

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE UBAÍ, MG

GEORGE LUCAS PEREIRA MENEZES

Montes Claros, MG

2022

George Lucas Pereira Menezes

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE UBAÍ,
MG

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva

MONTES CLAROS – MG

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos cinco dias do mês de dezembro de 2022, às 14h 30min, o estudante George Lucas Pereira Menezes, matrícula 2018103606, defendeu o Trabalho intitulado "Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso do Município de Ubaí, MG" tendo obtido a média (93) noventa e três.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 90 (noventa)

Orientador(a): Júlia Ferreira da Silva

Nota: 95 (noventa e cinco)

Examinador(a): Irene Menegali

Nota: 94 (noventa e quatro)

Examinador(a): Patrícia Aparecida Soares Mendes



Documento assinado eletronicamente por **Júlia Ferreira da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 05/12/2022, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Irene Menegali, Professora do Magistério Superior**, em 05/12/2022, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Aparecida Soares Mendes, Usuária Externa**, em 15/12/2022, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1928590** e o código CRC **AAD9DAC8**.

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, me dando todo suporte e apoio durante a minha caminhada acadêmica. Sem vocês tudo teria sido muito mais árduo. Dedico a vocês, que são meu alicerce.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus, pelo dom da vida. Por ter sido o meu sustento, me segurando pela mão todos esses anos. Por me conceder a graça de realizar meu sonho de me tornar engenheiro. Pelos colegas e amigos que Ele me deu durante o percurso.

Gratidão aos meus pais, José Antônio Mendes dos Santos, e Lucimar Pereira Menezes que sempre acreditaram no meu potencial, pelo apoio incontestável, por serem minha base sólida, fundamentais para minha formação.

Gratidão aos meus familiares, Tios e primos que me ajudaram a chegar até aqui.

Gratidão aos meus grupos de oração, GOU Divina Misericórdia e Obra Shalom Montes Claros, onde tenho muito orgulho de dizer que fazem parte da minha família.

Gratidão aos meus amigos Jean, Thaylson, Nayara, Izabela, Licia e Evelly por todo cuidado comigo fora da universidade.

Gratidão ao Leonardo Tuffi, e todos os amigos que fiz no Grupo de Pesquisa do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas pelas oportunidades me dada.

Gratidão aos meus irmãos de outra mãe, Luan e Nicolle, sem vocês não teria chegado até aqui.

Gratidão aos colegas da UFMG, em especial meu trio Giovana, Hellen e Bruna Mirela por me acolherem com tanto carinho.

Gratidão aos meus colegas de trabalho, à prefeitura de Ubaí e, principalmente, ao Hélio, que foi meu chefe, mentor e amigo na minha já iniciada jornada profissional

Gratidão à minha maravilhosa orientadora Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva por todo auxílio e paciência nesta fase final de curso.

Gratidão a todos os professores, FUMP, servidores, terceirizados, por terem me dado toda estrutura necessária para concluir o tão sonhado curso.

A todos que contribuíram com a minha formação, muito obrigado!!

“É Justo Que Muito Custe, O Que Muito Vale”.

(Santa Tereza D’Avila)

RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos se configura como grande problema no mundo contemporâneo. Com o crescimento da população e a desordem urbana, se torna evidente a preocupação dos gestores municipais com o descarte incorreto dos resíduos gerados, que pode acarretar problemas sociais, ambientais, econômicos e de saúde pública. Objetivou-se com este trabalho realizar diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município de Ubaí-MG, por meio do estudo da gravimetria. Os resíduos foram coletados em toda a zona urbana por caminhões caçamba e levados para área de estudo, após foram depositados em lona plástica para realizar a caracterização utilizando o método do quarteamento. A amostra teve seus componentes segregados e pesados em uma balança mecânica. Os resultados mostraram que houve produção per capita de $0,763 \text{ kg hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com predominância do componente orgânico (28,04%). Os demais foram: plásticos (10,74%), papel (13,35%), papelão (17,85%), vidro (1,1%), metal (1,66%), contaminantes biológicos (6,55%) e outros (18,93%). Conhecendo a gravimetria dos componentes dos resíduos sólidos urbanos (RSU), os gestores do município podem propor projetos visando o seu gerenciamento, desde a coleta até a disposição final ambientalmente adequada, garantindo o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: Limpeza pública. Coleta seletiva. Gravimetria. Resíduos orgânicos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma do Processo de quarteamento de resíduos sólidos.....	17
Figura 2. Localização do município de Ubaí - MG.....	20
Figura 3. Motorista e ajudantes que ajudaram na coleta	21
Figura 4. Quarteamento dos resíduos sólidos urbanos	22
Figura 5. Pesagem das frações da amostra dos RSU.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABELPRE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR - Norma Brasileira

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RS - Resíduos Sólidos

RSS - Resíduos Sólidos de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNIS - Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Resíduos Sólidos	12
2.2 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil.....	13
2.3 Leis e Diretrizes.....	13
2.4 O Gerenciamento de RSU	14
2.4.1 Coleta de RSU	14
2.4.2 Etapas de transporte, transbordo e destinação dos RSU.....	15
2.4.3 Tratamento e disposição de RSU.....	15
2.5 Composição Gravimétrica	16
2.6 Aspectos gerais do município.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Caracterização do Município.....	18
3.2 Determinação da composição gravimétrica.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Estimativa da produção de RSU no município de Ubaí, MG.....	22
4.2 Gerenciamento de RSU no município de Ubaí-MG.....	25
4.3 Medidas e melhorias propostas para apoiar as tomadas de decisão da Prefeitura M.	26
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A transformação de país de características agrárias em urbano aconteceu em um curto espaço de tempo e não trouxe com ela a oferta de infraestrutura e de serviços urbanos adequados à população. Entre esses serviços destacam-se os serviços públicos de saneamento básico, em particular, o sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos (CONVALE, 2020).

