

Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Geografia
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Erlande Jean-Baptiste

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: o desafio do descarte na cidade de Uberlândia-
MG

Uberlândia
2024

Erlande Jean-Baptiste

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: o desafio do descarte na cidade de Uberlândia -
MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de mestre ou doutor em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais

Linha de pesquisa: Educação Geográfica e Representações Sociais

Orientador: Profa. Dra. Rita de Cassia Martins de Souza

Uberlândia

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B222r
2024

Baptiste, Erlande Jean, 1990-
Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos [recurso eletrônico] : o
desafio do descarte na cidade de Uberlândia-MG / Erlande Jean Baptiste.
- 2024.

Orientadora: Rita de Cassia Martins de Souza.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.348>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Geografia. I. Souza, Rita de Cassia Martins de, 1964-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em
Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

André Carlos Francisco
Bibliotecário Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppggeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico; Número 560, PPGGEO				
Data:	16 de julho de 2024	Hora de início:	14h:00min	Hora de encerramento:	17h:30min
Matrícula do Discente:	12212GEO013				
Nome do Discente:	ERLANDE JEAN-BAPTISTE				
Título do Trabalho:	RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: O DESAFIO DO DESCARTE NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA E REPRESENTAÇÕES SOCIAIS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se na Sala 14 [\[On-line\]](#), no Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em [GEOGRAFIA](#), assim composta: Professores Doutores: [Marco Túlio Martins - UEG-GO](#); [Maria Beatriz Junqueira Bernardes - IG-UFU](#) e [Rita de Cássia Martins de Souza - IG/UFU](#) orientador(a) do(a) candidato(a). A Defesa aconteceu de forma remota.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). [Rita de Cássia Martins de Souza - IG/UFU](#), apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Marco Túlio Martins, Usuário Externo**, em 17/07/2024, às 12:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Beatriz Junqueira Bernardes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/07/2024, às 12:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Martins de Souza, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/07/2024, às 23:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5505586** e o código CRC **01388797**.

Erlande Jean-Baptiste

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: o desafio do descarte na cidade de Uberlândia -
MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de mestre ou doutor em Geografia.

Uberlândia, 16 de julho de 2024

Banca Examinadora:

Maria Beatriz Junqueira – Profa. Dra. (UFU)

Marco Túlio Martins – Prof. Dr. (UEG-Itapuranga)

Rita de Cássia Martins de Souza Anselmo – Profa. Dra. (UFU)

Este trabalho é dedicado à memória do meu
irmão Guy Arnold Jean-Baptiste e da minha
corajosa lutadora Phirgenie Julmeus, vocês
estão para sempre em nossos corações.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha gratidão a Deus, que sempre me acompanhou, e a todas as pessoas e instituições que contribuíram ou facilitaram meu estudo no Brasil e meu trabalho de pesquisa. Meus agradecimentos vão, para meus pais, em especial meu pai e minha mãe, meu marido Dieudilait Metellus, meu filho Theo Jayden Metellus, meus irmãos e irmãs e todos os meus amigos e aliados que sempre me apoiaram, me motivaram a trabalhar e a perseverar o máximo possível em meus estudos. Graças a seus conselhos, apoio e bênçãos, tive força e coragem para alcançar esse resultado.

Este estudo foi possível graças à vontade de homens e mulheres que dedicaram parte de seu tempo e conhecimento para servir à ciência, ao desenvolvimento e à humanidade em geral, a quem oferecemos nossos sinceros agradecimentos e profunda gratidão. À equipe e aos funcionários da Reitoria da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e ao Instituto de Geografia (IG), Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO. À OEA e ao GCUB, que me abriram as portas para o treinamento em nível de mestrado.

Meus agradecimentos à minha professora orientadora Dra. Rita de Cassia Martins de Souza, que me orientou desde a minha chegada na UFU e que, apesar das diferenças culturais e de idioma, aceitou conduzir este trabalho de pesquisa com tato e método. A todo o corpo docente e discente do PPGEO. A todos os membros do júri que aceitaram participar e avaliar este trabalho de pesquisa. Que eles com essas palavras toda a minha consideração e gratidão.

RESUMO

A tecnologia revolucionou a vida moderna, o comércio internacional, a governança global, a comunicação, o lazer, o transporte, a educação e a saúde. O alto consumo de produtos eletrônicos, que têm uma vida útil cada vez mais curta, é motivo de preocupação. Os resíduos gerados por esses equipamentos elétricos e eletrônicos tornaram-se um problema global. Esses resíduos são considerados perigosos dependendo de sua composição, por conterem componentes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde. De fato, a concentração da população nas cidades e a forma como elas operam aumentam o crescimento dos resíduos e dificultam o gerenciamento e o descarte adequados. A presente pesquisa tem como objetivo de produzir um estudo multidimensional da situação dos resíduos sólidos, em especial os eletroeletrônicos na cidade de Uberlândia, em relação aos métodos de gestão e eliminação e as normas que regem esses tipos de resíduos, ao mesmo tempo em que se faz uma análise dos textos legislativos, normativos e ambientais pertinentes. Ela determina também o comportamento das várias instituições públicas e privadas envolvidas no setor e as estratégias de descarte de resíduos. A conclusão mostra que a quantidade de lixo eletrônico está crescendo consideravelmente, mas as políticas públicas em vigor estão encontrando dificuldades de gerenciamento. Como resultado, a pesquisa forneceu ideias sobre formas adequadas de gerenciar e regulamentar esses tipos de resíduos. Ela também formulou recomendações para minimizar o impacto ambiental da fase de uso e descartar corretamente o lixo eletrônico, aumentando a conscientização por meio da educação ambiental e do treinamento das partes interessadas.

Palavras-chave: lixo eletrônico; meio ambiente; gestão; descarte.

RÉSUMÉ

Les technologies ont révolutionnées la vie moderne, le commerce international, la gouvernance mondiale, la communication, les loisirs, les transports, l'éducation et les soins de santé. La consommation importante de produits électroniques, dont la durée d'utilisation est de plus en plus courte, est préoccupante. Les déchets générés par ces équipements électriques et électroniques sont devenus une préoccupation mondiale. Ces déchets sont considérés comme dangereux en raison de leur composition, car ils contiennent des composés nocifs pour l'environnement et la santé. En effet, la concentration de la population dans les villes et leur mode de fonctionnement augmentent la croissance des déchets et rendent plus difficile leur gestion et leur élimination finale appropriée. Cette recherche se concentre sur les déchets solides: le défi de l'élimination des équipements électriques et électroniques dans la ville d'Uberlândia, Minas Gerais. Elle vise à analyser la situation multidimensionnelle des déchets solides, en particulier des déchets électriques et électroniques dans la municipalité, afin de produire des connaissances sur les méthodes de gestion et d'élimination appropriées, ainsi que sur la réglementation de ces types de déchets, tout en maintenant un diagnostic des textes juridiques, réglementaires et environnementaux pertinents. Elle détermine le comportement des différentes institutions publiques et privées impliquées dans le secteur et propose des stratégies d'élimination des déchets appropriées. La conclusion montre que la quantité de déchets électroniques a considérablement augmenté, mais que les politiques publiques mises en place se heurtent à des difficultés de gestion. Par conséquent, la recherche a fourni des idées sur les moyens appropriés de gérer et de réglementer ces types de déchets. Elle a également formulé des recommandations qui peuvent contribuer à minimiser les impacts environnementaux liés à la phase d'utilisation et à l'élimination correcte des déchets électroniques par la sensibilisation, l'éducation à l'environnement et la formation des parties prenantes

Mots-clés: dechet electro - electronique, environnement, gestion, élimination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	A produção de dejetos no mundo	32
Figura 2 -	Produção de resíduos urbanos por região no ano de 2016	34
Figura 3 -	Percentual global de tratamento e destinação de resíduos (2018)	35
Figura 4 -	Estimativas da produção global de REEE em 2016.....	37
Figura 5 -	Localização do município de Uberlândia (MG), Brasil	50
Figura 6 -	Classificação geral dos materiais recicláveis coletados e comercializados pelas associações em 2022 e 2023	66
Figura 7 -	Localização dos ecopontos no município.....	85
Figura 8 -	Vista aérea atual do novo aterro sanitário.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Análise de correlação entre as diferentes épocas de coletas de material reciclável coletado pela DMAE (janeiro/2011 a dezembro/2023)	74
Gráfico 2 -	Materiais recicláveis coletados comercializados pelas associações e cooperativas (Kg) (2020-2023)	76
Gráfico 3 -	Materiais recicláveis coletados comercializados pelas associações e cooperativas (Kg) (2020-2023)	76
Gráfico 4 -	Materiais recicláveis coletados pelos ecopontos (Kg) (2020 a 2023)	88
Gráfico 5 -	Histograma mostra a coleta, transporte e disposição dos resíduos urbanos no aterro sanitário (1995-2023)	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	<i>Ranking</i> de alguns países americanos que produziram a maior quantidade de REEE por região em 2019	37
Tabela 2 -	Evolução da população (2010-2022) e quantidade de resíduos produzidos por habitante/dia	54
Tabela 3 -	Programa de coleta seletiva/coleta, transporte e destinação de resíduos recicláveis para associações e cooperativas de catadores (material em Kg reciclável coletado pelo DMAE) de 2011 a 2023	73
Tabela 4 -	Material reciclável coletado pelas associações e cooperativas (Kg) de (2020-2023)	75
Tabela 5 -	Material reciclável comercializado pelas associações e cooperativas de catadores (KG) (2020-2023)	75
Tabela 6 -	Material reciclável coletado pelos ecopontos (Kg) (2020-2023)	87
Tabela 7 -	Coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (1995-2023)	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Principais acordos mundiais sobre o clima e o ambiente	28
Quadro 2 -	Principais leis brasileiras sobre meio ambiente	30
Quadro 3 -	Histórico das políticas ambientais em nível nacional (1981-2010)	55
Quadro 4 -	Pontos de coleta da logística reversa no município Uberlândia.....	67
Quadro 5 -	Programação da coleta seletiva (porta a porta) nos bairros.....	70
Quadro 6 -	Equipamentos recebidos pela empresa.....	78
Quadro 7 -	Diferentes ecopontos estabelecidos pelo município.....	84

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 -	Resíduos comuns e REEE depositados a céu aberto em rua do bairro Santa Mônica	56
Fotografia 2 -	Teste de revisão e reparo.....	81
Fotografia 3 -	Validação.....	82
Fotografia 4 -	Exposição para revenda do material já reciclado.....	82
Fotografia 5 -	Triagem de materiais realizada na empresa (baterias, placas, lâmpadas) ...	83
Fotografia 6 -	Materiais pré-triados enviados a empresas parceiras e para descarte	83
Fotografia 7 -	Preparação do terreno para implantação do Ecoponto São Jorge e parte das instalações, depois de prontas	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de vigilância Sanitária
BM	Banco Mundial
CF	Chloro Fluoro Carbone
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgoto
EEE	Equipamento Electro Eletrônico
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileira de Geografia e Estatística
INMETR	Instituto Nacional de Meteorologia
MG	Minas Gerais
NA	Nações Unidas
OMS	Organização Mundial de Saúde
PGIRS	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
RCC	Resíduos da Construção Civil
REEE	Resíduo d'Equipamento Electro Eletrônico
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SMMADU	Secretária Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo
PNRS	Política Nacional de Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	SEÇÃO 1: QUESTÕES AMBIENTAIS E CONSUMO NAS SOCIEDADES CONTEMPORÂNEAS: PRODUÇÃO E ELIMINAÇÃO DE RESÍDUOS	23
2.1	A emergência do “problema ambiental”: desenvolvimento econômico ou preservação ambiental	25
2.2	A produção de resíduos sólidos e o desafio da sua eliminação na “sociedade de consumo”	34
2.3	A geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) na “sociedade da informação”: especificidades	36
3	SEÇÃO 2: O DESPERDÍCIO DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA (MG): UMA PROBLEMÁTICA DE CARÁTER NACIONAL	43
3.1	Dinâmica das cidades: urbanização e industrialização	43
3.2	Crescimento da cidade de Uberlândia (MG) e produção exponencial de resíduos sólidos ...	49
3.3	Adoção de medidas práticas de coleta e descarte de acordo com a legislação nacional e estadual	54
3.4	Padronização sobre descarte de lixo eletrônico: internacional e nacional	57
4	SEÇÃO 3: COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS EM UBERLÂNDIA (MG): O DESAFIO DE ELIMINAR OS REEE	62
4.1	Dimensões do problema: dificuldades encontradas na logística reversa	64
4.1.1	Logística reversa	65
4.2	Coleta realizada por associações/cooperativas especializadas em coleta e descarte sob o controle da prefeitura	68
4.3	Coleta por empresas privadas especializadas em coleta e descarte	77
4.3.1	Coleta manual por particulares (sem treinamento/equipamento próprio)	82
4.4	Destino dos resíduos: Programa Ecoponto e aterro sanitário em Uberlândia (MG)	83
4.4.1	Programa Ecoponto	84
4.4.2	Descarte de resíduos em aterro sanitário	88
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
	REFERÊNCIAS	99



Todos sonhamos com um mundo com o mínimo de resíduos possível e um ambiente saudável, mas como podemos conseguir isso se não decidirmos agir corretamente? O mundo está a desenvolver-se, a tecnologia avança, os resíduos são cada vez mais numerosos e cada vez menos biodegradáveis. O que faremos? O planeta está em nossas mãos e se não assumirmos a responsabilidade agora, as gerações futuras culpar-nos-ão por negligenciarmos o nosso ambiente, a principal coisa que nos mantém vivos.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início, o homem produzia resíduos nas suas atividades mais primitivas e simples, mas os resíduos humanos limitavam-se a restos orgânicos degradados na natureza por processos biológicos naturais. Com o aumento da tecnologia e dos equipamentos, bem como com a concentração urbana da população, a quantidade de resíduos se tornou extraordinária e muitos deles se tornaram invasivos.

A concentração dos resíduos e a ignorância em relação a seus efeitos tornam-se um problema para as populações humanas e para as demais espécies vivas. Foi somente no século XX que esse problema veio à tona, dadas as dimensões que o acúmulo de dejetos atingiu (Aknin *et al.*, 2002). Na verdade, a industrialização e a proliferação de equipamentos e mercadorias contribuíram largamente para tornar os resíduos um problema preocupante para as sociedades humanas.

São considerados “resíduos”, de forma geral, as partes que sobram das atividades humanas e animais e dos processos produtivos, como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais, os gases liberados em processos industriais ou por motores, entre outros. Os resíduos podem ser, portanto, de tipo sólido, líquido ou gasoso e, dependendo da toxicidade, do tempo de degradação etc., podem ser considerados “resíduos perigosos” (Baldé *et al.*, 2017). O que implica na necessidade de recolhimento e gestão adequada.

A produção de resíduos tornou-se um ato diário que afeta todos os seres humanos, tanto nos ambientes de trabalho como em casa. Enquanto consumidor/produtor responsável pelo recolhimento e triagem de resíduos recicláveis e não recicláveis, cidadão, contribuinte ou não, todos podem e devem ser intervenientes numa melhor gestão de resíduos.

Em uma visão integrada de desenvolvimento sustentável, o problema dos resíduos já não pode ser tratado como um objeto isolado, nem mesmo limitado aos aspectos de valorização e tratamento, pois a gestão de risco global e de recursos que abrange todo o ciclo de vida dos resíduos – desde a sua geração até à sua eliminação – devem ser considerados. É, portanto, uma obrigação compreendermos o problema para pensarmos em soluções para o futuro que tenham em conta a situação, desde a escala local até a global.

A Revolução Industrial do final do século XVIII desempenhou um papel muito importante no contexto do surgimento de um modelo de desenvolvimento econômico que provocou e provoca o crescimento exacerbado do consumo. Esses países não atentaram para a destruição dos recursos naturais, negligenciando assim seu esgotamento e as consequências mais profundas para todo o meio ambiente e para a vida humana em seus aspectos econômicos

e sociais. Na verdade, o desenvolvimento do processo industrial é simultaneamente uma fonte de competitividade empresarial e de destruição do ambiente natural.

Desde então, o efeito do consumismo tem só se ampliado. Nas últimas décadas, surgiu uma nova tendência de consumo, resultando em compras compulsivas através do “consumo digital”. Novos dispositivos, mais modernos e mais eficientes graças ao avanço das novas tecnologias, são disponibilizados pelas empresas, levando não só ao consumo excessivo de mercadorias em si, mas com sérios desdobramentos em termos, por exemplo, do uso de energia elétrica, de exploração desordenada de minerais raros ou estratégicos. Evidentemente, a pressão sobre a natureza e seus recursos acima das possibilidades de sua autorrenovação desencadeia mais e novos problemas ambientais.

O ritmo acelerado da tecnologia resulta não apenas em um influxo massivo de novos equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE), mas também em uma redução de sua vida útil, levando a um descarte mais rápido dos produtos (Baldé *et al.*, 2020). A obsolescência planejada, os ciclos de vida desses produtos, principalmente dos produtos eletrônicos de uso pessoal, são cada vez mais curtos e há poucas opções para repará-los (Baldé *et al.*, 2020). Esses equipamentos rapidamente se transformam em resíduos sólidos ou resíduos eletrônicos, chamados de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE).

De acordo com Forti *et al.* (2020), as quantidades destes resíduos aumentaram três vezes mais rapidamente do que a população mundial nos últimos cinco anos da década de 2010, sendo que mais de um bilhão (1.000.000.000) de celulares, *tablets* e *laptops* são descartados, a cada cinco anos de uso, em média. Destaque-se ainda que a quota de REEE no mundo, em 2005, constituía em média mais de 5% de resíduos urbanos, cuja produção aumenta mais rapidamente do que todos os outros resíduos (3 a 5% por ano, ou três vezes mais). Apenas 20% do lixo eletrônico mundial é coletado e reciclado adequadamente; em outras palavras, é difícil saber o destino de 80% do lixo eletrônico mundial (Forti, 2019).

A crescente produção de REEE, as baixas taxas de coleta e reciclagem, aliadas ao descarte inadequado, por si somente já representam sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana. Entretanto, a situação é muito mais grave devido à nocividade dos seus componentes e à necessidade de tratamento adequado antes de seu descarte na natureza. Os materiais tóxicos, inflamáveis ou corrosivos contidos nesses equipamentos permitem classificá-los como resíduos “perigosos” (Baldé *et al.*, 2017). Potencialmente destrutivos para o ambiente, esses resíduos devem ser controlados e fiscalizados, uma vez que as perturbações ambientais que provocam são de extrema gravidade. Com efeito, os incômodos multiplicam-se diariamente, tendo atingido uma escala global nas últimas décadas. Entre os problemas causados pelos resíduos

perigosos podem ser destacados: poluição multifacetada; produção massiva de resíduos; desflorestamento; desertificação; escassez de água e, mais particularmente de água potável; catástrofes climáticas; destruição da camada de ozônio; aquecimento global; redução da biodiversidade, etc.

De acordo com uma série de experiências adquiridas nessa área, alguns países emergentes como a Índia e a China demonstraram que, na ausência de uma política adequada de gestão de REEE, paralelamente ao rápido crescimento das atividades de reciclagem perigosas no setor informal, há uma grave ameaça à saúde das pessoas (Forti, 2019). Nesse sentido, defende-se a adoção de uma abordagem preventiva, como sublinham as numerosas decisões tomadas sobre os riscos de degradação ambiental global ou a gestão de resíduos perigosos. Esse ponto de vista foi bastante explícito na Conferência do Rio de 1992 e na Convenção de Basileia de 1989.

Com efeito, desde os últimos anos do século XX, o debate sobre o lixo eletrônico tem-se centrado nos danos que provoca e/ou pode causar ao ambiente, em particular nos principais inconvenientes que ocorrem diariamente na vida dos trabalhadores e da população em geral, bem como sobre as alternativas de regulação dos problemas gerados por esses resíduos perigosos. Na maioria dos casos, as recomendações adotadas privilegiam a utilização da legislação ambiental, sem, contudo, colocar em prática as ações necessárias, ou pelo menos atingir objetivos substanciais para reduzir o problema.

Alguns países alcançaram uma gestão mais eficaz, como a Suíça, modelo em gestão de REEE e pioneira em legislação sobre o tema no mundo. Contudo, apesar dos progressos registrados na aplicação da logística inversa na maioria dos países, os REEE acabam muitas vezes em aterros públicos misturados com outros resíduos sólidos das mais diversas fontes e características. Armazenados ao ar livre, sem supervisão, tornam-se verdadeiras bombas ambientais (Yacouba *et al.*, 2019). Infelizmente, a maioria dos atores envolvidos no problema não tem consciência das regulações/constrangimentos legais ligados à atual gestão do lixo eletrônico (Baldé *et al.*, 2017). Esses resíduos, encontrados em depósitos ou aterros comuns, constituem um perigo incalculável para a natureza e para o ser humano, em particular para os “catadores de resíduos” que não hesitam em percorrer os ecopontos¹ em busca de objetos recicláveis que representem algum valor *monetário*. A presença de certos componentes como

¹ Os ecopontos são locais para depósito voluntário de pequenos volumes de entulho (até 1 m³ ou 20 sacos), objetos de grande porte (móveis, sofás, etc.), podas de árvores e resíduos recicláveis. Nessas estruturas, os moradores podem depositar gratuitamente seus resíduos em lixeiras separadas para cada tipo de material. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/spregrula/residuos_solidos/ecopontos/index.php?p=4626. Acesso em 19 ago. 2024.

materiais preciosos torna a recuperação muito difundida, mas esta prática é realizada principalmente no setor informal, sem controle, o que agrava muito o problema ambiental e o risco para a saúde de quem manuseia esses materiais sem precauções.

Na verdade, os dispositivos eletroeletrônicos muitas vezes incluem interruptores de mercúrio²², conectores, capacitores, cabos e circuitos impressos (Baldé *et al.*, 2017). A isto devemos adicionar telas de cristal líquido ou raios catódicos. Vários estudos indicam que as substâncias mais críticas ambientalmente contidas nesses componentes são metais pesados, substâncias halogenadas como clorofluorcarbonetos (CFCs), bifenilos policlorados (PCBs) e cloreto de polivinila, são adicionados plásticos, notadamente retardadores de chama à base de bromo e arsênico (Baldé *et al.*, 2017).

Uma tela de televisão contém fósforos, partículas aderidas à sua superfície, compostas por terras raras e metais pesados (como o ítrio) (Yacouba *et al.*, 2019). O vidro cônico dos CRTs (Tubos de Raios Catódicos) pode conter chumbo e “um único CRT pode poluir 50 metros cúbicos de terra durante 30 anos”. Conforme Santos (2014), as consequências são as mesmas para o mercúrio que penetra no solo e na atmosfera quando dispositivos como disjuntores são destruídos e, além disso, quando plásticos contendo retardadores de chama ou cádmio são jogados em aterros, “os éteres difenílicos polibromados e o cádmio podem infiltrar-se no solo e nas águas subterrâneas” (SANTOS, 2014), promovendo o surgimento de cânceres.

A gestão dos REEE é, sem dúvida, um desafio a ser assumido pelas autoridades públicas, pelas empresas e pela população num esforço coletivo de difícil organização.

Segundo Xavier (2022), o Brasil produziu 1,5 milhão de toneladas de REEE, entretanto, diversos estudos mostram que seu sistema de gestão de resíduos eletrônicos é ineficaz e que ainda não há regulamentações específicas nesse domínio, a despeito dos esforços contínuos quanto à legislação ambiental de forma geral. A Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS encontra dificuldades na sua implementação no que diz respeito à coleta, à reciclagem e à logística reversa de diferentes tipos de resíduos, principalmente resíduos eletrônicos. Não há, nem mesmo, uma definição clara do que são REEE na Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS.

²² Um interruptor de mercúrio consiste em um tubo de vidro hermeticamente fechado contendo dois eletrodos desconectados e uma pequena quantidade de mercúrio líquido. Enquanto o metal líquido permanecer em uma extremidade do tubo, os eletrodos, localizados na outra extremidade, permanecerão desligados e, portanto, nenhuma corrente fluirá. Porém, uma vez que o tubo é movido em um determinado ângulo, o mercúrio entra em contato com ambos os eletrodos e uma conexão é feita. O resultado é que a eletricidade flui em um circuito completo. Assim que o metal líquido retorna à sua posição original, a corrente elétrica para imediatamente. Disponível em: <https://www.manutencaoesuprimentos.com.br/como-funciona-um-interruptor-de-mercúrio/#gsc.tab=>. Acesso em 19 ago. 2024.

Em termos regionais, o Estado de Minas Gerais publicou a Lei Nº 21.421, de 17 de julho de 2014, com vigência a partir de novembro desse mesmo ano, que estabelece a obrigatoriedade de os estabelecimentos comerciais e de assistência técnica, autorizados por fabricantes e importadores de eletroeletrônicos, manterem recipientes para descarte desses resíduos pelo consumidor.

Art. 1º §3º Os estabelecimentos comerciais e a rede de assistência técnica homologada por fabricantes e importadores de dispositivos de armazenamento magnético e eletrônico de dados, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias manterão recipientes para descarte desses resíduos pelo consumidor, dependendo da categoria dos produtos comercializados, e para a coleta desses resíduos pelos fabricantes e importadores, de acordo com as recomendações técnicas relativas aos produtos, atendendo às diretrizes de logística reversa para resíduos eletrônicos e às normas ambientais e de saúde pública vigentes. (Minas Gerais, 2009).

Baseado numa hierarquia de métodos de gestão, este conceito propõe uma abordagem à prevenção e à redução de resíduos na fonte, bem como opções de reciclagem, reutilização e recuperação. A eficácia dos planos nacionais de gestão de REEE dependerá da distribuição clara das responsabilidades entre todas as partes envolvidas na sociedade. É também importante sublinhar que as opções de gestão de resíduos a adotar devem ser adaptadas às condições sociais e econômicas do local. Os sistemas, estruturas e processos de gestão de REEE devem ser transparentes, economicamente viáveis e socialmente inclusivos porque um objeto pode ser considerado resíduo para uma pessoa, numa dada circunstância, e matéria-prima para outra. É necessário determinar o método de tratamento mais adequado dos resíduos conforme a sua origem e com o contexto socioeconômico local. Deve-se ressaltar que cada método de tratamento apresenta vantagens e desvantagens.

O município de Uberlândia, no estado de Minas Gerais, caracteriza-se como um centro regional no conjunto de cidades brasileiras, estando localizado em uma região estratégica para o contexto nacional. Sua posição geográfica favorece o desenvolvimento de modernos armazéns e setores empresariais importantes para o sistema de abastecimento da região Sudeste do Brasil, além de ser um ponto de fundamental importância para o escoamento de mercadorias, bem como ponto de trânsito para o transporte de grãos até os portos costeiros.

Xavier (2022) mostra que o município produz um volume anual de 78.717,4 unidades de REEE, apenas em microcomputadores. Esses mesmos autores alertam para o descuido por parte do município, ou seja, não há controle e informações suficientes sobre os pontos de coleta de materiais na cidade, o que nos permite afirmar que há deficiências na logística reversa local.

Outros problemas são apontados pelos autores em relação a determinadas Associações de Reciclagem, como o fato de que, quando os REEE não podem ser reparados ou reutilizados, eles são desmontados informalmente pelos próprios trabalhadores, sem a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (Xavier, 2022). Tendo em conta o exposto e a gravidade do problema dos resíduos eletroeletrônicos, esta dissertação de mestrado tem como objetivo geral: analisar o comportamento das instituições que atuam na área dos resíduos sólidos na cidade de Uberlândia (MG), mais precisamente como são geridas a eliminação e a reutilização dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na cidade de Uberlândia.

Mais especificamente, os nossos objetivos são:

- Traçar o perfil dos REEE mais comuns encontrados na cidade de Uberlândia (MG);
- Analisar a legislação municipal sobre descarte de REEE em relação aos demais níveis de regulamentação do Brasil;

Trata-se de uma pesquisa quantitativa e qualitativa. Nossa abordagem metodológica é baseada em:

- Recolher e analisar a bibliografia geral sobre o tema;
- Coletar e sistematizar dados relevantes de órgãos oficiais do Estado de Minas Gerais e da cidade de Uberlândia (MG);
- Vincular os dados coletados com dados referentes a outras regiões brasileiras para entender o grau relativo do problema de descarte de REEE em Uberlândia (MG)
- Estudar a legislação municipal de Uberlândia (MG) a respeito de REEE, a fim de entender seu nível de eficiência/eficácia.
- Coletar dados ao nível municipal; coleta de dados em larga escala em todo o estado de Minas Gerais; comparação de informações e dados com outras regiões brasileiras;

O trabalho está organizado de acordo com um plano composto por três seções:

A primeira abordará aspectos gerais dos resíduos sólidos, notadamente resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) e sua padronização, ou seja, apresentará os REEE, conforme são tratados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, em relação aos padrões internacionais.

