

DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v27i66.3608>
Recebido em: 23/12/2021; aprovado para publicação em: 25/05/2022

**Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do
município de Dourados, MS**

***Gravimetric analysis of urban solid waste in the city of
Dourados, MS***

***Análisis gravimétrico de residuos sólidos urbanos en la ciudad
de Dourados, MS***

Rhaissa Hissae Maezawa de Souza¹
Vinícius de Oliveira Ribeiro²
Jonailce Oliveira Diodato³
Anderson Secco dos Santos⁴

¹ Engenheira ambiental e sanitária pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atua como engenheira ambiental. E-mail: rhaissa_hm@hotmail.com, Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-0076-7378>

² Doutorado e mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PGTA/UFMS). Engenheiro ambiental pela UFMS. Professor adjunto da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atua no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PGRN) pela UEMS em Dourados. Coordenador do Laboratório de Modelagem em Saneamento e Geotecnologias (LASANGE/UEMS). Perito *ad hoc* do Ministério Público do Mato Grosso do Sul (MPMS). Consultor *ad hoc* para CNPq, CAPES, FAPs e várias revistas científicas. E-mail: vinicius.ribeiro@uems.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4373-1132>

³ Engenheira ambiental pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Pesquisadora visitante do Laboratório de Modelagem em Saneamento e Geotecnologias (LASANGE/UEMS). E-mail: jodiodato@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0463-9456>

⁴ Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pelo Instituto de Pós-Graduação e Graduação (IPOG). Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB). Atua como Engenheiro Ambiental. E-mail: anderson.ambiente@gmail.com, Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0536-3260>

Resumo: A correta gestão dos resíduos sólidos tem sido uma das principais problemáticas contemporâneas de saneamento básico das cidades brasileiras. O conhecimento da composição dos resíduos é fundamental para o norteamo das ações relacionadas à gestão ambientalmente adequada desses. Este trabalho teve como objetivo determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pela população urbana de Dourados, MS. A análise gravimétrica foi executada no aterro municipal, nos dias 7 e 8 de setembro de 2021. Com base nesses dados, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares obtida foi de 53,1% de matéria orgânica, 16,9% de plástico, 8,8% de papel/papelão, 3,5% de metal, 2,9% de vidro, 8,2% de rejeito e 6,5% de outros. O elevado percentual de recicláveis e de matéria orgânica, caso tenham destinação alternativa adequada, incidirá em uma redução drástica na demanda de volume no aterro sanitário, aumentando, assim, sua vida útil e reduzindo a geração de efluentes.

Palavras-chave: RSU; gravimetria; gestão ambiental; saneamento básico.

Abstract: The correct management of solid waste has been one of the main contemporary problems of basic sanitation in Brazilian cities. Knowledge of the composition of waste is essential to guide actions related to their environmentally adequate management. This work aimed to determine the gravimetric composition of solid waste generated by the urban population of Dourados, MS. The gravimetric analysis was performed at the municipal landfill on September 7th and 8th, 2021. Based on these data, the gravimetric composition of household solid waste obtained was 53.1% of organic matter, 16.9% of plastic, 8.8% of paper/cardboard, 3.5% of metal, 2.9% of glass, 8.2% of reject, and 6.5% of others. The high percentage of recyclables and organic matter, if they have an adequate alternative destination, will lead to a drastic reduction in the volume demand in the landfill, thus increasing its useful life and reducing the generation of effluents.

Keywords: USW; gravimetry; environmental management; basic sanitation.

Resumen: La correcta gestión de los residuos sólidos ha sido uno de los principales problemas contemporáneos del saneamiento básico en las ciudades brasileñas. El conocimiento de la composición de los residuos es fundamental para orientar las acciones relacionadas con su gestión ambientalmente adecuada. Este trabajo tuvo como objetivo determinar la composición gravimétrica de los residuos sólidos generados por la población urbana de Dourados, MS. El análisis gravimétrico se realizó en el relleno sanitario municipal, en los días 7 y 8 de septiembre de 2021. Con base en estos datos, la composición gravimétrica de los residuos sólidos domiciliarios obtenida fue de 53,1% de materia orgánica, 16,9% de plástico, 8,8% de papel/cartón, 3,5% de metal, 2,9% de vidrio, 8,2% de rechazo y 6,5% de otros. El alto porcentaje de reciclables y materia orgánica, si tienen un destino alternativo adecuado, conducirá a una drástica reducción de la demanda de volumen en el relleno sanitario, aumentando, así, su vida útil y reduciendo la generación de efluentes.

Palabras clave: RSU; gravimetría; gestión ambiental; saneamiento básico.

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e o expressivo consumo de recursos naturais atrelados aos hábitos da sociedade criaram uma problemática ambiental relacionada à geração de resíduos sólidos. A gestão incorreta destes resíduos traz impactos negativos não só ao solo, recursos hídricos e atmosfera, como também ocasiona danos à saúde da população. O gerenciamento correto de tais resíduos é uma ferramenta fundamental para auxiliar na minimização desta problemática.

O aterro sanitário entra como forma de destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos. Porém, a gestão eficiente de tais aterros se faz necessária para que sua vida útil seja maximizada. O conhecimento da composição dos resíduos é essencial para o norteamiento das ações relacionadas à gestão ambientalmente adequada destes. Uma das etapas necessárias para um adequado planejamento é a classificação e quantificação dos resíduos gerados. Para isso, deve-se estimar a quantidade total e por habitante de resíduo gerado e realizar a análise da composição gravimétrica, por meio de uma metodologia chamada gravimetria.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) podem ser constituídos de restos de alimentos, papéis, embalagens plásticas, vidros, metais e outros elementos heterogêneos.

