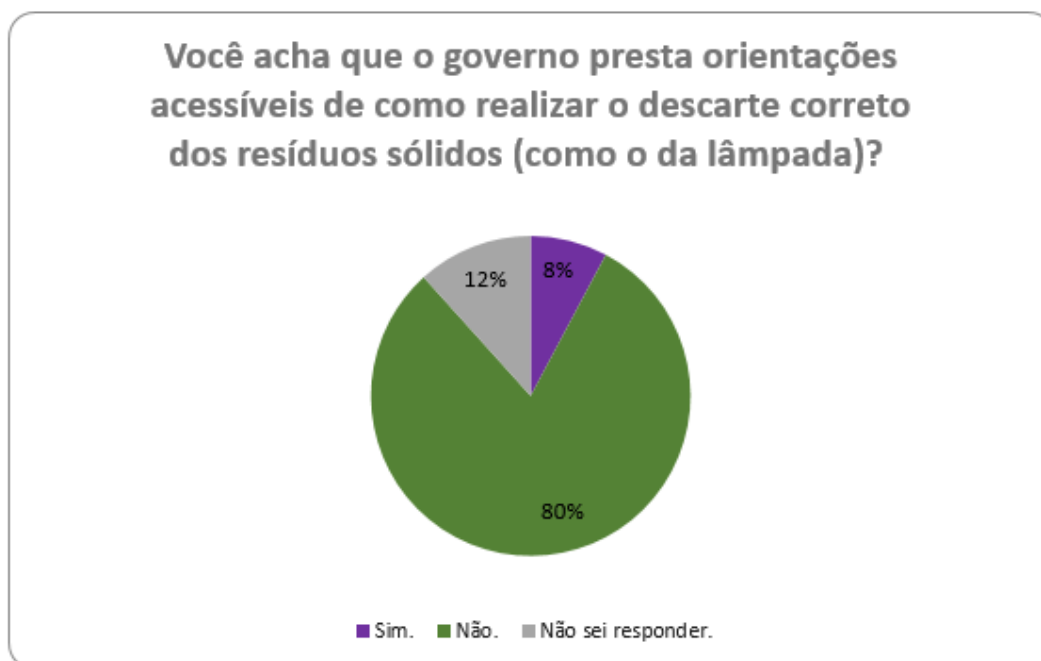


Fonte: Autor, 2023.

De acordo com as respostas obtidas, 72% dos participantes relataram que a localização dos pontos de coleta não é de fácil acesso para a população, enquanto apenas 28% afirmaram que os pontos são facilmente acessíveis. Ao analisar as respostas do Gráfico 12 juntamente com os anteriores, fica evidente que há uma deficiência na divulgação de informações e na disponibilização de localização dos pontos de coleta.

A última questão teve como objetivo abordar as políticas públicas, visando destacar uma das possíveis causas que geram a falta de informações. Nela, foi questionado se o participante acredita que o governo fornece orientações acessíveis sobre como realizar o descarte adequado de resíduos sólidos (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Informações prestadas pelo governo.



Fonte: Autor, 2023.

Ao realizar essa pergunta, foi constatado que a grande maioria dos participantes, representando 80% (Gráfico 13), acredita que o governo não fornece orientações acessíveis sobre como realizar o descarte adequado dos resíduos sólidos. Aqueles que responderam "não saber informar" totalizaram 12%, enquanto 8% dos participantes afirmaram que o governo de fato fornece informações acessíveis sobre o tema.

Após análise de todos os gráficos, pôde-se concluir que uma parcela significativa da população apresenta deficiência no conhecimento sobre o descarte adequado de resíduos sólidos, mesmo entre pessoas com níveis de educação que variam do ensino médio ao superior. Essa situação é particularmente alarmante no estado de São Paulo, onde a maioria dos participantes está localizada, sugerindo que o quadro pode ser ainda mais caótico em regiões menos desenvolvidas economicamente, onde a disseminação de informações ocorre de forma mais lenta.

Ao observar os gráficos, foi possível constatar que a desinformação pode estar amplamente atrelada à falta de investimento do governo em questões ambientais, e na implementação de políticas públicas voltadas para a logística reversa. Isso ressalta a necessidade de ações e medidas governamentais para melhorar a divulgação de informações e promover práticas adequadas de descarte de

resíduos sólidos.