A segunda seção abordará a problemática dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) na cidade de Uberlândia (MG), em relação à legislação municipal.

A terceira abordará mais detalhadamente a coleta seletiva em Uberlândia (MG) e o desafio do descarte de REEE.



Consumir melhor significa aprender a limitar o nosso impacto no ambiente e admitir que, apesar de séculos de evolução, a nossa sobrevivência dependerá sempre da natureza. E à medida que o nosso desenvolvimento continua, a gestão de resíduos torna-se uma das principais preocupações de amanhã.

2. SEÇÃO 1: QUESTÕES AMBIENTAIS E CONSUMO NAS SOCIEDADES CONTEMPORÂNEAS: PRODUÇÃO E ELIMINAÇÃO DE RESÍDUOS

Durante muito tempo, as relações entre o homem e o seu ambiente foram pensadas como relações causais lineares (A leva a B). Primeiro, a representação dominante era a de um ambiente que determinava as sociedades humanas, ou seja, o homem sofre os efeitos da natureza, muitas vezes instrumento do divino, como na ideia bíblica do Grande Dilúvio. A representação das relações entre o homem e o meio ambiente inverteu-se ao longo do desenvolvimento histórico e tecnológico, direcionando-se para uma compreensão segundo a qual as sociedades humanas agem sobre a natureza, dominando-a. A partir daí, a relação do homem com o seu meio ganhou outra dimensão, nomeadamente nas ações do indivíduo sobre o seu meio entre a *exploração*, a preservação e a proteção.

A *exploração* se refere às ações do homem, que aproveita o meio ambiente através do seu trabalho, transforma-o e lucra com ele. As ações de preservar e proteger se referem à conservação do meio ambiente e ao combate aos danos que o ameaçam ou o afetam. Ao mesmo tempo, estes dois grupos de ações parecem contraditórios. Explorar é uma ação transformadora e muitas vezes degradante, por isso se opõe a preservar (conservar) e proteger (combater ameaças).

As necessidades das sociedades humanas nunca pareceram tão importantes como contemporaneamente, pressionando por uma maior exploração dos recursos, enquanto o ambiente nunca pareceu tão degradado. O ambiente representa hoje um desafio global, tanto para a economia como para a política, a cultura e a sociedade em geral, sendo que a consciência ambiental é um dos principais desafios da globalização. O homem, através dessas atividades, torna vulnerável a natureza, particularmente os recursos hídricos, atmosféricos e terrestres.

Vários elementos intensificam a pressão humana sobre o meio ambiente. Um dos fatores mais importantes nessa relação é o crescimento populacional, pois este vem sendo acompanhado por uma transição urbana que aumenta a pressão humana sobre os recursos do ambiente. Com efeito, o atual modo de produção assenta-se na agricultura produtivista, na intensificação da produção industrial e no desenvolvimento de novos setores de atividades como: energia nuclear, tecnologias de informação, comunicação, etc. Sob o efeito do progresso tecnológico, ocorrem profundas mudanças nas sociedades contemporâneas, particularmente nas novas configurações do mundo capitalista.

Outro fator ligado à pressão humana sobre o ambiente diz respeito aos nossos estilos de vida e aos nossos padrões de consumo. A sociedade ocidental de consumo de massa e a

sociedade da informação espalham-se por todo o mundo. Um tal sistema requer um elevado consumo de recursos, como água e energia, incluindo combustíveis fósseis, acompanhado por uma elevada produção de resíduos. Estudos mostram que a grande aceleração das sociedades contemporâneas é marcada por fortes ligações entre o desenvolvimento humano e a degradação ambiental, mas qualquer desenvolvimento deve ter em conta os três pilares do desenvolvimento sustentável, que são: a economia, a sociedade e o ambiente.

Pode-se dizer que a vida contemporânea gera ideias inovadoras, portanto, qualquer empresa que decida se engajar em um contexto de desenvolvimento sustentável deve estar preparada para reagir de forma diferente e de não ter o lucro como único objetivo. Portanto, suas decisões e atividades devem ser tomadas no interesse da sociedade e do meio ambiente, a fim de reduzir os impactos gerados sobre este, tornando importante e necessário considerar as exigências das partes interessadas. Isto deve, portanto, resultar em uma conduta clara, transparente e ética, também de acordo com as leis correspondentes.

Um dos objetivos do desenvolvimento sustentável é o efeito de controle do impacto do desenvolvimento social nas empresas e outros produtos em termos de fluxo e produção de resíduos, evidentemente, realizando a compatibilização entre a atividade social da empresa e a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas (Locher; Quenet, 2009).

Atualmente, estamos muito mais conscientes da degradação do nosso planeta e da importância de satisfazer as necessidades humanas, preservando, ao mesmo tempo, os recursos como o ar, a biodiversidade, entre outros. Deve-se enfatizar que a contribuição dos produtores e consumidores para essa degradação é significativa. Portanto, é chegado o momento de as empresas produtoras incluírem o aspecto social e ambiental em seus objetivos de progresso, comprometendo-se com o desenvolvimento sustentável, que surge, nesse contexto, como uma construção coletiva que dá sentido à *arbitragem* entre desempenho, proteção ambiental e política social.

A noção de proteção ambiental tem sido abordada há muito tempo por diversas comissões e convenções internacionais visando encontrar uma solução para este desafio, mas continua menos aplicada nas empresas, onde realmente não deslanchou.

Esta seção procura evidenciar a emergência do problema ambiental, ou seja, fazer uma incursão em torno da exploração da natureza pelas sociedades humanas desde a Revolução Industrial (finais do século XVIII) e da exploração descontrolada dos recursos naturais até o ponto de se tornar um problema de dimensões gigantescas na contemporaneidade. Procuramos, em particular, mostrar como o consumo responsável e o descarte adequado dos “resíduos”,

particularmente os perigosos para a saúde humana e para todos os outros seres vivos, tornaram-se uma questão fundamental para a sobrevivência do planeta.

Os resíduos sólidos gerados por equipamentos eletroeletrônicos são o principal alvo desta pesquisa. Considerando a magnitude do problema relacionado ao descarte desses produtos nas últimas décadas, este capítulo busca apresentar o panorama da eliminação massiva de resíduos sólidos como parte do grande problema ambiental e como um dos inúmeros problemas a serem considerados pela legislação ambiental.

2.1 A emergência do “problema ambiental”: desenvolvimento econômico ou preservação ambiental

A noção de Meio Ambiente, como um tema científico específico, foi proposta nos Estados Unidos na década de 1960, mas a História Ambiental, como campo científico propriamente, tem início em agosto de 1972, coincidindo com manifestações políticas de abrangência internacional com a Conferência do Meio Ambiente de Estocolmo.

O nascimento da história ambiental é geralmente colocado em agosto de 1972, com uma edição especial da *Pacific Historical Review* e um famoso artigo de Roderick Nash. A escolha da revista marca a ascensão do ambientalismo nos campi da Costa Oeste. Iniciada pela publicação de *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson em 1962, esta consciência triunfou em 22 de abril de 1970 com o primeiro Dia da Terra, uma das maiores manifestações alguma vez organizada nos Estados Unidos, reunindo 20 milhões de pessoas. Neste clima, John Opie publicou um boletim informativo sobre história ambiental em abril de 1974, seguido pela criação de uma revista, a *Environmental Review*, no outono de 1976. A Sociedade Americana para História Ambiental foi fundada em 1977. (Locher; Quenet, 2009, p. 07, Trad. nossa, grifos nossos)

Locher e Quenet (2009) apresentam a evolução sobre o tratamento científico da questão ambiental segundo seu desenvolvimento em cada país. Dessa forma, os autores afirmam que o desenvolvimento do conceito de meio ambiente se deu com muita força nos EUA, desde os anos de 1960, embora, somente nos anos de 1970, a questão tenha realmente ganhado força. Os autores afirmam ainda que a questão ambiental na França, enquanto um problema científico demorou para deslanchar. O fato da Geografia, desde Vidal de La Blache, tratar dessas questões fez com que o desenvolvimento conforme se deu nos EUA, tenha sido de certa forma, menosprezado. “A análise comparativa da constituição deste campo de investigação mostra que algumas das divergências advêm de mal-entendidos e desconhecimento entre comunidades científicas estruturadas de forma diferente consoante o país.” (Locher; Quenet, 2009, p. 07, trad.

nossa). O fato é que, pouco a pouco, os termos “natureza” e “geográfico” cederam lugar aos termos “ecológico” e “ambiental”, segundo esses autores:

Embora a primeira conferência na história ambiental só tenha ocorrido em 1972 e as forças permanecessem muito escassas, essas ambições ainda eram ilusórias. Ela aconteceu na Universidade da Califórnia, Irvine, em janeiro.... Porém, aos poucos, os termos “natureza” e “geográfico” dão lugar a “ecológico” e “ambiental”, ou seja, a outro tipo de inscrição disciplinar, embora o conteúdo não seja necessariamente diferente. (Locher; Quenet, 2009, p. 08, trad. nossa)

Essa primeira onda de reflexão, segundo Aknin *et al.* (2002), teve um certo impacto e deu origem, num bom número de países, à adoção de novos instrumentos jurídicos e ao desenvolvimento de novas estruturas orientadas para a reflexão institucional no domínio do “meio ambiente”. A percepção do agravamento dos problemas ambientais em larga escala, desde o final do século XX, baseada em evidências empíricas e científicas, estimulou um novo ciclo de debates e Conferências ambientais internacionais.

A partir daí, houve um esforço para regular as questões ambientais em escala global e, desde então, vários acordos foram elaborados pelos Estados-membros das Nações Unidas, num esforço de governança global a partir da regulação sobre o meio ambiente. Esta institucionalização foi marcada pela primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente, em 1972. A Conferência de Estocolmo, como ficou conhecida, seguiu-se à publicação do Relatório Meadows ou Relatório do Clube de Roma, que se tornou uma importante referência com 113 participações, entre países desenvolvidos, países em desenvolvimento e países comunistas (Aknin *et al.*, 2002).

13. Representatives of the following 113 States invited in accordance with General Assembly resolution 2850 (XXVI) took part in the Conference: Afghanistan, Algeria, Argentina, Australia, Austria, Bahrain, Bangladesh, Belgium, Bolivia, Botswana, Brazil, Burundi, Cameroon, Canada, Central African Republic, Ceylon, Chad, Chile, China, Colombia, Congo, Costa Rica, Cyprus, Dahomey, Denmark, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Ethiopia, Federal Republic of Germany, Fiji, Finland, France, Gabon, Ghana, Greece, Guatemala, Guinea, Guyana, Haiti, Holy See, Honduras, Iceland, India, Indonesia, Iran, Iraq, Ireland, Israel, Italy, Ivory Coast, Jamaica, Japan, Jordan, Kenya, Kuwait, Lebanon, Lesotho, Liberia, Libyan Arab Republic, Liechtenstein, Luxembourg, Madagascar, Malawi, Malaysia, Malta, Mauritania, Mauritius, Mexico, Monaco, Morocco, Nepal, Netherlands, New Zealand, Nicaragua, Niger, Nigeria, Norway, Pakistan, Panama, Peru, Philippines, Portugal, Republic of Korea, Republic of Vietnam, Romania, San Marino, Senegal, Singapore, South Africa, Spain, Sudan, Swaziland, Sweden, Switzerland, Syrian Arab Republic, Thailand, Togo, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Uganda, United Arab Emirates, United

Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, United Republic of Tanzania, United States of America, Uruguay, Venezuela, Yemen, Yugoslavia, Zaire, Zambia. (ONU, 1973)

O objetivo dessa conferência foi discutir o estado geral do meio ambiente para definir regras que requerem colaboração internacional.

A declaração final da conferência marca o direito da humanidade de ter acesso a um ambiente saudável e produtivo. Também destaca a responsabilidade do homem para com o meio ambiente, bem como o seu dever de protegê-lo e melhorá-lo para o seu próprio bem e das gerações futuras.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo em junho de 1972, mais comumente chamada de Conferência de Estocolmo, é um evento importante (participação de 113 países, o primeiro fórum em defesa dos países desenvolvidos, dos países em desenvolvimento e dos países comunistas...). Faz eco ao relatório Meadows, que sublinha que o futuro do planeta e da espécie humana está ameaçado pelo ritmo contínuo de crescimento econômico e demográfico. De acordo com as previsões, o nosso planeta não seria mais habitável no futuro, devido à expansão industrial e aos seus prognósticos neomalthusianos adicionais de uma explosão demográfica nos países em desenvolvimento. A ideia de “crescimento zero” é frequentemente associada ao Relatório Meadows; neste quadro, a situação de desastre pode ser evitada graças a “um equilíbrio, o que significa manter um nível constante de população e capital”. Esta ideia de “crescimento zero” é uma proposta da Vives Critiques, que é uma fórmula oficial para a Conferência de Estocolmo. (Aknin, 2002, p. 54, trad. nossa)

Se até essa data as políticas ambientais eram compartimentadas (por exemplo, as políticas de proteção ambiental e dos parques nacionais eram dissociadas dos problemas de saúde urbana), a partir das resoluções da Conferência Mundial em 1972, passa-se a aplicar uma visão integrada do ambiente, baseada na necessidade de tratar as áreas urbanas e rurais como indissociáveis em relação às causas e consequências dos problemas ambientais.

A questão dos resíduos esteve incluída entre os pontos debatidos já na Conferência Mundial, no entanto, até o início da década de 1990, a evolução das regulamentações sobre resíduos de maneira geral ainda era relativamente tímida em comparação com outras questões ambientais. Podemos dizer que a década de 1990 marcou uma verdadeira viragem na gestão de resíduos à escala global. Em 1992, quando ocorreu a Conferência do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com a participação de 178 países (vinte anos depois da Conferência de Estocolmo), a regulação da circulação de resíduos ocupou um lugar de primordial importância.

Vale conferir o Quadro 1 referente às principais regulamentações internacionais, como segue:

Quadro 1 – Principais Acordos Mundiais sobre o Clima e o Ambiente

1972		Criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)
1973		Convenção Internacional das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção
1976		Convenção sobre a proteção do Mar Mediterrâneo contra a poluição
1979		Convenção sobre a vida selvagem e do meio natural da Europa
1982		Convenção sobre o direito do mar
1987		Protocolo de Montreal (substâncias que destroem a camada de ozônio) Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
1989		Convenção de Bale sobre a circulação de dejetos
1990		Criação de fundos para o ambiente mundial
1992		Declaração do Rio sobre o ambiente e o desenvolvimento Convenção do Rio sobre as mudanças climáticas Convenção do Rio sobre a diversidade biológica
1994		Convenção sobre a desertificação Convenção sobre as madeiras tropicais
1997		Protocolo de Kyoto
1998		Convenção de Roterdã (Produtos químicos e pesticidas)
2000		Protocolo de Cartagena (riscos biotecnológicos)
2001		Convenção persistentes de Estocolmo sobre os poluentes orgânicos
2002	África do Sul	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio +10
2012	Brasil	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20
2015	EUA	Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável Protocolo de Paris
2019		Cúpula de Ação Climática à margem da 74ª Assembleia Geral das Nações Unidas
2020		cúpula sobre ambição climática

Fonte: Negrao (2017, modificado)

O Brasil esteve presente nessas reuniões e convenções desde a Conferência de Estocolmo, onde marcou posição clara e contrária à limitação do desenvolvimento econômico do país em função da preservação ou da conservação ambiental. O processo de industrialização brasileira iniciou-se nos anos de 1930, com o governo de Getúlio Vargas, embora desde o final do século XIX, as indústrias têxteis e alimentícias já estivessem presentes. Os anos

correspondentes à 1ª. Guerra Mundial (1914-18) alimentaram e estimularam a produção dessas indústrias, suprimindo evidentemente a demanda interna afetada pelas dificuldades de importação causadas pela Guerra. Embora o impulso dado durante os anos de 1930, com a crise econômica mundial desencadeada desde 1929, após quebra da Bolsa de Valores de Nova York, seja de fato o marco da Revolução Industrial brasileira, os anos pós Segunda Guerra colocaram o Brasil definitivamente na condição de País em Desenvolvimento. É nesse sentido que o país participará ativamente das decisões e convenções ligadas às condições ambientais desde a década de 1960.

Dado os interesses do Brasil em acelerar os processos de desenvolvimento tecnológico e avançar no sentido de marcar sua posição no quadro geopolítico mundial como uma “potência econômica regional” na América Latina e no mundo, as reações apresentadas já na Conferência de Estocolmo, deixam clara a condição desse país como um produtor industrial avançado. No momento da Conferência, em 1972, o Brasil já havia experimentado grandes saltos na industrialização e no desenvolvimento tecnológico autônomo. São marcas dessa evolução os planos quinquenais de Juscelino Kubitschek (1956-1960) e os Planos Nacionais de Desenvolvimento dos governos militares (1964- 1985). Além disso, destaca-se a criação de várias instituições de relevância para compreender as iniciativas voltadas ao desenvolvimento econômico, com base na perspectiva da consolidação da posição regional de poder que o país almejava, como a criação: do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e da Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), entre outras.

No exame das hipóteses acerca dos possíveis apoios e alianças nas posições com que o Brasil poderia contar, ponderava-se que na América do Sul, a conjuntura dos relacionamentos intrarregionais parecia pouco favorável a concepções e perspectivas de conjunto, por isso era preciso não alimentar a esperança de suporte ou coalizões automáticas. O Relatório da Delegação do Brasil à Conferência postulava essa conjuntura devido às perspectivas do desenvolvimento brasileiro, as quais constituiriam um fenômeno à parte, não se podendo esperar de outros países da América do Sul a mesma devoção desenvolvimentista que delinear a atuação do Brasil durante a Conferência (BRASIL, 1972a, p. 13). Outro ponto importante parecia ser o novo estímulo que a questão do meio ambiente, como um subproduto da crescente interdependência no plano internacional, conferiu ao conceito de soberania limitada. (Zeca, 2020, p. 81-82)

Esse contexto geral da situação brasileira nos anos 1950, 1960 e 1970 são primordiais para a compreensão de como a questão ambiental se desenvolveu no Brasil. O cenário da ditadura militar influenciou fortemente para que uma certa consciência sobre os impactos da industrialização e de seus efeitos perversos sobre o ambiente, como a poluição dos rios, o

desmatamento descontrolado, a desertificação, etc. não fossem debatidos abertamente e menos ainda democraticamente pela sociedade brasileira. Mesmo em termos científicos, o debate acerca dos problemas ambientais passa a ocorrer com mais intensidade a partir dos anos de 1980 com a abertura política, ou seja, a partir de 1985 com o fim dos governos militares. Pode-se acompanhar, ainda que brevemente, as principais legislações sobre o meio ambiente no Brasil pelo Quadro 2.

Quadro 2 – Principais leis brasileiras sobre meio ambiente

1934	Constituição da República Federativa do Brasil Código Florestal ; Código das Águas *embrião do que viria a constituir, décadas depois, a atual legislação ambiental brasileira
1965	Código Florestal (nova versão) – obrigatoriedade das áreas de preservação permanente
1967	Lei da Proteção da Fauna – Lei 5.197 – 1967 Código da Mineração – Lei de 28.02.1967
1977	Lei de Responsabilidade por Danos Nucleares, de 1977 (Lei 6.453, de 17.10.1977)
	Lei de Zoneamento Industrial nas Áreas Críticas de Poluição de 1980 (Lei 6.803, de 02.07.1980)
1981	Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – nº 6.938 de 17/01/1981 Lei da Área de Proteção Ambiental – 6.902/81
1988	Constituição da República Federativa do Brasil (Art.225) * a primeira a dedicar capítulo específico ao meio ambiente, impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.
1989	Lei dos Agrotóxicos – nº 7.802 de 11 de julho de 1989
1998	Lei de Recursos Hídricos – nº 9.433 de 08/01/1997
1998	Lei dos Crimes Ambientais – nº 9.605 de 12/02/1998
2000	Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – nº 9.985/2000
2007	Lei da Política Nacional de Saneamento Básico – no. 11.445/2007
2010	Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos – nº 12.365 de 02/08/2010
2012	Lei do Código Florestal – nº 12.651/2012
2022	Lei do Código de Mineração – Decreto-Lei Nº 227, 28/02/1967. *documento com todas as reformulações até 2022

Fonte: Negrao (2017, modificado)

As recomendações relativas ao recolhimento e descarte de resíduos estão muito menos sujeitas a essas Convenções e Acordos, pois são tratadas no nível das legislações locais e regionais, isto é, o recolhimento e o descarte são tratados no Brasil pela legislação municipal e estadual, conforme se discutirá mais à frente.

2.2 A produção de resíduos sólidos e o desafio da sua eliminação na “sociedade de consumo”

Os resíduos são gerados continuamente, estão presentes em quase todas as situações do dia a dia. Produzimos resíduos desde as situações mais básicas até as atividades humanas mais complexas e isto em quantidades crescentes. Com o desenvolvimento do estilo de vida da sociedade de consumo, a produção de resíduos varia de um país para outro, de uma cidade para outra, de uma casa para outra, de um dia para o outro. Mas também, fatores geográficos, climáticos, econômicos e demográficos são determinantes na quantificação dos resíduos gerados por uma comunidade.

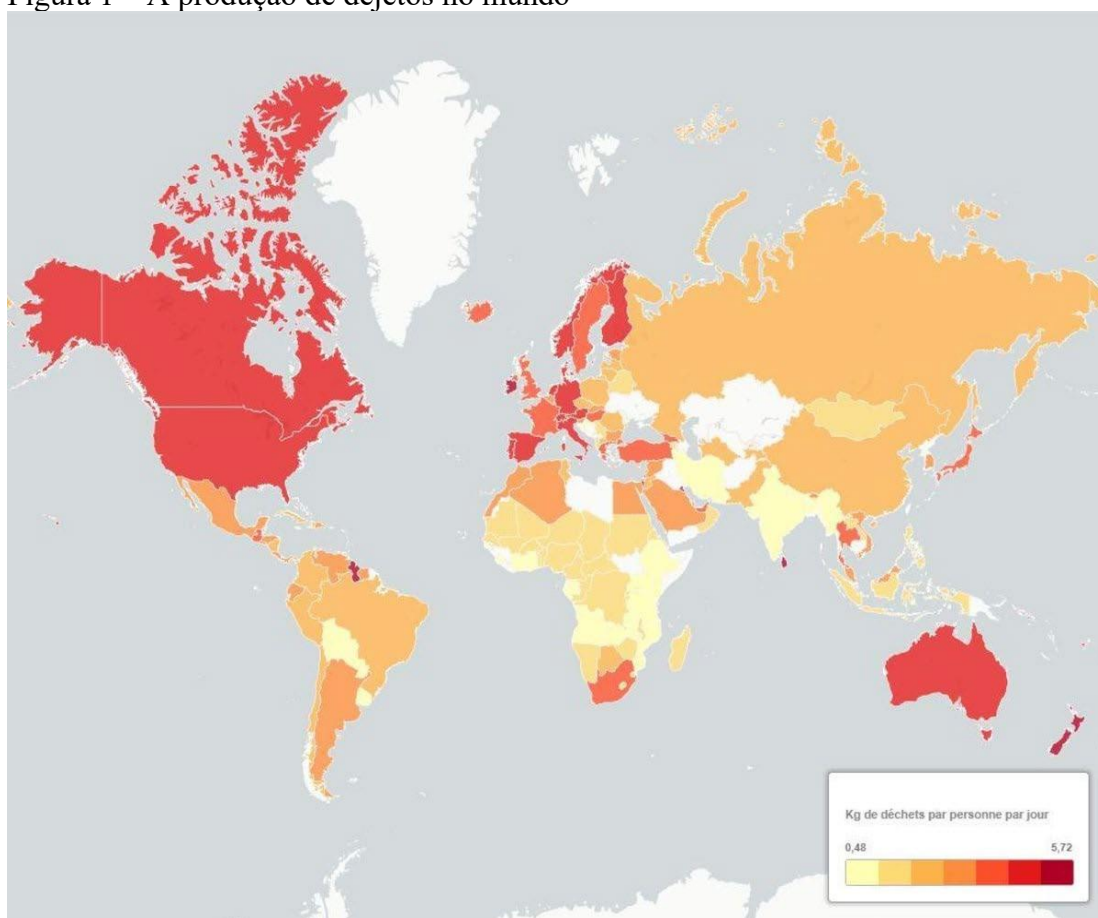
A Agenda 21³, programa recomendado aos governos quando da Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, em 1992, dedica o Capítulo 7 para a "Promoção do Desenvolvimento Sustentável dos assentamentos humanos". O capítulo traz uma observação logo na Introdução, especificando a ligação entre urbanização e meio ambiente:

7.1. Nos países industrializados, os padrões de consumo das cidades representam uma pressão muito séria sobre o ecossistema global, ao passo que no mundo em desenvolvimento os assentamentos humanos necessitam de mais matéria-prima, energia e desenvolvimento econômico simplesmente para superar seus problemas econômicos e sociais básicos. Em muitas regiões do mundo, em especial nos países em desenvolvimento, as condições dos assentamentos humanos vêm se deteriorando, sobretudo em decorrência do baixo volume de investimentos no setor, imputável às restrições relativas a recursos com que esses países se deparam em todas as áreas. Nos países de baixa renda sobre os quais há dados recentes, apenas 5,6 por cento do orçamento do Governo central, em média, foram dedicados a habitação, lazer, seguridade social e bem-estar social. 1/ Os recursos oriundos de organizações internacionais de apoio e financiamento são igualmente baixos. Em 1988, por exemplo, apenas 1 por cento do total de gastos do sistema das Nações Unidas financiados por meio de subvenções foi dedicado aos assentamentos humanos, 2/ enquanto em 1991 verificou-se, que do total de empréstimos do Banco Mundial e da Associação Internacional para o Desenvolvimento (IDA), 5,5 por cento foram para o desenvolvimento urbano e 5,4 por cento para águas e esgotos. (ONU, 1992, grifos nossos)

³ Agenda 21 é um documento elaborado durante a ECO-92 –Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro entre os dias 3 e 14 de junho de 1992, na cidade do Rio de Janeiro. Esse documento é o resultado de um compromisso para resolver as nossas economias sem prejuízo do meio ambiente, apresenta mais de 2500 recomendações práticas para executar a tarefa. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/agenda-21.htm>. Acesso em 19 ago. 2024.

Pode-se concluir que, em princípio, as cidades dos países desenvolvidos (concentrados no norte geográfico) consomem energia e recursos em abundância e, em última análise, produzem mais resíduos (Figura1). Nos países menos desenvolvidos (em geral concentrados no sul geográfico), a quantidade de lixo e de resíduos é menor, entretanto, em geral, esses países são mais afetados pela pobreza, desemprego, fome, seca. Certamente, os maiores produtores de resíduos são os países industrializados, como tal, estão no topo da lista, mas vários desses países investem fortemente na recuperação do meio ambiente.

Figura 1 – A produção de dejetos no mundo



Fonte: Gobeil (2016)

A cidade é um ambiente consumidor de grandes volumes de energia e de recursos e, ao mesmo tempo, produtor de modelos de consumo. Os moradores da cidade são levados a tornarem-se fortes “desperdiçadores” e, consequentemente, produtores de abundantes resíduos, uma vez que o verdadeiro custo ecológico de suas práticas diárias não é levado em conta. A natureza dos estilos de vida urbanos, em especial dos modelos de consumo em cidades, é uma questão de desenvolvimento sustentável, ainda mais importante em vista do crescente aumento

da população urbana mundial. A necessidade de um novo modelo de desenvolvimento envolve também uma profunda transformação dos estilos de vida e consumo urbano.

