

RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA: AÇÕES DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL EM DELAÇÃO AO DESCARTE DE LIXO ELETROELETRÔNICO

JOÃO PEDRO DE OLIVEIRA SOUZA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GILBERTO VENÂNCIO LUIZ
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MICHELE MORAIS OLIVEIRA PEREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CAUANE PEREIRA DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

ANA CRISTINA FERREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - CAMPUS FLORESTAL

Introdução

No Brasil mesmo com uma legislação regulamentando o tratamento dos resíduos eletroeletrônicos, isto ainda é um problema para o país. Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) indicam que havia no ano de 2020 cerca de 3.152 pontos de recolhimento de lixo eletroeletrônicos espalhados por 1.216 municípios dos 26 estados da federação e o Distrito Federal. (ABRELPE, 2021).

Problema de Pesquisa e Objetivo

Com base neste contexto da legislação sobre resíduos eletroeletrônicos, este artigo tem como base a seguinte questão: quais as ações executadas pelo poder Público Municipal em relação ao descarte de lixo eletrônico? O objetivo deste artigo é analisar as ações de responsabilidade do poder público Municipal em relação ao descarte de lixo eletrônico.

Fundamentação Teórica

A responsabilidade compartilhada do poder público municipal em relação ao descarte de lixo eletrônico é um tema importante e relevante na atualidade. A responsabilidade compartilhada também envolve os fabricantes, que podem adotar práticas de produção mais sustentáveis, como o design de produtos com menor quantidade de substâncias tóxicas e maior facilidade de reciclagem. Os consumidores também têm responsabilidade ao descartar seus dispositivos eletrônicos, devendo optar pelo descarte correto em vez do simples abandono no lixo comum (Garcia et al., 2015).

Metodologia

A pesquisa é caracterizada como exploratória descritiva. Foram pesquisadas 72 cidades do estado de Minas Gerais, com população igual ou superior a 50.000 habitantes. Os dados foram organizados em uma planilha do software Excel e as análises foram conduzidas utilizando o software estatístico livre JASP. As técnicas de análise empregadas incluíram análise de frequência, análise de correlação, frequências cruzadas e testes de médias não-paramétricos, visto que as variáveis não apresentaram distribuição normal.

Análise dos Resultados

Foi identificado que a ampla maioria dos municípios dispunham de regulamentações próprias relacionadas à gestão de resíduos sólidos. Quanto a existência de legislação específica relacionada ao descarte de resíduos eletroeletrônicos, constatou-se que 34 dos municípios analisados (47,22%) dispunham de regulamentações pertinentes. No contexto da disseminação de informações relacionadas à coleta de resíduos eletroeletrônicos, constatou-se que aproximadamente 41,27% dos municípios incluídos na amostra disponibilizavam divulgações em seus websites e nas plataformas de redes sociais oficiais.

Conclusão

A gestão sustentável de resíduos eletrônicos requer responsabilidade compartilhada entre governos, empresas e sociedade civil. A legislação específica, projetos de coleta e cooperação entre diferentes atores são essenciais para minimizar impactos no meio ambiente e saúde pública. Ações como logística reversa, mais pontos de coleta, ecoeficiência e parcerias público-privadas são necessárias. A criação de legislação específica também é fundamental. Apesar de limitações, a pesquisa identificou ações municipais e destacou a importância da cooperação para uma gestão eficaz de resíduos eletrônicos.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE (São Paulo). Panorama dos resíduos sólidos do Brasil - 2021. São Paulo: ABRELPE, 2021. 54 p. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 out. 2022. GARCIA, M. B. dos S. et al. Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. Semiozes, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2016.

Palavras Chave

Responsabilidade Compartilhada, Lixo Eletroeletrônico, Prefeituras

Agradecimento a órgão de fomento

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG. Expressamos os sinceros agradecimentos pelo financiamento durante o período de desenvolvimento deste estudo.

RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA: AÇÕES DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL EM RELAÇÃO AO DESCARTE DE LIXO ELETROELETRÔNICO

1 INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, o mundo tem testemunhado uma significativa evolução nos processos de produção, conforme indicado por Duarte et al. (2020). Isso se traduziu em uma expansão notável na oferta de produtos no mercado. Simultaneamente, foi observado um aumento substancial no consumo e um crescimento da população, como mencionado por Alves et al. (2021). Esses fenômenos contribuíram para o aumento na produção de uma variedade de resíduos que exercem um impacto considerável sobre o meio ambiente. Dentre esses resíduos, o lixo eletroeletrônico, de acordo com a pesquisa de Costa, Luiz e Silva (2021), emerge como um dos problemas globais mais prementes em termos de descarte de resíduos. Isso ocorre porque o descarte inadequado desse tipo de lixo resulta em consequências ambientais graves e de larga escala.

De acordo com os dados contidos no relatório intitulado "The Global Waste Monitor" de 2020, o território brasileiro testemunhou, no ano de 2019, a geração significativa de mais de 2,1 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos, também conhecidos como E-Waste. Esta nação ocupa a quinta posição no ranking dos maiores produtores globais de E-Waste, situando-se atrás da República Popular da China, cuja produção atingiu o impressionante montante de 10,1 milhões de toneladas, dos Estados Unidos da América, responsáveis por 6,9 milhões de toneladas, da Índia, que gerou aproximadamente 3,2 milhões de toneladas, e do Japão, com um registro de cerca de 2,5 milhões de toneladas. Fazendo um recorte específico para a América Latina, o Brasil ostenta a posição de liderança como o principal produtor de lixo eletrônico na região, conforme documentado por Forti et al. (2020).

