



**CLÁUDIO FILIPE MARQUES SILVEIRA**

**GRAVIMETRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE MUZAMBINHO**

**LAVRAS-MG  
2021**

**CLÁUDIO FILIPE MARQUES SILVEIRA**

**GRAVIMETRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE MUZAMBINHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges  
Orientador

Camilla Batista de Oliveira  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2021**

**CLÁUDIO FILIPE MARQUES SILVEIRA**

**GRAVIMETRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO  
MUNICÍPIO DE MUZAMBINHO  
URBAN SOLID WASTE GRAVIMETRY IN THE CITY OF MUZAMBINHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de novembro de 2021.  
Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges UFLA  
Camilla Batista de Oliveira

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges  
Orientador

Camilla Batista de Oliveira  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais que sempre me auxiliaram na minha vida acadêmica e me deram condições para que chegasse até aqui. Sem eles não estaria cumprindo esta etapa na minha vida.

A minha colega de trabalho Camilla Batista que me deu amparo, e leque de opções para que pudesse desenvolver o projeto de gravimetria, além dos projetos profissionais na área.

Aos meus amigos e profissionais Douglas, Vaninho, Renato, Marquinho, Danilo, pela amizade e apoio nas horas necessárias.

Ao meu parceiro administrativo e amigo Lucas que sempre está comigo nos meus projetos ambientais e de mineração, pelo desenvolvimento profissional na área e paciência durante todo ano de empresa Gaia Mineração e Meio Ambiente.

A empresa de cafeicultura Grão Verde Armazéns Gerais, por disponibilizar a balança para pesagem dos veículos antes e após a coleta de resíduos sólidos urbanos.

A minha namorada Amanda por me apoiar nos meus projetos e sempre me incentivar a correr atrás dos meus sonhos.

Ao NESAMB – Núcleo de Estudos em Soluções Ambientais e Sanitárias de Lavras por todo incentivo e crescimento profissional passado pelos colegas, professores e tutores do núcleo.

Aos colegas e professores de hidráulica pelo apoio, estudos e risadas, em especial ao professor Coelho.

Por último e tão importante quanto, ao meu professor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Totonho, pelo trabalho conjunto neste projeto, e por me dar amparo profissional nas minhas dúvidas.

## RESUMO

Como acontece em muitos municípios brasileiros, a disposição ambientalmente inadequada de resíduos sólidos resulta em passivos ambientais graves e duradouros. Desse pressuposto, o problema de pesquisa deste trabalho é expresso pelo seguinte questionamento: qual a quantidade de resíduos sólidos gerados pelo Município de Muzambinho/MG pode ser reaproveitada por meio da coleta seletiva? Objetiva-se realizar a gravimetria dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados no município de Muzambinho/MG para prover informações que fundamentem a atualização do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Ademais, analisa-se qualitativa e quantitativamente os resíduos sólidos urbanos gerados no referido município, para compará-los aos dados obtidos com a média nacional. Desse resultado, apresentam-se opções que facilitem o acondicionamento e coleta dos resíduos sólidos rurais gerados na cidade, bem como propõe-se ações que possibilitem o cumprimento da destinação ambientalmente adequada dentro do prazo previsto na legislação. Para tanto, utiliza-se a metodologia de quarteamento e análise de amostras, com enfoque na coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares adequadas à realidade do Serviço de Limpeza Urbana. Como resultado, verifica-se que o município de Muzambinho/MG destina semanalmente ao seu aterro controlado considerável quantidade de resíduos sólidos com alto potencial para a reciclagem. Portanto, conclui-se que o montante de resíduos sólidos que podem ser reciclados é significativamente alto, o que demonstra a importância da educação ambiental para implementação de ações previstas no plano de gestão municipal de resíduos sólidos. No mais, sugere-se que a prioridade das gestões públicas deve incluir ações como: coleta seletiva; instalação de uma UTC; e destinação de rejeitos para aterro sanitário devidamente licenciado.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Gravimetria. Coleta seletiva, Aterro Sanitário, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

## ABSTRACT

As happens in many Brazilian municipalities, the environmentally inadequate disposal of solid waste results in serious and long-lasting environmental damages. From this assumption, the research problem of this work is expressed by the following question: what amount of solid waste generated by the city of Muzambinho/MG can be reused through selective collection? The objective is to perform the gravimetry of Municipal Solid Waste (MSW) generated in Muzambinho/MG city to provide information to support the update of the Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste. Moreover, the municipal solid waste generated is qualitatively and quantitatively analyzed to compare them to data obtained with the national average. From this result, options are presented to facilitate the conditioning and collection of rural solid waste generated in the city, and actions are proposed to enable the fulfillment of the environmentally appropriate disposal within the deadline provided by law. To this end, the methodology of quartering and sample analysis is used, focusing on the conventional collection of household solid waste appropriate to the reality of the Urban Cleaning Service. As a result, it is shown that the Muzambinho/MG city weekly sends to its controlled landfill a considerable amount of solid waste with a high potential for recycling. Therefore, it is concluded that the amount of solid waste that can be recycled is significantly high, which demonstrates the importance of environmental education for the implementation of actions provided in the municipal solid waste management plan. Furthermore, it is suggested that the priority of public administrations should include practices such as selective collection; installation of a CTU; and destination of waste to properly licensed landfills.

**Keywords:** Municipal Solid Waste (MSW). Gravimetry. Selective waste collection, Landfill, Municipal plan for integrated solid waste management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva.....	17
Figura 2 – Posição Geográfica do Município no Estado de Minas Gerais.....	18
Figura 3 – Posição Geográfica do Município.....	19
Figura 4 – Área urbana e rural do município de Muzambinho. ....	19
Figura 5 – Acesso ao aterro municipal de Muzambinho – MG.....	20
Figura 6 – Caminhão de coleta convencional.....	21
Figura 7 – Homogeneização do RSU coletado.....	24
Figura 8 – Primeiro quarteamento do RSU. ....	24
Figura 9 – Homogeneização de duas porções de 1/4 de resíduos sólidos urbanos. ....	25
Figura 10 – Segundo quarteamento do RSU. ....	25
Figura 11 – Gravimetria separação dos resíduos em subclasses. ....	26
Figura 12 – Pesagem dos subgrupos com auxílio de uma retroescavadeira.....	27
Figura 13 – Gráfico das Classes de Resíduos.....	29
Figura 14 – Classes de resíduos recicláveis.....	30
Figura 15 – Descarte irregular de resíduos sólidos na zona rural de Muzambinho – MG. ....	32
Figura 16 – Lixeiras rurais finalizadas tiradas no bairro rural Barra Bonita e Bom Retiro. ....	33
Figura 17 – Evento de coleta de embalagem de agrotóxicos usados.....	34
Figura 18 – Acondicionado dos resíduos. ....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amostragem dos municípios brasileiros que realizam ou não coleta seletiva.....	18
Tabela 2 – RSU coletado no município de Muzambinho.....	21
Tabela 3 – Massa coletada per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município, segundo faixa populacional.....	23
Tabela 4 – Resultado gravimetria de resíduos sólidos do município de Muzambinho – MG..	28
Tabela 5 – Gravimetria do resíduo classificado como reciclável.....	29