O crescimento econômico nacional e conseqüentemente a nível municipal, não foi acompanhado por um aumento da capacidade de gestão dos graves problemas acarretados pelo crescimento acelerado da concentração humana nas cidades, a imensa maioria delas sem qualquer planejamento (CONVALE, 2020).

A partir do marco legal que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305 de 10 de agosto de 2010, os municípios brasileiros tornaram-se responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) desde a coleta até a disposição final, o qual representa grande desafio aos municípios brasileiros.

A problemática não atinge apenas o cenário brasileiro, mas também o mundial que, agravada pelo gerenciamento inadequado dos resíduos, acarreta impactos negativos sociais, ambientais, econômicos e na saúde pública.

A PNRS representa um avanço ao estabelecer diretrizes de cunho avançados no tema de gestão de resíduos, entretanto, o Brasil convive com lixões e há grande discrepância de gestão de resíduo sólido urbano em seu território, entre seus diversos municípios e regiões (SILVA; CAPANEMA, 2019).

É importante um estudo sobre o gerenciamento dos RSU considerando a legislação federal, a composição e gravimetria desses resíduos, com a finalidade de entender a sua cadeia produtiva e propor um gerenciamento e disposição correta.

Nesse sentido, os municípios têm a obrigação de promover a gestão e o gerenciamento dos seus resíduos de forma sustentável e correta, a fim de que a política pública seja efetivada e o meio ambiente seja preservado.

Objetivou-se com este trabalho realizar diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos do município de Ubaí-MG, com vistas à proposição de medidas e melhorias que irão apoiar as tomadas de decisão da Prefeitura Municipal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos Sólidos

Os conceitos e definições de resíduos sólidos (RS), em virtude de sua pluralidade, são confundidos na sociedade. De acordo com a PNRS os resíduos sólidos são:

“Materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, resultantes de atividades humanas em coletividade, cuja destinação final se procede nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

A Norma Brasileira NBR 10.004 de 31 de maio de 2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), traz o conceito de Resíduos Sólidos (RS) como:

“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 técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004).

No que se refere aos rejeitos, são resíduos sólidos que, depois de acabadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

O termo popularmente conhecido como “lixo” se refere a um produto da produção do ser humano, a qualquer material oriundo de estabelecimento doméstico, industrial, agrícola ou comercial, descartado por sua inutilidade. O termo também faz referência ao local de descarte desses materiais, o qual chamamos de lixão (ASSAD, 2016).

2.2 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil

Após as transformações que o mundo vivia pós-revolução industrial, os resíduos começaram a ganhar significâncias nas pautas de debates, principalmente para a saúde pública. Entretanto, foi a partir da década de 1970 que os resíduos realmente tiveram um peso ambiental, tanto em nível nacional quanto internacional, pois o tema foi abordado em grandes encontros mundiais (DEUS *et al.*, 2015).

A temática envolvendo os resíduos sólidos (RS) gerados por atividades humanas têm se tornado alvo de grandes preocupações ambientais, econômicas e sociais. No Brasil, a geração de RS está relacionada ao aumento exponencial da população (SOUZA *et al.*, 2015). A gestão de resíduos sólidos é hoje um grande desafio para o país.

Segundo dados mais recentes da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, no ano de 2021 foram geradas cerca de 82.477.300 toneladas de resíduos, que corresponde a 390 quilos *per capita* durante o ano corrente. Se comparado ao ano de 2010, tem-se de 67 milhões para 82 milhões de toneladas por ano. Por sua vez, a geração *per capita* aumentou de 348 kg ano⁻¹ para 390 kg ano⁻¹ (ABRELPE, 2021).

2.3 Leis e Diretrizes

Falar de Leis e Diretrizes sempre foi difícil no Brasil, por se tratar de um problema relativamente contemporâneo. Pelo Governo Federal foi instituído o marco legal, a PNRS instituída pela Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022 em que reúne o conjunto de princípios, objetivos, diretrizes, instrumentos, metas e ações para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos RS (BRASIL, 2010).

As diretrizes sobre RS se baseiam na Lei Nº 12.305/2010. Elas passam por pressupostos de gerenciamento em que “na gestão 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” (BRASIL, 2010).

Ademais, conceitos importantes introduzidos pela Lei Federal são de responsabilidade mútua, ligando a obrigatoriedade de toda a sociedade em participar da gestão dos resíduos juntamente com os órgãos municipais e o ciclo de vida dos produtos, em oposição ao modelo linear “produção-consumo-descarte”. Desta forma, todos os geradores, individual e

coletivamente, são responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, tendo em vista considerar a especificidade de cada um na cadeia de produção (ZAGO; BARROS, 2019).

2.4 O Gerenciamento de RSU

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos representa uma problemática complexa e desafiadora, principalmente para as administrações públicas municipais, que são responsáveis pelo fornecimento desse serviço público em seus territórios (COSTA *et al.*, 2019).

De acordo como Art. 3º, inciso X, do Capítulo 1, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o gerenciamento de resíduos sólidos é:

“o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, p. 2).”

A inexistência de um modelo adequado de gestão para os resíduos sólidos urbanos nas gestões ambientais tem criado sérios problemas, os quais comprometem o meio ambiente e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população (SOUZA *et al.*, 2015).

Nesse sentido, há grande preocupação entre os gestores ambientais em relação aos RSU que são destinados de forma inadequada, por estarem passíveis às conseqüências sanitárias e judiciais.