Durante todo o processo de análise de dados obtidos dos formulários e a pesquisa para embasar o material do referencial teórico, foi possível constatar que a junção dos três pilares: Política Nacional de Resíduos Sólidos, educação ambiental e logística reversa se torna essencial para alavancar os resultados positivos em busca de uma gestão ambiental mais eficiente e consciente. E é imprescindível que os diversos atores sociais, como governo, empresas, sociedade civil e instituições educacionais, atuem de forma sinérgica, compartilhando conhecimentos, recursos e responsabilidades para a efetiva implementação dessas práticas. Pôde-se notar também que além de vantagens para o meio ambiente, a educação ambiental e a logística reversa são capazes de oferecer diversas vantagens competitivas às empresas, contribuindo para a imagem e reputação junto aos consumidores.

Contudo, é importante ressaltar que, apesar dos avanços e esforços empreendidos até o momento, ainda há desafios a serem enfrentados, como a ampliação da infraestrutura para coleta e reciclagem de resíduos, o estímulo à inovação tecnológica na gestão de resíduos e o fomento à educação ambiental desde as primeiras etapas do ensino. Somente com uma abordagem abrangente e contínua, aliada a políticas públicas adequadas, será possível consolidar uma cultura de sustentabilidade e cuidado com o meio ambiente.

6 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar esse trabalho de conclusão de curso fica evidente a importância e a urgência da realização de ações integradas entre Plano Nacional de Resíduos Sólidos, educação ambiental e logística reversa, para enfrentar os desafios decorrentes do crescente volume de resíduos sólidos gerados pela sociedade moderna.

Enfatizando que de acordo com o PNRS os resíduos advindos de lâmpadas fluorescentes se enquadram em resíduos perigosos, devido a sua composição, e também se enquadram em resíduos que, de acordo com o Art. 33, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa (BRASIL, 2010).

No caso abordado no presente estudo, que foi a problemática do descarte incorreto das lâmpadas fluorescentes, que contêm substâncias tóxicas como o mercúrio, a logística reversa se torna ainda mais crucial para evitar a contaminação do solo, água e ar, e proteger a saúde pública. Através desse sistema, fabricantes,

importadores, distribuidores e consumidores compartilham a responsabilidade de garantir o correto descarte e a reciclagem adequada das lâmpadas. A implementação da logística reversa para lâmpadas fluorescentes exige a criação de uma infraestrutura eficiente, que envolva a coleta seletiva, a separação e a destinação final dos resíduos. Além disso, é fundamental conscientizar a população sobre a importância do descarte correto e fornecer informações sobre os pontos de coleta disponíveis.

Através da aplicação da logística reversa para lâmpadas fluorescentes, é possível alcançar diversos benefícios, como a redução da poluição ambiental, a conservação de recursos naturais, a promoção da economia circular e a geração de empregos na cadeia de reciclagem. Além disso, contribui para o cumprimento das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos e fortalece a gestão sustentável dos resíduos no Brasil. No entanto, é importante ressaltar que a efetividade da logística reversa para lâmpadas fluorescentes depende da cooperação e engajamento de todos os envolvidos, desde os órgãos governamentais até os consumidores. É necessário investir em educação ambiental, campanhas de conscientização e fiscalização para garantir a adesão e o cumprimento das práticas corretas de descarte. Cabe ressaltar que essas ações devem ocorrer de forma permanente e contínua, para que não se percam os avanços alcançados.