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Técnica PIB – Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Sustentabilidade.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Definição e classificação de Resíduos Sólidos .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1</b>	<b>A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÕES GRAVIMÉTRICAS.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterizações gravimétricas no município de Muzambinho .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>AÇÕES PROPOSTAS .....</b>	<b>31</b>
<b>7.1</b>	<b>A Coleta de Resíduos Sólidos na Área Rural do Município de Muzambinho .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a concentração de pessoas em áreas urbanas, no Brasil e no mundo, agravam a capacidade que os recursos naturais têm de suprir as necessidades de consumo da população. Existe uma relação diretamente proporcional entre o crescimento populacional e a geração de resíduos sólidos, ocasionando gastos crescentes com operações de coleta, tratamento e disposição final adequada desses resíduos. Ainda, como acontece na maioria dos casos dos municípios brasileiros, a disposição ambientalmente inadequada resulta em passivos ambientais graves e duradouros.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, o serviço de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos são entendidos como sendo “o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do resíduo”

Os resíduos sólidos são gerados pela atividade humana e, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) caracteriza os resíduos que não são passíveis de descarte incorreto em rede pública de esgoto ou corpos hídricos. A Gestão dos resíduos sólidos deve contemplar todas as etapas do ciclo de vida dos produtos, desde a geração até a disposição final ambientalmente adequada, passando por etapas como comercialização, coleta, transporte, tratamento e outras.

A PNRS define instrumentos, objetivos, metas, ações e incentivos que devem ser integrados junto ao Governo Federal em parcerias ou não com Estados e Municípios ou com a iniciativa privada, visando a redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada. De acordo com o seu art. 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.

É de extrema importância a colaboração de todas as partes da sociedade no Gerenciamento de Resíduos Sólidos (GRS), tanto com apoio da população, como de setores, públicos ou privados, os quais devem ter suas responsabilidades já pré-definidas em cada etapa do plano de gestão a ser cumprido. O principal objetivo do GRS é garantir a proteção da

saúde pública e do meio ambiente, com a conservação dos recursos naturais (NASTASE *et al.*, 2019).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e o Novo Marco do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) preveem a proibição do encaminhamento de materiais passíveis de reciclagem para aterros sanitários, sendo necessário o seu reaproveitamento por meio do trabalho dos catadores em coletas seletivas, além da atividade da triagem promovida pelos gestores em instalações adequadas para o recebimento desse material.

Os resíduos gerados em cada município têm características variadas, de acordo com os hábitos de consumo da sua população, a situação socioeconômica de cada bairro, o porte do município, entre outros parâmetros que acabam sendo extrapolados para gerar informações que representem a média das características para cada situação.

Uma das medidas necessárias para compor o aperfeiçoamento dos serviços de gestão de resíduos em um Município é a realização de estudos para a caracterização dos resíduos sólidos por meio da análise gravimétrica. Esse projeto, por meio de estudos realizados pela equipe técnica da Prefeitura de Muzambinho com a colaboração da equipe de serviço de limpeza e coleta, teve como objetivo, o entendimento da composição de resíduos gerados na área urbana do município, para proposição de melhorias no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e, conseqüente cumprimento da legislação específica vigente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar a gravimetria dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no município de Muzambinho/MG e prover informações que subsidiem a atualização do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, bem como propor ações baseadas em dados específicos de Muzambinho.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Muzambinho;
- Comparação dos resíduos gerados no município, com a média nacional;
- Estudo de opções que facilitem o acondicionamento e coleta dos resíduos sólidos rurais gerados no município;
- Proposição de ações que possibilitem o cumprimento de destinação ambientalmente adequada, dentro do prazo previsto em legislação.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Sustentabilidade**

O conceito de desenvolvimento sustentável é definido como “desenvolvimento que satisfaz as necessidades das presentes gerações, sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” (BURTON, 1987).

De acordo com a conceituação política, a sustentabilidade deve contemplar esforços públicos e privados para equilibrar os objetivos ambientais, sociais e econômicos a fim de prevenir os danos e potencializar os serviços dos recursos naturais. (KLEWITZ & HANSEN, 2014).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 o mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água. (ONU, 2015). Além disso, com a crescente geração de resíduos sólidos e disposição inadequada há a exaustão dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, que precisam ser minimizadas e até eliminadas, para possibilitar que as gerações futuras possam desfrutar desses recursos.

#### **3.2 Definição e classificação de Resíduos Sólidos**

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Para Silva & Almeida (2010), o resíduo sólido é caracterizado como material que tem valor agregado e pode ser reutilizado. Além disso, sua definição se assemelha ao da PNRS, a qual afirma que o resíduo é o material que tem todo seu valor agregado tecnologicamente retirado e recuperado, seja por reciclagem ou reaproveitamento, seja por tratamento energético, sendo considerado “rejeito” aquilo que sobra, esgotadas todas as possibilidades.

De acordo com um estudo realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos em 2013 o Brasil produziu 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, sendo o quinto maior país nesse tipo produção (ABRELPE, 2013).

Uma pesquisa do Fundo Mundial da Natureza (WWF, sua sigla em inglês), baseada em dados do Banco Mundial, apontou que entre os 15 países que mais geram resíduo no mundo, o Brasil é o que menos recicla. Das 11,3 milhões de toneladas de todo o material plástico produzido anualmente no país, apenas 1,2% têm o destino correto. (KAZA, et. al. 2018)

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diferentes maneiras quanto a sua origem, sendo elas: residencial, varrição, comercial e de serviços (industrial, saúde e construção civil); quanto aos seus atributos químicos: orgânicos e inorgânicos, biológicos; ou quanto a sua classe: biodecomposto, descartável ou reaproveitáveis/reutilizáveis (FONSECA, 2012; PARANÁ, 2013).

De acordo com a NBR 10004, os resíduos podem ainda ser classificados como:

**a) resíduos classe I - Perigosos;**

Os resíduos são classificados como perigosos, são aqueles que apresentam periculosidade por suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas; e podem trazer malefícios a saúde populacional e acentuar incidência de doenças, além de riscos ao meio ambiente.

**b) resíduos classe II – Não perigosos;**

– Resíduos classe II A – Não inertes.

Os resíduos são classificados como não perigosos, são aqueles que com qualquer contato dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente tem um ou mais de seus constituintes solubilizados e lixiviados. Podem possuir propriedades tais como: Biodegradabilidade; Combustibilidade e Solubilidade em água.