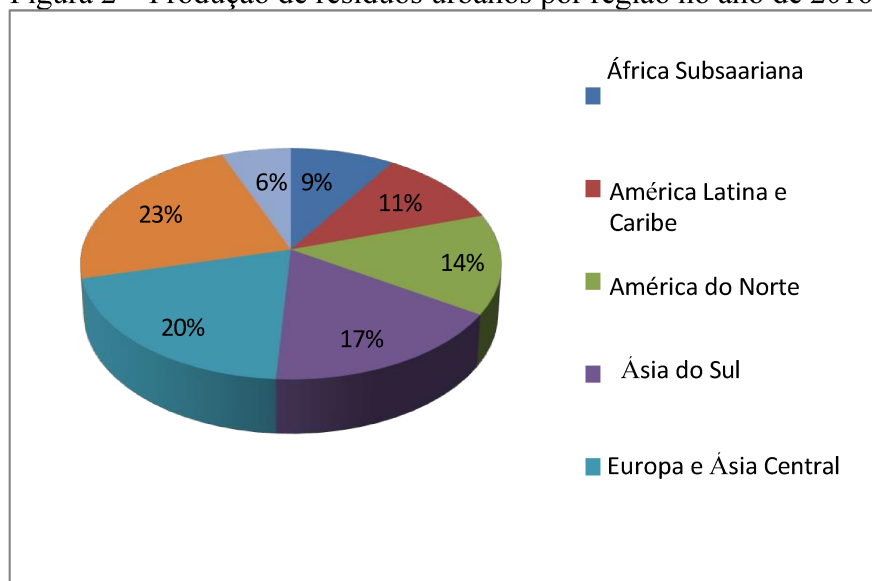
Estudos mostram que, em geral, as populações urbanas geram mais resíduos do que as populações rurais porque consomem mais produtos fabricados e embalados, a despeito do processo de urbanização crescente das zonas rurais e de sua inserção na mesma lógica consumista. Há especificidades a serem consideradas como, por exemplo, o descarte de embalagens de agrotóxicos e insumos para a agricultura que despertam grande atenção nas últimas décadas.

De acordo com um estudo realizado por pesquisadores do Banco Mundial, publicado em 2018, “What a waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”, a quantidade de resíduos produzidos em todo o mundo deverá aumentar para 3,4 bilhões de toneladas durante as próximas três décadas, em comparação com 2,01 bilhões de toneladas produzidas em 2016.

Olhando para o futuro, espera-se que o lixo global cresça para 3,40 bilhões de toneladas até 2050. Geralmente, há uma correlação positiva entre a geração de lixo e o nível de renda. A geração diária de lixo per capita em países de alta renda deve aumentar em 19% até 2050, em comparação com países de baixa e média renda, onde se prevê um aumento de aproximadamente 40% ou mais. A geração de lixo geralmente aumenta a uma taxa mais rápida para mudanças incrementais de renda em níveis de renda mais baixos do que em níveis de renda altos. Espera-se que a quantidade total de lixo gerado em países de baixa renda aumente em mais de três vezes até 2050. (Kasa *et al.*, 2018, p. 3, trad. nossa)

Se não ocorrerem alterações, então, de acordo com o Relatório do Banco Mundial, a produção global aumentará 70% até 2050. Ainda segundo o Relatório, o mundo produziu 242 milhões de toneladas de resíduos plásticos em 2016, o que corresponde a 12% da produção total de lixo doméstico. Mais de um quarto da produção mundial de resíduos, ou 40%, é atualmente atribuído ao Sul da Ásia, Leste Asiático e Pacífico. Mais de um terço dos resíduos é reciclado ou compostado em países de alta renda, mas em países de baixa renda apenas 4% dos resíduos são (Kasa *et al.*, 2018).

Figura 2 – Produção de resíduos urbanos por região no ano de 2016



Fonte: Kasa *et al.* (2018)

No que diz respeito à produção de resíduos urbanos por região, em 2016, as regiões da Ásia Oriental e do Pacífico produziram uma percentagem mais elevada de resíduos, com um valor de 23%. A Europa e a Ásia Central seguem com uma percentagem de 20%, depois o Sul da Ásia com 17%, depois a América do Norte com 14% e a América Latina e Caraíbas com 11%. O gráfico (Figura 2) mostra que as regiões com menor produção de resíduos sólidos urbanos são a África Subsaariana (9%), o Oriente Médio e o Pacífico Norte (6%).

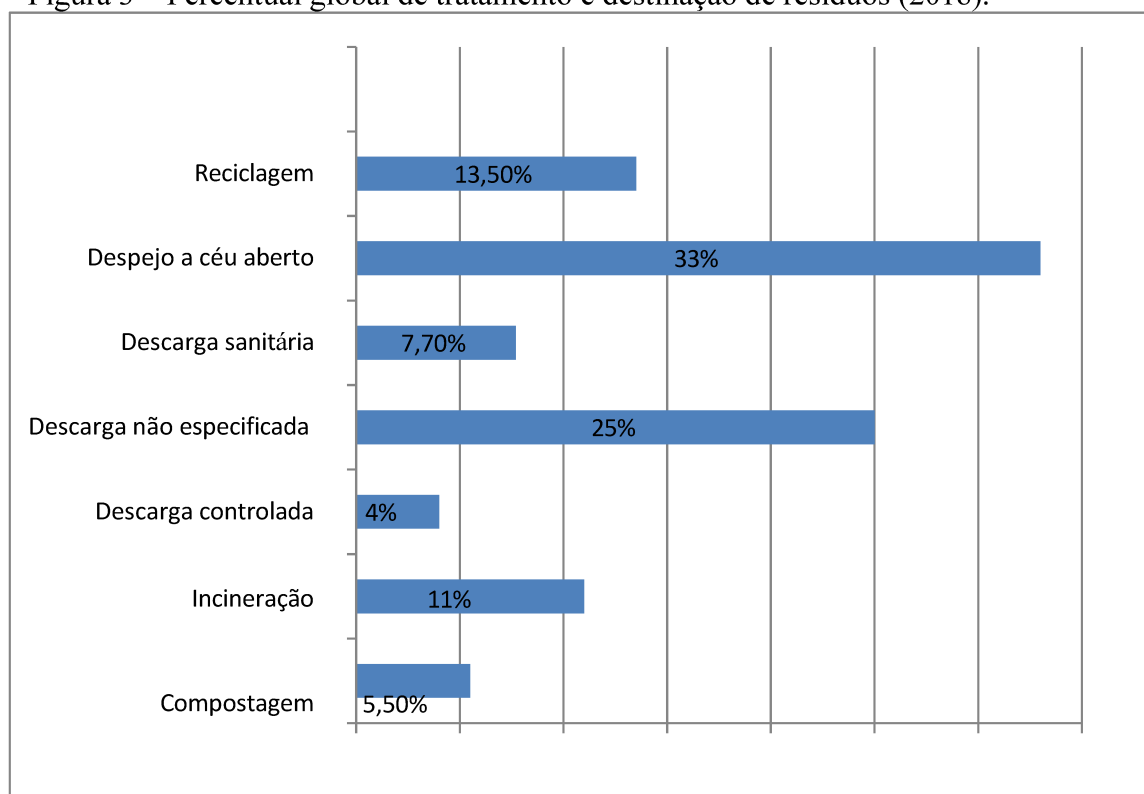
Conforme esse e outros estudos, normalmente o contexto de produção e eliminação de resíduos deve levar em conta o nível de desenvolvimento de um país. A eliminação e gestão de resíduos diz respeito a todos, mas as categorias mais afetadas pelos seus efeitos negativos são as pessoas em situação de vulnerabilidade constante, porque as modalidades de eliminação desses materiais diferem significativamente consoante os rendimentos, sobretudo públicos. Nos países de baixa renda, onde os aterros não são totalmente eficientes, a deposição de lixo nas estradas, espaços abertos ou cursos de água é uma prática comum e, consequentemente, as emissões de metano, a poluição da água e do solo e os efeitos sobre a saúde são maiores.

A construção de aterros sanitários pelas autoridades públicas é geralmente o primeiro passo na gestão e eliminação de resíduos sólidos, assim como a criação de instituições responsáveis por estabelecer políticas de manutenção viáveis para o bom funcionamento desses aterros. Alguns países, como a Suíça e a Alemanha, enfatizam a reciclagem e a incineração como métodos de eliminação final. A incineração apresenta vantagens como: redução de efeitos nocivos ao ambiente, nomeadamente de materiais orgânicos que se infiltram e causam contaminação do solo e dos cursos d'água; eliminação de resíduos que apresentam risco para a

saúde; e redução do volume total dos resíduos. Entretanto, há desvantagens significativas como: difusão de fumaça e cinzas no ar e grande dispêndio, tanto em termos de investimento inicial como de operação e gestão (Gobeil, 2016).

Segundo dados do Banco Mundial, apresentados na Figura 3, apenas 4% dos resíduos globais vão parar em aterros sanitários, porém 33% são descartados em lixões a céu aberto e 25% em aterros não especificados, ou seja, uma mistura de vários tipos de resíduos. 13,50% dos resíduos globais são reciclados adequadamente e 5,50% são compostados.

Figura 3 – Percentual global de tratamento e destinação de resíduos (2018).



Fonte: Banco Mundial (2018)

No Brasil, a rápida transição urbana, o aumento populacional e o crescimento econômico criaram em conjunto as condições para um aumento muito significativo da produção de resíduos ao longo do século XX. Em números absolutos, a produção de resíduos urbanos aumentou de quase 13 milhões de toneladas em 1970 para quase 80 milhões de toneladas em 2017 (Negrao, 2017), um aumento que acompanha o processo da urbanização brasileira. Essa progressão dos últimos 40 anos parece destinada a continuar a aumentar regularmente durante mais uma ou duas décadas. O mesmo autor Negrao (2017) prossegue mostrando que, antes da década de 1980, a média anual de produção de lixo por um brasileiro não chegava a 180 kg (ou

seja, menos de 0,5 kg por habitante, por dia), logo após o ano 2000, ultrapassou os 365 kg anuais (ou seja, 1 kg por habitante por dia).

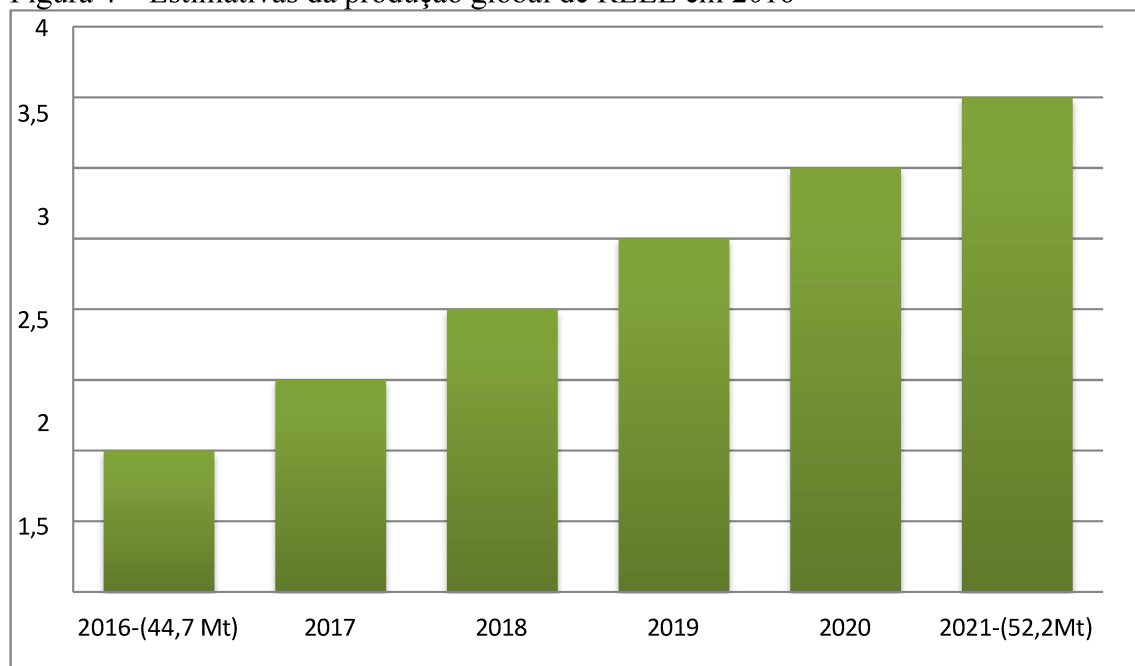
Segundo o mesmo autor, a região sul destaca-se pela baixa produção de resíduos *per capita* que, aliada ao encaminhamento para os destinos corretos, faz da região a mais eficiente do país em termos de gestão de resíduos. Santa Catarina representa o estado brasileiro mais avançado na eliminação do despejo irregular, além de se destacar pela baixa produção de resíduos *per capita*: cada um de seus habitantes produz em média 740 gramas de resíduos diários, o menor nível do país (Negrao, 2017). Por outro lado, a capital federal, Brasília, produz 1,6 kg de lixo por habitante todos os dias desde 2017 (Negrao, 2017). Porém, o principal desafio do Brasil está concentrado nas regiões Sudeste e Nordeste que, juntas, produzem 75% de todos os resíduos urbanos do país (Moraes, *et al.*, 2021). Na "sociedade da informação", caracterizada pela alta dependência de tecnologias digitais e eletrônicas, a geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) tornou-se uma questão crucial. Esses resíduos incluem uma ampla gama de produtos, desde computadores e smartphones até eletrodomésticos e equipamentos industriais. O aumento na produção e no descarte desses dispositivos resulta em desafios significativos para a gestão de resíduos e a proteção ambiental.

2.3 A geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) na “sociedade da informação”: especificidades

Segundo o *Global E-waste Monitor 2017*⁴, em 2016, foram produzidas 44,7 milhões de toneladas de REEE e estimou-se então que seriam produzidas 52,2 milhões de toneladas até 2021 em todo o mundo, um aumento de mais de 14% em relação a 2016. No entanto, em 2019, foram produzidas 53,6 milhões de toneladas de REEE em todo o mundo (Baldé *et al.*, 2017). (Ver Figura 4).

⁴ O Global E-waste Monitor 2017 é um esforço colaborativo da Universidade das Nações Unidas (UNU), representada através da sua Vice-Reitoria na Europa. Acolheu o Programa de Ciclos Sustentáveis (SCYCLE), a União Internacional de Telecomunicações (UIT) e a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA). Este relatório fornece a visão mais abrangente das estatísticas globais sobre lixo eletrônico e um nível de detalhe sem precedentes, incluindo uma visão geral da magnitude do problema do lixo eletrônico em diferentes regiões. O relatório inclui informações atualizadas sobre as quantidades de lixo eletrônico geradas e recicladas, faz previsões até 2021 e fornece informações sobre os progressos realizados em termos de legislação sobre lixo eletrônico. Os volumes de lixo eletrônico são indicativos do potencial da indústria de reciclagem para recuperar recursos secundários, bem como para estabelecer metas ambientais para desintoxicação. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/gem-2017/>. Acesso em 19 ago. 2024.

Figura 4 – Estimativas da produção global de REEE em 2016



Fonte: Baldé *et al.* (2017)

De acordo com Forti *et al.* (2020), a produção global de REEE poderá atingir 74,7 Mt até 2030. Esses mesmos autores mostram que, em 2019, a Ásia produziu o maior número de REEE (24,9 Mt), seguida pelas Américas (13,1 Mt) e pela Europa (12 Mt). África e Oceania ocupam os últimos lugares (com 2,9 Mt e 0,7 Mt, respectivamente).

Na América (Figura 5), o maior produtor de REEE são os Estados Unidos com 6.918 kt⁵ e após vem o Brasil com 2.143 kt, em 2019 (Forti *et al.*, 2020).

Tabela 1 – *Ranking* de alguns países americanos que produziram a maior quantidade de REEE por região em 2019

Região		Ascendente M/T	kg/hora
América do Norte		7.7	20,9
País	Kt		
EUA	8691		
Canadá	757		
América do Sul		3.9	9.1
País	Kt		

⁵ FÍSICO unidade de medida de massa, símbolo kt, equivalente a 1000 toneladas. Chama-se quiloton. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/quilotonelada#:~:text=quilotonelada>. Acesso em 19 ago. 2024.

	Brasil	2143		
	Argentina	455		
	Colômbia	318		
América Central			1,5	8,3
	País	Kt		
	México	1220		
	Guatemala	75		
	Costa Rica	51		
Caribe			0,1	7,8
	País	Kt		
	Jamaica	18		

Fonte: Forti *et al.* (2020)

Os REEE são uma variedade de resíduos com uma composição complexa, por conterem componentes tóxicos como: chumbo, mercúrio, cádmio, materiais como plástico, metais comuns como aço, alumínio e cobre e metais preciosos como ouro, prata ou paládio (Baldé *et al.*, 2017). Os resíduos de telefones e computadores apresentam o maior volume de metais preciosos entre todos os REEE (Mor, 2021). A toxicidade desses resíduos deve-se em parte à presença de metais pesados e outras substâncias que podem se formar durante o tratamento desses equipamentos em fim de vida útil. Huang, Guo, Xu (2009) caracterizaram os componentes com base nas peças de equipamentos elétricos e eletrônicos. Eles mostraram que o mercúrio é usado em *relés*, interruptores, baterias e lâmpadas; cádmio em baterias, circuitos impressos e chumbo em baterias e tubos de raios catódicos. Os mesmos autores especificam que os circuitos impressos contêm vários componentes, incluindo chumbo e antimônio, berílio, cádmio e retardadores de chama. Presentes nos REEE, esses metais não podem ser degradados biologicamente ou quimicamente no meio ambiente, o que pode levá-los a sofrer diversas reações, gerando outros compostos mais tóxicos (Forti, 2019).

Para compreender a verdadeira dimensão do problema, é importante compreender as origens desses metais pesados e os efeitos que podem ter no ambiente e na saúde humana. Portanto, apresentamos aqui uma breve análise de cada um desses metais mais importantes conforme discutido na literatura científica.

Chumbo (Pb)

As principais fontes de emissões de chumbo foram os setores dos transportes (por meio de combustíveis contendo chumbo) e da indústria. Segundo Bliefert Perraud (2008), desde a proibição da venda de combustível com chumbo em 1º de janeiro de 2000, as principais fontes

de emissões de chumbo provêm da incineração de resíduos da metalurgia ferrosa e não ferrosa e de alguns outros processos industriais específicos.

Os primeiros efeitos da toxicidade do chumbo começam com 100ug de chumbo por litro de sangue em crianças e 150 ug de chumbo por litro de sangue em adultos. E o risco de intoxicação é maior em crianças pequenas, principalmente entre 1 e 3 anos, pois na mesma exposição o organismo da criança absorve 50% do chumbo ingerido, enquanto nos adultos essa proporção é de apenas 5 a 7% (Bliefert; Perraud, 2018). Segundo a mesma fonte, o chumbo no sangue provoca intoxicações, ataca ossos e enzimas e provoca perda de apetite, branqueamento da pele e enfraquecimento dos músculos. Na cidade de Guiyu, China, a exposição ao chumbo foi associada ao atraso na puberdade em menina. Presente no vidro das telas e no tubo de raios catódicos dos televisores, o chumbo e seus compostos inorgânicos são tóxicos por inalação e ingestão. Os compostos de chumbo também causam danos aos sistemas nervoso, sanguíneo, urinário, genital e endócrino. Isso prejudica o desenvolvimento do cérebro das crianças. Eles se acumulam no meio ambiente e causam efeitos crônicos em plantas e animais.

Cádmio (Cd)

O cádmio é utilizado em ligas, camadas protetoras de ferro contra corrosão e na fabricação de baterias de níquel-cádmio (Huang; Guo; Xu, 2009). Este tipo de componente é encontrado principalmente em eletrodomésticos pessoais ou domésticos e existe uma tendência geral entre os consumidores de manter os equipamentos fora de uso, com a ideia de que possam ser reutilizados.

Segundo a OMS, a exposição de curto prazo a altas concentrações de poeira ou vapor de compostos de cádmio causa irritação para as células do trato respiratório e gastrointestinal. Liu *et al.* (2011) mostram que o acúmulo de cádmio ocorre nos rins, sendo a única via de eliminação a urina.

Presente em baterias, chips, semicondutores, o cádmio e seus compostos também são tóxicos por inalação. Os acumuladores de níquel-cádmio constituem uma verdadeira dor de cabeça para as autoridades públicas. Segundo Huang, Guo e Xu (2009), uma bateria lançada ao meio ambiente pode contaminar até 600 mil litros de água.

Mercúrio (Hg)

A concentração de mercúrio no sangue é geralmente inferior a 5 µg/litro; os riscos começariam em 10 ou 20 ug/litro, segundo padrões da OMS (Bliefert, Perraud, 2001). No ambiente natural, esse metal pode sofrer reações metabólicas gerando outros compostos tóxicos, como metilmercúrio e compostos organomercúricos. Bliefert, Perraud (2001) mostra que as consequências do mercúrio são, entre outras coisas, restrição do campo visual, distúrbios

de sensibilidade, ataxia (falta de coordenação dos gestos), distúrbios da fala, da audição e da fala, distúrbios mentais leves e distúrbios cerebrais. Pessoas com níveis elevados de mercúrio no sangue também apresentam anomalias cromossômicas.

Uma das primeiras tragédias ligadas à exposição ao mercúrio foi observada na ilha de Kyutshu, no Japão, mais precisamente em Minamata, em 1956. Em memória desta tragédia, a Convenção de Minamata sobre Mercúrio foi adotada em 18 de janeiro de 2013, em Genebra, por 140 Estados-Membros. Seu objetivo é proteger a saúde humana e o ambiente contra as emissões antropogênicas de compostos de mercúrio. Esse instrumento também regula as emissões e descargas de mercúrio de grandes instalações industriais, como centrais elétricas a carvão, aquecedores de água industriais, incineradores de resíduos e fábricas de cimento. Presente em termostatos, interruptores, relés, sondas, celulares e telas planas, o mercúrio ataca vários órgãos do corpo e do feto e acumula-se facilmente nos organismos vivos através das cadeias alimentares. Na verdade, no meio ambiente, o metilmercúrio é o composto mais comumente gerado a partir de outras formas de mercúrio. É também a forma mais tóxica e tem a capacidade de se acumular no corpo por meio de um fenômeno de bioacumulação e de ser encontrado em concentrações cada vez mais elevadas ao longo das cadeias alimentares através de um mecanismo de bioamplificação. O consumo de alimentos contaminados por metilmercúrio constitui a principal via de exposição da população em geral.

Retardadores de chama bromados

Os retardadores de chama bromados (BFR) têm propriedades desreguladoras do sistema endócrino e são tóxicos para a reprodução. Estes são compostos orgânicos incorporados em dispositivos elétricos e eletrônicos para conferir propriedades retardadoras de chama. Além de sua capacidade de interromper ou retardar o aquecimento, a decomposição e a ignição, os retardadores de chama retardam a propagação das chamas em caso de incêndio. Na fase sólida, os BFRs formam um revestimento carbonáceo, impedindo o acesso do oxigênio à zona de pirólise, isolando o material do calor das chamas. Os retardadores de chama podem prevenir reações de radicais livres na fase gasosa, o que retarda a reação de combustão ou até mesmo elimina o fornecimento de gases inflamáveis (Bernado; Gama; Viana, 2011).

Plásticos

Os plásticos constituem o segundo componente em maior peso, representando 30% dos REEE (Tsydenova; Bengtsson, 2011). O PVC (policloreto de vinila ou policloreto de vinila) é um dos polímeros mais utilizados como revestimento isolante para fios e cabos de equipamentos elétricos e eletrônicos. A presença de cloro no PVC é preocupante, pois durante a combustão

descontrolada dessas substâncias são liberadas dioxinas e furanos (Tsydenova; Bengtsson, 2011).

Metais preciosos

REEE contém prata e ouro. Em 2011, os dispositivos eletroeletrônicos fabricados em todo o mundo continham aproximadamente 320 toneladas de ouro e 7.500 toneladas de prata. Mas menos de 15% destas quantidades são recicladas, segundo estimativas publicadas em 6 de julho de 2012 pelas Nações Unidas (Yacouba *et al.*, 2019).

Terras Raras

As Terras Raras ou metais de terras raras são, segundo a classificação IUPAC, um grupo relativamente abundante de 17 elementos químicos, 15 dos quais pertencem na tabela periódica dos elementos ao grupo dos lantanídeos (elementos com números atômicos entre $Z=57$ e $Z=71$, isto é, do lantânio ao lutécio), aos quais se adicionam escândio ($Z=21$) e ítrio ($Z=39$), elementos presentes nos mesmos minérios e com propriedades físico-químicas semelhantes. As principais fontes econômicas de Terras Raras são os minerais monazita, bastnasita, xenótima e loparita e as argilas lateríticas absorventes de íons. Os elementos que compõem o grupo foram inicialmente isolados como óxidos, recebendo então o nome de "terra", na época, nome genérico dado aos óxidos da maioria dos elementos metálicos. Por terem propriedades muito semelhantes, serem conhecidos apenas em minerais da Escandinávia e serem difíceis de separar, têm sido considerados "raros", daí o nome "Terras Raras", ainda hoje utilizado, embora alguns deles sejam relativamente abundantes na composição da crosta terrestre.

Os REEE também contêm Terras Raras que são muito importantes na fabricação de dispositivos eletrônicos, como: *tablets*, lâmpadas de baixo consumo, baterias de automóveis elétricos ou híbridos. Sem esquecer os usos estratégicos nas chamadas indústrias de defesa, ou seja, na produção de armas e objetos militares: mísseis de cruzeiro, munições guiadas, radares, equipamentos de visão noturna, satélites. As terras raras são compostas por 17 minerais cujos nomes os investigadores não conhecem bem, como o samário, o ítrio ou o escândio e que, no entanto, contêm algumas matérias-primas essenciais para tecnologias avançadas. Assim, o índio possibilita a fabricação de telas planas para televisores, o tungstênio é um material essencial para a construção de ogivas de mísseis, enquanto o antônio é utilizado na composição de semicondutores. Se não encontrarmos Terras Raras, não existirão *smartphones*, carros elétricos, etc. (Yacouba *et al.*, 2019).



Em casa, basta colocar um saco ao lado da lixeira comum para que cada tipo de lixo possa ser descartado. Infelizmente, esta abordagem tem sido até agora negligenciada. Porque a gestão de resíduos é assunto de todos, cabe-nos também apoiar iniciativas responsáveis, através da adoção de comportamentos alinhados com o que está a ser feito.

3. SEÇÃO 2: O DESPERDÍCIO DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA (MG): UMA PROBLEMÁTICA DE CARÁTER NACIONAL

Existem muitos problemas ambientais relacionados ao desenvolvimento das cidades e ao crescimento populacional, sendo um desses problemas a produção acelerada de resíduos. A intensificação da urbanização e a implementação do sistema capitalista na forma de produção de bens provocaram profundas mudanças nos hábitos da sociedade e uma deterioração na qualidade ambiental (Santos, 2019). Gerir os resíduos significa tentar produzir menos (redução na fonte), depois recuperar os materiais recicláveis que eles contêm e, finalmente, descartá-los corretamente. Estes procedimentos constituem uma preocupação para as autoridades públicas. Neste sentido, todas as instituições do Estado que operam no assunto intervêm em diferentes níveis. Os papéis são diferentes, existem instituições de planejamento, padronização, gestão ou execução. Pela Constituição Federal brasileira de 1988, essas diferentes entidades municipais têm autoridade e competência para adotar medidas práticas de eliminação de acordo com a legislação nacional, estadual e municipal. Para conseguir isso, uma gestão eficaz requer uma boa organização administrativa e técnica, vontade política e sobretudo a participação da população.

O problema do descarte de REEE exige que se compreenda bem a dinâmica da urbanização em cada situação geográfica analisada. Em vista da dimensão do problema no Brasil, em termos da urbanização acelerada, desde o século XX, é necessária uma explanação sobre o caso brasileiro. Juntas, urbanização e industrialização moldam a dinâmica das cidades, influenciando sua estrutura física, sua economia e a vida dos seus habitantes. Analisar esses processos é fundamental para entender como as cidades se desenvolvem e enfrentam os desafios do futuro.

3.1 Dinâmica das cidades: urbanização e industrialização

O mundo está a urbanizar-se, portanto, a cidade torna-se central para todas as sociedades, tendo em conta que a relação entre população, urbanização e desenvolvimento assume uma importância crescente. Segundo Robert (2019), a urbanização é um conceito simples e complexo ao mesmo tempo. Contemporaneamente, a questão é objeto de uma abordagem relativamente setorial no campo da Geografia (população, atividades, uso do solo), antes de dar origem a um tratamento mais multidimensional. A urbanização é primeiramente

considerada com um conceito demográfico, ou seja, a parcela da população que reside nas cidades (em oposição àquela que vive nas áreas rurais) ou, no seu sentido dinâmico, a passagem de uma população do mundo rural (Robert, 2019). Nesse sentido dinâmico, este significado refere-se à progressão dos espaços urbanizados, ou seja, ao fenômeno de extensão da superfície das cidades, seja urbanização planejada ou espontânea, expansão urbana difusa ou urbanização em continuidade com aglomerações existentes. Além dessa entrada, pela demografia e pelas atividades, a urbanização também é entendida com um sentido morfológico ou paisagístico.