Logo, a educação ambiental surge como ferramenta fundamental capaz de sustentar uma transformação de mentalidade e instigar uma conscientização profunda na sociedade. Ela se revela como força propulsora que impulsiona indivíduos a almejar e abraçar mudanças significativas. Nesse contexto, é importante que as esferas governamentais direcionem investimentos substanciais em programas de educação ambiental, enraizados no cerne das instituições educacionais. A integralização da educação ambiental nos currículos escolares, através de métodos variados como palestras envolventes, cursos enriquecedores e aulas focadas na temática da logística reversa, pode desencadear uma revolução cognitiva e comportamental. Essas abordagens proporcionam um espaço de aprendizado onde os indivíduos podem explorar as complexidades interligadas entre a atividade humana e o ecossistema. A discussão sobre logística reversa, por exemplo, desponta como um dos alicerces dessa transformação educacional. Ao explorar os princípios da redução, reutilização e reciclagem, a logística reversa instiga a reflexão sobre os impactos das ações pessoais no ciclo de vida dos produtos. Através desse

entendimento, os cidadãos são capacitados a tomar decisões mais conscientes e sustentáveis, alinhadas com a preservação do meio ambiente. Nesse âmbito, o governo exerce um papel fundamental como provedor e incentivador dessas mudanças. Alocar recursos em programas de educação ambiental não somente amplia o acesso a informações relevantes, mas também promove uma cultura de responsabilidade compartilhada. Ao investir em infraestrutura educacional, capacitação de professores e desenvolvimento de materiais pedagógicos inovadores, o governo atua como um agente catalisador de um futuro mais consciente e sustentável.

Em suma, a aplicação da logística reversa para o descarte de lâmpadas fluorescentes, embasada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, se apresenta como uma medida fundamental para a preservação do meio ambiente, a saúde pública e a promoção da sustentabilidade. Através dessa abordagem, é possível minimizar os impactos negativos causados por esses resíduos e impulsionar a construção de uma sociedade mais consciente e responsável em relação ao gerenciamento de resíduos. Portanto, pode-se concluir que a logística reversa, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e a educação ambiental são elementos cruciais para a construção de uma sociedade mais responsável e sustentável. A sinergia entre esses pilares promoverá uma gestão mais eficiente dos resíduos sólidos, a preservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico equilibrado. Cabe a cada um, como cidadão e agente transformador, assumir seu papel nesse processo, agindo com consciência, responsabilidade e em prol de um futuro mais promissor para as gerações presentes e futuras.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021, 2021. Site: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>.

ABRELPE, **Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe**, 2022. Site: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe#:~:text=No%20Brasil%2C%204%25%20dos%20res%C3%ADduos,dados%20da%20International%20Solid%20Waste.>

ALVES, Fernando Wandscheer de Moura. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2022. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Qualidade Ambiental, República Federativa do Brasil, Brasília, 2022. Acesso em 18/10/2022 site: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf

BACILA, Danniele Miranda; FISCHER, Klaus; KOLICHESKI, Mônica Beatriz. Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, p. 21-30, 2014.

BARBOSA, Luciano Chagas. Políticas públicas de educação ambiental numa sociedade de risco: tendências e desafios no Brasil. **IV Encontro Nacional da Anppas**, v. 4, n. 5, p. 1-21, 2008.

BASTOS, F.C. (2011) **Análise da Política de Banimento de Lâmpadas Incandescentes do Mercado Brasileiro Dissertação** (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2011).

BÖES, Karine Vanusa Lazzaretti; TAGLIEBER, Tatiane Thais; GERKE, Mônica Abboud. **LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADA FLUORESCENTE**, 2015.

BORSATO, Tiago Trevisan. Descarte de lâmpadas fluorescentes em Americana. 2017.

BRASIL. (2010) Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 03 ago 2010.

CAPELARI, Mauro Guilherme Maidana et al. A trajetória de encerramento do maior lixão da América Latina: entre centralização, descentralização e exclusão. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 54, 2020.

COUTO, Maria Claudia Lima; LANGE, Liséte Celina. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 889-898, 2017.

DA SILVA, Ellen Camila et al. LOGÍSTICA REVERSA: descarte correto de materiais. **Maiêutica-Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, 2017.

DE OLIVEIRA MORAIS, Marcos et al. Dez anos da política nacional de resíduos sólidos: um estudo comparativo entre 2011 e 2020 sobre o entendimento dos consumidores referente ao descarte de equipamentos eletroeletrônicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 91851-91873, 2020.

DE SOUSA, André LL et al. **DESCARTE CORRETO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES: PROPOSIÇÃO DE FACILITAÇÃO DO DESCARTE PARA O CONSUMIDOR FINAL**. 02 ago 2010.