– Resíduos classe II B – Inertes.

Os resíduos são classificados como não perigosos, são aqueles que não solubilizam e ou são lixiviados.

Sabe-se que o município de Muzambinho tem a sua economia baseada no setor agroeconômico, portanto, utiliza-se grandes volumes de embalagens de agrotóxicos, cuja característica principal é se enquadrar como resíduos perigosos.

### **3.2.1 A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)**

O trâmite no Congresso Nacional da Lei nº 12.305, de agosto de 2010 que instituiu a PNRS, a qual trata da forma com que devem ser geridos os resíduos no ambiente nacional e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, foi um trâmite que se iniciou em 1989 com o Projeto de Lei do Senado (PLS) 354, do ex-senador Francisco Rollemberg.

A PNRS foi definida com diversas diretrizes que são integradas. Sendo os principais: a responsabilidade integrada; o gerenciamento dos resíduos; e os mecanismos econômicos adequados voltados para a melhor gestão dos resíduos sólidos no Brasil (BRASIL, 2010). A PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal isoladamente, ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares.

A PNRS enfatiza a importância da destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, que incluem a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes. Além disso, ela determina que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração do resíduo, a sua redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Contudo, a PNRS caracteriza-se por ser extremamente complexa, exigindo assim maior cooperação entre União e Estados, seja do ponto de vista técnico, financeiro ou de implantação da coleta seletiva e de compostagem, além do gerenciamento dos trabalhadores que utilizam do resíduo gerado como fonte de renda.

A legislação prevendo a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos define atribuições individualizadas e integradas dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana, buscando minimizar os resíduos e rejeitos gerados. Resíduos classificados como perigosos devem ser gerenciados através de logística reversa conforme prevê a legislação, este ponto tem como intuito promover e incentivar o desenvolvimento do impedir disposição inadequada de produtos de maior agressividade ao meio ambiente. Identificou-se que no município não havia logística reversa para embalagens de agrotóxicos, cuja classificação define como resíduos perigosos, portanto deve-se ter especial cuidado com o gerenciamento dessa tipologia.

Dentro dos aspectos sociais de gestão integrada dos resíduos sólidos, destacam-se os municípios que optam por soluções intermunicipais consorciadas para a gestão de resíduos sólidos, além da inclusão social no seu plano, a participação de trabalhadores de baixa renda oriundos dos lixões e a criação da coleta seletiva em forma de associações.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Muzambinho está localizado no sul do estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil, a uma latitude de 21° 22' 6" Sul e longitude 46° 31' 9" Oeste.

Para realização da amostragem de resíduos sólidos utilizou-se como prisma a metodologia da NBR 10.007:2004 (ABNT, 2004). A metodologia proposta de quarteramento de amostras e sua respectiva análise foram adaptadas para se adequar à realidade do Serviço de Limpeza Urbana. As etapas estão listadas a seguir:

1. Foram mapeadas as rotas do caminhão de coleta de resíduos sólidos na cidade;
2. Foram tarados os caminhões antes da coleta de resíduos;
3. Deslocamento do caminhão pela rota já mapeada;
4. Pesagem dos caminhões após o carregamento dos resíduos;
5. Despejo do material carregado em local previamente escolhido;
6. Espalhamento com retroescavadeira e homogeneização do material;
7. Realização do 1º quarteramento;
8. Escolha aleatória de duas partes diagonais de 1/4 do material;
9. Remoção dos 2/4 restantes;
10. Nova homogeneização do material;
11. Realização do 2º quarteramento;
12. Escolha aleatória de duas partes diagonais de 1/4 do material;
13. Remoção dos 2/4 restantes;
14. Rasgar os sacos de lixo de forma a expor o material;
15. Iniciar a separação do material de acordo com os grupos;
16. Pesagem dos materiais por grupos e anotação dos quantitativos;
17. Remoção do material.

Foi feita a gravimetria a partir da coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares que consiste no recolhimento diário de resíduos gerados nas atividades rotineiras em casas, apartamentos, condomínios e comércios. O departamento municipal de meio ambiente, junto ao departamento de limpeza pública, elaborou o estudo de gravimetria e análise estatística dos dados coletados.

O diagnóstico e estudo dos resíduos sólidos urbanos foram realizados no município, durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2021. A coleta de RSU foi realizada entre

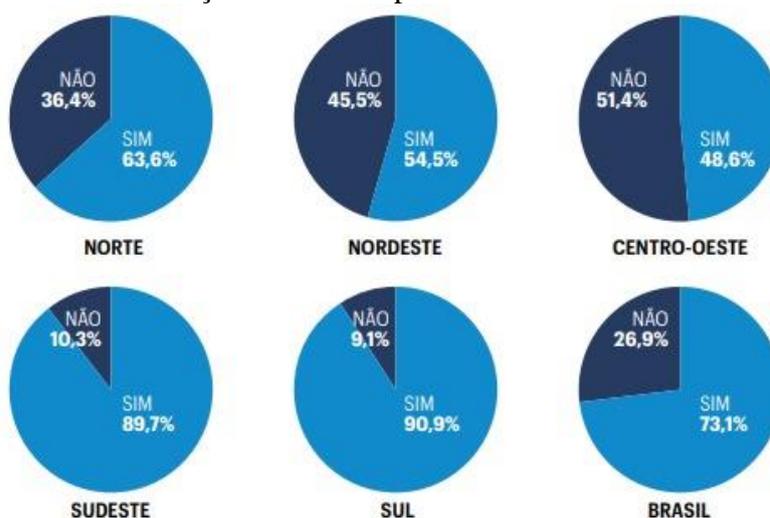
os dias 11/01/2021 ao dia 24/02/2021, bem como as coletas foram feitas com acompanhamento dos técnicos do departamento municipal de meio ambiente.

## 5 CARACTERIZAÇÕES GRAVIMÉTRICAS

### 5.1 Caracterizações gravimétricas no município de Muzambinho

O Brasil hoje ocupa a quarta colocação de maior produtor de lixo plástico do mundo. A porcentagem de resíduo plástico reciclado no Brasil é de 1,28%, número este que está bem abaixo da média mundial de 9% (KAZA. et. Al. 2018). Menos da metade dos municípios têm coleta seletiva e a maior parte dos que coletam se concentram no sul e sudeste do país. (ABRELPE, 2018-2019)

Figura 1 – Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva.



Fonte: ABRELPE (2018-2019).

Em nível nacional, a heterogeneidade da economia brasileira resulta em diversos padrões para a geração de RSU (ABRELPE, 2010). Baseando-se na população urbana no município de Muzambinho atendida pela coleta seletiva foi possível caracterizar a quantidade de RSU médio gerada por pessoa no ano de 2021, sendo de 0,76 kg/hab. dia.