A urbanização começou mais cedo em alguns países onde tende a abranda e está, pelo contrário, em expansão noutros onde continuam a ser desenvolvidos projetos ambiciosos. Existe, portanto, toda uma gradação do fenômeno no espaço geográfico, tanto nas suas estruturas espaciais como na sua dinâmica, que pode ser confirmada através de vários meios como: dados demográficos e dados de uso do solo. O urbano torna-se um vetor principal para a construção do mundo globalizado, ou seja, a instituição do mundo como espaço social em escala planetária, é implantada pela e para a urbanização.

Segundo Lefebvre (2001),

[...] o urbano é, portanto, único e múltiplo, composto pelo que é individual e pelo que é coletivo, devemos também situar a cidade em múltiplas escalas temporais e considerá-la como produto de uma história, resultado das rotinas e do quotidiano do presente, mas também como entidade em formação, voltada para o seu futuro, como projeto. (Lefebvre, 2001, trad. nossa)

O autor Lefebvre (2001), vê a cidade como um território incerto e sempre inacabado, que pode ser representado como um sistema no qual interagem fatores culturais, econômicos, políticos, biológicos e físicos. Na realidade, cada cidade é única e tem de alguma forma uma “personalidade” própria, ou seja, as formas como cada cidade estrutura os diferentes níveis do seu tecido, de forma global.

Atualmente existem muitas e diversas definições de cidade que variam entre países e regiões. Vão desde aquelas baseadas num único critério (por exemplo, tamanho populacional) até aquelas baseadas em vários critérios (combinando, por exemplo, tamanho da população, densidade, delimitação administrativa, atividade econômica, etc.). Da mesma forma, o termo “cidade” é utilizado indistintamente para outros conceitos como cidade propriamente dita, área urbana, aglomeração urbana e área metropolitana, entre outros, o que complica ainda mais o processo de obtenção de uma definição única (UN-HABITAT, 2016). Estes conceitos diferem

não só no método de análise, como também na escala territorial que representam, afetando consequentemente a população que incluem ou excluem nas estimativas.

Estima-se que quase dois em cada três países utilizam uma definição administrativa para classificar áreas urbanas (UN-HABITAT, 2016). Portanto, desenvolver uma definição global de cidade não é uma tarefa fácil para os investigadores, até porque provavelmente complicaria as estimativas populacionais e resultaria numa modificação ou mudança de fronteiras em alguns países. Por exemplo, na Dinamarca e na Islândia, os locais com uma população igual ou superior a 2.000 habitantes são classificados como zonas urbanas, enquanto o limiar é fixado em 20.000 habitantes nos Países Baixos e na Nigéria, e em 30.000 no Mali (UN-HABITAT, 2016).

Da mesma forma, certos países combinam, para definir as suas áreas urbanas, o critério do tamanho da população com outros elementos. Por exemplo, as áreas urbanas no Butão devem satisfazer pelo menos quatro das cinco condições seguintes: a) população mínima (1.500 habitantes); b) limiar de densidade demográfica (1.000 pessoas por km²); c) dependência de atividades económicas não primárias (mais de 50%); d) extensão espacial mínima (não inferior a 1,5 km²); e e) potencial económico para crescimento futuro (base de receitas). Da mesma forma, o Camboja classifica como comunas urbanas locais onde a população é superior a 2.000 habitantes, a percentagem de homens empregados na agricultura é inferior a 50% e a densidade populacional é superior a 200 habitantes por quilómetro quadrado. (ONU-HABITAT, 2016, p.4)

O Brasil, como muitos outros países, utiliza uma variedade de conceitos estatísticos para designar a cidade. Alguns estudos mostram que, num sistema nacional de cidades que passou por mudanças significativas como o do Brasil, existem, nos extremos de sua classificação, cidades grandes e pequenas; e, entre esses dois extremos, existem centros intermediários (Bessa, 2005).

Santos (1993) considera que no topo da hierarquia urbana brasileira está a grande cidade metropolitana, na base, a cidade local, e, na posição intermediária está a cidade média, mais adiante, o autor especifica que o que chamamos de cidade média em 1940/50, naturalmente não é a cidade média dos anos 1970/80. Uma cidade com mais de 20.000 habitantes poderia ser classificada como média, mas posteriormente, com o desenvolvimento geral da urbanização, esse *status* tende a mudar. Bessa (2005) enfatiza que atualmente as cidades intermediárias possuem dimensões muito maiores que 100 mil habitantes e o novo limite para cidades médias passa a ser de 500 mil habitantes contemporaneamente. Portanto, o número absoluto da população de uma cidade, considerado isoladamente, apresenta muitas limitações para servir de embasamento para sua classificação na hierarquia urbana. Para reconhecer o papel

intermediário que uma cidade média desempenha, é necessário avaliar as relações que ela estabelece com as grandes e pequenas cidades (Sposito, 2010). Nesse sentido as cidades médias devem manter interações constantes e duradouras com áreas urbanas de nível superior e inferior, servindo de ponto de interação entre as duas.

Os dados mostram que as cidades com população entre 50.000 e 500.000 habitantes, em 1970, eram 240 e aumentaram para 496 em 2000, registrando um crescimento de 106,6%. Em 1970, essas cidades abrigavam 25.040.543 residentes e, em 2000, tinham 60.545.697 residentes, um aumento populacional de 141,7%. Considerando o porte populacional entre 100 mil e 500 mil habitantes, grupo que define, segundo a Fundação IBGE, as cidades médias do Brasil, os dados mostram que em 1970 eram 83 cidades chegando a 193 cidades, em 2000, o que indica um crescimento de 132,5%. No que diz respeito à concentração demográfica, os municípios desta última faixa populacional, em 1970, concentravam 14.606.904 habitantes, atingindo, em 2000, 39.541.616 habitantes, o que corresponde a um aumento demográfico de 170,7%. (Bessa, 2005, p. 270)

A partir das décadas de 1940-1950, a industrialização ganhou outra dimensão no Brasil, atravessando o nível regional e passando a subir para a escala nacional, provocando um processo de urbanização que envolveu todo o território brasileiro, continuado pelo crescimento demográfico das médias e grandes cidades. Assim, a partir da década de 1970, com a ascensão dos setores: agrícola, comercial, industrial e a modernização das infraestruturas de transportes e comunicações, ocorreram modificações especialmente no papel das cidades com a refuncionalização das atividades urbanas (Soares, 1997).

A cidade é considerada a forma mais impressionante de transformação do espaço geográfico. A cidade precede a industrialização e a urbanização, estas últimas são, portanto, elementos norteadores da sociedade (Bernardes; Mendes, 2012). É claro que a Revolução Industrial está na base da concentração da riqueza nas metrópoles, provocando uma aceleração do processo de urbanização. Alguns estudos justificam que o processo de urbanização se produz verdadeiramente de forma mais expressiva do que com a chegada da industrialização.

A implantação das cidades e o movimento de urbanização são fortalecidos pelo advento da industrialização que faz da cidade um centro permanente de atração populacional. Esta entrada é necessária para que as cidades, independentemente do plano ou localização, sejam reorganizadas para alcançar a harmonia entre os espaços urbanos e as populações. Podemos assim constatar que a reorganização das cidades é um fator que está integralmente ligado à população urbana. Esta reorganização assume uma forma específica do nosso tempo atual, quando é instantânea e consistente com as relações que se impõem, mas é dinâmica na sua construção urbana (Bernardes; Mendes, 2012, p. 79).

As cidades podem ser consideradas verdadeiros sistemas produtivos, pois se tornaram uma força poderosa e positiva de apoio ao desenvolvimento, estimulando a inovação, o consumo e o investimento. Através da natureza única da sua concentração de população e capital, ligam elementos econômicos, energéticos, ambientais, científicos e tecnológicos que, juntos, formam as principais inter-relações necessárias para formular as políticas integradas necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável (Anaya, 2017). No entanto, apesar das possibilidades excepcionais que apresentam, a sua existência não garante plenamente o sucesso em termos de sustentabilidade, dado que é também dentro delas que reside a maior parte dos desafios como as desigualdades, o desemprego, a degradação do ambiente e as alterações climáticas ligadas aos assentamentos humanos.

A cidade mantém-se através das trocas, daí a existência de um conjunto de relações e redes entre ela e o espaço envolvente que são instrumentos de captação e canalização de importantes fluxos de energia e de informação. Facilita a mobilidade social e a correspondência entre a oferta e a procura de mão-de-obra qualificada, expandindo os mercados para a produção industrial e agrícola. Portanto, com este crescimento, o tamanho das cidades pode aumentar muito, ainda que não devamos ignorar o fato de cada cidade apresentar particularidades devido à sua localização e à sua localização geográfica (Santos, 1993).

As cidades médias brasileiras apresentam notável desenvolvimento econômico. Graças à concentração e diversificação das atividades comerciais, de serviços e de outros setores, como educação, saúde, turismo e lazer, os empresários podem estabelecer diversas estratégias para atrair investidores. Em relação à extensão e transformação ativa do ambiente de vida, seja do ponto de vista econômico, social, comunitário ou outro, Bessa (2005) confirma que:

No que diz respeito ao desenvolvimento das atividades econômicas, cabe ressaltar que a ampliação dos papéis das cidades médias brasileiras é determinada pela sua transformação funcional, seja pela refuncionalização de funções pré-existentes, seja pela criação de novas funções, ambas associadas a atividades industriais, comércio e serviços. Estas cidades começam assim a acolher diversas formas de capital, incluindo a entrada de capital internacional, sugerindo uma maior articulação com os circuitos do capitalismo global, pois representam novas áreas de atração para o investimento internacional; e exigem serviços especializados integrando os mais recentes avanços tecnológicos, como consultoria, publicidade, serviços financeiros, entre outros. Como resultado, expandem a oferta de empregos, especialmente de mão de obra qualificada, tornando-se assim cidades altamente competitivas. (Bessa, 2005, p. 275)

Certos estudos sobre a urbanização das cidades brasileiras mostram que as cidades médias também têm um grande potencial de acúmulo de pessoas competentes, porque essas cidades contam com trabalhadores qualificados que trarão conhecimento adicional em conteúdo e qualidade para o seu local de trabalho (Santos, 1993). A inovação nessas cidades e a expansão técnico-científica informacional permitiram, segundo o autor, um novo movimento de urbanização, em que as cidades modificaram qualitativamente o seu conteúdo porque se transformaram rapidamente em cidades médias. O efeito foi de uma maior integração local, regional e nacional, levando ao surgimento de novas interações espaciais e à consolidação das interações existentes (Bessa, 2005).

No conjunto da rede urbana brasileira, a cidade de Uberlândia ocupa um lugar de destaque enquanto uma cidade média na região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais. Exerce forte influência nas várias cidades da região, colocando-se como um centro regional de atração de população em vista dos aparatos urbanos existentes e dos serviços ofertados. Enquanto uma cidade intermediária ou média, é de fundamental importância compreender como as transformações sofridas ao do seu processo de crescimento/desenvolvimento geraram um crescente consumo de equipamentos eletroeletrônicos que, conseqüentemente, nos despertam interesse quanto ao descarte dos REEE e, evidentemente, à legislação municipal pertinente.

Uberlândia está localizada na região sudeste do Brasil e é atualmente a maior cidade do Triângulo Mineiro e a segunda maior do estado de Minas Gerais. A cidade remonta aos séculos XVII e XVIII, quando os colonizadores passaram pela região em direção a Goiás e Mato Grosso. As minas de ouro e pedras preciosas descobertas animaram a ocupação da região central brasileira (atualmente estado de Goiás e Tocantins), na qual o atual Triângulo Mineiro ocupou papel destacado de “passagem” e de descanso para as tropas, alimentando o surgimento de vilas e cidades como Uberaba, Uberlândia, Araguari e outras. A decadência do processo minerador, com o esgotamento das minas de ouro, gerou o desenvolvimento da agricultura e pecuária de subsistência (Alves; Ribeiro Filho, 2011).

Somente na segunda metade do século XX, a região do Triângulo Mineiro passou a sofrer um processo de intensa renovação. A princípio, pode-se dizer que a instalação da capital política, Brasília, no Planalto Central, cuja inauguração ocorreu em 1960, estimulou fortemente a urbanização e a modernização de toda a região. A partir desse momento e, sobretudo, a partir de 1970, as cidades triangulinas experimentaram um crescimento acelerado, funcionando fortemente como centros regionais de integração do território brasileiro.

Essa nova dinâmica instalada na área levou ao processo de modernização e evidentemente à mudança dos hábitos rurais para os hábitos urbanos. Essa experiência precisa

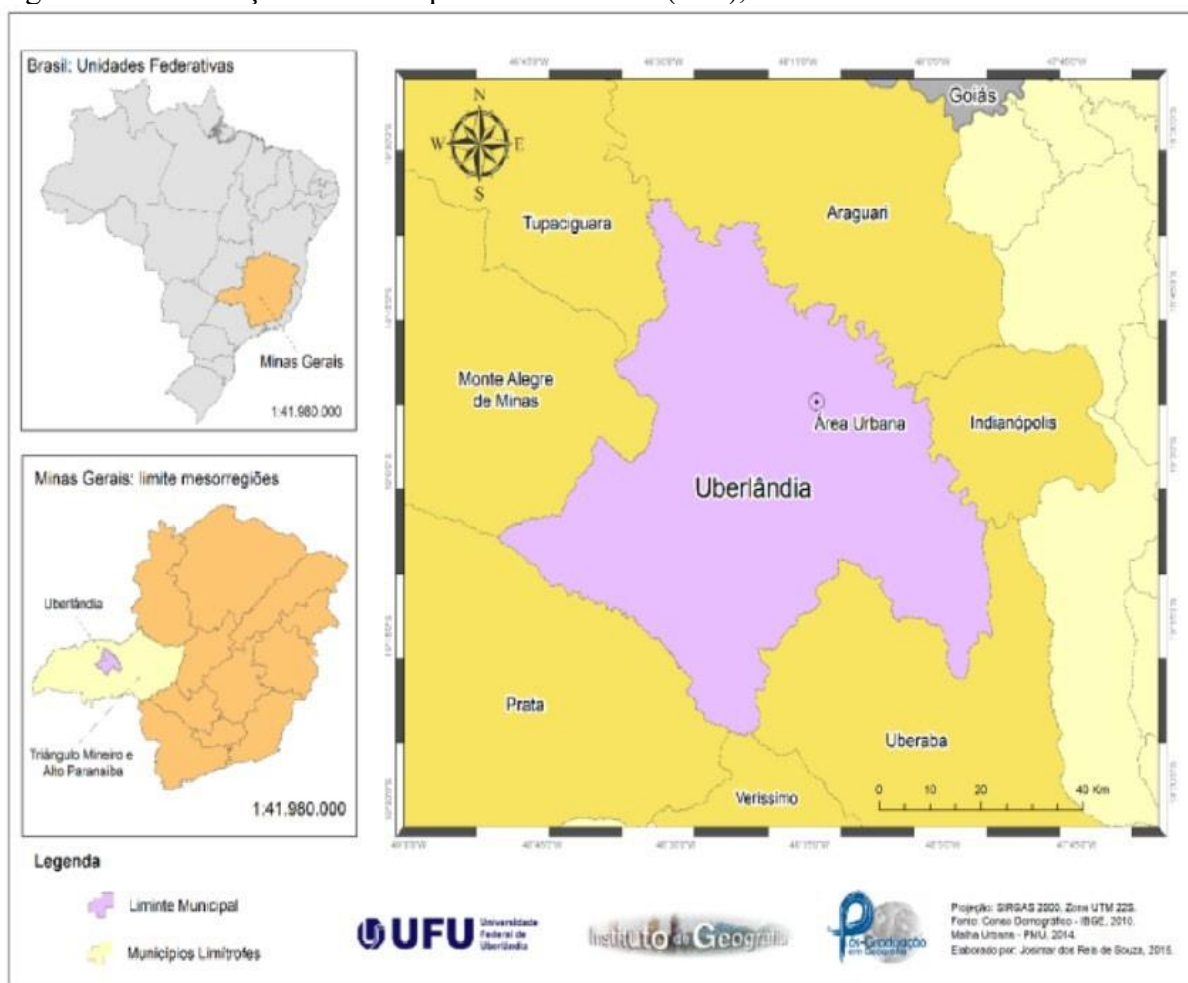
ser compreendida no sentido da nova realidade que se estabeleceu, gerando padrões novos de consumo. A apresentação das condições atuais de Uberlândia como uma cidade de porte médio e com a condição de maior centro regional no estado de Minas Gerais, sendo a segunda cidade mais importante em termos econômicos no estado é fundamental para compreendermos a situação dos REEE e como o poder público faz (ou deixa de fazer) a gestão de seu descarte.

3.2 Crescimento da cidade de Uberlândia (MG) e produção exponencial de resíduos sólidos

No que diz respeito aos sistemas técnicos associados ao transporte, Uberlândia está localizada em um importante cruzamento ferro-rodoviário que, por fazer parte de redes de circulação nacionais, estabelece fluxos nos sentidos leste-oeste e norte-sul. Esse nó de conexão presente justamente sobre a cidade garante a circulação de mercadorias e o trânsito de pessoas, demonstrando as interações espaciais, cujos fluxos ultrapassam os limites regionais e atingem o contexto nacional. A cidade atende às necessidades dos estabelecimentos agroindustriais, dos armazéns e dos distribuidores, porque, como afirma Bessa (2005), é certo que a configuração territorial responde aos interesses dos diferentes agentes econômicos locais.

Uberlândia está ligada a outros centros urbanos por meio das rodovias: BR-365; BR-452; BR-050 e BR-497. Limita-se ao norte com os municípios de Araguari e Tupaciguara (MG); ao sul com Uberaba, Veríssimo (MG) e Prata (MG); a oeste com Monte Alegre de Minas (MG) e a leste com Indianópolis (MG), (ver Mapa 1). As diferentes rodovias federais e estaduais que ligam as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte conferem-lhe grande importância estratégica e econômica, pois a cidade liga os principais centros comerciais do país: Rio de Janeiro (RJ); São Paulo (SP); Belo Horizonte (MG); Goiânia (GO); Campo Grande (MS); Cuiabá (MT); Ribeirão Preto (SP); Campinas (SP), etc.

Figura 5 – Localização do município de Uberlândia (MG), Brasil



Fonte: Rodrigues (2022)

Sua localização estratégica permitiu seu rápido desenvolvimento e provocou movimentos sociais e econômicos significativos. A modernização da agricultura e a implantação de complexos agroindustriais desde os anos de 1960 criaram as condições favoráveis para o crescimento do comércio, das atividades de transporte e da logística da cidade (Alves; Ribeiro Filho, 2011).

Observando a posição de Uberlândia na rede urbana, podemos afirmar que as atividades econômicas contribuíram para colocá-la no topo da organização urbana regional. Segundo Soares (1997), Uberlândia tem uma influência muito importante em vista dos seguintes fatores: uma boa reputação em termos de ensino universitário, por exemplo, a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) que acolhe estudantes e profissionais qualificados de diversas regiões; sistema de saúde eficiente: serviços de apoio financeiro experientes; o fluxo significativo de produção e comércio. A cidade é um centro econômico firmado sobre o comércio atacadista, mantendo fortes relações não somente com as demais cidades próximas, mas também com as

capitais: Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. Tornou-se um eixo essencial que impacta não apenas na sua região, mas em outras quatro microrregiões localizadas no Sudeste; ao sul e sudoeste goiano e que favorece o mercado de consumo do Centro-Sul (Bessa, 2005).

A inserção regional da cidade se deve às inovações existentes no setor terciário de sua economia, atraindo pessoas do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, sul de Goiás e norte de São Paulo, pois Uberlândia possui serviços complexos de alta qualidade, destacando-se como centro científico... Em alguns casos, como empresas agroindustriais e atacadistas, as relações estabelecidas atingem níveis nacionais, colocando a cidade de Uberlândia entre os principais centros de produção e distribuição de mercadorias. (Silva, 2010, p. 19)

Na classificação urbana do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Uberlândia está na primeira posição, nesta fase controla este segmento do território. Depois temos Uberaba, Patos de Minas (MG), Araguari e Ituiutaba (MG), cidades médias e que dominam contextos microrregionais, além de manterem relações extrarregionais graças à presença de especialidades produtivas (Bessa, 2005).

Segundo estimativa demográfica do IBGE, Uberlândia apresentava, em 2018, 683.247 habitantes: 666.480 habitantes, para o setor urbano e 16.767, para o setor rural. O município tem experimentado um crescimento populacional, em média, de 1,55% ao ano desde 2010. A dinâmica demográfica é essencial para a compreensão do problema da produção e do desperdício em uma cidade, pois mudanças nos fluxos e na densidade populacional podem afetar todo o ambiente.

De acordo com Cleps; Cleps Junior, (1993), o crescimento desordenado da população e a expansão da produção e do consumo constituem o fator global que explica o aumento dos resíduos sólidos nas cidades. Assim, a taxa de aumento da produção de resíduos sólidos dependerá não só do crescimento esperado da população urbana e dos padrões de vida associados, mas também das respostas humanas. Por exemplo, algumas cidades ou países produzem mais resíduos do que outros, mesmo que tenham rendimentos ou economias *per capita* semelhantes.

No Brasil, no contexto da produção de resíduos sólidos, observam-se variações significativas de uma região para outra e de uma cidade para outra, devido a fatores socioeconômicos e demográficos, bem como às iniciativas próprias de cada município, como a promoção de campanhas de esclarecimento, a implantação de legislações e normas mitigadoras e preventivas, entre outras.

O caso da cidade de Uberlândia ao longo das últimas décadas é emblemático no sentido do forte crescimento da taxa de urbanização e, conseqüentemente, um adensamento de sua população. Esse processo rápido e intenso resulta de constantes fluxos migratórios de populações provenientes do meio rural e de outras regiões do país em busca de melhores condições materiais.

Esta cidade caracteriza-se por um intenso crescimento econômico, pelo desenvolvimento de uma especialização funcional elevada e competitiva, aliado a uma boa qualidade de vida, fatores que, segundo os investigadores, são importantes para atrair a população. Historicamente, a migração desempenhou um papel importante no crescimento populacional e no aumento da urbanização de Uberlândia. (Alves; Ribeiro Filho, 2011, p. 06)

Deve-se considerar que o deslocamento da população rural para as áreas urbanas aumenta de forma desigual, de modo que a curva tendencial de crescimento da população urbana da região leste da cidade é praticamente igual à de sua população total (IBGE, 2018). Esse crescimento cada vez mais rápido leva à multiplicação de atividades de todos os tipos, dando origem ao grande volume de consumo verificado e dos resíduos gerados ao longo das últimas décadas.

Cleps; Cleps Junior (1993) afirmam que a urbanização não é um fenômeno inteiramente novo em Uberlândia. Os autores mostram que o crescimento populacional passou de 125 mil habitantes, em 1970 para 240 mil habitantes, em 1980, o que demonstra que a urbanização da cidade ocorreu em ritmo acelerado desde as últimas décadas do século XX.

O processo de urbanização de Uberlândia nas últimas décadas foi acompanhado pelo rápido avanço da fronteira agrícola nos cerrados do Centro-Oeste do país. A população que em 1970 atingia quase 125 mil habitantes, aumentaria para cerca de 240 mil em 1980 (já concentrando 95% da população na cidade) e, segundo estimativa do IBGE, atingiria o número significativo em 0,5 milhão de habitantes nos primeiros anos da década de 1990. (Cleps; Cleps Junior, 1993, p. 82)

Os dados da Figura 6 mostram como, ao longo de duas décadas, a população urbana aumentou e, proporcionalmente, também aumentou a quantidade de resíduos. De 587.266 para 687.006 habitantes no centro urbano (de 2010 a 2022), a quantidade de resíduos/pessoa/dia aumentou, no mesmo período, de 0,699 para 0,862 kg. Isto, mais e mais, torna-se um grande problema público, dadas as dificuldades na gestão da eliminação de resíduos, pois o serviço de recolhimento e limpeza exige cada vez mais recursos em termos de equipamentos e pessoal especializado. Como afirmam Alves; Ribeiro Filho (2011, p. 7).

Porque o espaço urbano é constituído através de processos e práticas espaciais implementadas por diversos agentes sociais. Esta situação pode gerar diversos problemas socioambientais no espaço urbano, incluindo contradições sociais e econômicas e degradação ambiental (física e social). Em Uberlândia já são notáveis [sic] essa diferenciação social e espacial, a fragmentação e degradação do espaço urbano diante do aumento de sua extensão territorial. (Alves; Ribeiro Filho, 2011, p. 7)

Tabela 2 – Evolução da população (2010-2022) e quantidade de resíduos produzidos por habitante/dia

Ano	População urbana	População total	Produção kg/pessoa/dia	Produção anual de descarte
2010	587 266	604 013	0,699	149.744.380
2011	594.938	611 904	0,722	156.692.490
2012	602.359	619.536	0,739	162.575.760
2013	628 314	646 673	0,735	168.572.930
2014	636.529	654 681	0,745	173.148.410
2015	643.997	662 362	0,751	176.433.030
2016	651 105	669 672	0,732	173.889.840
2017	657 853	676 613	0,65	183.722.140
2018	664 313	683.247	0,803	194.810.450
2019	672 138	691 305	0,822	201.747.110
2020	679.714	699.097	0,863	214.194.690
2021	687.006	706.597	0,829	207.810.910
2022	687.006	-	0,862	216.199.060

Fonte: UBERLÂNDIA (2023)

Sobre a produção contínua de REEE e seu aumento, Xavier (2022) afirma que foram produzidos 5.096 kg de REEE *per capita* em Uberlândia em 2021 e uma estimativa de aproximadamente 3.600.474,933 kg no total. Infelizmente, parte desses REEE não pode ser reciclada ou valorizada e deve ser enviada diretamente para o descarte, o que constitui um verdadeiro desperdício. Tornou-se, portanto, comum observar a presença de REEE misturados com outros tipos de resíduos em aterros de áreas urbanas. O problema começa nas residências, porque as pessoas, por negligência ou falta de conhecimento, não separam seus resíduos, ou seja, as diferentes categorias de resíduos são embaladas, transportadas e deitadas juntas no mesmo local (Foto 1) e muitas vezes são desempacotadas e misturadas em lotes urbanos ainda sem ocupação.

Fotografia 1 – Resíduos comuns e REEE depositados a céu aberto em rua do bairro Santa Mônica



Fonte: Acervo Pessoal (2023)

Segundo Machado *et al.* (2016), o descarte correto do lixo eletrônico não é fácil sem a participação da população, que desempenha um papel importante em todo o processo. Entretanto, por se tratar de resíduos que apresentam periculosidade, todo o processo de descarte carece, necessariamente, de acompanhamento do poder público e legislação própria. O trabalho de coleta desse material não pode ser realizado conjuntamente aos resíduos sólidos indistintamente, por apresentar uma série de necessidades específicas, como equipamento de proteção e segurança (EPS) para os coletores; coletores especiais para evitar vazamentos de substâncias perigosas à saúde humana ou à contaminação da água, do solo ou ar; usinas de tratamento e desmontagem dos equipamentos; aterros específicos, etc. Portanto, a implementação de medidas práticas de coleta e descarte conforme a legislação é fundamental para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades. É importante que as entidades responsáveis, tanto públicas quanto privadas, estejam cientes e atuem em conformidade com as normas para alcançar uma gestão de resíduos eficaz e responsável.

3.3 Adoção de medidas práticas de coleta e descarte de acordo com a legislação nacional e estadual

A década de 1980, no Brasil (e, como visto, também no mundo), foi marcada pelo início do estabelecimento de normas ou políticas para medidas práticas de gestão ambiental em âmbito nacional, regional e local. Em 1981, a Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto desse mesmo ano,

estabeleceu a política ambiental nacional, seus mecanismos de fiscalização e outras providências. Destaque-se que, a partir do seu artigo 2º, essa política visa: preservar, melhorar e recuperar a qualidade do ambiente propício à vida, visando assegurar as condições para o desenvolvimento econômico do país, garantindo a segurança nacional e a proteção da dignidade e da vida humana (Brasil, 1981). Segundo Santos (2019), posteriormente, passaram a ser adotados todos os textos legislativos, decretos, leis e portarias, para garantir as políticas corretas de destinação de resíduos, coleta seletiva e logística reversa.