2.4.1 Coleta de RSU

A coleta é a operação de recolhimento dos resíduos onde eles são gerados (PROTEGEER, 2017). Esta etapa deve ser realizada com frequência, a fim de evitar longa exposição dos resíduos, que pode levará emissão de odores e atração de vetores.

A coleta seletiva, de acordo com a PNRS, é definida como “coleta de resíduos sólidos previamente separados, conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010).

Segundo o IBGE (2020), a coleta seletiva busca promover a educação ambiental, gera trabalho, renda e apresenta como conseqüência o hábito da separação do lixo para seu devido aproveitamento, contribuindo para a sustentabilidade urbana. O uso de boas práticas nas operações e mudanças no processo de gerenciamento dos resíduos, como é o caso da coleta seletiva, pode ajudar na redução de geração de lixo.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em seu mais recente diagnóstico, mostra que a maioria dos municípios participantes ainda não pratica a coleta seletiva e aponta que dos 3.712 municípios que forneceram informações ao governo, 2.274 não dispõem de coleta seletiva (BRASIL, 2019).

2.4.2 Etapas de transporte, transbordo e destinação dos RSU

O transporte e o transbordo são etapas complementares à de coleta. O transporte é a condução dos resíduos do ponto de coleta até o local de disposição final. O transbordo de resíduos sólidos é a passagem dos resíduos coletados em caminhões compactadores com capacidade de até 15 m³ para caminhões com maior capacidade de carga (NUNES; SILVA, 2015). Ambos fazem parte de um itinerário, ou seja, trajeto que o veículo coletor deve percorrer dentro de um mesmo setor, num mesmo período, transportando o máximo de lixo num mínimo de percurso improdutivo, com o menor desgaste possível para a guarnição e o veículo (CEMPRE, 2018).

Segundo o PNRS (BRASIL, 2010), a destinação de resíduos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

2.4.3 Tratamento e disposição de RSU

Um grande problema enfrentado pela gestão dos RSU é o depósito de resíduos sólidos sem nenhum tratamento prévio. A correta destinação e tratamento dos RSU representam grandes desafios enfrentados pela sociedade brasileira (MENEZES *et al.*, 2019).

O tratamento se relaciona com cada fração do RSU (orgânica, reciclável e rejeito) que deve receber tratamento adequado para obter o máximo de aproveitamento.

Segundo Prates *et al.* (2019), recomenda-se que seja feita uma triagem preliminar dos materiais em qualquer alternativa adotada. Tais alternativas como incineração, compostagem, coprocessamento, reciclagem e o aterro sanitário são importantes nesse processo.

A prática de disposição de resíduos sólidos no solo sem nenhuma análise técnica no local é bastante comum (MENEZES *et al.*, 2019) e segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2021, 39,8% dos resíduos são destinados de forma inadequada, e isso corresponde a 30.277.390 toneladas por ano (ABRELPE, 2021).

Segundo Soares *et al.* (2017), um aterro sanitário pode ser definido como uma forma de disposição de RSU no solo que segundo critérios de engenharia e procedimentos operacionais, permite o confinamento seguro e garante o controle da poluição ambiental e da proteção da saúde pública.

A disposição é caracterizada por distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, com a finalidade de evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Dentre as formas de disposição mais usadas, existem o aterro controlado, o aterro sanitário e o “lixão”. De acordo com a ABNT, NBR8849 de abril de 1985, o aterro controlado caracteriza-se pela disposição do lixo em local controlado, onde os resíduos sólidos recebem uma cobertura de solos ao final de cada jornada (ABNT, 1985).

O “lixão”, por sua vez, consiste na “técnica” de depositar resíduos in natura de diversas procedências (construção civil, hospitalar, doméstico, industrial etc.) no ambiente, sem nenhum estudo geotécnico ou proteção do solo (WALDMAN, 2013).