Na Tabela 1, a seguir, são apresentados os dados relativos à amostragem da situação quanto à existência de coleta seletiva de "recicláveis secos" e quantidade de municípios amostrados, em valores absolutos e percentuais.

Tabela 1 – Amostragem dos municípios brasileiros que realizam ou não coleta seletiva.

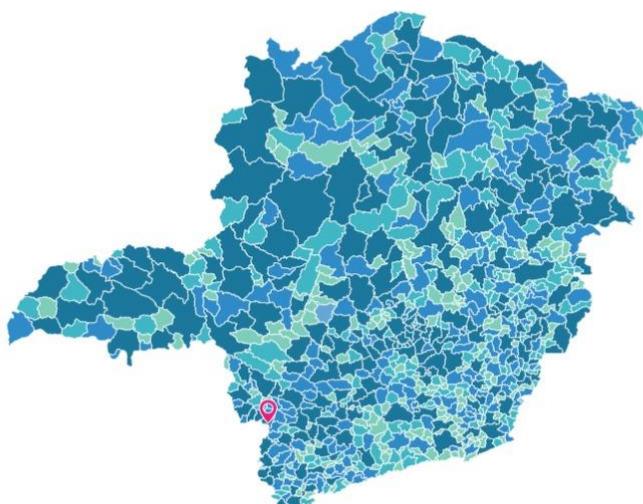
Situação quanto à existência de coleta seletiva de "recicláveis secos"	Quantidade de municípios da amostra			(%)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Municípios com coleta seletiva	1.256	1.322	1.438	35,3	38,1	38,7
Municípios sem coleta seletiva	2.300	2.146	2.274	64,7	61,9	61,3
Total	3.556	3.468	3.712	100	100	100

Fonte: SNIS (2018).

A coleta seletiva, a partir de dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), ainda não é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Dos 3.712 municípios que integraram a edição dos anos de 2016 a 2018, calcula-se que 1.438 (38,7%) dispõem de alguma forma de coleta seletiva, independentemente da forma adotada (porta a porta de entregas voluntárias ou outras modalidades). Contudo, há também 2.274 municípios (61,3%) que declaram não dispor desse serviço (SNIS, 2018).

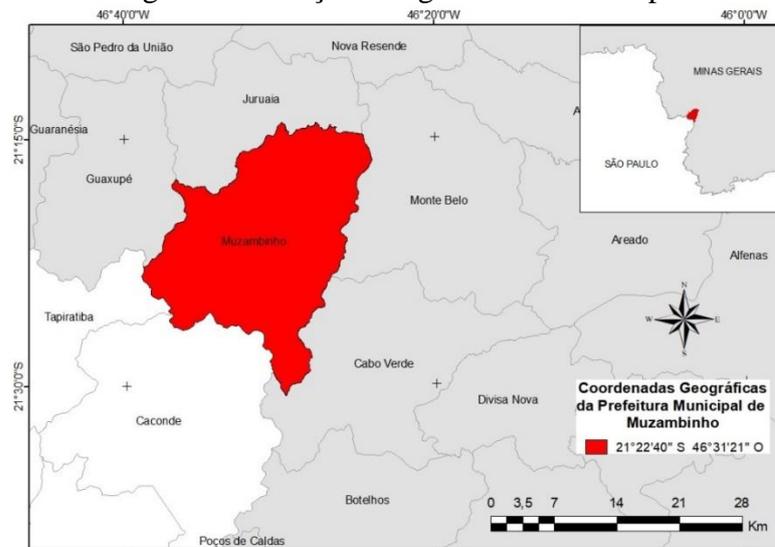
Segundo o último levantamento estatístico do IBGE em 2010, a população total do município de Muzambinho era de 20.589 pessoas, sendo 15.888 na área urbana e 4701 na área rural. As Figuras 2 e 3, a seguir, ilustram a posição Geográfica do Município no Estado de Minas Gerais.

Figura 2 – Posição Geográfica do Município no Estado de Minas Gerais.



Fonte: IBGE (2010).

Figura 3 – Posição Geográfica do Município.

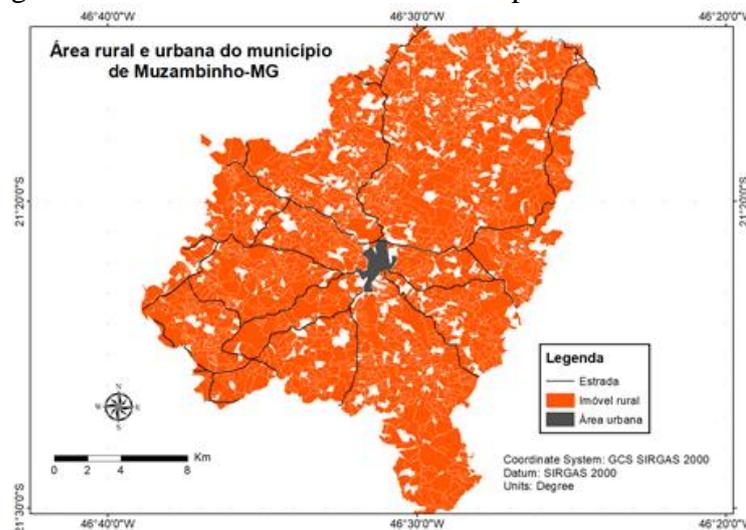


Fonte: Do Autor, ArcGis (2020).

O Município conta com três caminhões compactadores que realizam a coleta na zona urbana com rotas pré-estabelecidas e um caminhão basculante, o qual é responsável pela rota rural do município, com rotas periódicas por demanda de cada bairro rural.

Os três caminhões responsáveis pela coleta têm diariamente uma rota definida para realizar, sendo de segunda a sábado em todos os bairros municipais urbanos. Este estudo não leva em consideração os resíduos domésticos gerados na zona rural, devido a limitação estrutural para padronização para cada bairro rural, uma vez que a área rural é muito maior em termos comparativos com a do município, conforme pode ser observado na Figura 4.