Ante o exposto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar os resíduos sólidos urbanos depositados no aterro sanitário de Dourados, MS, utilizando a metodologia de quarteamiento, visando atualizar as informações de sua composição gravimétrica para auxílio ao norteamiento de ações de especificação, dimensionamento, educação ambiental e gestão relacionadas aos RSU do município.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A ampliação da produção de bens e da extração de recursos naturais, atrelada ao aumento da população e da expansão urbana, desencadeou uma série de problemas ambientais, especialmente relacionados à geração de resíduos sólidos (BORSATO, 2015). No Brasil, na última década (anos 2010 a 2020), houve um aumento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos

(RSU) de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano (SNIS, 2020). Por sua vez, a geração *per capita* aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano (ABRELPE, 2020).

O gerenciamento da disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sendo estes os lixões, aterros controlados e os aterros sanitários, deve ser realizado levando em consideração os grandes problemas ambientais e sociais que essa atividade causa (MELO, 2015). Dentro deste contexto, quando o descarte dos resíduos sólidos não ocorre de forma adequada, existe um grande risco de contaminação para o meio ambiente e a saúde pública (NOGUEIRA, 2015). Dessa forma, é importante que haja o gerenciamento do sistema de resíduos sólidos urbanos (MONTEIRO *et al.*, 2001). À vista disso, os aterros sanitários entram como alternativa de disposição final tecnicamente adequada, com o intuito de minimizar os impactos ambientais e sociais negativos e fazer uma destinação correta ambientalmente (LIMA *et al.*, 2017).

A gravimetria é essencial para se realizar a correta gestão dos resíduos sólidos. Esta avaliação possibilita entender a destinação para grupo de resíduos, facilitando, assim, a segregação dos resíduos e rejeitos na fonte geradora (REZENDE *et al.*, 2013).

Os RSU têm uma composição heterogênea. Neste contexto, reforça-se a importância de conhecer as características físicas dos RSU a fim de promover o tratamento e a destinação adequada de cada classe (MENEZES *et al.*, 2019).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

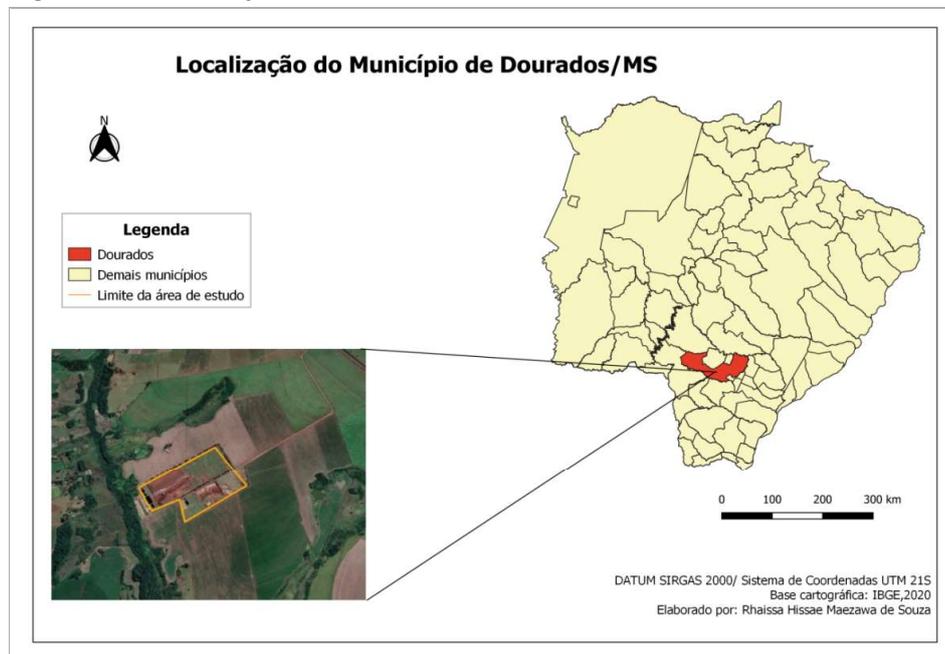
Situada na região sul de Mato Grosso do Sul, Dourados é a segunda maior cidade do Estado e, conforme a prefeitura de Dourados (2021), o município tem 225.495 habitantes, com uma densidade demográfica de 55,18 hab./km². A população urbana é de 193.560 habitantes. A área territorial é de 4.086,387 km².

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de

Dourados é de 0,747, sendo considerado um índice alto. A principal atividade econômica é a agropecuária (IBGE, 2018).

O clima da região de Dourados, conforme a classificação de Köppen, é o Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), sendo um verão quente com estação chuvosa e com inverno de temperaturas moderadas e seco, com temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e com temperatura do mês mais quente superior a 22°C (FIETZ *et al.*, 2017).