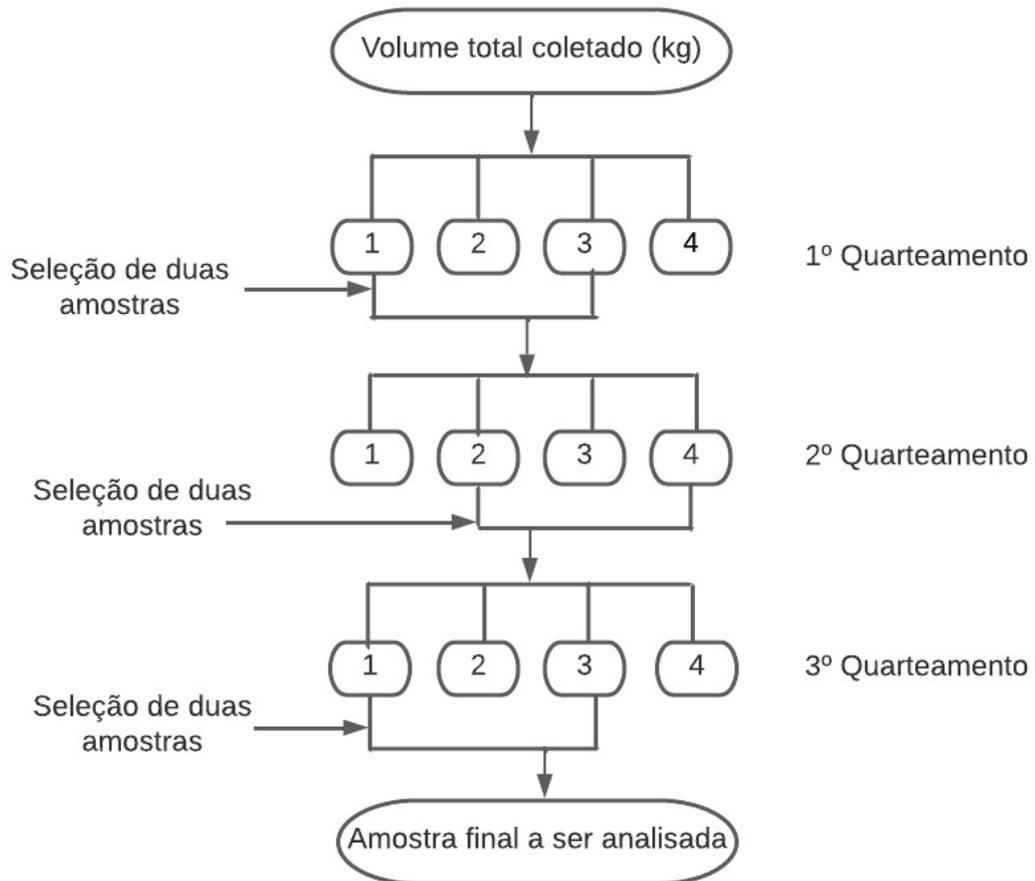
2.5 Composição Gravimétrica

Para Tagliaferro (2019), o constante crescimento da população, a consequente geração de resíduos e as dificuldades na efetivação de soluções plausíveis a curto prazo evidenciam o problema e ratificam a necessidade de conhecer mais precisamente os materiais presentes nos resíduos, possibilitando maior compreensão da dinâmica que envolve sua geração, descarte e alternativas de tratamento.

O sucesso de qualquer programa de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) está relacionado com o grau de conhecimento das suas características físicas (RESENDE, 2013). Analisar a composição da massa de resíduos, identificando a quantidade dos materiais que a compõem, por meio da determinação de sua composição gravimétrica, serve como ferramenta para analisar a eficiência ou não dos sistemas, permitindo parâmetros para analisar o sistema de gerenciamento e subsidiar a formação de políticas mais efetivas de intervenção, educação e gestão (SCHENEIDER *et al.*, 2003).

Segundo a ABNT NBR 10.004/2004 a caracterização gravimétrica é uma determinação dos materiais, do peso e volume de uma amostra de RSU, que pode ser físico, químico ou biológico. Essa norma apresenta-se como ferramenta essencial para dimensionar a quantidade de resíduos produzidos em cada área, que posteriormente poderá direcionar o seu gerenciamento. A pesagem dos resíduos não é realizada com o total, apenas uma parte é usada no trabalho e esta parte é separada pelo método do quarteamento, no qual o processo de divisão de uma amostra é feito em quatro partes iguais, depois são tomadas duas amostras opostas entre si e descartadas as outras partes restantes; o processo é repetido até que se obtenha o volume desejado, conforme mostrado na Figura 1 (ABNT, 2004).

Figura 1. Fluxograma do Processo de quarteamento de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado de COMAR, 2021.

2.6 Aspectos gerais do município

A economia do município está baseada na produção de carvão vegetal, agricultura e pecuária, segundo dados do site do IBGE (2022). O PIB de Ubaí referente ao ano de 2014 é de R\$ 76.074.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 6.172,85.

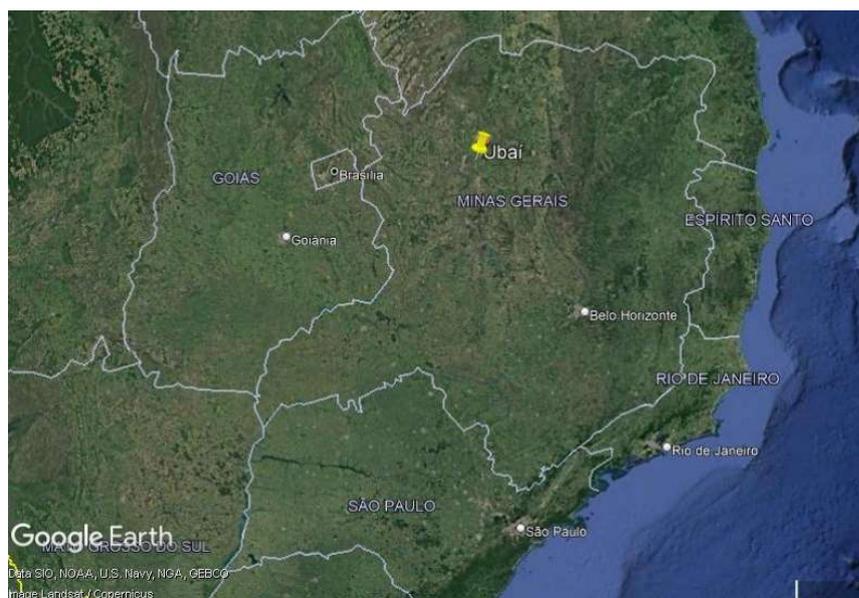
Em 2022 o salário médio mensal foi de 1,4 salários-mínimos e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total foi de 6.6%. O Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) de Ubaí, calculado a partir da média geométrica das três dimensões (renda, longevidade e educação) foi de 0,61, que é considerado médio (IBGE, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do Município

O presente estudo foi realizado no município de Ubaí-MG, localizado na região norte do estado de Minas Gerais, pertencente à Microrregião de Montes Claros. Os municípios limítrofes são: Icarai de Minas, São Romão, Ponto Chique, Campo Azul, Brasília de Minas e Luislândia (FIGURA 2).

Figura 2. Localização do município de Ubaí, Minas Gerais.



Fonte: Google Earth, 2022.

As dimensões territoriais do município são de 820,872 km². Segundo dados do IBGE (2022), o município de Ubaí apresentava no ano de 2010 uma população equivalente a 11.681 habitantes, dentre os quais 6.011 são da área urbana e 14,24 habitantes por km². A população estimada para 2021 totaliza 12.661 pessoas (IBGE,2022).