Com base nas leis, foram desenvolvidas principais metas em prol da eliminação dos aterros sanitários e do estabelecimento de instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal. (Santos, 2019, p. 59)

Quadro 3 – Histórico das políticas ambientais em nível nacional (1981-2010)

Política ambiental nacional	Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981
Política Nacional de Educação Ambiental	Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999
Políticas nacionais de recursos hídricos	Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997
Estado das cidades	Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001
Política Nacional de Saneamento Básico	Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007
Políticas Nacionais de Resíduos Sólidos	Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010

Fonte: BRASIL (2010)

No Brasil, as instituições públicas gerenciam a coleta, o tratamento e a disposição final. No que diz respeito à legislação, a proteção ambiental envolve o setor público, mas também o setor privado e a participação da população civil. Esse problema não pode ser resolvido sem respeitar e aplicar normas e políticas públicas nos âmbitos nacional, regional e local. Segundo Santos (2019), o descaso do poder público com o meio ambiente tem contribuído ao longo do tempo para a progressão do descarte inadequado de resíduos no Brasil. Contudo, deve fortalecer a dimensão ambiental e o modelo de sustentabilidade como poder público e administrativo. Segundo o mesmo autor: “Diversos problemas permeiam o estado ambiental e a gestão adequada dos resíduos sólidos, tais como: centralização política e administrativa, falta de órgãos de controle, falta de recursos financeiros, consumo massivo e destinação de resíduos sólidos e produção de objetos descartáveis” (Santos, 2019, p. 61).

Pode-se deduzir que a falta de comunicação entre o poder público e a sociedade reduz a possibilidade de se ter informações sobre a destinação dos resíduos, principalmente dos resíduos

eletrônicos, seus desafios e oportunidades. A discussão com a sociedade civil sobre o problema dos REEE deve ser aprofundada.

Nesse sentido, a divulgação de informações em torno deste tema, qual a destinação correta dos resíduos, sejam REEE ou outros tipos de resíduos, é fundamental (Santos, 2021). É verdade que hoje a informação está acessível a todos, mas a diferença é saber esclarecer a mensagem que queremos transmitir e transformá-la em realidade quotidiana. As escalas de consideração de resíduos começam no indivíduo, na habitação, depois dizem respeito aos bairros e, finalmente, a toda a cidade. A estas escalas da vida quotidiana, acrescentamos outros níveis mais elevados de governança que participarão na regulação, planejamento e financiamento dos serviços relacionados com os resíduos: a região (ou o estado federal), o governo central de um país e os organismos internacionais.

O melhor gerenciamento REEE deveria despertar o interesse dos líderes políticos e dos empresários ao nível local até o global, não apenas em razão dos riscos inerentes, mas também no sentido de gerar fontes alternativas aos recursos naturais, considerando sua rarefação. Os paradigmas da economia circular prescrevem o gerenciamento sustentável dos recursos em “circuitos fechados”, reduzindo a quantidade de resíduos em uma demanda operacional global dos recursos naturais (Forti *et al.*, 2020).

Algumas partes interessadas (fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores, recicladores) não estão suficientemente envolvidas no processo de gestão dos REEE. Segundo Sant’anna, Machado, Brito (2014), ao nível das instituições estatais há lentidão na logística reversa e fragilidade na recolha e reciclagem de REEE, no entanto, a presença do Estado é fundamental no processo.

A presença do Estado na regulação do mercado de logística reversa dos RESPs é um fator importante e necessário para o desenvolvimento do processo de gestão. Entretanto, elementos como a participação dos interessados no debate sobre uma padronização viável para a realidade local (antes mesmo da promulgação de leis), os incentivos estaduais à reciclagem, a promoção da educação e da integração socioambiental dos cidadãos, bem como a formação de catadores para reciclagem os RESPs, também são essenciais para o sucesso da gestão de um RESP (Sant’anna; Machado; Brito, 2014, p. 57).

A gestão de resíduos sólidos continua a ser um dos principais problemas enfrentados pelas autoridades públicas. Porém, a escala obedece a fatores específicos de cada cidade. Fatores relacionados com a densidade urbana que impõem diversas velocidades à organização do território e à execução dos serviços. A densidade urbana acaba influenciando a organização dos serviços básicos. Uma maior densidade populacional exige uma maior frequência de

recolha, enquanto nas zonas menos densas os residentes podem guardar os resíduos e aguardar mais alguns dias pela recolha, respeitando a frequência de circulação dos meios de recolha. É na convergência entre esses fatores técnicos, o planejamento urbano e o meio ambiente que o socioambientalismo se firma nas cidades.

3.4 Padronização sobre descarte de lixo eletrônico: internacional e nacional

Existe uma grande fraqueza a nível institucional: a incapacidade dos governos de responsabilizar as organizações cujas políticas prejudicam o ambiente pelas suas ações (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1987). Os agentes do Estado, sob pressão dos cidadãos, são obrigados a tomar decisões coletivas para retardar qualquer dano. Preocupadas com os danos que os resíduos perigosos e outros resíduos podem causar à saúde humana e ao meio ambiente, as Nações Unidas estabeleceram diversas convenções sobre gestão e eliminação de resíduos, as quais vale destacar algumas.

A Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e Seu Depósito, conhecida como Convenção de Basileia, é um tratado global sobre o controle dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e a sua eliminação. Foi adotado em resposta à descoberta, na década de 1980, de despejo de resíduos tóxicos importados do exterior em alguns países em desenvolvimento, estabelecendo certas medidas que devem ser respeitadas ao se descartar resíduos. Conforme exposto no artigo 4.2 do Tratado: a geração de resíduos perigosos e outros deve ser minimizada; devem estar disponíveis instalações de eliminação adequadas para uma gestão ambientalmente saudável desses resíduos; os responsáveis pela gestão dos resíduos perigosos devem tomar as medidas necessárias para prevenir a poluição; os movimentos transfronteiriços de resíduos devem ser minimizados; deve-se impedir a importação de resíduos se houver razões para acreditar que não serão geridos de uma forma ambientalmente saudável (BRASIL, 1993).

Os Anexos VIII e IX da Convenção da Basileia (1993) também estabelecem uma lista de categorias de resíduos perigosos (resíduos biomédicos, PCB, etc.):

A1010 - Resíduos metálicos e resíduos constituídos por ligas de um dos seguintes elementos: Antimônio, Arsênio, Berílio, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Selênio, Telúrio, Tálho.

A1140-Baterias de chumbo-ácido usadas, inteiras ou trituradas. Cinzas de metais preciosos provenientes da incineração de circuitos impressos não incluídos na lista B 34.

A1160-Baterias de chumbo-ácido usadas, inteiras ou trituradas, conjuntos ou resíduos eléctricos e electrónicos contendo componentes como acumuladores e outras baterias da Lista A, interruptores de mercúrio, tubos de raios catódicos e outros condensadores de vidro e PCB ativados ou contaminados com constituintes do Anexo I (por exemplo, cádmio, mercúrio, chumbo, bifenilos policlorados) fornecidos possuem uma das características listadas no Anexo III (observe a entrada correspondente na Lista B B1110). (BRASIL, 1993)

Tendo em conta tais características, podemos dizer que os REEE se enquadram no âmbito da Convenção. Para a sua implementação, cada parte pode exercer o seu direito de proibir a importação de resíduos perigosos e decidir interromper o processamento de resíduos não autorizados.

O Brasil ratificou a Convenção de Basileia em 1993. A proibição da importação de resíduos sólidos e detritos perigosos foi incluída no artigo 49 da PNRS (Sant’anna; Machado; Brito, 2014).

A Convenção de Roterdã dispõe sobre o Procedimento de Consentimento Prévio e Informado para Certos Produtos, e visa encorajar a responsabilidade partilhada e a cooperação entre as partes na área do comércio internacional de certos produtos químicos perigosos. Para proteger a saúde humana e o ambiente, estabelecer um processo de tomada de decisão nacional aplicável à importação e exportação de produtos químicos e assegurar a comunicação destas decisões às partes e a outros. Adotada em 11 de setembro de 1998, entrou em vigor a partir de 24 de fevereiro de 2004, esta Convenção visa garantir a vida, particularmente a dos consumidores, contra os efeitos nocivos que certos produtos químicos e pesticidas perigosos podem ter no comércio internacional (BRASIL, 2005).

Também garante que as políticas comerciais e ambientais sejam complementares para garantir o advento do desenvolvimento sustentável. Devido ao grande número de produtos químicos presentes nos EEE, a Convenção de Roterdã também se aplica aos REEE. O problema destes resíduos parece resolvido pelo artigo 2, que define os produtos químicos abrangidos pela convenção nestes termos:

a) “Substância química” significa uma substância seja por si própria, numa mistura, preparação, ou fabricada ou obtida na natureza, mas que não inclui qualquer organismo vivo. Ela abrange as seguintes categorias: agrotóxicos (inclusive formulações de agrotóxicos severamente perigosas) e produtos industriais; b) “Substância química proibida” se refere a uma substância química que tenha tido todos seus usos, dentro de uma ou mais categoria, proibidos por ação regulamentadora final, com vistas a proteger a saúde humana ou o meio ambiente. Inclui substâncias químicas inicialmente não aprovadas para uso, ou que tenham sido retiradas de circulação do mercado interno pela indústria, ou após apreciação nos processos nacionais de

aprovação, e quando existirem claras evidências de que tais ações foram adotadas para proteger a saúde humana ou o meio ambiente; (BRASIL, 2005)

No Brasil, a Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências (BRASIL, 2010). A PNRS é uma ferramenta implementada pelo governo com o objetivo de definir métodos de gestão de resíduos, garantindo a proteção do ambiente e a saúde das populações. A política serve também para garantir a coordenação e o controle dos diferentes atores e entidades que atuam neste setor de atividade e para promover um comportamento responsável dos cidadãos na proteção do ambiente.

No entanto, vários autores criticam a PNRS ao afirmarem que não existe uma seção específica relativa aos REEE. Embora a composição desses resíduos corresponda normalmente a resíduos perigosos, estes, enquanto resíduos não contemplados no PNRS, não podem ser sujeitos a tratamento especial.

Segundo Diniz (2016) e Lemos, Mendes (2014), comparado ao gerenciamento de vários outros tipos de resíduos como: resíduos domésticos, resíduos de construção, a regulamentação dos REEE, bem mais complexa, é bastante tímida, pois esse material faz parte das categorias de resíduos que necessitam de tratamento específico, a fim de reduzir os danos ambientais e os riscos de contaminação para a saúde humana. Segundo Cruvinel (2020, p. 29) “Na área da gestão pública, importa referir a discrepância nos registros oficiais relativos à numeração dos REEE a nível regional e local, sabendo-se que a gestão deste tipo de resíduos não é da competência das câmaras municipais no âmbito o significado da PNRS”.

Estudos mostram que o Brasil é o maior produtor de REEE entre os países emergentes, mas o sistema de gestão de resíduos eletrônicos continua inadequado (Sant’anna; Machado; Brito, 2014, p. 38): “Ainda não existe uma regulamentação da PNRS específica para o tratamento de REEE. Além disso, a PNRS encontra dificuldades na sua implementação em termos de coleta, reciclagem e logística reversa de diferentes tipos de resíduos, especialmente resíduos eletrônicos”.

Mesmo que sejam feitas críticas à PNRS, ela continua sendo um instrumento essencial na gestão de resíduos. Promove a reciclagem para aumentar a criação de empregos e evitar que resíduos contendo materiais reutilizáveis cheguem aos aterros, como atestam alguns dos artigos da Lei nº 12.305 (2010):

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica. (BRASIL, 2010)

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei. (BRASIL, 2010)

A legislação desempenha um papel importante na gestão e eliminação de REEE. Mas também é necessário que o governo estabeleça princípios que os intervenientes públicos e privados devam seguir, para garantir que cumpram adequadamente as suas obrigações.

De acordo com o PNRS, o Conselho Nacional de Saneamento Básico, CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e pelo decreto Nº 99.274, de 6 de junho de 1990, elaborou e publicou a Resolução Nº 401, de 11/04/2008, que estabelece normas para reutilização, reciclagem e descarte de baterias contendo chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos (CONAMA, 2008). Esta resolução é fundamental no contexto dos REEE, como pode ser observado pelos seguintes artigos da Resolução:

Art. 1º Esta resolução estabelece limites máximos para chumbo, chumbo e alimentos e critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado de células e baterias portáteis, baterias de chumbo-ácido, baterias automotivas e industriais e baterias para sistemas de níquel-cádmio e eletroquímicos. óxido, vinculado aos nossos capítulos 85.06 e 85.07 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM, comercializado em território nacional. (CONAMA, 2008)

Art. 15. Os fabricantes e importadores de produtos contendo células e baterias devem informar aos consumidores sóbrios sobre a retirada das células e baterias após o uso, sobre a possibilidade de seu uso pretendido

separadamente. Apenas um parágrafo. Nos casos em que não seja possível a remoção de pilhas ou baterias, estas apresentem risco ao consumidor ou, quando forem parte integrante e não removível do produto, o fabricante ou importador deverá atender aos critérios desta resolução quanto à coleta, e a sua eliminação ecológica, sem obrigação de informar adequadamente o consumidor sobre esses riscos. (CONAMA, 2008).



Uma melhor gestão de resíduos significa uma melhor qualidade de vida para as populações locais, melhorando as condições de higiene e reduzindo os riscos à saúde associados aos lixões ilegais e à coleta inadequada de lixo. Outro benefício do gerenciamento sustentável de resíduos é que ele reduz o impacto sobre o meio ambiente, melhorando a qualidade do ar e da água e ajudando a reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Ao gerenciar os resíduos, você também está fazendo a diferença para a sociedade e o mundo em geral. Embora nenhum de nós possa se livrar completamente dos resíduos, sempre podemos adotar práticas de redução e reutilização que respeitem o meio ambiente. Dessa forma, você dá o exemplo para as pessoas ao seu redor, que, por sua vez, são motivadas a adotar uma abordagem sustentável.

4. SEÇÃO 3: COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS EM UBERLÂNDIA (MG): O DESAFIO DE ELIMINAR OS REEE

Os resíduos no município são provenientes de residências, empresas, indústrias, instituições privadas e administração pública. Geralmente, o lixo eletrônico gerado pelo setor industrial ou pela administração pública é incluído nos fluxos formais da coleta seletiva de lixo eletrônico não doméstico. Esses materiais são coletados pela entidade de coleta municipal para tratamento e reciclagem adequados e encaminhados para associações de reciclagem regulares cadastradas no órgão municipal responsável.

No entanto, há casos de irregularidades entre essas instituições e o setor informal. A coleta e o pré-tratamento de resíduos eletrônicos e domésticos também são realizados pelo setor informal, ou seja, por coletores de resíduos individuais ou organizações irregulares (sem cadastro oficial). De acordo com Santos (2019), em um contexto de problemas sociais e econômicos (por exemplo, marginalização, desemprego, pobreza, etc.), a participação de recicladores informais, às vezes até organizados em cooperativas ou associações extraoficiais, constitui uma parte significativa do sistema de reciclagem. Infelizmente, esses fluxos gerenciados pelo setor “informal” representam um desafio para a gestão do lixo eletrônico porque a maioria desses agentes extraoficiais não pode ser encontrada. Eles vendem materiais para mercados informais que podem usar canais de exportação irregulares ou os materiais podem acabar em lixões a céu aberto, dificultando o descarte adequado dos resíduos ao nível municipal.

Visando dirimir ou atenuar esse problema, foi criada a Lei nº 12.504, de 25 de agosto de 2016, no município de Uberlândia, considerando os benefícios ambientais, sociais e biológicos advindos da regulação do descarte de resíduos sólidos. Essa lei também incentiva a formação de associações e cooperativas de catadores e promove a conscientização da população sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos (UBERLÂNDIA, 2016). Os artigos 2º e 3º previstos pela Lei nº 12.504 (2016), versam sobre os objetivos e definições da legislação:

Art. 2º O serviço público de coleta seletiva solidária dos resíduos recicláveis no Município tem como objetivos:

I - priorizar ações geradoras de ocupação e renda;

II - promover ações modificadoras do comportamento e cultura dos munícipes perante os resíduos que geram;

III - incentivar o envolvimento dos munícipes e instituições sociais com a ação de cooperativas ou associações, que tenham por atividade fim a promoção da coleta seletiva;

IV - reconhecer as cooperativas ou associações de catadores de material reciclável como agentes ambientais da limpeza urbana, participantes autônomos e ativos, ainda que em caráter consultivo, das políticas públicas, planejamento e gestão da coleta seletiva municipal.

Art. 3º Para os fins desta Lei ficam estabelecidas as seguintes definições:

I - coleta seletiva solidária: coleta diferenciada de resíduos previamente separados pelo gerador e passíveis de destinação para reciclagem;

II - resíduos recicláveis: materiais descartados passíveis de retorno ao seu ciclo produtivo, provenientes de residências, bem como de entidades públicas e privadas, ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características assemelhadas;

III - cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis: pessoas jurídicas de direito privado, compostas por pessoas físicas de baixa renda que se dedicam às atividades de coleta, triagem, beneficiamento, processamento, transformação e comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis, reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis, organizados para atuação local;

IV - ecopontos para entrega de pequenos volumes: edificações públicas localizadas em pontos estratégicos do Município disponibilizadas às associações ou cooperativas de catadores, destinadas à entrega voluntária de resíduos recicláveis e descartes oriundos da construção civil pelo cidadão e empresas de pequeno porte;

V - postos de coleta: instituições públicas ou privadas, tais como escolas, igrejas, empresas, associações e outras captadoras do lixo seco reciclável, participantes voluntárias do processo de coleta seletiva disposto nesta Lei;

VI - unidades de triagem: locais devidamente disponibilizados pelos órgãos competentes destinados a receber os materiais recicláveis coletados para triagem e acondicionamento;

VII - catadores informais e não organizados: munícipes reconhecidos pelos órgãos municipais competentes como pessoas que sobrevivem do recolhimento desordenado do lixo seco reciclável. (UBERLÂNDIA, 2016)

Apesar dessas políticas, os problemas de resíduos persistem na cidade de Uberlândia. As autoridades continuam a procurar soluções relativamente à sua gestão e eliminação devido aos seus efeitos na saúde, no desenvolvimento sustentável e na situação financeira da cidade. Em 1995, foi instalado um aterro sanitário que atende às normas de instalação e operação. A partir desta mesma iniciativa foi desenvolvido o sistema de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos.

Assim, no âmbito municipal, diversos documentos destacam os textos relativos à política nacional de gestão de resíduos, ao Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), instituído pela Lei nº 11.291, de 26 de dezembro de 2012. Essa política faz parte do desejo do poder público municipal de implementar medidas concretas de gestão de resíduos. Essas

estruturas proporcionaram uma delimitação clara das áreas de competência e responsabilidade dos diferentes intervenientes e instituições envolvidas (UBERLÂNDIA, 2012).

Em 2013, foi adotado o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGIRS), aprovado pela Lei nº 11.959, de 22 de setembro de 2014. Com base nesse documento, foram realizadas implementações de forma estratégica, técnica e operacional no que diz respeito à destinação de resíduos nos serviços de: limpeza urbana, gestão de resíduos, serviços públicos de distribuição de água potável, saneamento e gestão de resíduos sólidos. Esse plano municipal também incentiva a não geração, redução, reciclagem, tratamento e destinação correta de resíduos.

Com base no Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos, a Prefeitura de Uberlândia promove planos de gestão para minimizar os impactos gerados pelos resíduos sólidos de forma estratégica e universal. Na construção de ações planejadas que busquem, prioritariamente, a não geração, o repensar, a redução, o reaproveitamento, a reciclagem, o tratamento adequado e, por fim, na ausência de tecnologia, a eliminação ecologicamente adequada dos resíduos.

A gestão municipal deve cumprir o disposto na Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e informar sobre o desenvolvimento social, econômico, demográfico e características territoriais do município de Uberlândia; apresentar os diagnósticos dos serviços públicos de manutenção urbana e gestão de resíduos sólidos do Município (BRASIL, 2010; UBERLÂNDIA, 2014).

O município também implementou um plano diretor de educação ambiental com o objetivo de promover campanhas educativas e de conscientização ambiental em áreas rurais e urbanas, por meio de escolas municipais, para a gestão ambiental sustentável e de resíduos sólidos (Mendonça, 2015).

Neste capítulo, trataremos, de maneira geral, da gestão de resíduos em Uberlândia, principalmente na coleta seletiva, etapa importante do descarte. Para isso, analisaremos os principais atores envolvidos no gerenciamento de resíduos, as técnicas e o processo de descarte de resíduos.

4.1 Dimensões do problema: dificuldades encontradas na logística reversa

A questão dos resíduos, principalmente os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, no município de Uberlândia é muito complexa e as coisas estão caminhando lentamente. O município ainda não tem um sistema específico de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos.

De acordo com Forti (2019), a coleta de dados sobre esses tipos de resíduos e o aprimoramento das estatísticas sobre o assunto são passos importantes para enfrentar o desafio do descarte adequado. O mesmo autor afirma que as estatísticas ajudam a criar um histórico ao longo do tempo, definir objetivos e identificar as melhores práticas em políticas públicas. Dados melhores podem ajudar a minimizar a produção de lixo eletrônico e evitar o descarte irregular e o tratamento inadequado. De fato, o problema do gerenciamento de resíduos envolve não apenas a limpeza dos espaços públicos, mas também a canalização das diferentes categorias de resíduos, tanto perigosos quanto não perigosos.

No município de Uberlândia, na ausência de um sistema de gerenciamento específico para os REEE, a maioria dos equipamentos residuais é destinada ao setor informal de reciclagem, prejudicando o banco de dados do município. Para que um município possa gerenciar seus resíduos de forma eficaz é necessário que as autoridades, em colaboração com a população, busquem colocar em prática o plano de gestão integrada de resíduos, incluindo as diferentes etapas da situação atual de gestão e o desenvolvimento de propostas (Negrao, 2017).

Sabemos que o descarte de resíduos é complicado em todos os níveis municipais, mas, para conseguir um bom gerenciamento, alguns métodos de tratamento e descarte foram desenvolvidos segundo os padrões da política nacional de resíduos sólidos para um descarte mais respeitoso. Essa política instituiu uma responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, consistindo em um conjunto de ações coordenadas por produtores e comerciantes, importadores e distribuidores, consumidores e gerentes de serviços e gestão de resíduos para reduzir o seu volume e conseguir um descarte adequado (Baldé *et al.*, 2017).

De acordo com Forti (2019), os ciclos fechados de materiais da economia circular dependem da logística reversa para investir no fluxo de produtos em fim de vida útil de volta aos produtores para reutilização de materiais e descarte ambientalmente correto. O fluxo reverso de materiais abrange o desempenho de vários agentes, como coletores, transportadores e recicladores, nas infraestruturas de pontos de coleta, centros de reciclagem, reparo, condicionamento e descarte. Sua finalidade faz parte do principal objetivo de gestão de resíduos de reduzir, reutilizar e reciclar materiais (Baldé *et al.*, 2017).

4.1.1 Logística reversa

A definição de logística reversa é semelhante à definição tradicional de logística, concentrando-se, no entanto, no fluxo na direção oposta, ou seja, começando no ponto de consumo de um produto, retornando ao seu ponto de origem para obter valor de reutilização ou

providenciando o descarte adequado dos resíduos de consumo (Hoch, 2016). A logística reversa é importante porque permite que os materiais recicláveis contidos nos equipamentos elétricos e eletrônicos em fim de vida retornem ao processo como fonte de matéria-prima. Ela visa a melhorar o aspecto físico da gestão de resíduos, envolvendo a coleta e a destinação dos resíduos. Outro ponto importante da logística reversa é a transferência da responsabilidade de gestão do município para os setores privados e o incentivo à reutilização, à reciclagem e à recuperação de materiais para melhorar a qualidade do meio ambiente (Sanches, 2018).

A logística reversa do lixo eletrônico abrange a etapa de recepção e transporte do consumidor até as unidades de reciclagem ou tratamento e a disposição final. A gestão da logística reversa, a coleta e a reciclagem são realizadas sob a influência de um fator importante, a classificação dos aparelhos eletroeletrônicos (Sanches, 2018). Para identificar e escolher os melhores métodos de gestão sustentável dos REEE, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) dividiu os equipamentos em quatro categorias (Figura 6): linha marrom, linha verde, linha branca e linha azul.

Figura 6 – Classificação dos aparelhos eletroeletrônicos

Linha verde	Linha marrom
Desktops- Notebooks- impressoras-aparelhos celulares	Televisor, tubo/monitor- Televisor plasma/LCD/monitor- DVD/VHS-Produtos áudio
Linha branca	Linha azul
Geladeiras-Refrigeradores e congeladores-fogões-Lava roupas-Ar-condicionado	Batedeiras-liquidificadores- ferros elétricos-furadeiras

Fonte: ABINEE (2013)

A Associação Brasileira da Indústria considera que a logística reversa pode promover a reciclagem de produtos obsoletos, devolvendo-os ao mercado na forma de matérias-primas recicladas e de maneira ambientalmente correta (Couto; Lange, 2017). Alguns autores, como Sanches (2018), destacam que o processo de logística reversa para gestão e reciclagem de resíduos é complexo e depende de mão de obra qualificada, pois esse processo permite reparar os impactos ambientais causados pelos produtos eletroeletrônicos, além de aumentar a eficiência e a sustentabilidade das operações nas organizações.

La Logística Reserva no município de Uberlândia é uma iniciativa que visa a participação da comunidade como um todo na gestão correta dos resíduos especiais como pilhas, eletroeletrônicos, baterias, lâmpadas e óleo de cozinha. O cidadão deve se responsabilizar pelo descarte dos resíduos nos locais corretos, o setor privado pelo gerenciamento ambientalmente adequado e o poder público pela divulgação e fiscalização de todos os processos (UBERLÂNDIA, 2017, p. 3)

Quadro 4 – Pontos de coleta da logística reversa no município Uberlândia

Tipo de resíduo	Posto de coleta	Endereço	Bairro
Eletrônicos	Magazine Luiza Center Shopping	A. João Naves de Ávila 1331	Tibery
Óleo e eletrônicos	Dmae	Av. Rondon Pacheco, 6400	Tibery
Pilhas	1-Drogaria São Paulo	-Av. Nicomedes Alves dos Santos, 2100	Altamira
	2-Drogasil – Center Shopping	-Av. João Naves de Ávila, 1331	Tibery
	3-Drogasil	-Av. Dr. Vicente Salles Guimarães, 1150	Alto Umarama
	4-Drogasil	-Av. Rondon Pacheco, 90044	Patrimônio
	5-Kalunga - Center Shopping	-Av. João Naves de Ávila, 1.331 - Loja 1.270	
	6- UFU Santa Mônica	-Av. João Naves de Ávila, 2121	Santa Mônica
	7- Pão de Açúcar	Av. Nicomedes Alves	Morada da Colina
Pilhas e eletrônicos	UFU Umarama MC Vídeo Som LTDA	- R. Ceará - 38402-018 - Av. Rio Branco, 1088	Umarama Cazeca
Pilhas e lâmpadas	Atacadão Leroy Merlin	- Avenida Cesário Crosara, 925 -Uberlândia Shopping - Loja LSU06 - Av. Paulo Gracindo	Presidente Roosevelt Gávea
Pilhas e óleo	Prefeitura de Uberlândia	Av. Anselmo Alves dos Santos, 600	Santa Mônica
Pilhas, lâmpadas e óleo	Carrefour - Center Shopping	Avenida João Naves de Ávila, 1441	Santa Mônica
Pilhas, lâmpadas e eletrônicos	CODEL Reciclagem	Rua Ituiutaba, 470	Nossa Senhora Aparecida

Fonte: DMAE (2023)

A aplicação da logística reversa envolve diversos atores e exige o comprometimento deles. Nesse sentido, as políticas públicas para a realização da logística reversa para a preservação dos recursos naturais e dos impactos na saúde pública devem ser mais persistentes perante a sociedade. Hoch (2016) aponta que em Uberlândia ainda há problemas em relação à fiscalização e, com isso, muitas organizações deixam de concluir o processo de logística reversa, agravando ainda mais os problemas decorrentes do descarte inadequado. O mesmo autor prossegue demonstrando que, até o momento, essa opção não tem sido muito eficaz ou satisfatória, tendo o sistema que conviver com eventos indesejáveis devido às suas vastas dimensões territoriais e à escassez de infraestrutura nas localidades mais afastadas dos grandes centros. Tendo em vista as questões envolvidas na gestão de resíduos, eletroeletrônicos e suas implicações, a logística reversa deve elaborar propostas de melhoria do sistema todo, para que ele opere de maneira a promover satisfatoriamente a gestão ambientalmente correta dos equipamentos pós-consumo no curto, médio e longo prazos.

A gestão de resíduos sólidos é uma questão crucial para o desenvolvimento sustentável das cidades e a preservação ambiental. Uma das abordagens eficazes para melhorar a eficiência da coleta e do descarte de resíduos é a colaboração com associações e cooperativas especializadas. Este item explora o papel dessas entidades na coleta de resíduos e sua integração com a administração pública, particularmente sob o controle da prefeitura.