Figura 1 – Localização do aterro sanitário de Dourados, MS, Brasil

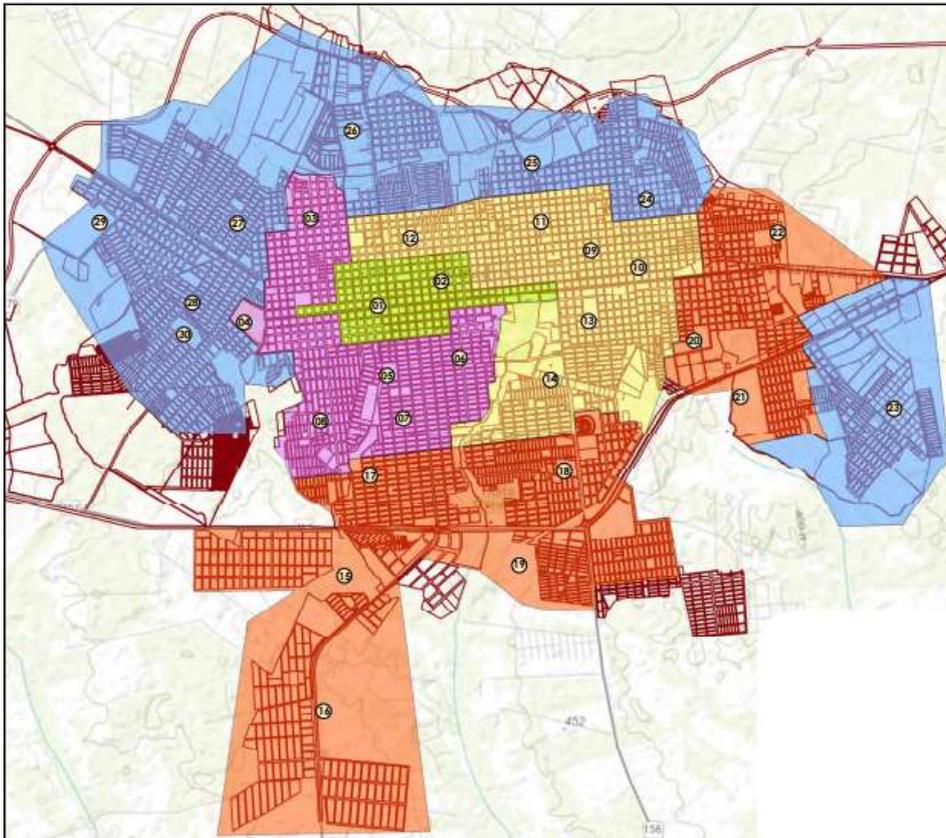


Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Dourados (2018), a coleta de resíduos sólidos domiciliares e comerciais (RSDC) ocorre de segunda a sábado, no período diurno e noturno, sendo dividida em setores que abrangem toda a área urbana da sede municipal e dos distritos. O serviço de coleta de lixo urbano do município é realizado por uma empresa terceirizada, que presta serviços à Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR) da Prefeitura de Dourados. No total, o município é dividido em

33 setores, sendo que, do setor 1 ao 30, são os pertencentes ao perímetro urbano, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Setorização da coleta dos RSCD do perímetro urbano de Dourados, MS



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico Dourados, MS (2016).

Já a frequência de atendimento a esses setores, conforme o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2019), é de 85% de 2 a 3 vezes por semana; 10%, com frequência diária; e 5%, uma vez por semana. O total de resíduo recebido no ano foi de 84.873,3 toneladas.

A empresa Litucera é quem executa o sistema de limpeza pública em Dourados, MS, em que os resíduos domiciliares, comerciais e públicos são coletados e encaminhados ao aterro sanitário (CAMUCI, 2020).

Em relação à quantidade de resíduos sólidos produzidos no município, segundo Camuci (2020), a prefeitura tem conhecimento apenas da quantidade de resíduos domiciliares, comerciais e públicos, sendo esta de 200 toneladas por dia.

Segundo o SNIS (2019), o serviço de coleta atende um total de 204.490 habitantes do município, sendo 203.450 referentes à população urbana, valor que representa 99,49% da população urbana.

O aterro de Dourados é considerado de Classe II – A e foi construído em dezembro de 2004, com um horizonte de projeto de 30 anos (2034).

O aterro sanitário de Dourados possui 50 hectares, com 390 metros de comprimento. Sua localização está a 15 quilômetros do perímetro urbano, próximo ao Distrito Industrial, na rodovia MS-156, km 8. A área das células utilizadas é revestida por uma manta impermeabilizante (geomembrana), e, sobre este material, há uma camada de solo compactado. Esse aterro foi construído para ser utilizado durante 30 anos, e a sua gestão é responsabilidade da Prefeitura, a qual possui um setor denominado Serviços de Coleta de Lixo (SECOL) (AYALA, 2009).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Dourados, MS (2016), o aterro possuía um total de 3 trincheiras e já havia iniciado a execução da operação da 4ª trincheira.

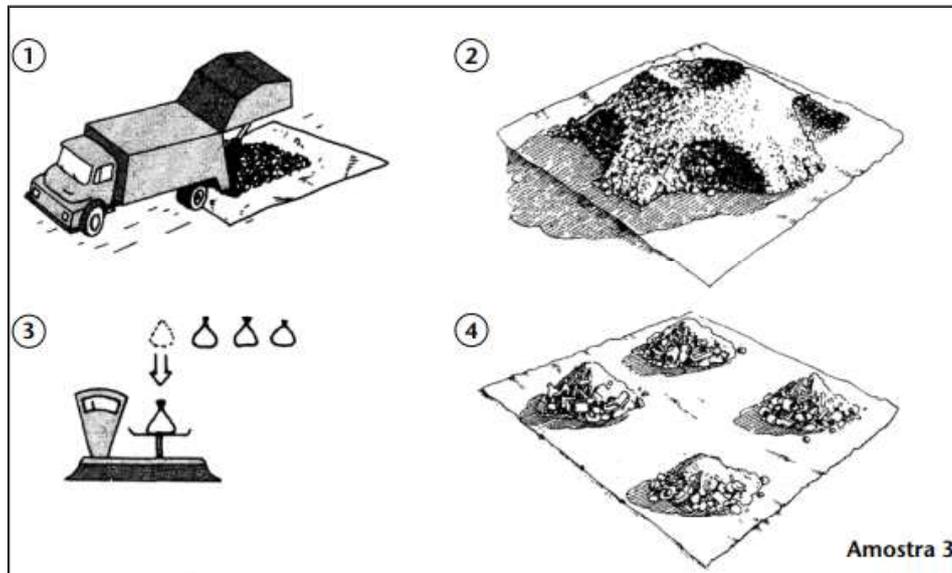
3.2 Análise Gravimétrica

As amostras de resíduo contêm a representatividade das cinco regiões de Dourados na qual foram separadas 200 litros de amostras de resíduos de cada região, nos dias 7 e 8 de setembro de 2021. As amostras foram homogeneizadas para ocorrer o processo de quarteamento, obtendo um volume de 60 litros para a realização da segregação.