3.2 Determinação da composição gravimétrica

Na coleta utilizada para a amostragem da composição gravimétrica foram percorridas todas as ruas da cidade, atingindo cem por cento da população urbana. A coleta foi realizada por dois caminhões do tipo caçamba, conduzidos por motoristas e funcionários cedidos pela prefeitura para realização do estudo.

Os resíduos foram transportados para o lixão da cidade, onde foi realizado o estudo gravimétrico. O despejo de todo o material coletado foi depositado sobre lona plástica preta com 30m². Em área plana, após a descarga dos resíduos, houve o rompimento dos sacos e embalagens e a mistura dos resíduos.

Para a determinação da amostra foi utilizado o método de quarteamento, estabelecido pela NBR 10.007/2004 (ABNT, 2004). A amostra total foi reduzida por meio de quarteamentos, e duas porções opostas foram selecionadas e passaram a constituir a amostra, esse procedimento foi realizado por três vezes, para facilitar a representatividade do material, conforme Figura 3.

Figura 3. Quarteamento dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Ubaí, MG.



Fonte: Do autor, 2022.

Após o quarteamento, a amostra foi separada em frações de categorias diferentes, seguindo a classificação da FEAM (2015), sendo elas:

- restos de comida;
- poda;
- plástico rígido, filme e PET;
- papel fino e papelão; tetra pak;
- ferro, alumínio e outros;
- vidro; material inerte;
- madeira;
- borracha;
- tecido;
- couro;
- contaminantes biológico e químico;
- eletrônicos;
- rejeitos diversos.

Posteriormente as amostras foram acondicionadas em recipientes de plástico e caixa adaptada para pesagem, realizada usando balança mecânica instalada no local, como mostrado na Figura 4.

Figura 4. Pesagem das frações da amostra dos RSU do município de Ubaí, MG.



Fonte: Do autor, 2022.

A caracterização qualitativa foi realizada com a pesagem de cada componente segregado. Os valores aferidos eram anotados em um boletim de campo elaborado para este fim (ANEXO 1). Os dados foram trabalhados no *software* Excel para a produção dos relatórios, gráficos e elaboração do trabalho final. A verificação da porcentagem de cada material na amostra foi analisada conforme a Equação 1 (COMAR, 2021):

$$P(\%) = \frac{Mc}{Mt} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

- P: percentual (%)
- Mc : massa do componente (kg)
- Mt : massa total da amostra (kg)

A caracterização quantitativa foi obtida com a soma de cada componente pesado separadamente. Os dados também foram trabalhados na planilha Excel. O peso estimado por dia foi calculado de acordo com a Equação 2 (COMAR, 2021):

$$P_{est} = (2 Nq) \times Mc \times Nv \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

- P_{est} : peso estimado do componente
- Nq : número de quarteamentos
- Mc : massa do componente (kg)
- Nv : número de viagens

A geração *per capita* é a quantidade de resíduos gerada por habitantes num determinado período. Esse parâmetro foi utilizado para dimensionamento dos cálculos utilizados na coleta, e é expresso pela Equação 3 (COMAR, 2021)

$$\text{Geração} = \frac{\text{Peso total de resíduos de um dia (kg)}}{\text{volume da amostra (m}^3\text{)}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

A partir das equações 1, 2 e 3, foi possível fazer estimativas para a caracterização e quantificação dos RSU do município de Ubaí.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estimativa da produção de RSU no município de Ubaí, MG

No município de Ubaí a estimativa de produção diária média de resíduos sólidos urbanos foi de 4.600 kg dia⁻¹, com produção per capita diária e mensal de 0,763 kg hab⁻¹ dia⁻¹ e 22,890 kg mês⁻¹, respectivamente, utilizando a produção do dia 09 de outubro de 2021, conforme descrito na Tabela 1.

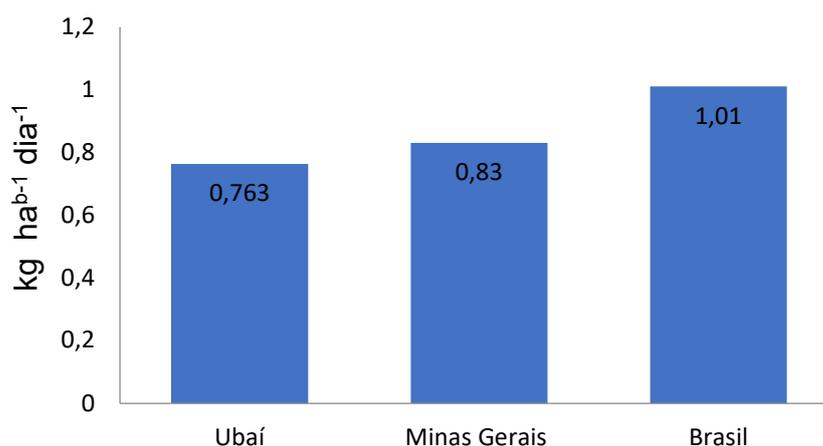
Tabela 1. Estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos de Ubaí/MG.

Peso total Diário (kg dia ⁻¹)	Geração <i>per capita</i> diária (kg dia ⁻¹)	Geração <i>per capita</i> mensal (kg)
4.600	0,763	22,890

Fonte: Do autor, 2022.

A estimativa da geração *per capita* de RSU encontrada no município foi inferior ao índice do estado de Minas Gerais e inferior à média nacional, publicados pelo último panorama do SNIS (2021), que apresentou produção diária per capita de 0,83 kg hab⁻¹ dia⁻¹ e de 1,01 kg hab⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (GRÁFICO 1).

Gráfico 1- Estimativa da geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos em Ubaí, MG, em relação ao estado de Minas Gerais e ao Brasil.