É importante ressaltar que o Brasil adotou medidas normativas para enfrentar a questão dos resíduos sólidos, incluindo o E-Waste, por meio da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei nº 12.305, em 2 de agosto de 2010, e posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Esses marcos legais delineiam os princípios, objetivos e instrumentos dessa política, bem como estabelecem diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Adicionalmente, a legislação estabelece a importância da responsabilidade compartilhada entre os consumidores, o poder público e as empresas, visando abordar eficazmente os desafios relacionados à gestão adequada dos resíduos sólidos no país (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Conforme delineado no artigo 3º do Decreto nº 10.936, os atores envolvidos na cadeia de produção, distribuição e consumo de produtos, nomeadamente fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, são atribuídos com a responsabilidade integral sobre o ciclo de vida dos referidos produtos. Adicionalmente, o artigo 6º do mencionado decreto estabelece que a responsabilidade pela eficácia das ações relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos é compartilhada entre o Poder Público, o setor empresarial e a sociedade em geral.

Apesar da existência de um arcabouço legal que regula o tratamento dos resíduos sólidos, é inegável que os resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos ainda representam uma problemática persistente para o Brasil. Evidências retiradas do relatório intitulado "Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil - 2021," divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), revelam que, no ano de 2020, aproximadamente 3.152 pontos de coleta de resíduos eletroeletrônicos estavam distribuídos em 1.216 municípios, abrangendo os 26 estados federativos e o Distrito Federal.

Adicionalmente, houve estabelecimento de colaborações com 42 cooperativas destinadas ao tratamento desses resíduos (ABRELPE, 2021).

Com base nesse contexto delineado, emerge a seguinte indagação que serve de base para o presente artigo: quais as ações executadas pelo poder Público Municipal em relação ao descarte de lixo eletrônico? Nesse sentido, o objetivo deste artigo é analisar as ações de responsabilidade do poder público Municipal em relação ao descarte de lixo eletrônico. Especificamente pretende-se analisar ações das prefeituras em relação a implementação de políticas, regulamentações e parcerias que visam garantir a destinação adequada desses lixos eletroeletrônicos, protegendo o meio ambiente e a saúde pública.

Para realização da pesquisa serão analisadas ações, listadas na internet e sites do Governo Federal, de 72 prefeituras do Estado de Minas Gerais com acima de 50.000 habitantes no ano de 2023. O motivo deste recorte se deve ao fato de as cidades terem até 2 de agosto de 2023, para os Municípios elaborarem o plano intermunicipal de resíduos sólidos, conforme descrito no Artigo 54, inciso III, da Lei 12.305 de 2010.

A realização deste artigo se justifica pela crescente preocupação global com os impactos ambientais e de saúde pública decorrentes do descarte inadequado de lixo eletrônico. O avanço tecnológico tem resultado em uma rápida obsolescência de dispositivos eletrônicos, levando a um aumento significativo na quantidade de lixo eletrônico gerado em todo o mundo. Como resultado, tornou-se imperativo examinar as ações do poder público Municipal em relação a esse problema complexo e multifacetado.

A análise proposta neste artigo busca preencher uma lacuna no conhecimento, destacando a importância das prefeituras na implementação de políticas, regulamentações e parcerias direcionadas ao descarte responsável de lixo eletrônico. A falta de medidas adequadas de gerenciamento de resíduos eletrônicos pode resultar em danos ambientais significativos, como a contaminação do solo e da água devido aos materiais tóxicos presentes em muitos dispositivos eletrônicos. Além disso, a exposição inadequada a substâncias químicas perigosas pode representar riscos à saúde pública.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO LIXO ELETRÔNICO

O desenvolvimento econômico e tecnológico global observado nas últimas décadas, associado ao aumento da qualidade de vida, impulsionou um crescimento significativo no consumo de produtos eletroeletrônicos. Esse aumento substancial na demanda, por sua vez, resultou na geração de um volume considerável de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), comumente denominados lixo eletrônico, em todo o mundo. Esse cenário tem suscitado preocupações crescentes em relação à gestão adequada desses resíduos, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (Arenhardt et al., 2016).

Os REEE compreendem uma variedade de dispositivos obsoletos, como televisores, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, computadores e outros aparelhos que desempenham um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida da sociedade. Embora cada categoria de equipamento apresente composição específica, de maneira geral, todos eles compartilham a presença de diversos metais, plásticos e vidros em sua constituição (Forti et al., 2020).

Pesquisas conduzidas na China por Cai et al. (2020) demonstraram que o lixo eletrônico contém substâncias potencialmente tóxicas e prejudiciais à saúde humana, em grande parte devido à presença de metais pesados nos equipamentos. Além disso, o descarte inadequado desses resíduos representa uma ameaça ambiental significativa. A conscientização sobre os danos ambientais resultantes do lixo eletrônico parece carecer da devida atenção, com

organizações e governos frequentemente priorizando seus interesses próprios. Portanto, é crucial implementar uma gestão eficaz desses resíduos, minimizando assim o impacto adverso sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Segundo Giaretta et al. (2010), os equipamentos relacionados à tecnologia da informação e comunicação, como computadores e dispositivos de telefonia móvel, representam a maior parcela dos resíduos eletroeletrônicos atualmente descartados. Apesar de sua introdução relativamente recente no mercado, esses aparelhos se tornaram elementos essenciais na sociedade contemporânea, desempenhando papéis fundamentais em comunicação, inclusão econômica, inclusão social e estilo de vida em diversos grupos sociais e em contextos globais. De acordo com Guo e Yan (2017), entre os vários tipos de resíduos eletroeletrônicos, os telefones celulares ocupam uma posição de destaque como principais contribuintes para o acúmulo de lixo eletrônico, exigindo, assim, uma atenção especial na gestão adequada desses resíduos.