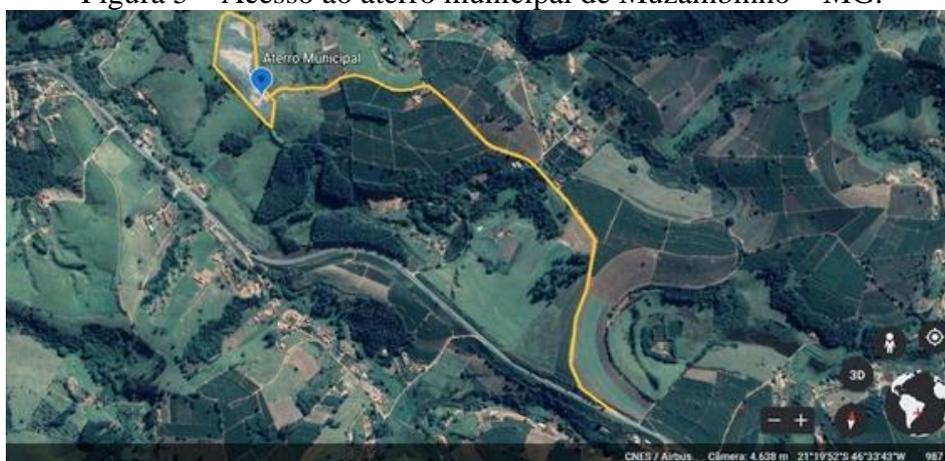
Figura 4 – Área urbana e rural do município de Muzambinho.



Fonte: IBGE (2010).

Os resíduos são levados diariamente ao aterro controlado do município. Essa solução não é licenciável por apresentar riscos como o escape descontrolado dos gases gerados, havendo perigo de explosões nos aterros e risco à saúde da população. Além disso, o chorume gerado compromete a qualidade do solo e das águas subterrâneas. O aterro de Muzambinho recebe os resíduos gerados no município desde 1998. O transporte de todo o resíduo sólido urbano de Muzambinho ao aterro é feito pelos caminhões de coleta da Prefeitura (Figura 6). O acesso ao Aterro Municipal se dá por uma via de 2,2 km de estrada de terra, com acesso pela Rodovia 491, conforme a figura 5.

Figura 5 – Acesso ao aterro municipal de Muzambinho – MG.



Fonte: Google Earth (2021).

Entre as datas 11/01/2021 a 22/01/2021 foram feitos os acompanhamentos das rotas urbanas do caminhão de resíduos sólidos do município e acondicionamento no caminhão, bem como foram tarados os caminhões antes e depois da coleta no município durante uma semana, como se observa na tabela 2.

Figura 6 – Caminhão de coleta convencional.



Fonte: Do autor (2021).

As pesagens dos caminhões foram feitas diariamente, em balança gentilmente cedida pela empresa Grão Verde Armazéns Gerais no município de Muzambinho, em seu galpão de pesagem próprio. Após as pesagens, a empresa se prontificava a repassar ao Departamento de Limpeza Pública e ao Departamento de Meio Ambiente as pesagens obtidas e os dias de cada dado coletado.

Tabela 2 – RSU coletado no município de Muzambinho.

CAMINHÃO	DATA	TARA (Kg)	PESO BRUTO (Kg)	PESO RESÍDUO (Kg)
<b>SEGUNDA-FEIRA</b>				
DEDÉ	11/jan	10490	16730	6240
DENIS	11/jan	9580	15490	5910
BETO	11/jan	9620	14390	4770
<b>TERÇA-FEIRA</b>				
DEDÉ	12/jan	10470	14640	4170
DENIS	12/jan	9580	13050	3470
BETO	12/jan	9560	12640	3080
<b>QUARTA-FEIRA</b>				
DEDÉ	13/jan	10450	15180	4730

DENIS	13/jan	9570	14070	4500
BETO	13/jan	9590	13510	3920
<b>QUINTA-FEIRA</b>				
DEDÉ	14/jan	10410	15190	4780
DENIS	14/jan	9570	14020	4450
BETO	14/jan	9590	13840	4250
<b>SEXTA-FEIRA</b>				
DEDÉ	15/jan	10455	15070	4615
DENIS	15/jan	9580	14050	4470
BETO	15/jan	9590	13400	3810
<b>SÁBADO</b>				
DEDÉ	16/jan	10455	15760	5305
DENIS	16/jan	9590	13180	3590
BETO	16/jan	9590	13780	4190
<b>SEGUNDA-FEIRA</b>				
DEDÉ	18/jan	10455	15110	4655
DENIS	18/jan	9690	12880	3190
BETO	18/jan	9590	13300	3710
<b>TERÇA-FEIRA</b>				
DEDÉ	19/jan	10455	15490	5035
DENIS	19/jan	9540	15430	5890
BETO	19/jan	9590	13840	4250
<b>QUARTA-FEIRA</b>				
DEDÉ	13/jan	10450	15180	4730
DENIS	13/jan	9670	13170	3500
BETO	13/jan	9590	14510	4920
<b>QUINTA-FEIRA</b>				
DEDE	20/jan	10410	16190	5780
DENIS	20/Jan	9540	15430	5890
BETO	20/jan	9590	13840	4250
<b>SEXTA-FEIRA</b>				
DEDE	21/jan	10410	16390	5980
DENIS	21/jan	9540	16430	6890
BETO	21/jan	9590	13540	3950
<b>SÁBADO</b>				
DEDE	22/jan	10410	15190	4780
DENIS	22/jan	9550	15640	6090

BETO	22/jan	9590	13540	3950
<hr/>				
TOTAL.....				167.690 kg
MÉDIA.....				11977.86 kg

Fonte: Verde Grão (2021).

Baseando-se na quantidade de resíduo gerado entre os dias 11 e 22 de janeiro que foi de 167.690 kg, foi possível calcular a média de 11977.86 kg durante os 14 dias somados. A quantidade de resíduos na zona urbana da cidade por habitante/dia no município de 0,76 kg/hab/dia.

A partir da comparação dos dados, nota-se que a média de geração de resíduos sólidos urbanos em Muzambinho, é significativamente menor que a média nacional (Tabela 3). Um dos fatores pode estar relacionado à cultura local, que apresenta reaproveitamento de resto de comida para criação animal por exemplo. Ainda, o padrão de consumo de uma cidade do interior contempla alimentos pouco processados e produtos menos industrializados, conseqüentemente gerando menor volume de embalagens.

Tabela 3 – Massa coletada per capita dos municípios participantes do SNIS em relação à população total atendida declarada pelo município, segundo faixa populacional.

<b>Faixa populacional</b>	<b>Quantidade de municípios (2019)</b>	<b>Massa coletada per capita (kg/hab./dia)</b>
30.000	2.850	0,98
30.001 a 100.000	581	0,96
100.001 a 250.000	167	0,92
250.001 a 1.000.000	97	0,97
1.000.001 a 4.000.000	15	1,09
Acima de 4.000.001	2	1,03
<b>Total - 2019</b>	<b>3.712</b>	<b>0,99</b>

Fonte: SNIS (2020).

Por meio de dados coletados por meio do SNIS, não é possível afirmar que a ocorrência de tendência de redução ou crescimento do indicador esteja relacionada com o aumento do porte populacional, já que os indicadores variam, ora crescem, ora diminuem. Também merece destaque o fato de que as quatro primeiras faixas, ou seja, abaixo de um

milhão de habitantes, têm resultados inferiores ao do indicador médio nacional de 0,99 kg/hab. dia.