Fonte: Do autor, 2022.

O valor reduzido da geração *per capita* encontrado pode ter sido em razão das características do município, que tem centro comercial pouco dinâmico e nenhuma indústria de grande porte ou potencial gerador de RSU. O baixo poder aquisitivo da população de Ubaí também tem ligação direta com o resultado inferior. Pasquali (2012), afirma que existe relação diretamente proporcional entre a produção de lixo e o poder aquisitivo.

Em relação à composição dos materiais caracterizados nesse estudo, analisando os dados da Tabela 2, nota-se que a porção composta por matéria orgânica foi significativa.

Tabela 2. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de Ubaí, MG após realização do quarteamento.

Componente	Peso (Kg)	Percentual (%)
Orgânicos	106	28,04
Plástico	40,12	10,74
Papelão	66,7	17,85
Papel	49,9	13,35
Vidro	4,12	1,1
Metal ferroso	3	0,8
Metal não ferroso	2,4	0,64
Têxtil	5,8	1,55
Contaminante biológico	24,49	6,55
Equipamento eletrônico	0,325	0,08
Rejeitos diversos	70,68	18,93
Total	373,535	100

Fonte: Do autor, 2022.

A matéria orgânica apresenta 28,04% dos RSU, correspondendo a uma fração abaixo da média nacional de 45,3% segundo a Abelpre (2021). Estudos já realizados em cidades de mesmo porte, no Brasil, apontam índices superiores aos encontrados neste estudo. Magalhães (2008) encontrou índice de 58%, no município de Dores de Campos, MG; no município de Maria da Fé, MG, a parte orgânica representou 55,6%, de acordo com Alkmin e Uberto Júnior (2017). Os autores caracterizaram o material como potencial poluidor de recursos hídricos e ambientais, sendo responsável pela produção de chorume e gás, elementos que podem contaminar o ar, o solo e as águas superficiais e subterrâneas.

Durante a separação dos resíduos, foi possível perceber, qualitativamente, a presença de umidade no lixo, principalmente nas frações correspondentes ao papel e papelão, tal fato também foi percebido por (MAGALHÃES, 2008), que encontrou porcentagem de 31,21% destes materiais em relação ao total. Fato esse que influencia diretamente no peso total desses resíduos.

O percentual dos resíduos plásticos encontrado foi de 10,74%. Na cidade de Maria da Fé e Dores de Campos, o plástico gerado teve percentual semelhante, de 12,2% (ALKMIN;

UBERTO JÚNIOR, 2017), e 17% (MAGALHÃES, 2008), respectivamente, do total de resíduos gerados.

Os demais componentes, como: vidro, metal ferroso, metal não ferroso, têxtil e equipamentos eletrônicos, quando somados não ultrapassaram 5% do total. Porém, quando se analisa o componente “contaminante biológico”, é relativamente preocupante, pois apresentou 6,55% do total. Junto com papel higiênico e fralda descartável, foram encontrados seringas e materiais cortantes na coleta comum, que podem ter contribuído para elevar este percentual. Esses resíduos encontrados se justificam devido à falta de conscientização da população Ubaiense e dos geradores industriais.

A fração denominada “rejeitos diversos”, se refere a materiais que não se enquadram nas classes adotadas para a caracterização, com porcentagem de 18,93% da totalidade. Em Maria da Fé, de acordo com Alkmin e Uberto Júnior (2017), a produção foi de 12,7%, composta, em sua maioria, por resíduos oriundos de varrição de domicílios, que são colocados em sacos plásticos, fruto das varrições domésticas as quais não possuem registro legal e que eliminam seus rejeitos juntamente com os domiciliares. Espumas e isopores, entre outros, foram igualmente classificados como rejeitos.

Considerando a realidade encontrada, verifica-se que o município de Ubaí, se equipara aos municípios de Maria de Fé e Campos das Dores, em relação à produção de RSU. Contudo, apesar de suas condições desfavoráveis, os munícipes podem promover o compromisso com o desenvolvimento sustentável em seu território.

4.2 Gerenciamento de RSU no município de Ubaí-MG

O gerenciamento dos resíduos sólidos do município é realizado pela Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Urbanos, que realiza os serviços na sede. Nas comunidades rurais não há operação de caráter público, sendo a própria comunidade que realiza o manejo.

Na cidade, o sistema de coleta é realizado de segunda-feira a sábado, por caminhão caçamba que percorre todas as ruas, são coletados e transportados no mesmo veículo, para disposição em lixão, prática muito comum em municípios com menos de 15.000 habitantes. Neste lixão há presença de catadores de materiais recicláveis no local. O município não dispõe de local adequado para que esses cidadãos possam trabalhar de forma segura.

Os resíduos de construção civil (RCC) são recolhidos pelos próprios geradores e depositados em áreas rurais e em áreas solicitadas pela Secretaria de Serviços Urbanos, que necessitam desses materiais para manutenção de obras.

Os resíduos sólidos da saúde (RSS) gerados por estabelecimentos particulares, a responsabilidade de coleta, tratamento e destinação final adequada é do respectivo gerador. Aqueles gerados pelo serviço público dos seis PSFs (Programa Saúde da Família), são de responsabilidade do município, que possui contrato com a Empresa SERQUIP, para fazer a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final destes resíduos, como empresa licenciada e apta para receber os resíduos da saúde.

4.3 Medidas e melhorias propostas para apoiar as tomadas de decisão da Prefeitura Municipal.

Com a progressiva preocupação e conscientização ambiental, acrescida das políticas públicas já existentes, um setor em desenvolvimento que se encontra em evidência é o da coleta seletiva, que tem como potencialidade os materiais recicláveis, com a possibilidade de reaproveitamento de grande parte da fração não orgânica do lixo, que poderia ser implantada no município.