Essas considerações destacam a complexidade do cenário do lixo eletrônico e a necessidade premente de abordagens abrangentes para lidar com esse problema, com foco na mitigação dos impactos ambientais e na promoção da saúde pública.

2.2 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA E O PODER PÚBLICO MUNICIPAL

O descarte inadequado de resíduos eletrônicos é uma questão de relevância crítica, uma vez que esses dispositivos albergam substâncias tóxicas, como mercúrio, chumbo, cádmio e outros metais pesados, bem como materiais plásticos que podem persistir no ambiente por décadas. Estas substâncias têm o potencial de contaminar ecossistemas terrestres e aquáticos, ameaçando a fauna, a flora e a saúde humana (Duarte et al., 2020).

Neste contexto, a abordagem da responsabilidade compartilhada emerge como uma estratégia essencial para mitigar os impactos negativos associados ao descarte de resíduos eletrônicos. A responsabilidade compartilhada implica uma colaboração coordenada entre múltiplos stakeholders, incluindo o poder público municipal, fabricantes, consumidores e empresas de reciclagem (Nollkaemper, 2018). Esta abordagem busca remediar as lacunas frequentemente presentes na responsabilidade individual, distribuindo a responsabilidade legal por resultados relacionados a resíduos entre vários atores.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei 12.305 de 2010, confere aos municípios a responsabilidade de promover a coleta seletiva de resíduos, incluindo o lixo eletrônico, facilitando sua disposição adequada. Adicionalmente, os municípios são encarregados de promover a implementação da logística reversa, um sistema que viabiliza o retorno de produtos eletrônicos pós-consumo aos fabricantes para reciclagem ou descarte ambientalmente responsável.

No entanto, para que a responsabilidade compartilhada seja eficaz, é imperativo que todos os intervenientes no ciclo de vida dos produtos eletrônicos assumam a responsabilidade integral pela gestão adequada dos resíduos sólidos decorrentes do consumo (Gadia; Oliveira, 2011). O poder público, nas esferas federal, estadual e municipal, deve desenvolver planos de gerenciamento e tratamento de resíduos sólidos, estabelecendo acordos setoriais e parcerias público-privadas. Além disso, a participação de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis deve ser fomentada (Brasil, 2022).

A responsabilidade compartilhada se estende ao setor empresarial, que pode adotar práticas de produção mais sustentáveis, incluindo o design de produtos com menor conteúdo de substâncias tóxicas e maior facilidade de reciclagem. Os consumidores também desempenham um papel fundamental, sendo responsáveis por escolher o descarte adequado de seus dispositivos eletrônicos, em vez de simplesmente descartá-los no lixo comum (Garcia et al., 2015).

Para viabilizar parcerias eficazes e otimizar a gestão de resíduos sólidos, agências governamentais facilitadoras podem desempenhar um papel crucial. Estas agências têm a capacidade de promover parcerias tripartidas entre o público, o setor privado e a sociedade, visando uma melhor prestação de serviços de gestão de resíduos sólidos. Isso é particularmente relevante em países em desenvolvimento, onde restrições institucionais e financeiras podem dificultar a prestação de serviços de qualidade (Ahmed; Ali, 2006).

A colaboração entre governos municipais, agências governamentais, organizações não governamentais e a comunidade é vital para abordar os desafios da gestão de resíduos sólidos de forma eficaz. Parcerias eficazes podem promover a partilha de recursos, conhecimentos e experiências, bem como engajar ativamente a comunidade na gestão de resíduos. A inclusão de catadores informais no sistema formal de reciclagem também desempenha um papel crucial na integração social e econômica (Yu; Serrona, 2006).

A gestão de lixo eletrônico eficaz deve ser abordada considerando tanto as políticas governamentais quanto a conscientização pública e as estratégias empresariais. Regulamentações governamentais que incentivem a criação e o desenvolvimento de empresas de reciclagem de resíduos eletrônicos são fundamentais para promover a gestão adequada desses resíduos (Cao et al., 2016). Além disso, a concepção de mineração urbana surge como uma abordagem sustentável para a recuperação de materiais valiosos de resíduos eletrônicos, reduzindo a necessidade de locais convencionais para descarte deste tipo de lixo (Nicolai; Lana; Santos, 2016).

A mineração urbana envolve a extração e a recuperação de metais e outros recursos preciosos presentes nos dispositivos eletrônicos descartados, reduzindo assim os impactos ambientais. A mineração urbana é conduzida por empresas do setor de reciclagem e gestão de resíduos eletrônicos, que possuem conhecimentos técnicos e tecnologias necessárias para realizar a extração dos materiais valiosos contidos no lixo eletrônico (Nicolai; Lana; Santos, 2016).

É importante também a cooperação entre governo, setor empresarial, sociedade civil e demais atores envolvidos para promover a efetiva implementação da responsabilidade ambiental pós-consumo. Destaca-se que estratégias e boas práticas podem ser adotadas para melhorar a gestão de resíduos, como a criação de sistemas de logística reversa, estímulo à ecoeficiência e o estabelecimento de parcerias entre diferentes setores (Moreira et al., 2016).