Na quinta e sexta fase da gravimetria, o material foi despejado em local previamente escolhido, o rejeito foi espalhado e logo depois de homogeneizado (Figura 7).

Figura 7 – Homogeneização do RSU coletado.



Fonte: Do autor (2021).

Durante a sétima, oitava e nona etapas do processo de quartearamento, com auxílio da retroescavadeira, os resíduos foram divididos em quatro porções proporcionais, sendo que duas porções de 1/4 foram escolhidas para homogeneização diagonalmente, fazendo com que os 2/4 restantes fossem descartados (Figura 8).

Figura 8 – Primeiro quartearamento do RSU.



Fonte: Do autor (2021).

Durante a décima, décima primeira e décima segunda, o resíduo foi novamente homogeneizado e posteriormente quarteado em quatro porções iguais com auxílio da retroscavadeira, sendo escolhidas duas porções de 1/4 de forma aleatória e em sentido diagonal para realizar do processo (Figura 9).

Figura 9 – Homogeneização de duas porções de 1/4 de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Do autor (2021).

Posteriormente, na décima terceira etapa, após a junção das duas partes diagonais, o RSU foi homogeneizado para realização de um novo quarteamento, assim, as outras três partes de 1/4 de resíduo foram descartadas (Figura 10).

Figura 10 – Segundo quarteamento do RSU.



Fonte: Do autor (2021).

Durante a décima quarta e décima quinta fase, os resíduos restantes foram despejados em uma lona preta de modo a proceder com a segregação dos componentes (Figura 11), de acordo com a sua composição - papel/papelão; plástico duro e plástico mole; metais (ferrosos e não ferrosos) e latas de alumínio; vidro; matéria orgânica; rejeito dos resíduos são separados e acondicionados em sacos plásticos de diferentes capacidades.

Um aspecto importante que tem gerado confusão é a falta de discernimento entre “coleta seletiva” e “triagem/recuperação de materiais recicláveis secos”. Trata-se de procedimentos distintos, mas que, ainda hoje, constituem-se enquanto empecilhos para uma boa apropriação de registros. Enquanto o primeiro é definido como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento diferenciado de resíduos recicláveis (papel, plástico, metal, vidro e outros) e/ou de resíduos orgânicos na sua fonte geradora, desde que previamente separados, o segundo é definido como um tratamento que reúne um conjunto de procedimentos referentes à segregação da massa de recicláveis por tipo de material – papel, plástico, metal, vidro e outros – recolhidos por meio de coleta seletiva ou não e destinados à recuperação pelas vias da reutilização ou reciclagem.

Figura 11 – Gravimetria separação dos resíduos em subclasses.



Fonte: Do autor (2021).

Com auxílio de uma retroscavadeira, após tarada a balança, pesou-se os resíduos, dividiu-os em classes e acondicionou-se em sacos para cada classe (Figura 12). Dessa forma,

todos os sacos foram pesados, registrando-se os pesos e a quantidade de cada tipologia para análise. A quantidade total de resíduos, depois do tratamento, foi de 2.325,9 kg. Este montante foi dividido em subclasses, cujo montante também foi pesado separadamente.

Figura 12 – Pesagem dos subgrupos com auxílio de uma retroescavadeira.



Fonte: Do autor (2021).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de resíduos sólidos é estimada em mais de 2 bilhões de toneladas e a estimativa é que cresça para 3,4 bilhões de toneladas até 2050, segundo dados publicados pelo Fórum Econômico Mundial. Cerca de 1/3 desses resíduos não é gerenciado adequadamente. Em volume, o resíduo global inclui 44% de alimentos e orgânicos, 17% de papel e 12% de plástico – todos valiosos. Além disso, cerca de 1/3 de todo alimento produzido é desperdiçado, se tornando o principal produto encontrado em aterros.

O Diagnóstico de Resíduo Sólido de 2019 do Ministério das Cidades apresentou dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), utilizando como população total uma amostra estudada. Para fins de análise dos dados obtidos neste diagnóstico, foram agrupados em seis faixas de porte populacional (considerando a população total de cada município). Na tabela 4, a seguir, é apresentado o resultado da gravimetria de resíduos sólidos do município de Muzambinho-MG.

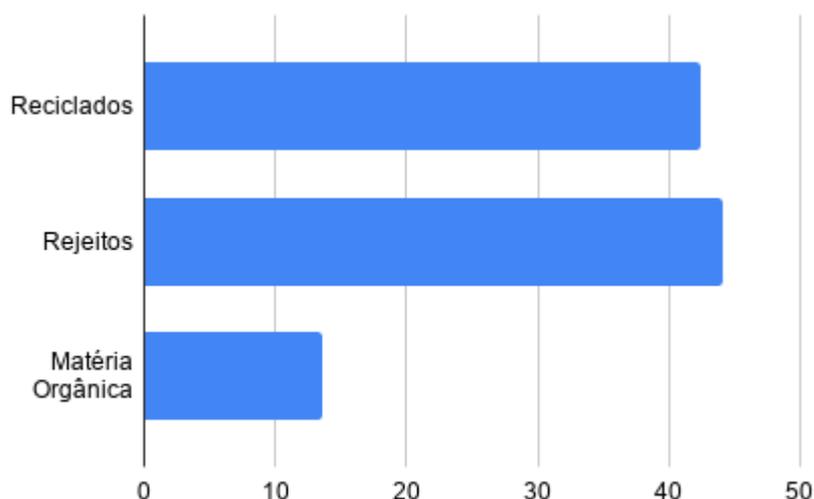
Tabela 4 – Resultado gravimetria de resíduos sólidos do município de Muzambinho – MG.

<b>Recicláveis</b>	<b>Rejeitos</b>	<b>Matéria Orgânica</b>	<b>Resíduos Totais</b>
985,9 kg	1025,3 kg	314,7 kg	2325,9 kg
42,38 %	44,08 %	13,53 %	100 %

Fonte: Do autor (2021).

Os resíduos sólidos recicláveis secos vão além da fração de RSU, congrega também resíduos sólidos recicláveis pré consumo, ou seja, de origem industrial, assim como resíduos sólidos recicláveis secos que de alguma maneira foram reciclados, mas encaminhados aos processos de recuperação de maneira informal, sem o conhecimento das prefeituras. Destaca-se que ambas as parcelas podem fazer grande influência no quantitativo de resíduos sólidos recicláveis do país.

Figura 13 – Gráfico das Classes de Resíduos.



Fonte: Do autor (2021).

Foram pesados separadamente os resíduos por classes (Figura 13), para averiguação da quantidade montante de cada resíduo para futura implantação de uma usina de triagem e reciclagem que contemple os catadores do aterro municipal, depósito de resíduos da cidade previamente finalizado.