A coleta das amostras sucedeu durante a visita técnica do aterro em estudo. A análise gravimétrica ocorreu conforme a norma técnica NBR 10007/2004, com o método do quarteamento. Esta técnica consiste em fazer uma análise qualitativa e quantitativa de uma determinada amostra de resíduos, avaliando composição e peso.

A Figura 3, abaixo, exemplifica o procedimento para coleta de amostras para análise da composição física (CEMPRE, 2018).

Figura 3 – Amostragem para análise da composição física



Fonte: CEMPRE (2018).

No presente estudo, as etapas para a coleta da amostra consistiram da seguinte maneira: primeiramente, ocorreu o descarregamento dos caminhões em um local coberto por lona plástica preta, a fim de evitar o contato direto do resíduo com a superfície. Nesta fase, 200 litros de amostras de cada região foram coletados de todos os vértices das pilhas, utilizando bombonas plásticas.

Consequentemente, as amostras foram dispostas novamente em um local com lona, no qual todos os sacos e as embalagens acabaram sendo rompidos e, posteriormente, homogeneizados, com auxílio de enxadas, até formarem um monte homogêneo, sendo que toda a proporção da lona ficou coberta de amostra.

Em seguida, dividiu-se a lona em quatro partes iguais. Na divisão, uma linha imaginária foi traçada dividindo o monte em quatro partes no formato de um quadrado, em que duas extremidades opostas são descartadas e outras duas são para compor uma nova amostra.

As partes não descartadas foram misturadas novamente, e o mesmo procedimento descrito foi repetido, até sobrar o volume de uma bombona de 60 litros. Os resíduos descartados foram devolvidos ao aterro, e as outras

partes foram analisadas. Os equipamentos utilizados foram: luvas, enxadas, bombonas de 60 litros e máscaras, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Coleta das amostras no aterro em estudo



Fonte: Acervo próprio.

Na etapa de segregação, os resíduos foram separados em sete categorias diferentes, sendo: matéria orgânica, plásticos, vidros, metais, papel e papelão, rejeitos e outros. Dessa forma, a triagem foi realizada separando os resíduos sólidos urbanos coletados de forma seletiva. No fim, todos os resíduos foram devolvidos ao aterro após o quarteamento e a segregação. A Figura 5 mostra a realização do quarteamento no aterro em estudo.

Figura 5 – Processo de quarteamento



Fonte: Acervo próprio.

O material segregado foi condicionado dentro de uma bombona de 60 litros; então, esta foi pesada e disposta em outra área, com lona, para

segregação dos resíduos. Após a segregação, foram coletados os pesos de cada tipo de resíduos para compor a análise gravimétrica, determinando, assim, o percentual da massa das frações relacionadas ao montante total, ou seja, a gravimetria.

A análise das amostras coletadas consistiu na separação dos resíduos de acordo com sua categoria, seguindo a classificação descrita na Tabela 1. O peso total da amostra foi de 51 kg.

Tabela 1 – Classificação dos Resíduos Sólidos

Matéria Orgânica	Restos de alimentos, galhadas, folhas.
Plástico	Sacos, embalagens, recipientes de produtos de limpeza, utensílios de cozinha.
Papel e papelão	Revistas, jornais, cartões, cadernos, livros, papel, caixas.
Vidros	Garrafas, copos, embalagens de produtos de limpeza, higiene pessoal e produtos alimentícios.
Metais	Latas de bebidas.
Rejeito	Papel higiênico, fraudas, guardanapos.
Outros	Roupas, calçados, papéis laminados.

Fonte: Elaborada pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados obtidos, observa-se que a maior parcela dos resíduos depositados no aterro sanitário é proveniente da matéria orgânica (53,1%), seguida de plásticos (16,8%), papel/papelão (8,8%) e rejeitos (8,2%). A Tabela 2 mostra o resultado da gravimetria do aterro em estudo.