Em resumo, a gestão responsável de resíduos eletrônicos requer a cooperação e a participação ativa de diversos atores, desde o poder público e o setor empresarial até os consumidores e catadores informais. A responsabilidade compartilhada e a adoção de práticas sustentáveis são cruciais para mitigar os impactos negativos do descarte inadequado de lixo eletrônico, contribuindo para a saúde ambiental e a qualidade de vida das comunidades.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

Para atender o objetivo deste artigo, pretende-se desenvolver uma investigação levando em consideração as ações do poder público municipal em relação à responsabilidade compartilhada em relação à coleta e descarte de lixo eletroeletrônico. A pesquisa é caracterizada como exploratória descritiva, pois visa identificar e proporcionar informações (Andrade, 2017) sobre ações das prefeituras em relação ao descarte de lixo eletroeletrônico. Além disto conforme proposto por Gil (2019) visa familiarizar-se com o tema e colocá-lo em evidência. Trata-se de uma pesquisa descritiva e documental visto que foram coletados dados de sites na internet.

3.2 COLETA DE DADOS

Foram pesquisadas 72 cidades do estado de Minas Gerais, com população igual ou superior a 50.000 habitantes na qual foram coletados os dados necessários nos websites das prefeituras selecionadas, nas câmaras legislativas municipais, nas redes sociais municipais, em sites de notícias locais, além das bases de dados federais, tais como Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e, também, na plataforma colaborativa de Informações de Saneamento Básico no Brasil (INFOSANBAS). A coleta de dados foi realizada durante o período de janeiro a maio de 2023. Segue-se abaixo a lista das cidades analisadas.

Figura 1: Lista de Cidades Pesquisadas

Numero	Cidade						
1	Belo Horizonte	19	Vespasiano	37	Itaúna	55	Cataguases
2	Uberlândia	20	Varginha	38	Paracatu	56	Formiga
3	Contagem	21	Conselheiro Lafaiete	39	São João del Rei	57	Januária
4	Juiz de Fora	22	Sabará	40	Patrocínio	58	Mariana
5	Montes Claros	23	Barbacena	41	Itajubá	59	Frutal
6	Betim	24	Araguari	42	Manhuaçu	60	Pedro Leopoldo
7	Uberaba	25	Nova Lima	43	Caratinga	61	Ponte Nova
8	Ribeirão das Neves	26	Araxá	44	Unai	62	Itabirito
9	Governador Valadares	27	Nova Serrana	45	Viçosa	63	Pirapora
10	Divinópolis	28	Passos	46	Curvelo	64	Congonhas
11	Sete Lagoas	29	Itabira	47	Alfenas	65	Bom Despacho
12	Santa Luzia	30	Muriae	48	Timóteo	66	Extrema
13	Ipatinga	31	Esmeraldas	49	Ouro Preto	67	Três Pontas
14	Ibirité	32	Ubá	50	João Monlevade	68	Campo Belo
15	Poços de Caldas	33	Lavras	51	Três Corações	69	Lagoa da Prata
16	Pouso Alegre	34	Pará de Minas	52	São Sebastião do Paraíso	70	São Francisco
17	Patos de Minas	35	Ituiutaba	53	Lagoa Santa	71	Guaxupé
18	Teófilo Otoni	36	Coronel Fabriciano	54	Janaúba	72	Bocaiúva

Fonte: IBGE (2023)

Para montar o perfil das cidades foram usadas informações disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), sendo coletada informações sobre a população de cada município, do Produto Interno Bruto (PIB) per capita, índice de Gini e do Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM). Na coleta de dados sobre resíduos sólidos e de lixo eletroeletrônico foi usado o roteiro de perguntas baseado nas responsabilidades dos municípios descritas na Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010 e no Decreto 10.936, de 12 de janeiro de 2022. A seguir o roteiro de questões que orientaram as buscas

- Existe Legislação Municipal sobre resíduos sólidos?
- Existem Projetos de coleta e tratamento de resíduos sólidos?
- A coleta e tratamento e feita de que forma?
- Existe legislação municipal específica sobre resíduos eletroeletrônicos?
- Tem alguma empresa ou associação que faça coleta e descarte do lixo eletroeletrônico?
- A prefeitura disponibiliza informações sobre a coleta e descarte de lixo eletroeletrônico?
- Se sim na questão anterior essas informações são de fáceis de serem encontradas?
- Existe na cidade projetos de coleta de lixo eletroeletrônico?
- Qual o número de pontos de coleta de lixo eletroeletrônico?
- Qual quantidade de lixo eletroeletrônico descartado por ano?

As perguntas foram respondidas com base nas informações obtidas nos websites mencionados anteriormente, e foram realizadas análises de documentos e dados oficiais provenientes das bases de dados citadas.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Após a etapa de coleta de dados, procedeu-se à organização destes em uma planilha utilizando o software Excel. As análises subsequentes foram realizadas por meio do emprego do software estatístico JASP, versão 0.16.4. Dentre as técnicas de análise utilizadas, incluíram-se análise de frequência, análise de correlação, análise de frequências cruzadas, e a realização de testes de médias não-paramétricos, devido à ausência de distribuição normal nas variáveis consideradas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS MUNICÍPIOS

Os municípios investigados foram selecionados com base em critérios populacionais, estabelecendo uma delimitação na qual aqueles com mais de 50 mil habitantes foram considerados para a amostra. Isso resultou na escolha de 72 cidades, as quais são as mais populosas no estado de Minas Gerais. Importante destacar que essas cidades estão dispersas em diversas regiões de planejamento do estado, com uma concentração particularmente significativa nas regiões Central e Sul de Minas, representando 33,3% e 16,7% da amostra, respectivamente. Essas regiões se destacam por sua densidade populacional, bem como por sua influência econômica, social e ambiental no contexto estadual.