Observando a figura 13 é possível apontar que a quantidade total de resíduo disponível para reciclagem no montante coletado é de 42,8%, conforme também apresentado na tabela 4. Já as subclasses com maior volume são o papelão e o pet, conforme registro na tabela 5.

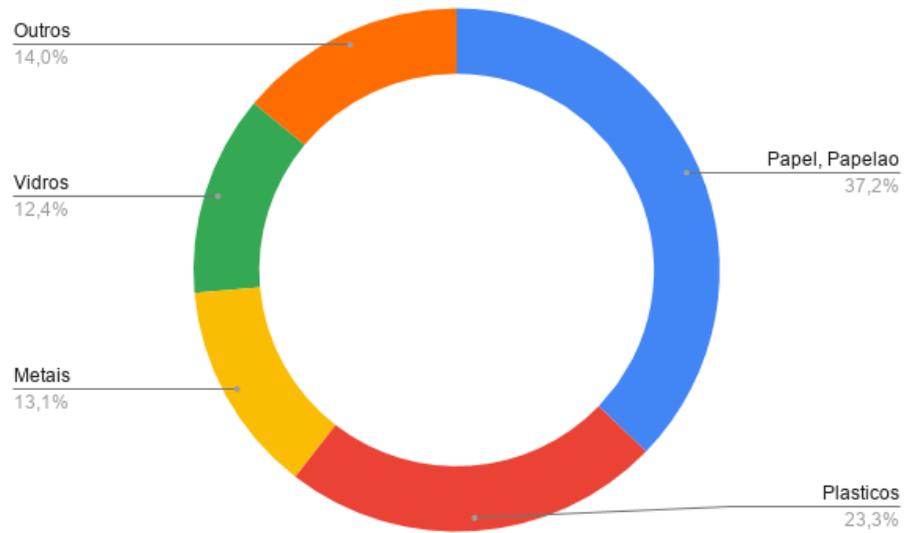
Tabela 5 – Gravimetria do resíduo classificado como reciclável.

Ano de referência	Papel, Papelão	Plásticos	Metais	Vidros	Outros	Totais
<b>Kg</b>	366,7	229,7	129,1	122,2	138,0	985,9
<b>Total (%)</b>	37,2	23,3	13,1	12,4	14	100

Fonte: Do autor (2021).

Foram obtidos resultados satisfatórios após a realização do passo a passo da gravimetria no município de Muzambinho. É possível diagnosticar que o montante de resíduos que pode ser reciclado é significativamente alto (Figura 14). A gravimetria tem como base estudos referenciais que norteiam a qualidade do projeto realizado, como as normativas técnicas 10.004 e 10.007 da ABNT.

Figura 14 – Classes de resíduos recicláveis.



Fonte: Do autor (2021).

De um modo geral, nota-se significativa presença de materiais com potencial de reciclagem na coleta convencional, e a transição da disposição que ocorre hoje para a disposição ambientalmente adequada deve ter todo o potencial de recuperação explorado para diminuição do volume de rejeito a ser encaminhado ao aterro sanitário certificado, diminuindo o impacto ambiental no município, bem como os custos da disposição adequada.

## 7 AÇÕES PROPOSTAS

### 7.1 A Coleta de Resíduos Sólidos na Área Rural do Município de Muzambinho

O caminhão Mercedes-Benz, carroceria aberta, 1986, responsável pela coleta rural do município, não foi colocado junto às medidas, haja vista a dificuldade a qual o caminhão encontra para atender periodicamente todos os bairros rurais. Desse modo, há períodos de semanas e meses em que o caminhão passa em cada bairro, a depender da quantidade de resíduos gerados e número de casas atendidas.

- Em alguns pontos, os resíduos sólidos são depositados em caçambas e em outros são depositados no chão sem uma estrutura apropriada. Em ambos os casos, os animais espalham os resíduos, dificultando o trabalho dos profissionais da coleta;
- Acúmulo de resíduos por muito tempo em locais inapropriados;
- Risco para saúde da população no entorno e risco para os colaboradores da coleta de lixo;
- Descarte ambientalmente inadequado dos resíduos sólidos, representando o aumento da poluição (Figura 15).

A coleta rural de resíduos sólidos abrange toda o perímetro do município de Muzambinho/MG. Durante o ano de 2021, com a identificação da necessidade de definição de pontos específicos de coleta, para posterior definição da periodicidade de coleta, vem sendo desenvolvido um projeto junto ao Departamento de Limpeza e ao Departamento de Meio Ambiente para a construção de grandes lixeiras na zona rural para acondicionamento do resíduo. Atualmente, a maior parte dos resíduos descartados na zona rural são acondicionados incorretamente em vias de trânsito e terrenos particulares.

Figura 15 – Descarte irregular de resíduos sólidos na zona rural de Muzambinho – MG.



Fonte: Do autor (2021).

Para dar melhor acondicionamento, foram construídas lixeiras em lugares estratégicos que possam melhorar a qualidade de vida dos pedestres e do trânsito da região, garantindo o uso sustentável do meio ambiente (Figura 16). Outro importante fator seria impedir que animais silvestres e domésticos viessem a ingerir, rasgar ou espalhar os resíduos ali depositados.

O projeto foi implantado com a colaboração e apoio da comunidade dos bairros locais, de alguns vereadores, do departamento técnico e dos estagiários do setor. Atualmente, cerca de seis lixeiras na zona rural de Muzambinho já foram instaladas, sendo a do bairro Bom Retiro a primeira delas. Esta ação visa contemplar todos os bairros rurais do Município.

Este projeto procurou desenvolver uma solução ecológica e duradoura, cujo próprio local de recebimento, também reutilizasse os materiais para construção, sendo as bases fixadas com pneus inservíveis e as madeiras, de reaproveitamento, cedidas pelos moradores de cada bairro. Essas lixeiras têm a vida útil de aproximadamente 20 anos, sendo necessária a manutenção e a substituição após a degradação do recipiente. A periodicidade da coleta pelo caminhão da Prefeitura é definida conforme as lixeiras são finalizadas, bem como conforme demanda de cada bairro rural.

Figura 16 – Lixeiras rurais finalizadas tiradas no bairro rural Barra Bonita e Bom Retiro.



Fonte: Do autor (2021).

Com o objetivo de cumprir com o desenvolvimento sustentável, é necessário que as questões econômicas, ambientais, sociais e culturais sejam contempladas pelas ações que visam solucionar a gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Porém, essa compreensão para os moradores de zona rural é limitada, pois culturalmente, existe o hábito de dispor incorretamente os resíduos, sendo que a preocupação, nesses casos, tem por objetivo apenas o afastamento dos resíduos das próprias residências, dispondo muitas vezes, às margens de rios, nos quintais das propriedades, enterrados ou queimados.