Tabela 2 – Composição gravimétrica dos resíduos no aterro de estudo

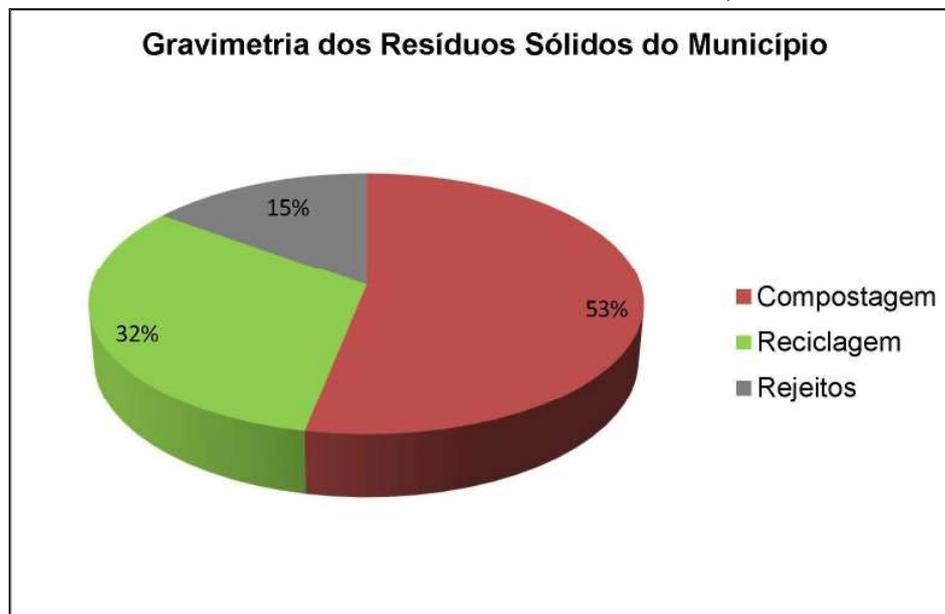
Categorias	Peso (kg)	Porcentagem (%)
Matéria Orgânica	27,1	53,1
Plástico	8,6	16,8
Papel e Papelão	4,5	8,8
Rejeito	4,2	8,2
Outros	3,3	6,4

Categorias	Peso (kg)	Porcentagem (%)
Metais	1,8	3,5
Vidro	1,5	2,9
Total	51	100,0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na fração dos resíduos estudados, foi verificado que 85,1% podem ser encaminhados para reutilização, sendo 53,1% para compostagem e 32% para reciclagem/reaproveitamento provenientes de metais, vidro, plástico, papel e papelão. Percebe-se, assim, que há uma grande porção de resíduos que podem conter potencial para reciclagem e/ou compostagem sendo depositados no aterro sanitário, conforme o gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 – Gravimetria dos Resíduos Sólidos do Município

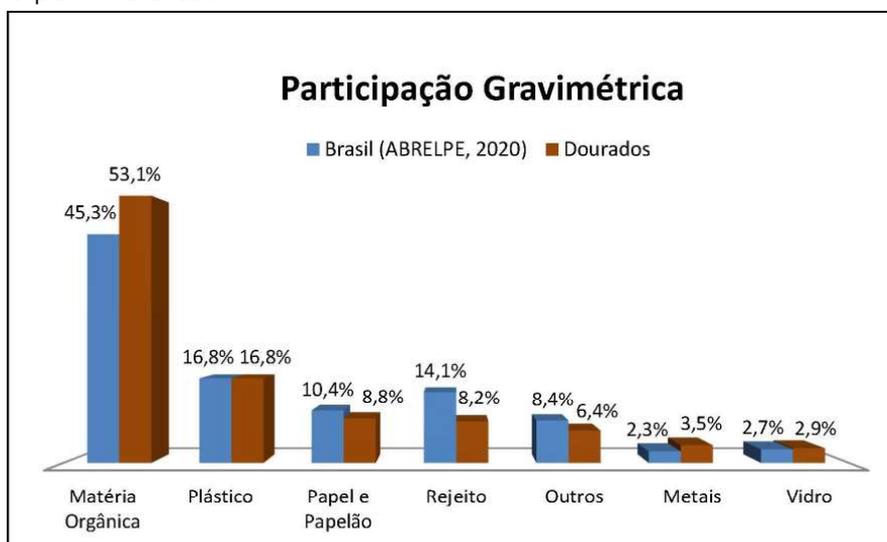


Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses dados reforçam a necessidade de uma maior solicitação da coleta seletiva, que, além de gerar atividades econômicas para o município, também aumenta a vida útil do aterro, com a diminuição de disposição de resíduos.

Conforme a Abrelpe (2020), o estudo divulgado confere informações suficientes para a determinação de uma composição média nacional de gravimetria dos RSU. A gravimetria nacional foi estimada com base na média ponderada a partir da geração total de RSU por faixa de renda dos municípios e suas respectivas gravimetrias, levando-se em consideração a população e geração *per capita*. O gráfico 2 apresenta uma comparação entre os dados deste trabalho e as médias dos resíduos sólidos no Brasil.

Gráfico 2 – Distribuição dos resíduos de Dourados comparados com o perfil no Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resíduos sólidos do município apresentaram valores acima da média nacional, nos seguintes componentes: matéria orgânica, metais e vidro. O restante apresentou índices abaixo da média nacional. Observa-se que a fração "outros" se consideraram materiais como têxteis, couros, borracha e embalagens multicamadas, com o intuito de realizar a comparação com a participação gravimétrica nacional.

Ainda, a Abrelpe (2020) apresenta outros dados relevantes, como o descarte anual de 170 kg de matéria orgânica por pessoa e os 13,35 milhões de toneladas de plásticos descartados no ano de 2020.