Em relação à distribuição populacional dos municípios investigados, a maioria (56,95%) apresentou populações abaixo de 100 mil habitantes, enquanto 31,94% das cidades possuíam entre 100 mil e 299 mil habitantes. Entretanto, é importante mencionar que a presença de cidades com mais de 250 mil habitantes influenciou a média populacional, resultando em um valor médio de 172.401 habitantes. Contudo, a concentração populacional nas 8 maiores cidades corresponde a cerca de 45% da população total, o que distorce a média populacional. Nesse contexto, a mediana foi calculada como uma medida mais representativa, situando-se em 96.294 habitantes. A utilização da mediana contribui para eliminar o viés imposto pelas maiores cidades na análise.

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é uma métrica crucial para avaliar a riqueza de um município, historicamente associada a um maior engajamento em questões de sustentabilidade e meio ambiente. Portanto, o conhecimento da média do PIB per capita desempenha um papel relevante na caracterização dos perfis municipais e na possibilidade de comparações com estudos anteriores. Notavelmente, a média do PIB per capita observada foi de R\$ 39.118,86, posicionando-se acima da média nacional. No entanto, os municípios analisados exibiram um coeficiente de Gini médio de 0,508, aproximando-se consideravelmente da média nacional, que é de 0,510. Conforme Piacentini (2014), valores próximos a 0,5 ou superiores indicam uma desigualdade acentuada na distribuição de riqueza.

4.2 RESÍDUOS SÓLIDOS E ELETRÔNICOS

No contexto da pesquisa, foi identificado que a ampla maioria dos municípios submetidos à análise dispõe de regulamentações próprias relacionadas à gestão de resíduos sólidos, abrangendo aproximadamente 98,61% do total, correspondendo a 71 municípios. Desses municípios, 93% (66) possuíam um Projeto de Coleta e Tratamento de Resíduos

implementado em suas respectivas jurisdições. As modalidades de coleta eram diversas, com 24 cidades (33,33%) realizando-a de forma própria, 32 cidades (44,44%) optando pela terceirização, e 16 cidades (22,22%) adotando um modelo misto, envolvendo tanto a gestão direta quanto a participação de empresas privadas.

No que concerne à existência de legislação específica relacionada ao descarte de resíduos eletroeletrônicos, constatou-se que 34 dos municípios analisados (47,22%) dispunham de regulamentações pertinentes a esse segmento. Entretanto, em relação aos 38 municípios restantes, não foi possível identificar legislação específica em pesquisas realizadas nos websites das prefeituras e em buscas gerais relacionadas às respectivas cidades.

Tabela 1 - Legislação sobre resíduos sólidos e descarte de lixo eletroeletrônico

Legislação Municipal sobre resíduos sólidos	Frequência	Percentual
Sim	71	98,61%
Não	1	13,89%
Projeto Coleta e Tratamento de Resíduos Sólidos	Frequência	Percentual
Sim	67	93,06%
Não	5	69,44%
Legislação Municipal sobre descarte de resíduos eletroeletrônicos	Frequência	Percentual
Sim	34	47,22%
Não	38	52,78%

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

É relevante salientar que, dentre esses 38 municípios, a maioria, representando 71,05% (27), corresponde a cidades de porte médio-pequeno, com população variando entre 50 e 99 mil habitantes. Esse dado sugere que a ausência de legislação específica sobre o descarte de resíduos eletrônicos tende a ser mais comum em municípios de menor porte. No entanto, é importante destacar que todos os 72 municípios da amostra realizavam a coleta de resíduos eletroeletrônicos, com 50 cidades (69,44%) optando pela participação de empresas privadas na gestão e descarte adequado desses resíduos, enquanto as outras 22 cidades optavam por realizar essa tarefa de forma própria.

Na avaliação da quantidade de pontos de coleta de resíduos eletroeletrônicos e o volume de lixo recolhido, observou-se que a mediana correspondente foi de 6 pontos de coleta por município e 2,0 toneladas de resíduos eletroeletrônicos coletados. Importante ressaltar que, devido à presença de outliers, optou-se por não utilizar a média aritmética dos dados, uma vez que as cidades de maior porte exerciam uma influência desproporcional sobre essa métrica, elevando-a a valores consideravelmente mais elevados.

No contexto da disseminação de informações relacionadas à coleta de resíduos eletroeletrônicos, constatou-se que aproximadamente 41,27% dos municípios incluídos na amostra disponibilizavam divulgações em seus websites e nas plataformas de redes sociais oficiais. Contrapondo essa parcela, cerca de 59,72% das prefeituras não apresentaram informações acessíveis sobre a coleta de resíduos eletroeletrônicos em seus websites ou nas redes sociais associadas. Entre as cidades que optaram por divulgar essas informações, 26 delas as apresentaram de forma clara e de fácil acesso. Entretanto, em 3 cidades, embora as informações estivessem disponíveis, sua obtenção exigiu um esforço de busca considerável, tornando-as menos acessíveis aos cidadãos e interessados.

Esses achados evidenciam a variação significativa na transparência e acessibilidade das informações relacionadas à coleta de resíduos eletroeletrônicos, destacando a necessidade de padronização e maior clareza na divulgação desses dados, a fim de promover uma participação mais efetiva dos cidadãos no processo de logística reversa e no descarte adequado desses resíduos.