Em se tratando da matéria orgânica presente no lixo, ela é passível de ser beneficiada para uso agrícola, pela compostagem, que pode representar uma solução de suma importância para a diminuição considerável das toneladas de lixo descartadas diariamente.

Ainda podem ser tomadas medidas como a projeção, o licenciamento e a implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) para melhorar o gerenciamento e a destinação desses resíduos, onde receberão o devido tratamento para a reutilização, compostagem, reciclagem, e até mesmo aproveitamento energético para posterior disposição final, cuja alternativa do aterro sanitário é indicado para municípios desse porte.

Levando-se em conta o município de Ubaí, por se tratar de município de pequeno porte, com estimativa de geração mensal de 290 toneladas de resíduos e, considerado o elevado custo de construção do aterro sanitário para os padrões do município, pode-se optar pela construção e operação de um aterro sanitário consorciado entre municípios vizinhos, conforme determina a legislação vigente (LEI 12.305/2010).

O fechamento do “lixão” deverá estar previsto, utilizando metodologias aplicadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que são definições de medidas adequadas à recuperação da área, em conformidade com as especificações da Legislação Federal

Como melhorias, a mobilização da comunidade local pode ser uma alternativa efetiva desde que o trabalho seja contínuo e envolva todos os segmentos sociais. Projetos como implantação de coleta seletiva nas escolas podem ser introduzidos no âmbito da educação ambiental, com crianças e jovens debatendo sobre o assunto, daí sucede a participação e mobilização de todos os segmentos da sociedade que integram o município, como prefeitura, igrejas, associações de moradores e sindicatos, no papel de informar e formar cidadãos conscientes acerca da problemática dos resíduos, contribuindo para a diminuição do consumo, por exemplo.

Ademais, as pressões introduzidas pelos planos diretores nacional, estaduais e municipais de gerenciamento de resíduos sólidos e apelo por organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) acerca da necessidade de sustentabilidade ambiental, levam domicílios, órgãos, comércio e empresas geradoras a tomarem novos caminhos com relação a redução dos impactos ambientais advindos de suas atividades.

5 CONCLUSÃO

O diagnóstico realizado mostrou que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos RSU do município de Ubaí, MG ainda é ineficiente, com disposição final precária em lixão e não atende à Política Nacional Resíduos Sólidos (PNRS).

A estimativa da produção *per capita* foi de 0,763 kg hab⁻¹ dia⁻¹, e o índice apresentado foi abaixo da média do estado e do país. Observou-se, ainda, que a predominância dos resíduos foi do componente orgânico que representou 28,01% da geração total, índice também considerado abaixo da média nacional.

Como medidas e melhorias para apoiar as tomadas de decisão da Prefeitura municipal são sugeridos: encerramento do lixão e recuperação da área; implantação de coleta seletiva; programas de educação ambiental; construção da Usina de triagem e compostagem e construção do aterro sanitário consorciado.

O município possui características passíveis de mudanças que poderão proporcionar melhor qualidade de vida aos seus munícipes e promover o compromisso com o desenvolvimento sustentável em seu território.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental** – Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-8849: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos**. São Paulo, 1985. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5817/abnt-nbr8849-apresentacao-de-projetos-de-aterros-controlados-de-residuos-solidos-urbanos> Acesso em: 15 dez. 2022.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

ALKMIN, D. E.; UBERTO JÚNIOR, L. R. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, estado de Minas Gerais. **Caminhos da Geografia**, v. 18, n. 61, p. 65-82, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33905/20032>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ASSAD, L. Apresentação-lixo: uma ressignificação necessária. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 22-24, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000400009> Acesso em: 05 jan. 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. [Diário Oficial da República Federativa do Brasil]. Brasília, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 12 mai. 2022.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS**. Diagnostico manejo resíduos sólidos urbanos. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019>. Acesso em: 15 dez. 2022.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS**. Diagnostico manejo resíduos sólidos urbanos. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnostico_tematico_visao_geral_rs_snis_2021.pdf. Acesso em: 15 dez. 2022.

CEMPRE. **Compromisso empresarial para reciclagem. Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. rev. e aum. São Paulo - SP: Coordenação geral André Vilhena, 316 p., 2018. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

COMAR. Consórcio Público Multifinalitário do Alto Rio Pardo. **Cartilha De Orientações Caracterização Gravimétrica De Resíduos Sólidos**. Taiobeiras, 2021. Disponível em: <https://comar.mg.gov.br/laravel-filemanager/files/comar/CARTILHA%20%20ESTUDO%20GRAVIMETRICO%20COMAR.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.]

CONVALE. Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional. **Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Uberaba, 2022. Disponível em: [Plano-Intermunicipal-de-Gestao-Integrada-de-Residuos-Solidos.pdf](#). Acesso em: 15 dez. 2022.

COSTA, A. M.; MANCINI, S. D.; HAMADA, J. Perfil da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista DAE**, v. 67, n. 215, 2019. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_215_n_1760.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; DA SILVA JUNIOR, M. F. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 73-90, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/ESS2179-6858.2012.002.0005>. Acesso em: 15 nov. 2022.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 685-698, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040129347>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FEAM - Fundação Estadual De Meio Ambiente. **Geração per capita, peso específico e composição gravimétrica dos RSU nos municípios de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2015. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/13-textoinformativo/1307-geracao-per-capita-e-composicao-gravimetrica-dos-rsu-nos-municipios-de-minas-gerais->. Acesso em: 15 dez. 2022.