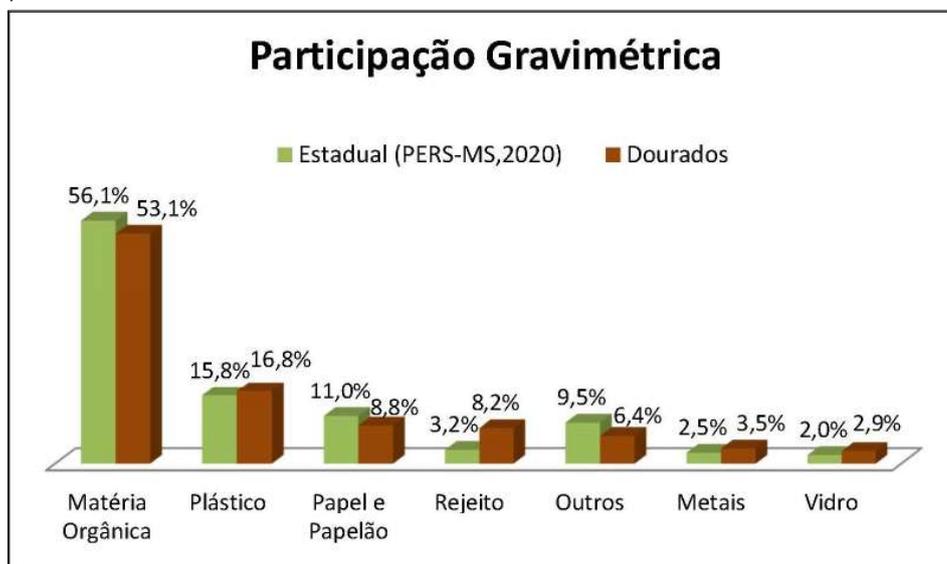
De acordo com o último Plano Municipal de Saneamento Básico (2018) do município, o serviço de coleta atende um total de 213.006 habitantes de Dourados, dos quais 198.631 são referentes à população urbana, valor que representa 92,18% da população total de Dourados e 99,83% da população urbana, sendo a geração *per capita* e resíduos domiciliares na ordem de 1,1881 kg/hab./dia. Em comparação, o SNIS (2019) publicou que as massas de resíduos domiciliares e públicos coletados geram, em média, um *per capita* brasileiro na ordem de 0,99 kg/hab./dia.

Lima *et al.* (2018) também fizeram estudos de gravimetria que resultaram nos seguintes dados: 72,94% dos resíduos estão sendo depositados no aterro sanitário mesmo tendo potencial para reciclagem, de 28,05%, e para compostagem, de 44,89%. Eles mostram que, em vários municípios e cidades do Brasil, estão se obtendo um grande nível de matéria orgânica e resíduos que poderiam ser para reciclagem ou compostagem, gerando emprego e economia para catadores e sendo ambientalmente correto, mas, em vez disso, estão sendo exonerados em valas, ocupando uma porção de espaço do aterro e diminuindo sua vida útil, assim como mostrado neste estudo do aterro municipal de Dourados.

Conforme Menezes *et al.* (2019), em seu estudo de gravimetria realizado em Juiz de Fora, MG, o maior percentual encontrado na caracterização dos RSU foi o de orgânicos, compostos, principalmente, de restos de comida e poda (43,81%), e a fração de recicláveis, compostos de plástico, papel, metal e vidro (31,74%), do total de resíduos amostrados no município.

Outro dado relevante de comparação para este estudo é o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Mato Grosso do Sul (PERS-MS), publicado em 2020, em que a composição gravimétrica estimada do Estado de Mato Grosso do Sul tem também uma grande porcentagem de matéria orgânica, sendo em torno de 56,08%, seguida de plásticos, 15,79%, e papel e papelão, com 11,00%. O gráfico 3, abaixo, mostra as composições gravimétricas do Estado e do aterro em estudo.

Gráfico 3 – Distribuição dos resíduos de Dourados comparada com a do perfil estadual

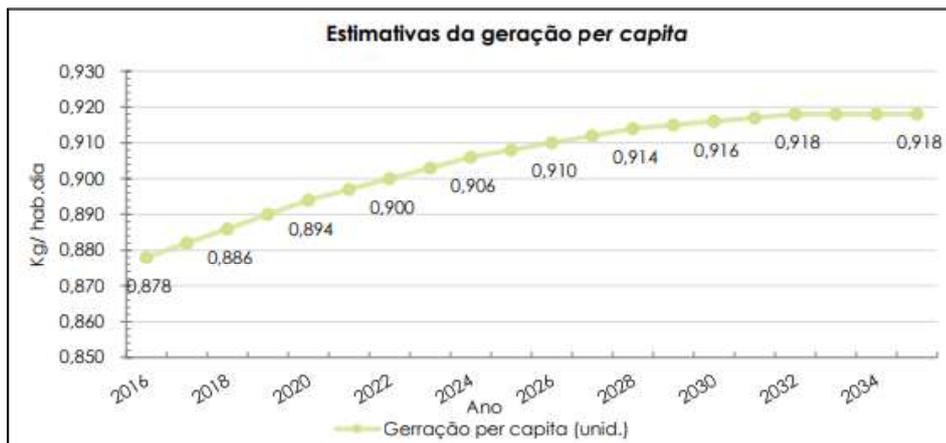


Fonte: Elaborado pelos autores.

Além da gravimetria, a geração *per capita* é um importante atributo no momento de analisar as características físicas dos RSU. Sua importância se deve à computação da quantidade de resíduos gerada em relação ao número de habitantes, geralmente para valores diários (MELO, 2015). A média nacional da geração *per capita*, no último SNIS, foi de 0,99 (kg/hab./dia) (SNIS 2019).

No Estado de Mato Grosso do Sul, foi determinada a geração *per capita* média de, aproximadamente, 0,72 (kg/hab./dia); em contrapartida, Dourados teve 0,99 de geração total *per capita* (kg/hab./dia), um valor acima da média estadual, porém dentro da média nacional (PERS, 2020). O gráfico 4 abaixo, mostra a projeção da geração *per capita* para o Estado feito pelo SEMAGRO, mostrando que há possibilidade do aumento nos próximos anos.