4.3 CARACTERÍSTICAS DAS CIDADES E A COLETA DE LIXO ELETROELETRÔNICO

Foi realizada uma Análise de Correlação entre as variáveis População, IDHM, PIB Per Capita e Índice de Gini com as variáveis Número de Pontos de Coleta (NPC) e Quantidade de Lixo Eletroeletrônico Descartado (QLD), conforme apresentado na Tabela 2. Como as variáveis não apresentaram distribuição normal foi utilizado o Coeficiente de *Rho* de Spearman. Com base nessa análise verificou-se que o tamanho da população estava correlacionado de forma positiva com a quantidade de lixo eletroeletrônico descartado ($r=0,566$) e com número de pontos de coleta lixo ($r=0,640$).

Observou-se uma correlação positiva baixa ($r=0,257$) entre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e a quantidade de lixo eletroeletrônico descartado. Isso sugere que municípios com um IDHM mais alto tendem a gerar uma quantidade relativamente maior de lixo eletroeletrônico. Isso pode ser atribuído ao maior consumo de produtos eletrônicos em áreas mais desenvolvidas.

Foi observada uma correlação moderada ($r=0,402$) entre o IDHM e o número de pontos de coleta de produtos eletroeletrônicos. Isso indica que municípios com um IDHM mais elevado tendem a ter uma quantidade maior de pontos de coleta disponíveis para seus residentes. Isso pode refletir um maior compromisso das áreas mais desenvolvidas com a gestão sustentável de resíduos.

Tabela 2: Análise de Correlação

Variável		População	IDHM	PIB Per Capita	Gini	QLD	NPC
População	Spearman	1					
	p-value						
IDHM	Spearman	0.363	1				
	p-value	0.002					
PIB Per Capita	Spearman	0.049	0.497	1			
	p-value	0.685	< .001				
Gini	Spearman	0.022	0.263	-0.036	1		
	p-value	0.854	0.025	0.766			
QLD	Spearman	0.566	0.257	0.088	0.151	1	
	p-value	< .001	0.029	0.462	0.206		
NPC	Spearman	0.640	0.402	0.261	0.114	0.372	1
	p-value	< .001	< .001	0.027	0.341	0.001	

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

A pesquisa identificou uma correlação positiva baixa ($r=0,261$) entre o número de pontos de coleta e o Produto Interno Bruto (PIB) Per Capita dos Municípios. Isso sugere que municípios com um PIB per capita mais elevado tendem a investir em infraestrutura de coleta de produtos eletroeletrônicos de forma mais extensa. Essa correlação pode indicar uma ligação entre o desenvolvimento econômico local e a disponibilidade de locais de coleta de resíduos eletrônicos.

Com o propósito de aprofundar a análise dos dados, foram realizados testes para investigar a relação entre as variáveis "Existência de Legislação Municipal sobre descarte de lixo eletroeletrônico" e "Existência de Empresa ou Associações que realizam coleta e descarte de lixo eletroeletrônico" com as variáveis "Quantidade de Lixo Eletroeletrônico Descartado (QLED)" e "Número de Pontos de Coleta (NPC)". É relevante destacar que as variáveis QLED e NPC não exibiam uma distribuição normal, o que levou à aplicação do teste de hipótese de Mann-Whitney como medida para avaliar a diferença entre as médias das cidades. Para tanto, as hipóteses nulas testadas foram as seguintes:

- H_{01} : Não existe diferença entre cidades com ou sem legislação sobre descarte de lixo eletroeletrônico em relação a QLED.
- H_{02} : Não existe diferença entre cidades com ou sem legislação sobre descarte de lixo eletroeletrônico em relação ao NPC.
- H_{03} : Não existe diferença entre cidades com empresa/associações que faziam coleta e descarte de lixo eletroeletrônico em relação a QLED.
- H_{04} : Não existe diferença entre cidades com empresas/associações que faziam coleta e descarte de lixo eletroeletrônico em relação ao NPC.

Após a realização das análises estatísticas correspondentes às hipóteses H_{01} e H_{02} , os resultados (Tabela 3) obtidos indicaram que não há evidências estatisticamente significativas para rejeitar as hipóteses nulas. Ou seja, com base nos p-valores calculados, que foram maiores que o nível de significância adotado ($\text{Alfa} = 0,05$), podemos concluir que: não há diferença estatisticamente significativa na quantidade de Lixo Eletroeletrônico Descartado (QLED) entre cidades que possuem legislação específica sobre o descarte de lixo eletroeletrônico e cidades que não possuem essa legislação e, que não há diferença estatisticamente significativa no Número de Pontos de Coleta (NPC) entre cidades que possuem legislação específica sobre o descarte de lixo eletroeletrônico e cidades que não possuem essa legislação.

Tabela 3: Existência de Legislação Municipal sobre descarte de lixo eletroeletrônico e QLED e NPC

	W	P	Rank-Biserial Correlation	SE Rank-Biserial Correlation
NPC	774.000	0.148	0.198	0.136
QLED	712.500	0.456	0.103	0.136

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

Após a condução das análises estatísticas correspondentes às hipóteses H_{03} e H_{04} , os resultados obtidos (Tabela 4) indicaram que a hipótese nula H_{03} foi aceita, uma vez que não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de Lixo Eletroeletrônico Descartado (QLED) entre cidades que contavam com empresas ou associações dedicadas à coleta e descarte de lixo eletroeletrônico e cidades que não possuíam essas entidades. Essa descoberta sugere que a presença de empresas ou associações não influenciou de forma

estatisticamente significativa a quantidade de resíduos eletroeletrônicos descartados nas cidades analisadas.