DAMASCENO, Carlos Henrique et al. Abordagem sobre o descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias no ensino de ciências. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 492-505, 2018.

DOMICIANO, Mariana Rodrigues Amaral. Lixão estrutural: a trajetória político-institucional do início de seu fim (2010-2018). 2018.

DOS SANTOS, Crislaine Aparecida Pereira et al. O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS. **Revista geográfica acadêmica**, v. 10, n. 2, 2016.

FERREIRA, Z. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes tubulares T8 e tubulares de led, 2014.

GANEM, Roseli Senna. Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Edições Câmara, 2011.

GOMES, Aparecida Arlinda. Comportamento e percepção ambiental da população urbana de Mariana (MG) quanto ao gerenciamento dos RSU e a coleta seletiva no município: um estudo de caso da CÂMARA de Mariana. 2020.

HU, Y. & CHENG, H. Mercury risk from fluorescent lamps in China: current status and future perspective. *Environment International*, v. 44, p. 141-150 (2012).

JUNIOR, Elcio Assis Cardoso; TAGLIAFERRO, Evandro Roberto. Gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares em Suzano-SP. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 8910-8924, 2022.

JÚNIOR, Walter Alves Durão; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalhinho. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. **Revista Química Nova na Escola**, v. 28, p. 15-19, 2018.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

MAIELLO, Antonella; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; VALLE, Tatiana Freitas. Implementação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 52, p. 24-51, 2018.

MOMBACH, Vera Lúcia; RIELLA, Humberto Gracher; KUHNEN, Nivaldo Cabral. O estado da arte na reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil: Parte 1. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 5, n. 1/2, p. 43-53, 2008.

NADAL, Karla et al. Políticas públicas ambientais: uma revisão sistemática. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 680-690, 2021.

NASCIMENTO, Vanessa Marcela; NASCIMENTO, Marcelo; VAN BELLEN, Hans Michael. Instrumentos de políticas públicas e seus impactos para a sustentabilidade. **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 86, p. 77-87, 2013.

NERIS, Lucas Gabriel Duarte et al. Política nacional de resíduos sólidos na perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável. In: **6º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS). Foz do Iguaçu-PR. 2023.**

NETO, Raul Oliveira; PETTER, Carlos Otávio. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL EM COMPARAÇÃO COM PAÍSES DESENVOLVIDOS. **Resíduos Sólidos**, p. 102, 2020.

PAWLOWSKI, L. (2011) Effect of mercury and lead on the total environment. **Environmental Protection Engineering**, v. 37, n. 1, p. 105-117 (2011).

RAPOSO, C. **Contaminação ambiental provocada pelo descarte não controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil. 2001.** Tese (Doutorado em Geologia)- Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001.

ROCHA, Helionay Feliciano. **O IMPACTO DO DESCARTE E COMPARATIVO FINANCEIRO DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES E LEDs**, Trabalho de conclusão de curso, Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas – FEPESMIG. 2018.

RUA, Maria das Graças. Para aprender políticas públicas: Conceitos e Teorias. Volume 1: IGEPP, 2013.

SECCHI, Leonardo. **Políticas Públicas: Conceitos, Esquemas de Análise, Casos Práticos.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, MURIEL VICTORIA CAETANO E. et al. A reciclagem de lâmpadas fluorescentes e a logística reversa em um caso prático. 2018.

SILVA, Thiago Jhonatha Fernandes et al. Análise dos impactos ambientais da incorreta

disposição de resíduos sólidos de Viçosa-Alagoas: Análise ambiental do caso. **Revista Ambientale**, v. 3, n. 3, p. 122-130, 2012.

SORRENTINO, Marcos et al. Política pública nacional de educação ambiental não-formal no Brasil: gestão institucional, processos formativos e cooperação internacional. 2007.

SOUTO, Francisco Borges Duarte; RAIMAM, Milena Pupo; ALBINO, Ulisses Brigatto. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM PORTO DE MOZ-PA: PROBLEMAS E OPORTUNIDADES. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 2, p. 85-94, 2013.

VALADÃO, Marco Bruno Xavier et al. Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente: como se encontram após 40 anos da promulgação?. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e15711326262-e15711326262, 2022.