Gráfico 4 – Geração *per capita* (kg./hab./dia) adotada para a projeção de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços no Estado de Mato Grosso do Sul



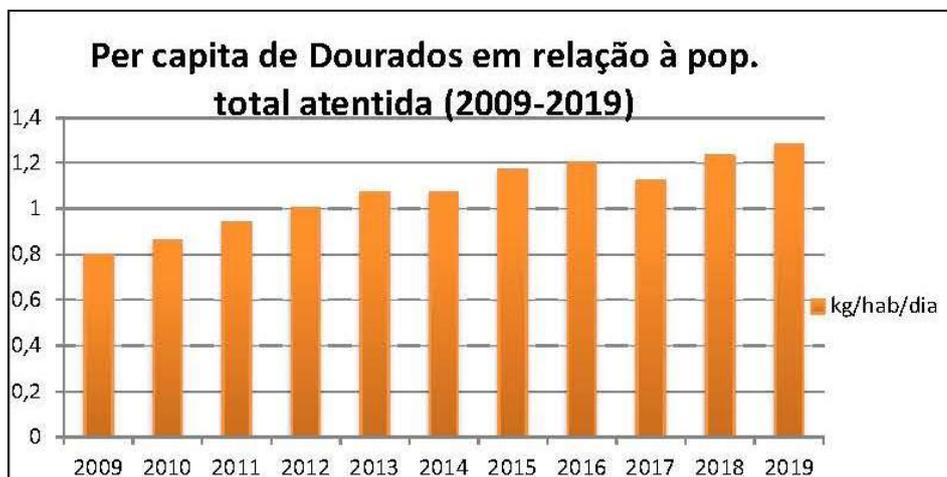
Fonte: SEMAGRO (2020).

O município de Dourados tem uma quantidade total de RSU de 180,00 (t/dia). Entre os principais geradores de material a ser aterrado durante o horizonte temporal do PERS-MS (2016 a 2035), o município está com 1.281,724 toneladas (PERS, 2020).

De acordo com o SNIS (2012), a quantidade de resíduos domiciliares e públicos recebidos no aterro de Dourados, no ano de 2010, foi de 59.811 toneladas. No ano de 2019, o município recebeu 95.363 toneladas (SNIS, 2019), obtendo uma variação porcentual de aproximadamente 59%, entre os anos de 2010 e 2019.

O gráfico 5, abaixo, foi elaborada utilizando os dados do SNIS para fazer um gráfico que compara as concentrações *per capita* dos resíduos ao longo do tempo, em Dourados, dos anos 2009 a 2019.

Gráfico 5 – Massa [RDO+RPU] coletada *per capita* em relação à população total atendida de Dourados, nos anos de 2009 a 2019



Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando com a média nacional de 2019, de 0,99 (kg/hab./dia), e a estadual, de 0,72 kg/hab./dia, percebe-se que o município de Dourados tem uma obtenção *per capita* especialmente alta a partir do ano de 2012, quando começa a passar de 1 kg/hab./dia.

Ainda de acordo com o SNIS (2019), a partir da média nacional, estimou-se que foram coletadas 65,11 milhões de toneladas por ano ou 178,4 mil toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos nos municípios brasileiros. Enquanto isso, a massa coletada de resíduos recicláveis foi de apenas 13,5 kg/hab./ano, equivalente a 1,6 milhão de toneladas coletada seletivamente.

Assim, para cada 10 kg de resíduos disponibilizados para a coleta, apenas 374 gramas são coletadas de forma seletiva. A estimativa da geração diária de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviço, em Mato Grosso do Sul, foi de 1.892,82 toneladas, sendo 9,51% da geração diária desses resíduos proveniente do município de Dourados (PERS, 2020).

Dourados possui apenas uma associação/cooperativa de catadores de materiais recicláveis, que é a Associação dos Agentes Ecológicos de Dourados (AGECOLD) (SEMAGRO, 2020). E, no ano de 2019, de acordo com o SNIS, o município teve 812,2 toneladas de quantidade recolhida de

coleta seletiva, atendendo um total de 60.000 habitantes, ou seja, 27% da população total douradense.

Apesar de haver várias alternativas para a redução de matéria orgânica nos resíduos sólidos antes de esses chegarem ao aterro sanitário, existem algumas barreiras a serem enfrentadas nas esferas econômicas.

No estudo de Paiva (2018), em que se avaliou a viabilidade da implantação de uma usina de triagem e compostagem (UTC), é citado que um dos maiores desafios é a dificuldade da venda dos recicláveis em cobrir os investimentos nas construções das unidades com despesas operacionais. A autora também relata que se deve estruturar a comunidade com equipes que apresentem o programa de coleta seletiva e a importância ambiental de separar os resíduos sólidos gerados.

Outras dificuldades relatadas na implantação de uma usina de reciclagem/compostagem são: o alto custo do preço da coleta; custos da infraestrutura e da área para a construção do galpão que comportará a triagem e a compostagem dos resíduos sólidos coletados; e a falta de mercado dos materiais recicláveis no município em questão, que não cobrem economicamente os custos citados anteriormente, tornando a proposta completamente inviável (ATHAYDE; NOBREGA; ONOFRE, 2009). Portanto, trata-se de uma adversidade complexa, que requer a participação de diversos setores da sociedade (instituições públicas e privadas), juntamente à ajuda da sensibilização dos habitantes da região.

Sobre compostagem e matéria orgânica, especificadamente, existem estratégias essenciais para potencializar sua utilização, que são os estímulos à adubação orgânica; a integração com sistemas agrícolas urbanos, periurbanos e rurais; e, claro, fortalecer e proteger as atividades que desviem resíduos orgânicos da disposição final e os direcionem para agroecossistemas. Por fim, ainda, promover programas de compostagem com parceiros das esferas públicas e criar mecanismos que incentivem a adequação dos sistemas de compostagem nos planos municipais (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Quanto à problemática do vidro, ela está atrelada a diversas variáveis: os cacos de vidros, para serem utilizados novamente na indústria, não podem apresentar contaminantes; os vidros utilizados em embalagens precisam passar por uma triagem de separação de cor; os catadores priorizam outros

produtos, devido às condições de trabalho e segurança não adequadas. O vidro é um material cortante e necessita-se de Equipamento de Proteção Individual (EPIs), e muitos desses agentes não os têm. Além disso, o preço da venda do vidro não é atrativo e não possui um nicho de mercado financeiro estável (SOARES, 2018).