Tabela 4: Cidades com empresas/associações que faziam coleta e descarte de lixo eletroeletrônico em relação a QLED e NPC

	W	P	Rank-Biserial Correlation	SE Rank-Biserial Correlation
NPC	742.000	0.019	0.349	0.148
QLED	618.000	0.409	0.124	0.148

Fonte: Dados da Pesquisa (2023)

No entanto, em relação à hipótese H_{04} , os resultados (Tabela 4) apontaram que houve uma diferença estatisticamente significativa no Número de Pontos de Coleta (NPC) entre cidades com empresas ou associações dedicadas à coleta e descarte de lixo eletroeletrônico (mediana 7,0 pontos) e cidades que não possuíam essas entidades (mediana 4,5 pontos). Portanto, a presença dessas empresas ou associações teve um impacto estatisticamente significativo no número de pontos de coleta disponíveis nas cidades estudadas. Porém, o coeficiente rank-biserial (rB) foi de 0,349. Segundo Goss-Sampson (2018) esse coeficiente deve ser interpretado de forma semelhante ao “r” de Pearson. Isso demonstra que a diferença entre as medianas tem um efeito moderado.

Consequentemente, com base nas conclusões tiradas a partir desses resultados, podemos afirmar que a presença de empresas ou associações dedicadas à coleta e descarte de lixo eletroeletrônico não afetou a quantidade de resíduos eletroeletrônicos descartados nas cidades analisadas, mas teve uma influência significativa no aumento do número de pontos de coleta disponíveis. Esses resultados têm implicações importantes para a gestão de resíduos eletroeletrônicos em nível municipal, destacando a relevância da colaboração entre entidades privadas e o poder público na melhoria das infraestruturas de coleta desses resíduos.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A gestão apropriada de resíduos sólidos, com foco especial no lixo eletrônico, representa um desafio de natureza ambiental e de saúde pública que exige a implementação de ações coordenadas e o compartilhamento de responsabilidades entre diversos atores. A literatura científica, como abordada em estudos conduzidos por Duarte et al. (2020) e Nollkaemper (2018), enfatiza a importância da responsabilidade compartilhada como uma abordagem fundamental para mitigar os impactos adversos decorrentes do descarte inadequado de lixo eletrônico. Os resíduos eletrônicos, devido à presença de substâncias tóxicas como mercúrio, chumbo e cádmio, bem como materiais plásticos de decomposição lenta, apresentam o potencial de poluir o solo, a água e o ar, acarretando danos à fauna, flora e à saúde humana.

Nesse contexto, o poder público municipal, fabricantes, consumidores e empresas de reciclagem desempenham papéis cruciais na consecução da gestão adequada do lixo eletrônico. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pela Lei 12.305 de 2010, estabelece a responsabilidade dos municípios em promover a coleta seletiva e implementar a logística reversa, que consiste na devolução de produtos pós-consumo aos fabricantes para reciclagem ou disposição ambientalmente adequada. A abordagem de responsabilidade compartilhada representa uma estratégia que busca superar as limitações inerentes à responsabilidade individual, permitindo que diferentes agentes contribuam para um resultado comum, compartilhando a responsabilidade legal por esse desfecho.

Sobre a importância do papel do poder público municipal, observou-se que a grande maioria dos municípios analisados (98,61%) possui regulamentação própria relacionada aos

resíduos sólidos, sendo que a maioria também implementou Projetos de Coleta e Tratamento de Resíduos (93,06%). No entanto, essa realidade muda quando se trata da legislação específica relacionada ao lixo eletrônico, sendo que apenas 47,22% dos municípios pesquisados possuem leis pertinentes. Esses dados ressaltam a relevância do papel do poder público municipal na gestão de resíduos sólidos, particularmente no que se refere ao lixo eletrônico, como também apontado por Gadia e Oliveira (2011) e Cao et al. (2016) em suas pesquisas.

Os resultados revelaram também a existência de correlação positiva entre a quantidade de lixo eletrônico coletado, o número de pontos de coleta, o tamanho da população e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Essa associação sugere que municípios com maiores recursos socioeconômicos e administrativos tendem a demonstrar maior interesse e capacidade na gestão adequada de seus resíduos. Esses achados reforçam ainda mais a importância da responsabilidade compartilhada, conforme enfatizado por Yu e Serrona (2006).

Adicionalmente, os dados demonstram que a presença de empresas ou associações encarregadas da coleta e disposição apropriada de resíduos eletrônicos correlaciona-se com um aumento na quantidade de locais de coleta disponíveis e, por conseguinte, com uma maior captação de resíduos eletrônicos. Essa constatação sugere que a colaboração entre os setores público e privado desempenha um papel fundamental na promoção de uma gestão mais eficaz dos resíduos eletrônicos. Isso reitera, mais uma vez, a importância do princípio de responsabilidade compartilhada, conforme mencionado previamente por Moreira et al. (2016) e Cao et al. (2016) em suas respectivas pesquisas.

Em síntese, os resultados desta análise destacam a importância da responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos sólidos, com foco especial no descarte adequado de lixo eletrônico. Os dados indicam que a existência de legislação específica, a implementação de projetos de coleta e tratamento de resíduos e a colaboração entre o setor público e privado são elementos essenciais para promover uma gestão mais eficaz e sustentável dos resíduos eletrônicos, reduzindo seus impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública. Essas conclusões estão alinhadas com os achados de pesquisas anteriores conduzidas por Gadia e Oliveira (2011) e Cao et al. (2016), evidenciando uma convergência entre os resultados empíricos e a literatura científica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, pode-se concluir que o princípio da responsabilidade compartilhada é de vital importância para a gestão sustentável dos resíduos eletrônicos. A existência de legislação específica, a implementação de projetos de coleta e tratamento de resíduos, bem como a colaboração entre diversos atores, emergem como elementos fundamentais na promoção de uma gestão eficaz desses resíduos. Tais medidas não apenas minimizam os impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública, mas também constituem uma base sólida para a construção de um futuro mais sustentável.