Os resíduos considerados perigosos necessitam de tratamento diferenciado em sua gestão e acondicionamento. Por isso, esses resíduos não só devem ser armazenados separadamente, como também devem ser transportados por uma empresa especializada em veículo próprio para transporte, com placa de identificação, além de receber a destinação específica adequada.

Há no município grande demanda pelo uso dos defensivos agrícolas, o que resulta em resíduos de agrotóxicos, os quais são considerados perigosos e que, se descartados incorretamente, ameaçam a saúde do ambiente, bem como a da própria população. Buscando levar educação ambiental para os pequenos e grandes produtores que utilizam, armazenam e descartam incorretamente as embalagens de resíduos tóxicos, o departamento de meio ambiente juntamente com o conselho municipal de meio ambiente (CMMA), a EMATER local, o IFSULDEMINAS/Campus Muzambinho e outros parceiros, realizaram a ação de coleta itinerante de embalagens de agrotóxicos devidamente certificada, para a destinação ambientalmente adequada destes resíduos gerados dentro do município (Figuras 17 e 18).

É de suma importância que os resíduos sólidos considerados perigosos sejam tratados e armazenados de forma cuidadosa com muita atenção ao descarte que cada resíduo demanda.

Assim como o Poder Público, cada indivíduo deve estar ciente de como as consequências do consumo humano pode gerar prejuízos ambientais e sociais.

Figura 17 – Evento de coleta de embalagem de agrotóxicos usados.

**PROJETO Campo Limpo**

## RECEBIMENTO DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS USADAS

NO SETOR DE MECANIZAÇÃO DO IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO

QUINTA-FEIRA, 16/09/21, DAS 08 AS 16 HORAS

**TIPOS DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS E CONDIÇÕES PARA RECEBIMENTO:**

- Embalagens rígidas (galões, litros, etc) vazias; devem estar triplice lavadas e inutilizadas (furadas), separando os frascos e as tampas;
- Embalagens flexíveis não laváveis vazias: acondicionadas em sacos impermeáveis;
- Embalagens com restos de produtos vencidos: embalagem original e identificável;
- Caixas de papelão.

INFORMAÇÕES: (35) 3571-1478 ou (35) 3571-3136

Será emitido RECIBO independente da apresentação da nota fiscal e da revenda onde foi adquirido o produto.

REALIZADO POR: MUZAMBINHO, EMATER Minas Gerais, INSTITUTO FEDERAL Sul de Minas Gerais Campus Muzambinho, inPEV, CMMA

APOIO: SMOCAFO RURAL MUZAMBINHO, Hidro-Campo, cooxupé, AGRONEGÓCIOS, AGRICULTURA, IAS, AGRONEGÓCIOS, AGRICULTURA, AGRICULTURA

Fonte: Do autor (2021)

Figura 18 – Acondicionado dos resíduos.



Fonte: Do autor (2021)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme resultados obtidos neste trabalho, cerca de 42 % do resíduo sólido gerado é classificado como reciclável, ou seja, o município de Muzambinho destina aproximadamente 6,9 toneladas de resíduos com alto potencial de reciclagem a seu aterro controlado semanalmente, ressaltando a importância da educação ambiental para implementação de ações previstas no plano de gestão municipal de resíduos sólidos. Ações como coleta seletiva, instalação de uma UTC e destinação de rejeitos para aterro sanitário devidamente licenciado devem ser prioridades das gestões públicas.

Ainda, há uma dimensão que deve ser gerenciada, que abrange a esfera social dos resíduos sólidos e que também é um dos instrumentos da PNRS, isto é, o incentivo a formação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis. A presença de catadores no local de destinação deve ser extinta, esses trabalhadores devem ser incorporados no novo sistema de gestão de resíduos de forma justa, tecnicamente viável e financeiramente sustentável, para garantir melhores e mais seguras condições de trabalho para as pessoas envolvidas.

Levando em consideração o valor obtido de recicláveis, pode-se observar um potencial a ser analisado na estrutura da coleta seletiva do município, que deverá gerar receita e emprego como também diminuir os impactos ambientais causados pela má disposição dos resíduos do município. Alcançar estes propósitos transcende a PNRS, demandando planejamento estratégico capacidade institucional e administrativa, recursos financeiros, consenso político, e finalmente sensibilização de toda a população quanto a educação ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: Abrelpe, 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso: 09 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Coleta Seletiva**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/residuossolidos/catadores-de-materiaisreciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento.html>. Acesso: 09 set. 2021.

BURTON, I. **Our Common Future, Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, 1987, DOI: 10.1080/00139157.1987.9928891. Acesso: 09 set. 2021.

CAIXETA FILHO, J. V.; CUNHA, V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por modelo não-linear de programação por metas. **Gestão e Produção**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 143-161, ago. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gp/v9n2/a04v09n2>. Acesso em: 29 mar. 2021.

CASTRIGNANO, B. M. **Comparação da gestão de resíduos em Instituições de Ensino Superior do Brasil e de Portugal e o impacto da pandemia (COVID-19) nestes sistemas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, SP, 2020. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/23484/1/pauta-relatorio%284%29.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

CINTRA, I. S. **Estudo da influência da recirculação de chorume Cdu e chorume inoculado na aceleração do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos**. 2003. Tese (Doutorado em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

FONSECA, M. M. de G. **Análise e modelagem da relação dos resíduos sólidos e dos restos numa comunidade rural**. 2012. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População Ijaci/MG**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ijaci/panorama>. Acesso em: 23 mar. 2021.

KLEVITZ, J., HANSEN, E.G., Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. **J. Clean. Prod.** 65, 57e75, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.017>. Acesso em: 23 mar. 2021.

LIMA, J. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: ABES, 2001.

NASTASE, C. *et al.* Municipal waste management in Romania in the context of the eua stakeholders' perspective. **Technological And Economic Development Of Economy**, [s.l.], v. 25, n. 5, p. 850-876, 28 maio 2019.

ONU BR. **Organização das Nações Unidas no Brasil. População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU**. Brasil, 13 jun. 2013. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novorelatorio-da-onu>. Acesso em: 06 jun. 2021.

ONU BR. **Se o atual ritmo de consumo continuar em 2050 o mundo precisará de 60% mais alimentos e 40 % mais água**. Brasil, 21 jan. 2015. Disponível em: . Acesso em: 06 jun. 2021.

PARANÁ (Estado). Ministério Público do Estado. **Apostila para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos**. Curitiba: Ministério Público do Estado, 2013.

SILVA, P. S.; ALMEIDA, M. V. **Módulo Didático: Lixo, saúde e ambiente**. Educação Ambiental Centro de Referência Virtual do Professor: SEE-MG, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento (SNS), 2018.

SOARES, E. L. de S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. 2018. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development; Washington, DC: World Bank.