4.2 Coleta realizada por associações/cooperativas especializadas em coleta e descarte sob o controle da prefeitura

Para conseguir uma disposição final adequada que cumpra as normas ambientais do município, os órgãos responsáveis pela gestão de resíduos realizam um plano de tratamento e disposição que abrange várias etapas com a participação de diversos setores. Esse tipo de tratamento melhora o gerenciamento de resíduos ao recuperar e transformar materiais recicláveis usando diferentes tipos de coleta: convencional e seletiva. No início, a coleta seletiva foi adotada como uma opção facilitadora, para que pelo menos parte dos resíduos recicláveis rejeitados pela população estivesse disponível.

Atualmente, a coleta seletiva tem se tornado uma atividade cada vez mais popular devido à sua importância, aos seus benefícios e à sua contribuição para a sustentabilidade urbana. De acordo com Bringenti (2004), a coleta seletiva é uma ferramenta de gestão ambiental que deve

ser implementada para fins de reutilização e reciclagem. As autoridades municipais declaram que:

A programa de coleta seletiva integra o PGIRS e é desenvolvido como parte das atividades dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A Coleta Seletiva é uma das formas que pode ser utilizada para minimizar os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento da cidade. Consiste basicamente na separação do lixo na fonte geradora, sendo encaminhados posteriormente para a reciclagem, que transforma os materiais já usados em outros produtos que podem ser comercializados novamente. A separação na fonte evita a contaminação dos materiais reaproveitáveis, aumentando o valor agregado destes e diminuindo os custos de reciclagem. Também é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal Nº 12,305/2010, que garante a Inclusão Social por parte dos municípios ao realizar a destinação para Associações e Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis. (DMAE, 2023, p. 40)

Nesse sentido, o processo de reciclagem abrange as etapas de coleta seletiva, triagem, processamento e embalagem, bem como armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. No município de Uberlândia, a prefeitura, com a colaboração da secretaria municipal de meio ambiente, serviços urbanos e educação, criou um projeto de educação ambiental sobre a coleta seletiva para envolver mais ativamente a população. O projeto começou em 1994 com a participação de algumas escolas, em que os alunos tinham a tarefa de separar os materiais recicláveis em suas casas e apresentá-los na escola.

Posteriormente, em 2001, a prefeitura estabeleceu um novo modelo de coleta seletiva que incluía os catadores de materiais recicláveis como parceiros. Eles foram convidados a participar de seu primeiro fórum, juntamente com representantes da prefeitura, da Universidade Federal de Uberlândia e de várias organizações não governamentais que trabalham na área ambiental. O objetivo do fórum era ouvir os problemas dos catadores para que eles pudessem se beneficiar do apoio da prefeitura (Santos, 2019). Posteriormente, foi publicado no jornal da prefeitura que os grupos de catadores deveriam se inscrever no programa coleta seletiva e, como parte do mesmo projeto, a prefeitura forneceu um galpão e instalações para armazenar os materiais recicláveis das organizações de catadores (Santos, 2019).

Em 2011, foi implantado um esquema de coleta seletiva em dois bairros: Santa Mônica e Segismundo Pereira, cuja escolha foi baseada no tamanho da área e no número de habitantes. Como parte do mesmo projeto, as associações e cooperativas assinaram um acordo com a prefeitura, segundo o qual a prefeitura é responsável pela entrega dos materiais coletados como parte da coleta porta a porta nas instalações das associações. Os quatro principais métodos de coleta seletiva são: em domicílio, em pontos de entrega voluntária, em pontos de troca e por

catadores (Sanches, 2018). A coleta porta a porta é semelhante ao procedimento convencional de coleta de resíduos domésticos, mas os caminhões e os horários de coleta são diferentes.

Hoje, o serviço de coleta seletiva em Uberlândia atende 65 bairros (porta a porta), em dias específicos, de acordo com a programação. A orientação é colocar os materiais recicláveis a partir das 8 horas (manhã), 13h30 (tarde) e 17 horas (noite), sempre na calçada (DMAE, 2023). A coleta seletiva tem o objetivo de promover a inclusão social dos catadores, por meio de 5 associações e 1 cooperativa: Associação dos Catadores e Recicladores de Uberlândia (ACRU); Associação dos Recicladores Boa Esperança (ARBE); Associação dos Recicladores e Catadores Autônomos (ARCA); Associação de Catadores de Material Reciclável do Bairro Taiamam (ASSOTAIAMAM); Cooperativa dos Recicladores de Uberlândia (CORU); Associação Brasileira de Reciclagem e Coleta Seletiva (ABRCS), gerando trabalho e renda, além de conscientizar a população da importância de se reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos. A população pode utilizar sacos de cores diferentes ou caixas de papelão para facilitar a identificação do reciclável; deve separar o material reciclado e colocar na calçada no dia e horário específicos para o recolhimento do eco-caminhão. Os materiais recicláveis podem ser levados diretamente às associações e cooperativas (DMAE, 2023).

Quadro 5 – Programação da coleta seletiva (porta a porta) nos bairros

Dias da semana	Turno	Bairros
Segunda-feira	Diurno Manhã- A partir das 8h00	Cazeca • Dona Zulmira • Jardim Patrícia • Mansour • Luizote de Freitas • Morada do Sol • Tibery • Tubalina
	Diurno Tarde- A partir das 13h30	Chácaras Tubalina e Quartel • Jardim Canaã • Minas Gerais • Planalto
Terça-feira	Diurno Manhã- A partir das 8h00	Cidade Jardim • Daniel Fonseca • Lídice • Martins • Osvaldo Rezende • Santa • Segismundo Pereira • Vigilato Pereira • Shopping Park
	Diurno Tarde -A partir das 13h30	Altamira • Granada e Jardim Botânico • Morada da Colina • Nova Uberlândia • Novo Mundo • Santa Luzia • Alvorada • Shopping Park
Quarta-feira	Diurno Manhã -A partir das 8h00	Dona Zulmira • Jardim Patrícia • Luizote de Freitas • Mansour • Lídice • Fundinho • Maravilha • Marta Helena • Tabajaras • Umuarama
	Diurno Tarde -A partir das 13h30	Chácaras Panorama • Jardim Europa • Nossa Senhora das Graças • Residencial Gramado • Santa Rosa e Jardim América

Quinta-feira	Diurno Manhã -A partir das 8h00	Alto Umuarama • Bom Jesus • Custódio Pereira • Jardim Karaíba • Martins • Osvaldo Rezende • Patrimônio • Santa Mônica • Segismundo Pereira • Laranjeiras
	Diurno Tarde -A partir das 13h30	Carajás • Granja Marileusa • Aclimação e Jardim Ipanema • Mansões Aeroporto • Grand Ville • Jardim das Palmeiras • Jardim Inconfidência • Lagoinha • Pampulha • Laranjeiras
Sexta-feira	Diurno Manhã -A partir das 8h00	Brasil • Jaraguá • Nossa Sra. Aparecida • Pacaembu • Presidente Roosevelt • Saraiva
Segunda a Sexta	Noturno -A partir das 17h00	Centro

Fonte: DMAE (2023)

A Diretoria Municipal de Água e Esgoto (DMAE) é responsável pelo planejamento e gerenciamento das atividades operacionais de coleta de lixo domiciliar, equivalente e coleta seletiva, realizadas integralmente pela empresa contratada Limpebrás Engenharia Ambiental (UBERLÂNDIA, 2020). Os serviços de coleta de lixo doméstico atendem a 100% dos domicílios residenciais e não residenciais das áreas urbanas do município, tanto na sede quanto nos Distritos. As residências em áreas não residenciais (zonas comerciais e industriais) são atendidas pela coleta regular, que pode gerar até 200 (duzentos) quilos de resíduos por dia (UBERLÂNDIA, 2020).

A sede municipal é dividida em cinco setores para melhor planejamento e execução dos serviços de coleta. Os resíduos são coletados duas vezes por semana nos bairros e em pontos específicos, de acordo com o cronograma.

Os resíduos têm dois destinos: os enviados para aterros sanitários e os enviados para associações e cooperativas de catadores (DMAE, 2023). Vale ressaltar que as associações e cooperativas operam em galpões disponibilizados pelo município, equipados com máquinas como prensas, carrinhos e balanças fornecidas pelo município para a triagem dos materiais.

Quando o REEE chega a essas unidades, ele é avaliado; se ainda estiver em condições de uso ou puder ser consertado, é vendido pela associação; quando o equipamento não está em condições de uso, é desmontado na associação pelos trabalhadores; após separado e desmontado, os resíduos que não têm mais utilidade são enviados para o aterro sanitário. Os materiais do REEE são divididos em placas de disco rígido e metais que são vendidos a terceiros, e as carcaças compostas de plástico e metais sem valor são enviadas para aterros sanitários (DMAE, 2023). A gestão eficiente dos resíduos recicláveis é um aspecto fundamental da política ambiental urbana, e a coleta seletiva desempenha um papel crucial nesse processo.

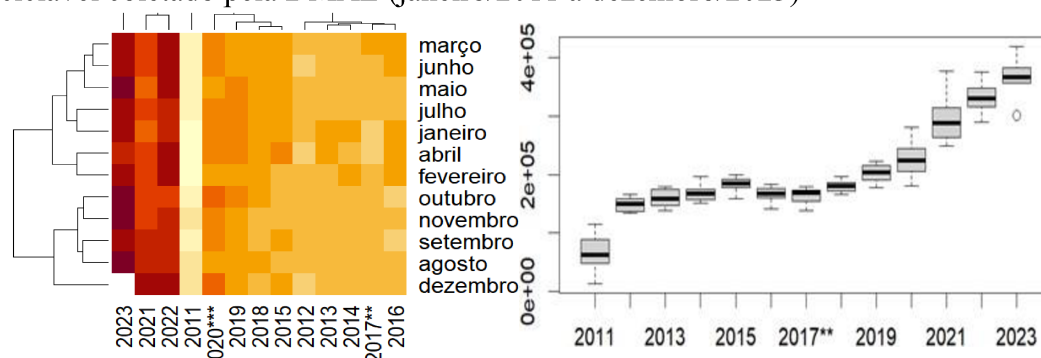
A tabela a seguir apresenta dados detalhados sobre o programa de coleta seletiva, focando na coleta, transporte e destinação de resíduos recicláveis realizados pelo Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE) ao longo dos anos de 2011 a 2023.

Tabela 3 – Programa de coleta seletiva/coleta, transporte e destinação de resíduos recicláveis para associações e cooperativas de catadores (material em Kg reciclável coletado pelo DMAE) de 2011 a 2023

anos	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	total anual coletado	média diária	média mensal	população abrangida*	produção per capita (kg/hab/dia)	
2011	13.602,00	55.046,00	44.170,00	43.390,00	52.080,00	58.270,00	67.060,00	88.370,00	80.740,00	90.750,00	93.960,00	115.520,00	802.958,00	3.211,8	66.913,2	149.619	25,5%	0,015
2012	155.150,00	136.060,00	144.930,00	137.250,00	145.760,00	133.760,00	153.050,00	160.940,00	161.760,00	166.190,00	154.460,00	136.480,00	1.785.790,00	7.143,2	148.815,8	210.821	35,9%	0,023
2013	177.500,00	138.490,00	141.100,00	178.995,00	147.230,00	147.780,00	173.770,00	155.100,00	163.430,00	174.130,00	153.359,00	162.390,00	1.913.274,00	7.653,1	159.439,5	233.222	39,7%	0,022
2014	196.650,00	170.340,00	155.610,00	159.130,00	164.890,00	151.180,00	173.275,00	157.840,00	170.130,00	175.770,00	154.500,00	184.520,00	2.013.835,00	8.055,3	167.819,6	266.390	45,4%	0,021
2015	195.180,00	158.090,00	183.140,00	195.700,00	178.190,00	186.270,00	189.730,00	177.790,00	188.130,00	180.070,00	165.100,00	199.910,00	2.197.300,00	8.789,2	183.108,3	275.631	46,9%	0,022
2016	177.370,00	166.840,00	184.095,00	166.300,00	169.310,00	175.340,00	166.460,00	169.630,00	141.740,00	151.830,00	154.550,00	180.280,00	2.003.745,00	8.015,0	166.978,8	275.631	46,9%	0,020
2017**	140.360,00	146.780,00	175.970,00	137.690,00	169.250,00	162.650,00	162.310,00	172.270,00	173.322,60	172.721,00	167.960,00	179.414,00	1.960.697,60	7.938,0	163.391,5	275.631	46,9%	0,019
2018	196.760,00	168.840,00	181.785,00	174.440,00	180.755,00	179.758,00	186.343,00	186.185,00	167.529,69	191.277,00	165.333,00	180.587,00	2.159.592,69	8.708,0	179.966,1	275.631	46,9%	0,021
2019	219.979,00	181.329,00	183.661,00	200.218,00	214.441,00	177.961,00	210.856,00	205.287,00	200.693,00	222.508,00	196.883,00	215.604,00	2.429.420,00	9.564,6	202.451,7	275.631	46,9%	0,024
2020***	229.308,00	180.799,00	218.844,00	200.364,00	196.021,00	211.120,00	231.087,00	211.360,00	246.480,00	252.790,00	241.088,00	280.562,00	2.699.823,00	10.799,3	224.985,3	335.810	57,2%	0,022
2021	270.978,00	252.520,00	278.314,00	249.197,00	254.340,00	272.947,00	296.261,00	316.930,00	328.864,00	307.760,00	310.659,00	376.338,00	3.515.108,00	13.948,8	292.925,7	503.558	85,7%	0,019
2022	325.250,00	289.355,00	360.260,00	315.525,00	343.589,00	343.566,00	314.572,00	334.339,00	350.288,00	304.325,00	317.947,00	374.519,00	3.973.535,00	15.768,0	331.127,9	503.558	85,7%	0,022
2023	357.858,00	301.416,00	366.122,00	300.505,00	368.650,00	356.611,00	356.332,00	385.207,00	380.159,00	403.935,00	417.880,00		3.994.675,00	17.520,5	363.152,3	527.058	89,7%	0,023
média mensal	204.303,46	180.454,23	201.384,69	189.131,08	198.808,15	196.708,69	206.238,92	209.326,77	211.789,71	214.927,38	207.206,08	215.510,33	31.449.753,29					

Fonte: DMAE (2023)

Gráfico 1 – Análise de correlação entre as diferentes épocas de coletas de material reciclável coletado pela DMAE (janeiro/2011 a dezembro/2023)



Fonte: DMAE (2023)

Construindo uma matriz (F), usando diferentes datas de coletas (dezembro 2011 a janeiro 2023), conseguimos, por meio de uma análise multivariável (Agrupamento), classificar os grupos semelhantes e observar a similaridade entre os diferentes grupos. Quatro grupos foram detectados: I) dezembro e agosto de 2021 e 2022; II) agosto, setembro e novembro dos anos 2021, 2022 e 2023; III) fevereiro dos anos 2023, 2021 e 2022; IV) janeiro, julho, maio e junho dos anos 2011 a 2023. Uma maior similaridade referente à maior média de coleta foi observada nos três últimos anos da avaliação, ou seja, 2021, 2022 e 2023, o que significa um aumento considerável de REEE, nos últimos anos, como apresentado no Gráfico 1. Até o momento da coleta dos dados, em 2023, não houve similaridade com o ano de 2011; em outras palavras, não há correspondência entre os dados de coleta de material reciclável do primeiro ano da avaliação com qualquer outro ano, comprovando o crescimento da presença dos REEE na cidade de Uberlândia.

Um total de 3.994.675 kg de material reciclável foi coletado durante os 13 anos da avaliação, sendo uma média de 307.282,6 kg por ano de avaliação, sendo uma média de 0,021 kg de consumo por habitante. Os anos 2021, 2022 e 2023 apresentaram média de coleta significativamente grande em comparação aos demais.

Tabela 4 – Material reciclável coletado pelas associações e cooperativas de catadores (KG) de 2020 a 2023

ANOS	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANUAL COLETADO	MÉDIA MENSAL
2020***	40.375,60	68.207,60	54.772,90	55.004,20	45.553,20	60.282,70	40.536,40	121.640,10	93.771,00	72.902,90	99.401,80	96.103,20	#####	70.712,60
2021	61.995,10	97.092,80	115.264,80	110.545,00	70.898,10	107.271,10	77.871,30	94.580,60	83.257,60	88.839,50	89.017,40	78.244,60	#####	89.573,20
2022	79.320,00	99.216,40	94.538,10	100.903,50	47.434,00	47.031,90	118.661,20	115.534,50	92.683,18	81.791,14	104.454,60	100.828,60	#####	90.199,80
2023	112.045,80	80.907,30	107.122,78	118.375,76	101.430,50	116.576,54	137.855,80	107.554,50	152.936,13				#####	114.978,30

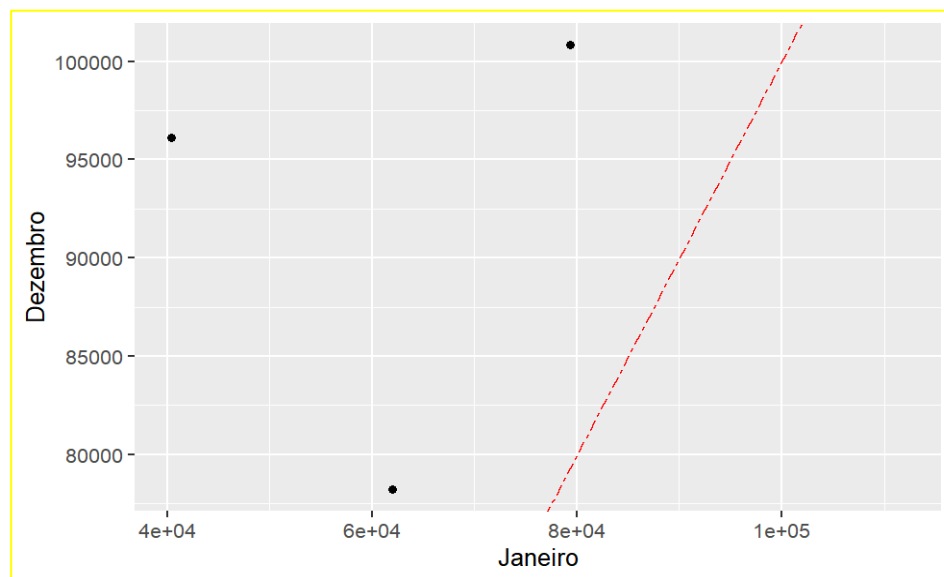
Fonte: DMAE (2023)

Tabela 5 - Material reciclável comercializado pelas associações e cooperativas de catadores (Kg) (2020-2023)

ANOS	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANUAL COLETADO	MÉDIA MENSAL
2020***	40.375,60	68.207,60	54.772,90	55.004,20	45.553,20	60.282,70	40.536,40	121.640,10	93.771,00	72.902,90	99.401,80	96.103,20	848.551,60	70.712,6
2021	61.995,10	97.092,80	115.264,80	110.545,00	70.898,10	107.271,10	77.871,30	94.580,60	83.257,60	88.839,50	89.017,40	78.244,60	1.074.877,90	89.573,2
2022	79.320,00	99.216,40	94.538,10	100.903,50	47.434,00	47.031,90	118.661,20	115.534,50	92.683,18	81.791,14	104.454,60	100.828,60	1.082.397,12	90.199,8
2023	112.045,80	80.907,30	107.122,78	118.375,76	101.430,50	116.576,54	137.855,80	107.554,50	152.936,13				1.034.805,11	114.978,3

Fonte: DMAE (2023)

Gráfico 2 – Materiais recicláveis coletados comercializados pelas associações e cooperativas (Kg) (2020-2023)

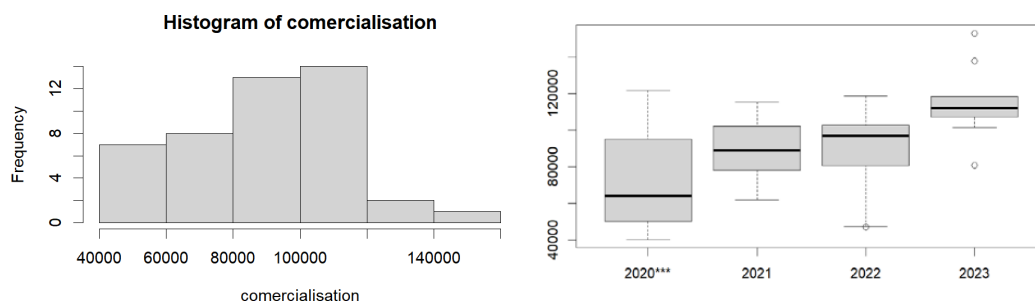


Fonte: DMAE (2023)

A análise estatística dos dados coletados pelas associações e cooperativas mostra crescimento significativo dos REEE entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023. Tal crescimento é marcado pela presença de alta quantidade de REEE nos lixos coletados pelas associações e cooperativas.

Apesar da ausência de dados para os meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2023, as análises estatísticas mostram crescimento significativo nos últimos anos de coleta em comparação aos demais. A mesma observação foi feita pela comercialização do material reciclável coletado pelas associações e cooperativas de 2020 a 2023.

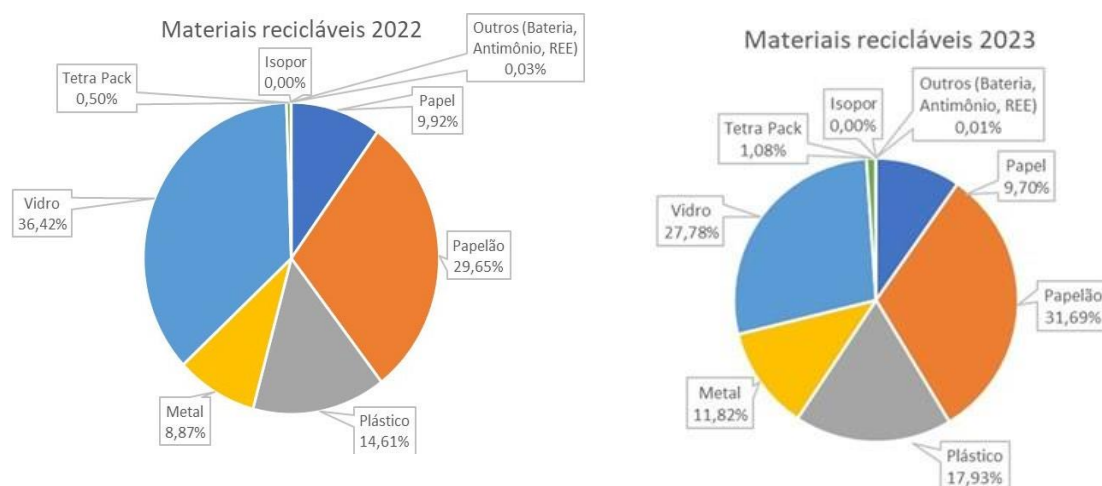
Gráfico 3 – Materiais recicláveis coletados comercializados pelas associações e cooperativas (Kg) (2020-2023)



Fonte: DMAE (2023)

As variáveis não apresentam uma distribuição normal entre os valores, justificando a diferença significativa entre os preços do primeiro ano de comercialização, 2020, e o ano de 2023. Observamos uma concentração do volume vendido entre 80.000 e 100.000 kg de dezembro a janeiro pelos 4 anos de avaliação.

Figura 6 – Classificação geral dos materiais recicláveis coletados e comercializados pelas associações em 2022 e 2023



Fonte: DMAE (2023)

De acordo com os materiais recicláveis comercializados pelas associações em 2022 e 2023, podemos observar que a comercialização de materiais como plástico, metal, papelão aumentaram no período de 2022 a 2023, e materiais como vidro, Tetra Pak®, bateria, antimônio e outros REEE, diminuiram.

A coleta e o descarte de resíduos são componentes críticos da gestão ambiental urbana, e a colaboração com empresas privadas especializadas desempenha um papel importante na eficácia desses processos. O próximo item explorará o papel das empresas privadas na coleta e no descarte de resíduos, destacando como essas entidades contribuem para a gestão eficiente e sustentável dos resíduos sólidos.

4.3 Coleta por empresas privadas especializadas em coleta e descarte

Várias empresas privadas também estão envolvidas no descarte de resíduos, sendo que há três delas no município de Uberlândia. Como parte da pesquisa, decidimos analisar o modo de operação de uma delas. Reconhecida pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, essa empresa é especializada no descarte adequado de lixo eletrônico e promove a coleta, a desmontagem e o

descarte de resíduos e a reutilização de equipamentos, peças e componentes. As pessoas podem entregar seu lixo eletrônico na sede da empresa ou em pontos de coleta espalhados pela cidade. A empresa também oferece um serviço de coleta para empresas privadas e residências, oferecendo maior conveniência. A empresa descarta corretamente determinados itens que contêm resíduos mais complexos em sua composição. Os diferentes itens recebidos pela empresa (ver quadro 6) oferecem uma visão detalhada dos equipamentos adquiridos e recebidos pela empresa, a fim de apoiar suas operações.

Quadro 6 – Equipamentos recebidos pela empresa

Itens cuja destinação gera custo	Itens que a empresa paga um valor por kg
Bateria e pilha	Aparelho digital portátil (Câmera digital, Ipod, Pendrive, ...); Bateria de chumbo ácido
Mídias (Disquete, fitas K7, fitas VHS)	Celular, Computador (com placas)
Lâmpada	Estabilizador (com transformador); Fonte de computador ou servidor
Toner e cartucho de impressora	HD de computador ou servidor; Leitor de CD/DVD de computador ou servidor; Motor (com fios de cobre)
Tubo CRT;	Nobreak (com transformador); Notebook (com placas); Placa de qualquer equipamento eletroeletrônico
TV ou monitor de tubo	Processador de computador ou servidor; Servidor (com placas); Switch (com placas)
	Transformador (com fios de cobre); Aço Inox; Alumínio; Cobre; Fio de cobre; Latinha

Fonte: DMAE (2023)

A empresa recebe todos os equipamentos eletrônicos que utilizam energia elétrica (linhas verde, marrom, azul e branca), baterias, acessórios e componentes. Ela procede ao descarte adequado de todos os materiais recebidos, seja reutilizando peças e componentes, seja enviando seus resíduos para reciclagem ou disposição final. O processo tem dois aspectos, sendo o primeiro a reutilização e o segundo, a reciclagem.

No processo de reutilização, são realizadas as etapas descritas abaixo.

A etapa do recebimento é comum aos dois aspectos do processo (reutilização e reciclagem), no qual os consumidores descartam seus dispositivos eletrônicos, seja levando-os pessoalmente à empresa ou por meio de coletas programadas. Nessa etapa, a empresa também recebe equipamentos provenientes da compra de lotes de empresas ou de leilões, sendo que, nesse caso, os equipamentos são enviados diretamente para a área de reutilização.

A etapa da triagem (A) também é comum às duas vertentes do processo, na qual o material, após conferido, é encaminhado para reutilização ou reciclagem.

A última etapa comum às duas vertentes do processo, nomeia-se descaracterização (B), e trata-se de proteção da marca e dos dados do cliente. Durante o processo de manufatura reversa, todos os logotipos, selos e rótulos são removidos, destruídos ou devolvidos ao cliente. E, dependendo dos requisitos do cliente, todos os elementos que possam conter dados, como discos rígidos ou cartões de memória, são destruídos para garantir a segurança.

O teste de viabilidade de reutilização (C) é exclusivo para o aspecto de reutilização, no qual os equipamentos, peças ou componentes são submetidos a testes e avaliações que definem se o equipamento tem potencial de reutilização.

Na revisão e reparo (D), etapa exclusiva para o aspecto de reutilização, os equipamentos, peças ou componentes são examinados quanto ao seu funcionamento e os reparos são realizados quando necessário.

A etapa de teste e validação (E) é exclusiva do aspecto de reutilização; nela, os equipamentos, peças ou componentes passam por testes para validar seu perfeito funcionamento, com o objetivo de dar garantia ao cliente. Além disso, os itens são limpos e preparados para a venda.

O processo de reutilização é finalizado pela venda (F), na qual os equipamentos, peças ou componentes são vendidos para parceiros ou para o consumidor final, e recolocados no mercado como um item recondicionado.

Fotografia 2 – Teste de revisão e reparo



Fonte: Acervo Pessoal (2023)

Fotografia 3 – Validação



Fonte: Acervo Pessoal (2023)

Fotografia 4 – Exposição para revenda do material já reciclado



Fonte: Acervo pessoal (2023)

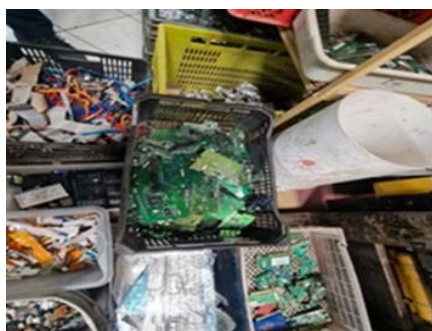
No processo de reciclagem, são seguidas as etapas descritas abaixo.