FIGUEIRA, A. C. B. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Seses, 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/salam/Downloads/administrador,+47-535-Arquivo+do+artigo-2489-1-18-20190604%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/salam/Downloads/administrador,+47-535-Arquivo+do+artigo-2489-1-18-20190604%20(1).pdf). Acesso em: 15 dez. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-eestados/mg/ubai.html>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MAGALHÃES, D. N. Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos - MG. **Dores de Campos, UFJF**, p. 11-12, 2008. Disponível em: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/D%C3%A9borah-Neide-de-Magalh%C3%A3es.pdf>. Acesso em: 28 out. 2022.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 271-282, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019177437>. Acesso em: 28 out.2022.

PASQUALI, L. **Composição gravimétrica de resíduos recicláveis domiciliares no meio rural de Chopinzinho/PR**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/415/1/PB_PPGDR_M_Pasquali%2C%20Luiz_2012.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

PRATES, L. F. S.; PIMENTA, C. F.; RIBEIRO, H. F. Alternativas tecnológicas para tratamento de resíduos sólidos urbanos. **APPREHENDERE-Aprendizagem & Interdisciplinaridade**, v. 1, n. 2-especial, 2019. Disponível em: <https://lataci.org/journal/index.php/apprehendere/article/view/40/49>. Acesso em: 28 out. 2022.

NUNES, R. R.; SILVA, R. A. P. Transbordo de resíduos sólidos. **Revista Pensar Engenharia**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2015. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/ARTIGO_Esta%3%a7%3%a3o-de-transbordo.pdf. Acesso em: 12 mai. 2022.

PROTEGEER. **Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: Visão geral**. [S. l.], 92 16 nov. 2007. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/rsu/etapas-do-gerenciamento> Acesso em: 12 jan. 2022.

REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1-8, ABES, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000100001t>. Acesso em: 21 mai. 2022.

SILVA, V. P. M.; CAPANEMA, L. X. L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153-200, 2019. Disponivem em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/19062>. Acesso em: 28 out. 2022.

SCHNEIDER, V. E; PANAROTTO, C. T; PERESIN, D; MARCON, F; BERTHOLDO, D. T; NUNES, J; CORRÊA, L. B. **Evolução da geração dos resíduos sólidos urbanos de Caxias do Sul – Análise preliminar**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville – Santa Catarina – SC, 2003. Disponível em: <https://docplayer.com.br/88871926-Iii-178-evolucao-da-geracao-dos-residuos-solidos-urbanos-de-caxias-do-sul-analise-preliminar.html>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SOARES, F. R.; MIYAMARU, E. S.; MARTINS, G. Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da

avaliação do ciclo de vida na Central de Tratamento de Resíduos-Caieiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 993-1003, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017155522>. Acesso em: 28 out. 2022.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; GUIMARÃES, G. I.; CARVALHO, W. B. Caracterização e influência da sazonalidade na geração de resíduos sólidos em Urutaí-GO. **Multi-Sciencejournal**, Urutaí, p.79- 83, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/multiscience/article/view/52/30>. Acesso em: 28 out. 2022.

TAGLIAFERRO, Evandro Roberto; VIANA, David Valpassos. Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de um Aterro Sanitário Municipal no Interior do Estado de São Paulo. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 7, n. 16, 2019. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/2209/2051. Acesso em: 28 out. 2022.

WALDMAN, M. Lixo domiciliar brasileiro: modelos de gestão e impactos ambientais. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 2, p. 169-184, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/307723994_LIXO_DOMICILIAR_BRASILEIRO_MODELOS_DE_GESTAO_E_IMPACTOS_AMBIENTAIS. Acesso em: 12 mai. 2022.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 219-228, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019181376>. Acesso em: 12 mai. 2022.

ANEXO

Anexo 1. Boletim de campo elaborado para realizar a caracterização qualitativa

PLANILHA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA				
Responsável Técnico	Data da Medição	Identificação da Amostra	Tara do Veículo	População atendida
		Resíduo Urbano	00	
Destinação/disposição POTENCIAL	Resíduos	Exemplos	Peso (kg)	Percentual de cada categoria (%) = peso de cada fração (kg) / peso total da amostra x 100
Compostagem	Restos de comida	Restos alimentares, cascas de legumes e frutas, Flores, podas de árvores, grama...		
Reciclagem	Plástico pet	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, utensílios de cozinha, látex, sacos de rafia		
	Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas, embalagens longa vida		

	Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, embalagens de produtos de beleza, embalagens de produtos alimentícios		
	Metal ferroso	Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios,		
	Metal não ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica		
Co-processamento				
	Madeira	Caixas, tábuas, palitos, de fósforo, palitos, de picolé, tampas, móveis, lenha		
	Couro e borracha	Bolsas de couro, mochilas, sapatos, tapetes, luvas látex, cintos, balões		
	Têxtil	Aparas, roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas de pano		
Logística reversa/ Aterro sanitário ou outra destinação/ disposição	Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gases e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêelos, embalagens de anestésicos, luvas		
	Contaminante químico	Pilhas, baterias, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticida, colas em geral, cosméticos, vidros de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tintas, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel carbono, filme fotográfico		
	Equipamento eletroeletrônico	Computadores, laptops, celulares, rádios, liquidificadores, mouses, teclados		

	Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação		
	TOTAL			

PERCENTUAL DE CADA CATEGORIA = PERCENTUAL DE CADA CLASSE/TIPOLOGIA DE RESÍDUO PRESENTE NA AMOSTRA

PESO DE CADA FRAÇÃO = PESO DOS RESÍDUOS DE CADA CLASSE/TIPOLOGIA TRIADA NO ÚLTIMO PASSO

PESO TOTAL DA AMOSTRA = PESO DO TOTAL DA AMOSTRA OBTIDA APÓS AS TRÊS ETAPAS DE QUARTEAMENTO