Em um contexto prático, pode-se inferir que a cooperação entre governos, empresas e sociedade civil é imprescindível para a implementação de estratégias e boas práticas que aprimorem a gestão de resíduos eletrônicos. Isso inclui o estabelecimento de sistemas de logística reversa, o aumento da disponibilidade de pontos de coleta de lixo eletrônico, a promoção da ecoeficiência e a formação de parcerias entre o setor público e a iniciativa privada para a coleta e descarte adequado desses resíduos. Adicionalmente, nossa análise destaca a necessidade premente de se criar legislação específica para o descarte de lixo eletrônico, uma medida crucial para a garantia de um futuro mais sustentável.

Os resultados deste estudo também atestam a eficácia da pesquisa realizada, fornecendo informações valiosas sobre as ações dos poderes públicos municipais em relação ao descarte de

resíduos eletrônicos. Eles esclarecem as relações complexas entre o desenvolvimento humano, a gestão de resíduos e a logística reversa de produtos eletroeletrônicos. Tais insights são de grande relevância para os formuladores de políticas públicas e empresas que buscam promover a sustentabilidade ambiental e o envolvimento dos consumidores na economia circular.

É importante reconhecer que este estudo enfrentou limitações, especialmente no que diz respeito à coleta de informações via internet, com algumas fontes apresentando dados desatualizados ou incompletas. No entanto, as informações obtidas proporcionam uma visão geral das ações das prefeituras e constituem uma base sólida para análises posteriores.

Como sugestão para futuras pesquisas, recomenda-se a inclusão de municípios com população inferior a 50.000 habitantes, bem como a exploração das práticas de coleta e tratamento de resíduos sólidos e eletrônicos em áreas rurais. Outra abordagem seria focar na análise das legislações e regulamentações relacionadas ao descarte de lixo eletrônico em nível municipal examinando as leis existentes com intuito de identificar lacunas e propor medidas para fortalecer a responsabilidade compartilhada nesse contexto. Isso permitiria uma compreensão mais abrangente e aprofundada da gestão de resíduos em diferentes contextos municipais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S. A.; ALI, S. M. People as partners: Facilitating people's participation in public-private partnerships for solid waste management. **Habitat International**, v. 30, n. 4, p. 781-796, 2006.

ALVES, L. G. de S. et al. Responsabilidade compartilhada de resíduos sólidos: reflexões da implementação no município de Teresina-PI. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 18, n. 2, p. 3-25, 2021.

ANDRADE, M. M. de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ARENHARDT, D. L. et al. Comportamento, atitudes e consciência ambiental quanto ao descarte de telefones celulares: um estudo quantitativo na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 9, p. 43-60, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE (São Paulo). **Panorama dos resíduos sólidos do Brasil - 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021. 54 p. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 out. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10936, de 12 de janeiro de 2022. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 16 nov. 2022.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 nov. 2022.

- CAI, K. et al. Uncovering residents' behaviors, attitudes, and WTP for recycling e-waste: a case study of Zhuhai city, China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 2, p. 2386- 2399, 2020
- CAO, J. et al. Extended producer responsibility system in China improves e-waste recycling: Government policies, enterprise, and public awareness. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 882-894, 2016.
- COSTA, G. F. V. da; LUIZ, G. V.; SILVA, M. R. N. Proposição e validação de uma escala de avaliação do comportamento de descarte de lixo eletroeletrônico. **Revista ADMPG, [S. l.]**, v. 11, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/19702>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- DUARTE, V. de B. et al. Responsabilidade Compartilhada: o papel do consumidor no descarte do lixo eletrônico. **Revista Augustus**, v. 25, n. 50, p. 111-129, 2020.
- FORTI, V. at al. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential**. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam, 2020.
- GADIA, G. C. M. L.; OLIVEIRA, M. A. J. A logística reversa como instrumento de ação na garantia da sustentabilidade ambiental: análise das inovações trazidas pela política nacional de resíduos sólidos. **DEA, [S.l.]**, v. 2, n. 2, jan.-jul., 2011.
- GARCIA, M. B. dos S. et al. Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2016.
- GIARETTA, J. B. Z. et al. Hábitos relacionados ao descarte pós-consumo de aparelhos e baterias de telefones celulares em uma comunidade acadêmica. **Saúde e Sociedade**, v. 19, p. 674-684, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GUO, X.; YAN, K. Estimation of obsolete cellular phones generation: a case study of China. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 321-329, 2017.
- MOREIRA, D. de A. et al. Responsabilidade ambiental pós-consumo à luz do princípio do poluidor-pagador: uma análise do nível de implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Direito da Cidade**, v. 8, n. 4, p. 1442-1467, 2016.
- NICOLAI, F. N. P.; LANA, S. L. B.; SANTOS, M. C. L.. O lixo eletrônico (e-waste) na mineração urbana: design sustentável, uma responsabilidade compartilhada. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 2088-2100, 2016.
- NOLLKAEMPER, A.. The duality of shared responsibility. **Contemporary Politics**, v. 24, n. 5, p. 524-544, 2018.
- PIACENTINI, M. **Measuring Income Inequality and Poverty at the Regional Level in OECD Countries**. 3. ed. Paris: OECD Publishing, 2014.

YU, Jeong-soo; SERRONA, Kevin Roy B. Municipal Solid Waste Management in Metro Manila Challenges and Options. **Macro Review**, v. 18, n. 1-2, p. 17-27, 2006.