Após o recebimento, são realizadas as etapas de Triagem (A) e Descaracterização (B), já explicadas, pois essas fases são comuns aos dois processos. Após, segue-se com a Desmontagem, etapa exclusiva para o aspecto de reciclagem, em que o equipamento é desmontado por pessoal especializado, utilizando ferramentas adequadas e *kit* de EPIs. A desmontagem envolve a remoção de componentes que contêm substâncias perigosas, como telas de raios catódicos, baterias e lâmpadas de descarga, para obter subconjuntos ou peças que possam ser recicladas da melhor maneira possível. Em geral, as placas eletrônicas são extraídas por seu conteúdo de metais preciosos, tubos de raios catódicos e outros componentes perigosos, invólucros de plástico para reciclagem em usinas de reciclagem de plástico e peças de metal compostas de ferro, cobre e alumínio, encontradas em cabos, enrolamentos e caixas.

Na triagem, é realizada a separação de materiais com potencial contaminante. Cada material reciclável é separado de acordo com sua categoria, como metais, chapas e plásticos. Em seguida, eles são divididos em subcategorias, como metais: ferro, cobre, alumínio, aço inoxidável e outras chapas leves, intermediárias e pesadas e, por fim, plásticos e outros. Os

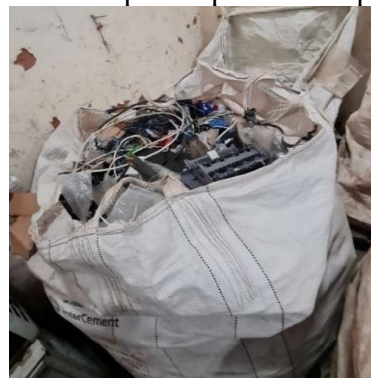
materiais potencialmente contaminantes também são separados e alojados adequadamente até chegarem ao seu destino para empresas especializadas.

Fotografia 5 – Triagem de materiais realizada na empresa (baterias, placas e lâmpadas)



Fonte: Acervo pessoal (2023)

Fotografia 6 – Materiais pré-triados enviados a empresas parceiras e para descarte



Fonte: Acervo pessoal (2023)

O descarte de resíduos (E) é a etapa final do processo de reciclagem, na qual os materiais separados são enviados a empresas parceiras especializadas em reciclagem ou tratamento adequado.

4.3.1 Coleta manual por particulares (sem treinamento/equipamento próprio)

Os resíduos têm um valor econômico durante seu ciclo de vida. No município de Uberlândia, os resíduos do setor informal são separados em caçambas de lixo e por particulares, como homens e mulheres jovens, que os utilizam como fonte de renda. Às vezes, esses resíduos não passam diretamente dos pontos de coleta para as empresas de reciclagem, mas passam pelas mãos de várias pessoas, como subcontratados. Vemos regularmente pessoas perambulando pelas ruas dos bairros coletando itens volumosos, bem como eletrodomésticos. O setor informal também é alimentado por vários furtos e, atualmente, não é incomum observar a apropriação ilegal de cabos de companhias telefônicas ou de internet nos bairros. Enquanto as garrafas e o papelão são vendidos por unidade, as sucatas e os cabos são pesados e vendidos por quilo. Plásticos são utilizados para artesanato, por exemplo. Deve-se observar que não há um local específico onde a reciclagem de lixo eletrônico é realizada no setor informal, com algumas pessoas permanecendo anônimas porque operam clandestinamente. Essa atividade consiste em adquirir o REEE, desmontá-lo, quebrá-lo e recuperar os materiais que têm valor de mercado.

Quando a reciclagem de resíduos elétricos e eletrônicos é realizada no setor informal, ela se torna mais complexa, o processo é quase o mesmo, mas se torna mais perigoso, os estágios são os seguintes:

Coleta: os coletores vão de porta em porta para comprar ou coletar equipamentos elétricos e eletrônicos usados ou coletar equipamentos elétricos e eletrônicos usados, ou recuperar o lixo elétrico eletrônicos das lixeiras. Também conhecidos como "coletores de lixo". A maioria trabalha informalmente, em condições perigosas.

Reparo e condicionamento: os reparadores estendem a vida útil de equipamentos elétricos e eletrônicos novos e usados equipamentos elétricos e eletrônicos novos e usados, que depois são revendidos para reutilização, mas também jogam fora equipamentos que não podem ser consertados e, portanto, também produzem resíduos. **Desmontagem e separação:** os equipamentos usados que não podem ser consertados são desmontados manualmente para recuperar componentes e materiais que podem ser usados.

Reciclagem: nesse estágio, o lixo elétrico e eletrônico é queimado, usando geralmente a "incineração", uma técnica que envolve a destruição pelo fogo. Ela é usada em várias áreas: a incineração é criticada porque os incineradores produzem dioxinas cancerígenas. A queima de resíduos também libera dióxido de carbono. Esse gás de efeito estufa contribui para o aquecimento global. A incineração de REEE causa a emissão de dioxinas, as quais são derretidas e tratadas por lixiviação para produzir matérias-primas secundárias que serão vendidas a fornecedores do setor de manufatura (Santos, 2019).

Venda: os vendedores compram componentes de resíduos elétricos e eletrônicos que foram separados, desmontados e recuperados na etapa de reciclagem.

Os trabalhadores que lidam com REEE são diretamente afetados pelas substâncias perigosas às quais estão expostos. OS trabalhadores dos locais de reciclagem de resíduos estão expostos a níveis mais altos de prata, cobre e metais de terras raras do que outros trabalhadores. Os trabalhadores inalam poeira das atividades de fundição e ficam expostos a vapores tóxicos e líquidos corrosivos (Forti, 2019).

Além disso, há muitos riscos secundários para a segurança e a saúde dos familiares dos trabalhadores do setor, principalmente quando os resíduos são desmontados e processados nas residências dos trabalhadores ou quando estes vivem com suas famílias no local de processamento, o que pode resultar na introdução de contaminantes em suas casas através de seus corpos e roupas. As substâncias e emissões perigosas representam um risco para as populações locais e para o meio ambiente, além de afetarem os trabalhadores e suas famílias. É importante destacar que nem sempre os trabalhadores do setor possuem conhecimento sobre os perigos associados às suas atividades, o que aumenta os riscos para sua saúde e segurança. Segundo Lepawsky, Billah (2011), alguns trabalhadores informais não são capazes de identificar sequer um produto químico nocivo presente no lixo.

4.4 Destino dos resíduos: Programa Ecoponto e aterro sanitário em Uberlândia (MG)

Um dos principais problemas do descarte de resíduos é atribuído à produção excessiva de resíduos. Isso significa que todos os estados, autoridades locais e municípios enfrentam o problema do descarte eficiente de resíduos devido à produção excessiva de resíduos. O problema é que vivemos em uma era de consumismo descartável, em que empresas e produtores se esforçam para maximizar os lucros produzindo produtos de uso único sem priorizar a reutilização, a reciclagem ou o uso de materiais ecologicamente corretos. A maioria dos aterros sanitários não está equipada com um sistema adequado de gerenciamento de resíduos no local,

contribuindo para outras ameaças ao meio ambiente. A longo prazo, alguns aterros sanitários vazam e poluem as águas subterrâneas e outros *habitats* próximos, dificultando muito o gerenciamento de resíduos. Eles também liberam gases potencialmente perigosos.

4.4.1 Programa Ecoponto

Os ecopontos são lugares ou locais específicos que funcionam como um ponto de entrega voluntária autorizado pelo município para receber e classificar determinados resíduos produzidos por pequenos produtores, como os provenientes de reformas, construção em pequena escala e outros materiais recicláveis. O objetivo das autoridades é dar um destino adequado aos resíduos, evitando o descarte irregular. Na entrada das lixeiras de reciclagem, a carga é verificada e os moradores são informados sobre onde colocar seus resíduos. A origem do material também deve ser indicada. (UBERLÂNDIA, 2020)

O programa Ecoponto faz parte do programa de gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana, mas o serviço vem encontrando dificuldades em sua implementação, pois alguns ecopontos apresentam problemas de funcionamento (Morais, 2013). Entretanto, essa categoria de resíduos não deve ser negligenciada, pois também contém elementos perigosos, como tintas, hidro cabines, madeiras tratadas com óxidos de metais pesados, etc. (Morais, 2013). O gerenciamento correto desses resíduos e materiais reciclados pode gerar benefícios consideráveis em termos de sustentabilidade e qualidade de vida.

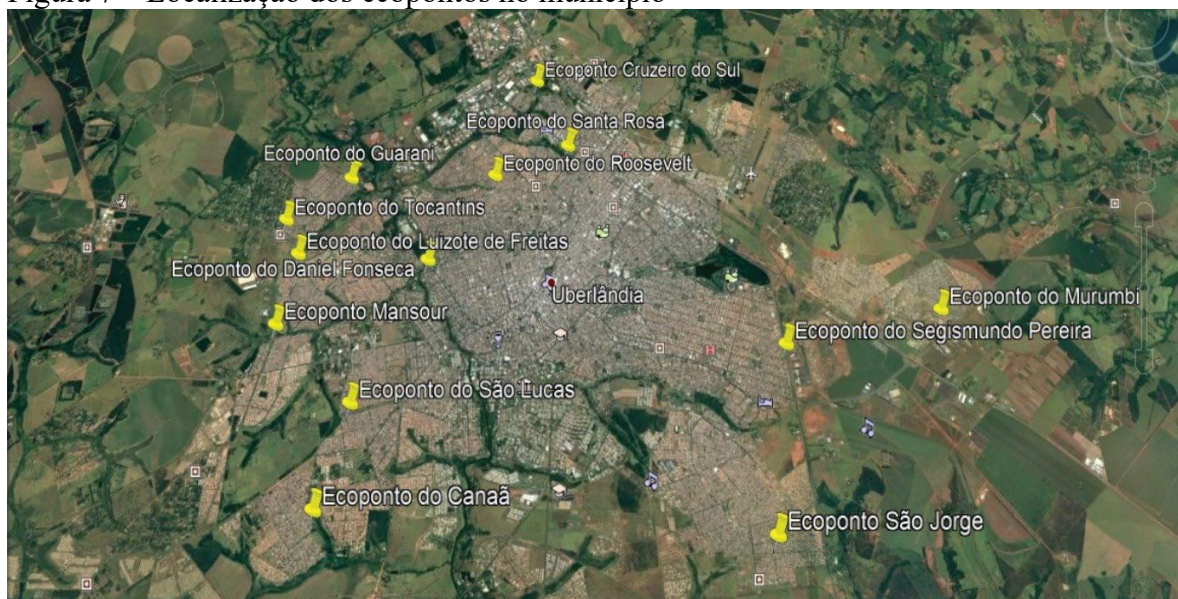
Quadro 7 – Diferentes ecopontos estabelecidos pelo município

Implantação	Bairro
19/09/2009	Luizote de Freitas
28/04/2010	São Jorge
11/11/2010	Santa Rosa
01/03/2011	Guarani
27/07/2011	Presidente Roosveltm
03/03/2012	Daniel Fonseca
23/04/2012	Morumbi
27/08/2012	Jardin des palmeiras
25/10/2012	Tocantins

20/12/2012	Nossa Senhora Aparecida
28/11/2013	Segismundo Pereira
13/11/2014	Mansour
30/07/2016	Jardim de Canaan

Fonte: Uberlândia (2020)

Figura 7 – Localização dos ecopontos no município



Fonte: UBERLÂNDIA (2020)

Cada ecoponto ocupa uma área de 1.200 m² quadrados, com uma área construída de aproximadamente 100 m² e 75 m² contendo edifícios de serviços, como escritórios, banheiros, etc. Há 25 m² de baias para recebimento de materiais e 220 m² de espaço aberto para descarga de materiais (UBERLÂNDIA, 2020). A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano (SMMADU) é responsável pela manutenção e monitoramento dos ecopontos. Deve-se observar que, antes da instalação de um ecoponto em uma área, é realizada uma pesquisa aprofundada na área em questão, com o objetivo de entender os fluxos de resíduos e dar um senso de responsabilidade aos atores envolvidos, como associações, cooperativas de catadores, carroceiros, pequenos transportadores e pequenos construtores. Durante e após a instalação, também serão divulgadas informações entre a população para alertá-la sobre a localização e o funcionamento do novo ecoponto (UBERLÂNDIA, 2020).

Fotografia 7 – Preparação do terreno para implantação do Ecoponto São Jorge e parte das instalações, depois de prontas



Fonte: Acervo Pessoal (2023)

Os Ecopontos operam por meio de uma estrutura básica de pessoal e procedimentos próprios, terceirizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbanístico (SMMADU). As operações são realizadas de acordo com as normas e controles conforme os materiais desenvolvidos pelo programa, visando quantificar e monitorar os tipos de materiais recebidos e as destinações dadas (UBERLÂNDIA, 2020). Os materiais recebidos e triados nos Ecopontos têm a seguinte destinação:

Resíduos da construção civil: Os resíduos da construção civil – Classe A (limpos) são enviados para reutilização na recuperação de estradas vicinais, o restante é destinado à empresa contratada (Aterro Industrial) para triagem e destinação adequada;

Podas: Empresa comprometida em promover o recebimento, a triagem e a destinação adequada (compostagem);

Recicláveis: destinados a associações de recuperação de resíduos;

Itens volumosos (madeira aproveitável, móveis e utilidades): doação para reutilização.

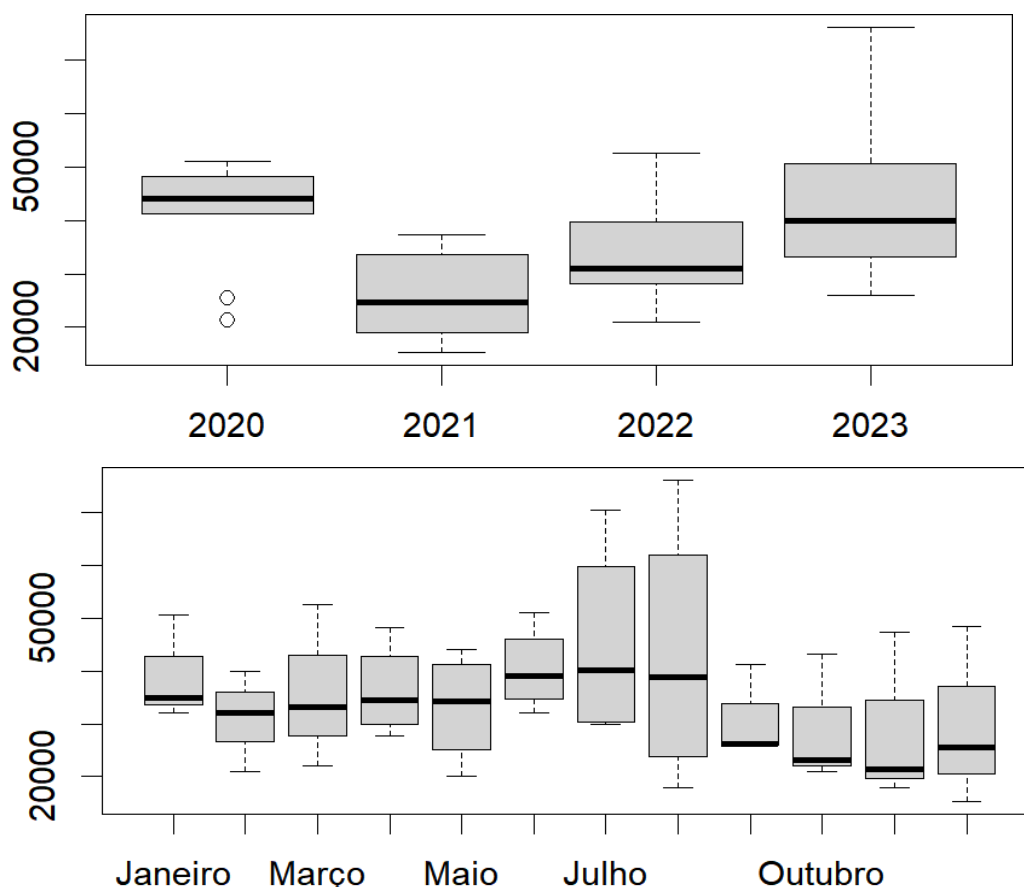
Tabela 6 – Material reciclável coletado pelos ecopontos (Kg) (2020-2023)

<i>ANOS</i>	<i>Janeiro</i>	<i>Fevereiro</i>	<i>Março</i>	<i>Abril</i>	<i>Maio</i>	<i>Junho</i>	<i>Julho</i>	<i>Agosto</i>	<i>Setembro</i>	<i>Outubro</i>	<i>Novembro</i>	<i>Dezembro</i>	<i>TOTAL ANUAL COLETADO</i>	<i>MÉDIA MENSAL</i>
2020***				48.300,00	44.100,00	51.100,00	49.100,00	47.800,00	41.200,00	43.100,00	21.500,00	25.600,00	371.800,00	41.311,10
2021	35.000,00	32.100,00	22.000,00	37.000,00	20.000,00	37.300,00	31.000,00	18.000,00	26.100,00	23.200,00	18.000,00	15.300,00	315.000,00	26.250,00
2022	32.100,00	21.000,00	52.510,00	31.900,00	30.100,00	32.100,00	29.880,00	29.800,00	26.300,00	21.000,00	47.300,00	48.500,00	402.490,00	33.540,80
2023	50.600,00	40.000,00	33.220,00	27.700,00	38.500,00	41.000,00	70.340,00	76.000,00	26.000,00				403.360,00	44.817,80
TOTAL MENSAL	411.436,50	438.524,10	479.428,58	529.728,46	398.015,80	492.662,24	555.244,70	610.909,70	542.247,91	330.833,54	379.673,80	364.576,40	5.533.281,73	

Fonte: DMAE (2023)

Segundo os dados disponíveis no site do DMAE, de 2020 a 2023, os Ecopontos (SMMASU) coletaram em torno de 5.533.281,73 kg de materiais recicláveis, sendo uma média de 36479.925 kg por ano. O ano de 2023 apresentou média significativa em comparação com os 3 anos anteriores, embora a instituição não disponha de dados para os meses de outubro, novembro e dezembro deste ano.

Gráfico 4 – Materiais recicláveis coletados pelos ecopontos (Kg) (2020 a 2023)



O gráfico demonstra uma análise comparativa entre os diferentes períodos de coleta de material reciclável. O teste paramétrico permite observar a diferença entre as diferentes datas de coleta (grupo), usando a média e o desvio padrão. Podemos observar que os meses de julho e agosto apresentaram valores totais de coleta maiores do que os demais, pelos 4 anos de coleta.

Descarte de resíduos em aterro sanitário

Um aterro sanitário é uma medida de controle final para o descarte de resíduos no solo. Existem diferentes tipos de aterro, tais como: aterro industrial, aterro a céu aberto e aterro sanitário. O aterro industrial é um aterro no qual o descarte de resíduos é gerado por um

processo de fabricação ou transformação pela agência ou organização que o produziu (Morais, 2013). O aterro a céu aberto é de pequeno porte e é usado principalmente para o descarte de resíduos domésticos. Os lixões a céu aberto são relativamente rasos, com até alguns metros de profundidade (Morais, 2013). Os aterros sanitários, por outro lado, são grandes. Depois que uma cova é escavada, não há absolutamente nenhum controle sobre o que é descartado e como. É por isso que os grandes lixões a céu aberto levam à contaminação do solo e da água, e eles não têm estações de tratamento para tratar os líquidos ou gases provenientes do aterro.

Um aterro sanitário é um poço com fundo protegido no qual os resíduos são enterrados em camadas e comprimidos para torná-los mais sólidos. O principal objetivo dos aterros sanitários é garantir a segurança dos resíduos, reduzindo a nocividade dos resíduos acumulados e permitindo que se decomponham com segurança. A sobreposição de resíduos e solo acelera a decomposição. Como o metano, um gás tóxico, é produzido pela decomposição, ele é coletado no aterro sanitário para gerar eletricidade em vez de ser liberado na atmosfera. O aterro sanitário também utiliza uma camada de argila para isolar os resíduos do meio ambiente (Morais, 2013).

Além disso, o aterro sanitário utiliza métodos de engenharia bem projetados para proteger o meio ambiente da contaminação por resíduos sólidos ou líquidos. Quando a terra se esgota ou o aterro sanitário está cheio, uma argila impermeável é usada para vedá-lo e, se for considerado seguro, a terra pode ser usada para outros fins. Os aterros sanitários funcionam depositando-se resíduos em um grande buraco: os resíduos são dispostos em camadas para facilitar a decomposição e reter os gases tóxicos liberados no processo. As camadas são construídas de forma que a parte inferior tenha o menor volume e a parte superior, o maior volume, para evitar que o solo entre em colapso (Coelho, 2009). O solo é um componente importante dos aterros sanitários, pois é aplicado regularmente para evitar que maus odores e pragas atinjam a superfície do solo. Isso garante que a terra próxima ao aterro sanitário possa ser usada por outras pessoas sem poluição do ar ou infestação de pragas.

Os aterros sanitários são estabelecidos apenas pelas autoridades governamentais locais ou estaduais. Em julho de 1995, o município de Uberlândia instalou um aterro sanitário que recebeu e descartou aproximadamente 2.100.000 toneladas de resíduos domésticos e especiais. O aterro ficou em operação por 15 anos, de 1995 a 2010 (UBERLÂNDIA, 2020).

De acordo com as diretrizes do plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (PGIRS), os resíduos de classe II (resíduos domésticos e parte dos resíduos de limpeza pública e resíduos industriais comuns não perigosos) são descartados no aterro sanitário. A construção de um novo aterro sanitário foi iniciada em meados de 2008 e começou a receber resíduos em outubro de 2010, substituindo o antigo aterro, que entrou em sua fase final. A construção desses

aterros sanitários é baseada nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), segundo dados da Prefeitura de Uberlândia (UBERLÂNDIA, 2020).

O novo aterro sanitário está localizado em uma área adjacente ao antigo aterro sanitário. A infraestrutura consiste nos seguintes elementos:

Área total da superfície do local: 300.000 m².

Área de superfície útil do aterro: 200.000 m²

Área de reserva legal: 60.000 m².

Área de apoio administrativo e infraestrutura: 20.000 m².

Estradas e paisagismo: 20.000 m².

As instalações que compõem sua estrutura incluem:

Impermeabilização da base com 0,60 metros de argila compactada (3 camadas de 0,20 m cada, com coeficiente de permeabilidade = 10^{-7} cm/s); geomembrana de PEAD de 1,5 mm; 0,30 m de argila densa (proteção mecânica das geomembranas) e 0,10 m de RCC (resíduo da construção civil) para proteção da geomembrana e operacionalidade;

Seis poços de monitoramento de águas subterrâneas, sendo 2 a montante e 4 a jusante;

Projeto de destruição controlada de biogás e cogeração de energia elétrica;

Todos os sistemas de drenagem necessários: chorume, biogás e água da chuva;

Posto de guarda, balanças, prédios de inspeção e administração, restaurante e banheiros, quiosque e centro de educação ambiental.

O novo aterro sanitário recebeu a licença de operação nº 151, válida até 08/10/2014, revisada pela LO 083/2015, tendo sido projetado para receber 4.200.000 toneladas/m³ de resíduos, com vida útil prevista de 21 anos, conforme estudo que embasou o projeto de sua implantação (UBERLÂNDIA, 2020).

Figura 8 – Vista aérea atual aterro sanitário



Fonte: UBERLÂNDIA (2020)

A Tabela 7 mostra a quantidade de resíduos gerais enviados ao aterro sanitário em um período de 28 anos, de 1995 a 2023, com os últimos quatro anos: 2020, 2021, 2022 e 2023 apresentando os valores mais altos. No histograma, a curva cinza representa a quantidade de resíduos produzidos por habitante por dia, a cor laranja representa a quantidade enviada ao aterro sanitário a cada ano e a amarela representa a população urbana. Pode-se observar que, à medida que a população urbana aumenta, o mesmo acontece com a quantidade anual de resíduos enviados para aterros sanitários.

Tabela 7 – Coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário (1995-2023)

ANOS	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL ANUAL	MÉDIA DIÁRIA	POPULAÇÃO URBANA*	POPULAÇÃO TOTAL*	PRODUÇÃO PER CAPITA (Kg/hab/dia)
1995	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	994,040	5.632,940	5.986,040	6.816,750	7.074,236	8.160,400	34.664,406	94,971			
1996	9.154,530	9.762,568	8.692,984	8.061,350	7.998,190	7.628,700	8.686,756	9.579,080	9.103,450	10.340,730	9.959,570	11.024,270	109.992,178	301,348	431.744	438.986	0,698
1997	9.542,810	8.090,760	7.923,682	7.987,940	7.424,156	7.377,010	7.828,590	7.652,882	8.349,370	8.288,670	7.784,010	9.711,250	97.961,130	268,387	445.992	453.473	0,602
1998	8.615,220	7.932,230	8.547,110	8.186,190	8.153,990	8.332,880	8.641,090	8.674,490	9.437,240	8.964,360	9.338,100	10.897,040	105.719,940	289,644	460.709	468.437	0,629
1999	10.160,350	8.750,330	9.793,870	8.792,100	9.118,400	9.245,160	9.462,440	8.905,170	9.744,600	9.441,010	10.458,240	11.001,290	114.872,960	314,720	475.913	483.896	0,661
2000	10.677,040	10.349,750	10.400,490	9.037,500	9.731,720	9.372,110	9.433,480	10.031,460	10.362,570	9.893,950	9.741,180	11.224,520	120.255,770	329,468	488.982	501.214	0,674
2001	10.852,980	9.316,920	10.957,050	9.546,560	10.078,900	9.456,160	9.979,850	9.591,660	9.804,550	10.093,050	10.460,440	10.972,230	121.110,350	331,809	505.167	517.804	0,657
2002	11.112,710	9.576,010	9.978,220	10.063,150	9.468,110	8.948,380	10.105,360	9.285,150	9.980,000	9.921,540	10.340,820	11.625,170	120.404,620	329,876	521.888	534.943	0,632
2003	10.548,150	9.248,930	8.858,270	8.778,980	8.718,440	8.195,400	8.852,770	8.617,420	9.145,580	9.274,360	9.700,000	11.066,710	111.005,010	304,123	539.162	552.649	0,564
2004	10.242,480	9.059,780	9.936,110	9.034,230	8.832,290	8.671,690	8.932,940	8.739,770	9.396,510	9.078,810	9.481,050	10.937,780	112.343,440	307,790	556.133	570.042	0,553
2005	10.604,420	8.714,770	9.532,060	8.856,440	8.667,410	8.501,200	8.445,790	8.958,270	9.497,410	9.333,480	9.479,440	11.682,230	112.272,920	307,597	570.982	585.262	0,539
2006	10.749,250	8.986,670	10.860,140	9.185,050	9.749,250	9.168,990	9.428,660	9.777,380	9.973,760	10.406,580	10.829,320	11.978,050	121.093,100	331,762	585.720	600.368	0,566
2007	11.940,910	9.728,200	10.209,380	9.252,250	9.827,990	9.387,370	9.881,150	9.505,840	9.926,130	10.864,480	11.109,450	11.501,550	123.134,700	337,355	593.526	608.369	0,568
2008	11.449,120	10.820,970	11.008,960	10.683,390	10.102,230	9.775,660	10.185,780	10.083,600	10.937,510	11.261,500	11.267,500	13.118,410	130.694,630	358,067	607.245	622.441	0,590
2009	12.704,330	11.078,870	11.927,490	10.879,450	10.874,880	11.026,590	11.409,420	10.929,890	10.924,370	12.610,320	12.207,600	14.432,150	141.005,360	386,316	615.496	634.345	0,628
2010	13.124,790	11.496,230	13.105,170	11.742,830	11.765,920	11.541,190	12.098,590	11.307,910	12.509,670	12.931,700	13.529,700	14.590,680	149.744,380	410,259	587.266	604.013	0,699
2011	14.308,440	12.392,720	13.538,740	12.381,680	12.321,240	12.128,060	12.270,200	12.599,130	12.812,900	13.136,980	13.479,160	15.323,240	156.692,490	429,294	594.938	611.904	0,722
2012	14.921,000	12.927,980	13.686,070	12.898,570	13.169,330	13.005,010	13.035,220	12.674,430	13.190,070	14.061,640	14.209,560	14.796,880	162.575,760	445,413	602.359	619.536	0,739
2013	15.564,940	13.536,130	13.250,380	14.384,740	13.225,660	13.234,400	13.878,290	13.006,120	13.516,280	14.668,890	14.539,460	15.767,640	168.572,930	461,844	628.314	646.673	0,735
2014	16.071,970	13.386,910	13.918,540	13.846,240	13.971,150	13.223,310	14.008,140	13.681,260	14.604,000	14.777,640	14.743,120	16.916,130	173.148,410	474,379	636.529	654.681	0,745
2015	15.682,960	13.431,850	15.283,900	14.403,740	14.052,600	14.228,460	14.180,470	12.883,740	15.138,880	14.867,260	15.408,690	16.870,480	176.433,030	483,378	643.997	662.362	0,751
2016	15.925,600	14.678,020	15.033,620	13.455,580	13.464,160	13.409,210	13.251,580	13.972,540	14.110,390	14.625,460	15.032,570	16.931,110	173.889,840	476,411	651.105	669.672	0,732
2017	16.308,180	13.227,430	16.094,100	13.439,090	15.591,070	14.255,430	14.205,210	14.957,310	14.938,710	15.932,040	16.207,480	18.566,090	183.722,140	503,348	657.853	676.613	0,765
2018	19.207,650	16.081,840	16.174,270	15.584,740	14.802,310	14.796,310	15.181,600	15.388,480	15.281,810	17.374,870	16.760,340	18.176,230	194.810,450	533,727	664.313	683.247	0,803
2019	17.691,350	15.394,150	16.034,310	16.606,270	16.380,480	14.692,720	16.420,050	15.717,190	16.648,150	17.587,000	18.079,530	20.495,910	201.747,110	552,732	672.138	691.305	0,822
2020	19.650,380	17.686,020	18.614,900	16.196,140	16.207,050	17.065,490	16.997,760	16.091,950	18.007,670	18.413,920	18.571,990	20.691,420	214.194,690	586,835	679.714	699.097	0,863
2021	18.469,180	16.572,520	18.259,610	15.989,080	16.295,360	16.285,810	16.283,480	16.010,870	17.395,830	17.697,710	18.553,820	19.997,640	207.810,910	569,345	687.006	706.597	0,829
2022	19.930,150	17.683,230	18.678,520	16.837,240	17.109,900	16.539,160	16.628,080	17.311,770	17.855,750	18.019,610	18.488,870	21.116,780	216.199,060	592,326	693.116	713.232	0,855
2023	21.595,800	17.947,100	19.879,340	17.886,100	18.795,110	17.451,430	18.175,460	18.401,850	19.085,040	20.312,120	20.421,520		209.950,870	628,595	693.116	713.232	0,907
MÉDIA MENSAL	13.338,162	11.650,306	12.419,906	11.517,125	11.582,665	11.273,907	11.685,595	11.723,088	12.333,250	12.792,980	13.008,854	14.270,474					

Fonte: DMAE (2023)

Gráfico 5 – Histograma mostra a coleta, transporte e disposição dos resíduos urbanos no aterro sanitário (1995-2023)



Fonte: DMAE (2023)

Atualmente, o descarte de resíduos cotidianos em aterros sanitários é o método mais difundido de descarte de resíduos. Esse método envolve enterrar os resíduos no solo, usando um processo para eliminar os odores e os perigos dos resíduos antes de serem colocados no solo (Santos, 2019). É verdade que essa é a forma mais popular de descarte de resíduos, mas certamente está longe de ser o único procedimento e pode resultar em uma variedade de espaços. Segundo o mesmo autor, o método é, no entanto, muito complicado, devido à falta de espaço disponível e à alta presença de metano e outros gases de aterro, que podem causar inúmeros problemas de contaminação. O método mais simples de gerenciamento de resíduos é reduzir a sua produção, o que, por sua vez, reduz a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários. A redução de resíduos pode ser obtida por meio da reciclagem de materiais velhos, conserto de itens quebrados ao invés de comprar novos, não uso de produtos descartáveis, como sacolas plásticas, reutilização de itens de segunda mão, e compra de itens mais duráveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em escala global, a proteção do meio ambiente deu origem a novas demandas, aquelas relacionadas a como conciliar a proteção ambiental com os novos avanços da indústria, da agricultura e da tecnologia. De fato, esses fatores de desenvolvimento são, em certa medida, responsáveis pela degradação do ambiente natural. Atualmente, o contexto ecológico atingiu um nível de gravidade que ameaça não apenas comprometer grande parte dos ganhos econômicos e sociais obtidos, mas também limitar as possibilidades de ganhos de bem-estar para as gerações futuras.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o comportamento das instituições que atuam na área dos resíduos sólidos na cidade de Uberlândia (MG), mais precisamente como são geridas a eliminação e a reutilização dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na cidade de Uberlândia. Em geral, os riscos à saúde e ao meio ambiente representados pelos REEE estão ligados às substâncias que eles contêm. Embora o uso desses aparelhos não seja perigoso, o risco surge quando eles não são tratados corretamente, destruídos ou queimados sem precaução quando se tornam resíduos. O descarte sem controle desses tipos de resíduos tem necessariamente efeitos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública. Constatamos também que, em Uberlândia, um dos principais fatores do aumento de resíduos é o crescimento da população urbana, pois, à medida que a população cresce, aumenta também a quantidade de resíduos produzidos. Estamos convencidos de que são os atuais padrões de consumo da população nas áreas urbanas que estão contribuindo para o aumento do lixo, portanto, o verdadeiro desafio é persuadir as pessoas a comprar menos e de forma diferente. Embora essa seja uma tarefa muito mais difícil, é, sem dúvida, uma das maneiras mais seguras de avançar em direção a um mundo mais limpo.

Nossa pesquisa mostra que o descarte de resíduos no município é realizado não apenas por instituições públicas, mas também pelo setor privado, por via de empresas, em colaboração com associações e cooperativas locais que trabalham no campo da reciclagem, seguindo um processo bem definido desde a coleta até a disposição final. Para isso, eles usam leis e planos comunitários como guia. No entanto, alguns autores apontam que a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que pode ser considerada um elemento essencial na gestão de resíduos do país, contém lacunas em relação aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, e que a referência a resíduos eletrônicos não está bem definida. No decorrer da pesquisa, também descobrimos que, apesar dos esforços das autoridades públicas, ainda há uma deficiência na gestão e no descarte correto de REEE, mesmo nas estatísticas do município de Uberlândia.

De fato, as ações de coletores independentes que não estão formalizados em nenhuma associação ou cooperativa comprometem o descarte adequado dos resíduos. As atividades de recuperação observadas mostram certas práticas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde, como a queima para recuperar o cobre e a fundição de alumínio em fornos artesanais. Esse setor informal também torna o banco de dados oficial deficiente, em termos da quantidade de resíduos coletados, reciclados e descartados. Como resultado, esta pesquisa nos diz que agora é necessário implementar medidas, como melhorar as estratégias de coleta e estabelecer estruturas mais organizadas de logística reversa e reciclagem, oferecendo uma oportunidade de passar de uma economia linear (resíduos finais) para uma economia circular (recuperação, compostagem).

A alta taxa de reciclagem pode reduzir o número de materiais que precisam de tratamento final e são destinados a aterros sanitários. Se eles não forem classificados, separados ou reciclados, isso impossibilita a recuperação de materiais capazes de retornar ao seu ciclo de vida como fonte de matérias-primas secundárias. A ideia por trás da reciclagem é reduzir o consumo de energia, o volume de aterros sanitários, a poluição do ar e da água, as emissões de gases de efeito estufa e preservar os recursos naturais para uso futuro.

O processo de reciclagem de REEE, além de exigir cada vez mais trabalho especializado no município, precisa de usinas de alto uso para atingir níveis satisfatórios de separação e recuperação de matérias-primas secundárias, combinados com incentivos fiscais para auxiliar na redução de resíduos para a disposição final.

A responsabilidade ecológica está ligada aos “cinco R”: Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar. As comunidades locais, as autoridades e os estados precisam fazer mais para aumentar a conscientização sobre o gerenciamento de resíduos. Essencialmente, esse *slogan* pode ajudar a reduzir os níveis de resíduos insustentáveis que estão se mostrando problemáticos em vários ambientes do mundo. Por meio da implementação e da prática consistentes dos cinco R as comunidades, as autoridades locais e os estados poderão não apenas gerenciar os resíduos, mas também avançar rumo ao desperdício zero. Uma estratégia eficaz de descarte e gerenciamento de resíduos municipais pode oferecer melhores soluções para uma série de problemas relacionados a resíduos. Ela garante o aprimoramento gradual de instalações novas e econômicas que visam incentivar padrões mais altos de proteção ambiental. Essa estratégia de gerenciamento eficaz também garantirá que os aterros sanitários estejam adequadamente localizados para facilitar a coleta, a transferência e o monitoramento ou a reciclagem de resíduos. Para esse fim, sugerimos o seguinte:

a) Campanhas de conscientização e educação ambiental: para evitar que os REEE sejam misturados ao lixo doméstico, são necessárias campanhas de conscientização na mídia. Planos de comunicação sustentados e eficazes devem ser elaborados e implementados. No nível das administrações públicas e privadas, notas informativas sobre possíveis oportunidades de coleta e recuperação podem ser enviadas aos departamentos envolvidos. Nas escolas e institutos de treinamento, a conscientização sobre o gerenciamento adequado de REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos) poderia ser ampliada através de pôsteres que ilustrem, entre outros aspectos, os danos ambientais causados pelo manejo inadequado. Isso incentivaria a adoção de boas práticas de gerenciamento de REEE e de resíduos potencialmente perigosos desde os primeiros estágios de formação, por meio de treinamento em educação ambiental.

b) Tomadores de decisão, responsáveis pelo desenvolvimento e implementação de políticas públicas: esses agentes possuem um papel primordial a desempenhar na regulamentação e supervisão do meio ambiente, da proteção civil e da segurança pública, bem como no respeito aos direitos econômicos dos cidadãos.

Destacamos, a seguir, algumas recomendações não exaustivas:

Coletar mais dados e informações confiáveis sobre a produção e os fluxos de resíduos elétricos e eletrônicos, sobre a cadeia de recuperação de resíduos e seus principais participantes, e sobre as oportunidades e os desafios envolvidos na promoção do trabalho decente nesse campo.

Criar condições sociais e econômicas favoráveis para parcerias e pequenas empresas no setor de reciclagem.

Investir em sistemas de gestão de resíduos e infraestrutura para absorver o fluxo crescente de resíduos sólidos, incluindo o volume rapidamente crescente de resíduos elétricos e eletrônicos.

Revisar a legislação, os regulamentos e as políticas relacionadas ao lixo elétrico e eletrônico ou adotar novas disposições.

Fortalecer a capacidade das autoridades ambientais e de planejamento para aplicar melhor a legislação sobre resíduos elétricos e eletrônicos.

Fortalecer a capacidade das associações e cooperativas para promover o trabalho decente na gestão de resíduos, especialmente por meio do diálogo social, visando criar um ambiente favorável ao setor informal para aqueles que desejam se formalizar. Isso inclui identificar e remover os obstáculos enfrentados por micro, pequenas e médias empresas, como a dificuldade de acesso a recursos financeiros, caso queiram adotar novas iniciativas.

Desenvolver e oferecer programas e materiais de educação e treinamento especificamente para trabalhadores do setor de resíduos, de maneira a auxiliar todos os trabalhadores a defender os princípios e direitos fundamentais no trabalho e a exercer seus direitos de se organizar e negociar coletivamente, proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores do setor de resíduos elétricos e eletrônicos, melhorar suas condições de trabalho e garantir que eles tenham acesso mais fácil à cobertura universal de saúde e previdência social.

REFERÊNCIAS

ABINEE. Disponível em: <http://www.tec.abinee.org.br/2013/s7.htm>. Acesso em: 12 jan. 2023.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente**, 1992. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/consulta2edicao.pdf. Acesso em: 11 dez. 2023.

AKNIN, Audrey *et al.* Environnement et développement – quelques réflexions autour du concept de « développement durable ». In: MARTIN, Jean-Yves (dir.). **Développement durable? Doctrines, pratiques, évaluations. Nouvelle édition** [en ligne]. Marseille: IRD Éditions, 2002. p. 51-71. Disponível em: <https://books.openedition.org/irdeditions/6757>. Acesso em: 24 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.6757>.

ALVES, Lidiane Aparecida; RIBEIRO FILHO, Vitor. A área central de Uberlândia-MG frente ao paradigma das cidades saudáveis. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-18, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/78630010/A_Área_Central_De_Uberlândia_MG_Frente_Ao_Paradigma_Das_Cidades_Saudáveis. Acesso em: 10 mar. 2023.

ANAYA, Mauricio. Chapitre 5. **L'échelle dans la définition de l'urbain et de l'urbanité**. Les villes non occidentales: Comprendre les enjeux de la diversité urbaine: Presses de l'Université de Montréal, 2017. Disponível em: ISBN:9791036501845 DOI: <https://doi.org/10.4000/books.pum.11876>

BALDÉ, C. P. *et al.* **The Global E-waste Monitor** – 2017. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Global-E-waste-Monitor-2017%3A-Quantities%2C-Flows-Baldé-Forti/44a475f68f35eb0d1970ca9b3326f5293b84e62a>. Acesso em: 07 mar. 2023.

BASEL CONVENTION ON THE CONTROL OF TRANSBOUNDARY MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTES AND THEIR DISPOSAL. Protocol on liability and compensation for damage resulting from transboundary movements of hazardous wastes and their disposal, 1989. Disponível em: <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-e.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BERNADO, Jerosh; GAMA, Ana; VIANA, Paula. Um olhar sobre o panorama ambiental nacional e internacional dos retardantes de chama bromados, em particular os éteres difenílicos polibromados. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, 2011. Disponível em: <https://b-quimica.spq.pt/magazines/BSPQuimica/652/article/30001666>. Acesso em: 14 fev. 2023. DOI: 10.52590/M3.P652.A30001666.

BERNARDES, Flaviane Fernandes; MENDES, Paulo Cezar. A urbanização e sua influência no aumento da temperatura média no município de Uberlândia-MG. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 77–88, 2012. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A->

URBANIZAÇÃO-E-SUA-INFLUÊNCIA-NO-AUMENTO-DA-MÉDIA-Bernardes-Mendes/cd139a71be91328c8bc86cf7c415e05dbcb61e35. Acesso em: 08 dez. 2023.

BESSA, Kelly Cristine. Reestruturação da rede urbana brasileira e cidades médias brasileiras: o exemplo de Uberlândia (MG). **Caminhos de geografia**, vol. 24, nº 16, p. 268-288. 2005.

BLIEFERT, Claus; PERRAUD, Robert. **Chimie de l'environnement**: air, eau, sol, déchets. Paris: De Boeck Université, 2001. Disponível em: <https://archive.org/details/chimiedelenviron0000blie/page/n5/mode/2up>. Acesso em 10 ago. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 401, de 11 de abril de 2008**. Estabelece normas para a reutilização, reciclagem e descarte de baterias contendo chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 abr. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/conama/legislacao/resolucoes>. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. **Convenção de Basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito**. Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jul. 1993. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/gestao-ambiental/internacional/convencao-de-basileia>. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. Convenção de Roterdã sobre o procedimento de consentimento prévio informado aplicável a certos produtos químicos e pesticidas perigosos objeto de comércio internacional. **Decreto nº 5.360, de 31 de janeiro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º fev. 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/gestao-ambiental/internacional/convencao-de-roterda>. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 99.274**, de 6 de junho de 1990. Aprova o Regulamento do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jun. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99274.htm. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diretrizes nacionais para saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em: 08 ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Cria o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, institui a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 15 ago. 2024.

BRINGHENTI, R. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.6.2004.tde-07122009-09150>. Acesso em: 28 jun. 2024.

CARDOSO, Mikaela Soares Silva. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no RIDE-DF: geração e coleta seletiva**. 2016. Dissertação de Mestrado, 106p. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2016.

CLEPS, G. D. G.; CLEPS JUNIOR, João. A produção de resíduos sólidos urbanos em Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 11, n.9/10, p. 81-86, 1993. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/61001/31600>. Acesso: 08 abr. 2023.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988. (Relatório Brundtland). CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 401, de 11 de agosto de 2008**. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=108777>. Acesso em: 14 ago. 2023.

CONVENÇÃO DE ROTERDÃ. **Convenção de Roterdã sobre o Procedimento de Consentimento Prévio Informado (PIC) Aplicado a Certos Agrotóxicos e Substâncias Químicas Perigosas Objeto de Comércio Internacional**. Roterdã, 1998. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_seguranca/_arquivos/roterd_texto_143.pdf. Acesso em: 13 jan. 2023.

COUTO, Maria Claudia Lima; LANGE, Liséte Celina. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2017, vol. 22, p. 889-898. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017149403>. Acesso em: 20 ago. 2022.

CRUVINEL, Larissa Santos de Marcello. **Desafios de ecoeficiência e integração entre agentes corresponsáveis pelo tratamento de resíduos eletroeletrônicos (REEE): um estudo multicase no Triângulo Mineiro**. 2020. 95p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal de Uberlândia-MG, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.75>. Acesso em: 1º ago. 2022. Development. Washington-DC: Word Bank, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a>. Acesso em: 23 jan. 2023.

DINIZ, Nina Rosa Fernandes. **Gestão ambiental nos estabelecimentos de ensino superior públicos: processo de eliminação de resíduos informáticos eletrônicos**. 2016. 59p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2016. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/snpp/article/view/14704>. Acesso em: 23 jan. 2023.

DMAE. Pontos de coleta da logística reversa. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/servicos-dmae/coleta-de-residuos/pontos-de-coleta-da-logistica-reversa/>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FORTI, Vanessa *et 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. Disponível em: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7737/GEM_2020_def_july1.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

FORTI, Vanessa. O crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais. **Visão geral do setor da Internet**. São Paulo, 2019, nº 4, pág. 1-16. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20191217174403/panorama-setorial-xi-4-lixo-eletronico-atualizado.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2023.

GOBEIL, Mathieu. **Où produit-on le plus de déchets?** La réponse en carte. Radio-Canada, 2016. Disponível em: <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/785168/dechets-carte-monde-pays-plus-environnement-recyclage-compost>. Acesso em: 14 fev. 2023.

HOCH, Patrícia Adriani. A obsolescência programada e os impactos causados pelo lixo eletrônico: o consumo sustentável e a educação ambiental como alternativas. **Seminário Nacional Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea**, 2016. <https://archive.org/details/chimiedelenviron0000blie/page/n5/mode/2up>. Acesso em: 10 ago. 2023.

HUANG, Kui; GUO, Jie; XU, Zhenming. Recycling of waste printed circuit boards: a review of current technologies and treatment status in China. **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 164, nº 2-3, pág. 399-408. 2009. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-hazardous-materials>. Acesso em: 09 nov. 2023.

Internacional de Telecomunicações (UIT) e Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), Bona/Genebra/Roterdã, 2020, vol. 120. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Global-E-waste-Monitor-2020:-Quantities,-flows-Forti-Bald%C3%A9/a205a30677d2e11c9cc86c67fcea123c5152fd7>> Acesso em: 07 mar. 2023.

SILVA, J. B.; COSTA, M. C.; DANTAS, E. (Org.). **A cidade e o urbano**. Temas para debates. Fortaleza: EUFC, 1997, v. 1, p. 105-122.

KAZA, Silpa *et al.* **What a Waste 2.0**: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban

LEFEBVRE, Henri. Do rural ao urbano. Paris: **Antropos**, 2001. 299p. Disponível em: https://monoskop.org/images/8/83/LEFEBVRE_Henri_-Du_rural_%C3%A0_l%27urbain.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

LE MOS, Patrícia Faga Iglecias; MENDES, João Múcio Amado. Lixo eletrônico e seus aspectos jurídicos no Brasil. In: XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito. **Gestão de resíduos eletrônicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p.49-66. ISBN 978-85-352-7182-9

LEPAWSKY, Josh; BILLAH, Mostaem. **Making chains that (un) make things:** Waste-value relations and the Bangladeshi rubbish electronics industry. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 2011, vol. 93, no 2, p. 121-139. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1468-0467.2011.00365.x>. Acesso em: 10/ago. 2023.

LIU, Junxiao *et al.* Association between lead exposure from electronic waste recycling and child temperament alterations. *Neuro Toxicology*, v. 32, n. 4, p. 458-464, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/neurotoxicology/vol/32/issue/4>. Acesso em: 07 mar. 2023.

LOCHER, Fabien; QUENET, Grégory. L'histoire environnementale : origines, enjeux et perspectives d'un nouveau chantier. *Revue d'histoire moderne & contemporaine*, v. 4, n. 56-4, p. 7-38, 2009. Disponível em: <https://www.cairn.info/revue-d-histoire-moderne-et-contemporaine-2009-4-page-7.htm>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MACHADO, Caroline Cardoso Ernesto; LIBÂNIO, Náira; RAMOS, Taiane Rahal Rezende; OLIVEIRA, Bruna Fernandes Faria. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de Uberlândia-MG. *In: Anais do XIII CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. Anais [...].* Poços de Caldas, 2016, pp. 1-8. XIII CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 21 a 23 set. 2016. (Eixo Temático7. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos).

MENDONÇA, Mauro das Graças. **Educação ambiental no município de Uberlândia(MG): reflexões sobre a práxis e sua relação com o processo de planejamento e gestão ambiental.** 2015. 217 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. DOI <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2015.143>.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009.** Política Estadual de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte, MG, 2009 (Data da última atualização: 19/9/2023). Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/18031/2009/?cons=1>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.421, de 16 de julho de 2014.** Política Estadual de Apoio e Incentivo à Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 2014. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/21421/2014/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro 13 a 22 junho 1992. **Agenda 21-Global.** Cap. 7 Promoção do desenvolvimento sustentável dos Assentos Humanos. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 28 jan. 2023.

MORAES, C. *et al.* Gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos em municípios do Estado de São Paulo: caracterização e proposta de diretrizes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p.109842-109871, nov. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40391/pdf>. Acesso em: 12 jan. 23. DOI:10.34117/bjdv7n11-557

MORAIS, Caroline Ferreira. **Tratamento alternativo para resíduos sólidos urbanos: uma proposta para a cidade de Uberlândia-MG**. Uberlândia. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2013. 120f.

NEGRAO, Marcelo Pires. **La geografia des déchets au défi de l'organisation territoriale au Brésil et en France**. Diss. Université Sorbonne Paris Cité, 2017. Disponível em: <https://theses.hal.science/tel-01772915/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente**. Estocolmo, 5-12 jun. 1972. Report of the United Nations Conference on the Human Environment. Nova York: United Nations Publication, 1973. (A/CONF.48/14/REV.1). Disponível em: <https://research.un.org/en/docs/environment/conferences>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 3-14 jun. 1992. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Nova York: United Nations Publication, 1993. (A/CONF.151/26/REV.1 – Vol. 1). Disponível em: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n92/836/55/pdf/n9283655.pdf?token=5k9XLHlbR9ZcQP8Lzm&fe=true>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ROBERT, Samuel. **L'urbanisation du litoral: espaces, paysages et représentations. Des territoires à l'interface ville-mer**. 2019. Tese de Doutorado. Université de Bretagne Occidentale (UBO), Brest. Disponível em: <<https://hal.science/tel-02350064/>> Consultado em: 08/12/23

RODRIGUES, Elisângela de Azevedo Silva. Chikungunya antes e durante a pandemia de Covid-19, em Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Científica ANAP Brasil**. v. 16, n. 37, 2023. Disponível em: https://researchgate.net/figure/Figure-1-Municipio-de-Uberlandia-MG-Mapa-de-localizacao-2022_fig1_371284249. Acesso em: 16 ago. 2023.

RODRIGUES, Elisângela de Azevedo Silva. **Mapa de localização do município de Uberlândia**, 2022. Disponível em: https://researchgate.net/figure/Figure-1-Municipio-de-Uberlandia-MG-Mapa-de-localizacao-2022_fig1_371284249. Acesso em: 23 jun. 2023

SANCHES, Bruna Barbi. **Desafios da reciclagem de resíduos eletroeletrônicos e suas implicações na logística reversa**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

SANT'ANNA, Lindsay Teixeira; MACHADO, Rosa Teresa Moreira; BRITO, M. J. Resíduos eletrônicos no Brasil e no exterior: diferenças legais e a necessidade de padronização global. **Revista de Gestão Socioambiental**, São Paulo, 2014, v. 8, n. 1, pág. 37-53.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, Paulo Medeiros dos *et al.* Utilização de resíduos de gesso como corretivo em solos salino-sódicos. **Pesquisa Agrícola Tropical**, 2014, vol. 44, pág. 95-103. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/Nkd3SxQ7TYYSjLf7T6JFHNB/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2023.

SANTOS, Tânia Brasília Fernandes. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Uberlândia (MG):** desafios e possibilidades de boas práticas para uma cidade sustentável. 2019. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI:

<http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.201.77>

Seletiva Solidária dos Resíduos Recicláveis. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-ordinaria/2016/1251/12504/lei-ordinaria-n-12504-2016-dispoe-sobre-o-servico-publico-de-coleta-seletiva-solidaria-dos-residuos-reciclaveis-no-municipio-de-uberlandia-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 07 dez. 2023.

SID, Saurabh *et al.* Bio-sourced polymers as alternatives to conventional food packaging materials: A review. **Trends in Food Science & Technology Journal**, 2021, vol. 115, pág. 87-104. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Bio-sourced-polymers-as-alternatives-to-food-A-Sid-Mor/526a8d50c0f92efe3434b734a12343cb45728abd>. Acesso em: 28 jan. 2023.

SILVA, Daniela Belo; OLIVEIRA, Hélio Carlos Miranda de; SOARES, Beatriz Ribeiro. A espacialidade dos agentes econômicos em Uberlândia (MG): a análise de uma cidade média. **Caminhos de Geografia**, v. 11, 2010, p. 9-22.

SOARES, Beatriz Ribeiro. Urbanização no cerrado mineiro: o caso do Triângulo Mineiro. In: J. B. Silva; M. C. Costa; E. Dantas. (Org.). **A cidade e o urbano**. Temas para debates. Fortaleza: EUFC, 1997, v. 1, p. 105-122.

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. Novas redes urbanas: cidades médias e pequenas no processo de globalização. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 1, jan./abr. 2010, pp. 51-62.

TSYDENNOVA, Oyuna; BENGTTSSON, Magnus. Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. **Waste Manage**, vol. 31, nº 1, 2011, pp. 45-58. DOI: 10.1016/j.wasman.2010.08.014

UBERLÂNDIA (MG). **Decreto nº 18.462, de 23 de janeiro de 2020**. Aprova a revisão do plano municipal de saneamento básico do município de Uberlândia. Disponível em: <http://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/5794.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

UBERLÂNDIA (MG). **Lei nº 11.291, de 26 de dezembro de 2012**. Institui o Programa Municipal de Incentivo à Reciclagem e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Uberlândia, Uberlândia, MG, 27 dez. 2012. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br>. Acesso em: 15 ago. 2024.

UBERLÂNDIA (MG). **Lei nº 12.504, de 25 de agosto de 2016**. Institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Uberlândia, Uberlândia, MG, 26 ago. 2016. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br>. Acesso em: 15 ago. 2024.

UBERLÂNDIA (MG). **Coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos urbanos no Aterro Sanitário (Ton)** – Uberlândia-MG. Disponível em:

<https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/1.-TABELA-RS-Domiciliar-JAN-2023.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.

UBERLÂNDIA (MG). **Plano de Saneamento Básico**, 2018. Disponível em: http://servicos.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/6527.pdf. Acesso em: 25 set. 2022.

UN-HABITAT. United Nations. **World Cities Report: Urbanization and Development: Emerging Futures**. vol. 28. Disponível em: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2016>. Acesso em: 09 nov. 2023.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2023.

XAVIER, Guilherme de Paula. **Da mineração urbana à economia circular: estimativa do valor agregado dos metais nos resíduos eletrônicos gerados em Uberlândia-MG**. 2022. 35p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UFU. Uberlândia-MG, 2022.

YACOUBA, Maiga *et al.* **Les déchets d'équipements électroniques et informatiques au Mali: quantification et valorizations**. 2019. Disponível em: https://www.globalscientificjournal.com/researchpaper/Les_D_chets_d_quipements_lectroniques_et_Informatiques_DEEI_au_Mali_Acteurs_et_organisation_de_la_fili_re.pdf. Acesso em: 23 jun. 2023.

ZECA, B. G. **Geopolítica e meio ambiente na política externa brasileira dos anos 1970**. 2020, 153p. Dissertação de Mestrado. 153p., Programa de Pós-Graduação em História, PUCRS, 2020.