O crescimento dessas alternativas, como reciclagem, usinas de triagem e compostagem (UTCs), entre outros, depende da conscientização de todos os agentes. A educação ambiental tem um papel fundamental na organização de cada cidadão para o maior entendimento dos potenciais da reciclagem, além do maior foco e investimento das prefeituras e nos programas de coleta seletiva e consumo consciente (CANES; LHAMBY; NUNES, 2013).

Existem políticas públicas de incentivo à reciclagem ao redor do mundo, especialmente na Europa, a partir da inserção da Economia Circular. A Economia Circular é considerada um sistema regenerador, que tenta otimizar o uso de recursos desde a concepção dos produtos até sua disposição final, permitindo, assim, novos modelos dentro da cadeia econômica que promovam a reciclagem e a reutilização. Países pioneiros nessa economia foram: Alemanha, Japão e China (SILVA; CAPANEMA, 2019).

A Alemanha é um exemplo, em que, atualmente, cerca de 14% da matéria-prima usada é proveniente do tratamento de resíduos. Este fato só foi possível devido ao histórico do país com políticas públicas de enfrentamento à crise dos resíduos, com programas como o *Circular Economy Act* e o *Closed Substance Cycle and Waste Management Act*, que incluíram o princípio do poluidor pagador e a responsabilidade compartilhada entre o poder público e os agentes privados, bem como a obrigação de retorno das embalagens vazias para reciclagem (FRICKE *et al.*, 2015).

O setor de resíduos do governo alemão chegou a um nível em que a gestão de resíduos se tornou um setor econômico relevante, em que mais de 270 mil pessoas e 11 mil empresas movimentam cerca de € 70 bilhões anualmente. Como resultado, o país tem um alto índice de reciclagem: 67% do lixo doméstico, 70% dos resíduos industriais e comerciais e quase 90% de resíduos da construção civil (SILVA; CAPANEMA, 2019). A Alemanha também se destaca na reciclagem, no setor de embalagens de vidro, devido a grandiosas execuções da Logística Reversa no país (SOARES, 2018).

A Suécia é outro exemplo bem-sucedido de gestão de resíduos. Segundo *Avfall Sverige* (2018), um terço do volume de lixo doméstico produzido foi destinado à reciclagem no ano de 2017. Além disso, apenas 0,5% é encaminhado aos aterros sanitários, pois o país utiliza 50% dos resíduos domésticos para o aproveitamento energético e 16% para a compostagem. Como resultado, a Suécia, atualmente, consegue importar lixo dos países europeus para incineração, visando à recuperação energética (SILVA; CAPANEMA, 2019).

Como se pode perceber, não apenas no município de Dourados, mas em vários municípios do país existe a mesma problemática com o excesso de envio de resíduos recicláveis para os aterros sanitários. No Brasil, há muito a se fazer, e, recentemente, com o Novo Marco do Saneamento, que conta com a implementação da Taxa de Lixo, a situação do país tem potencial para melhorar. A taxa promove a cobrança pelo manejo de RSU e tem como objetivo apoiar e melhorar as condições financeiras dos municípios brasileiros na prestação desses serviços. Porém, o obstáculo será de os gestores municipais analisarem as especificidades territoriais e do serviço de limpeza urbana para uma avaliação das despesas e receitas de todo o ciclo dos resíduos do município.

Observam-se como desafios, já que a coleta e o acondicionamento estão adequados no município, a implementação da cobrança nos termos do novo marco do saneamento, a coleta seletiva, a reciclagem e a compostagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu verificar que, seguindo a tendência nacional e estadual, as frações majoritárias de resíduos em Dourados foram os orgânicos e recicláveis, representando, respectivamente, 53,1% e 16,8% do total de resíduos amostrados no município. Os elevados percentuais indicam necessidade de uma eficiente gestão que possibilite o aproveitamento comercial das frações recicláveis, bem como da fração orgânica para a produção de composto orgânico.

A certificação de um resultado favorável para o gerenciamento de resíduos sólidos nas esferas municipais depende, principalmente, do

conhecimento das suas características físicas, sua composição e quantidade, ou seja, a realização de um estudo gravimétrico. A partir desses estudos, é possível garantir destinação ambientalmente adequada, de acordo com os tipos e as quantidades de resíduos existentes.

Por último, recomenda-se a continuidade de novos estudos gravimétricos e outros tópicos, como a determinação de parâmetros como geração *per capita* nas diferentes classes sociais, potencial de reciclagem, teor de umidade dos resíduos e outros aspectos físicos e econômicos, a fim de atribuir para a melhoria das estratégias e ações em programas de gestão dos RSU do município.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Núcleo Ambiental do Ministério Público Estadual pelo financiamento das atividades celebradas no Termo de Convênio UEMS/MPMS n. 1076/2020. Agradecem ainda a empresa Financial pelo acesso e suporte técnico nas atividades realizadas no Aterro Municipal de Dourados/MS.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*: 2020. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020>. Acesso em: 30 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. *NBR 10004*: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ATHAYDE, J. G. B.; NOBREGA, C. C.; ONOFRE, F. L. Usina de reciclagem para resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso da viabilidade econômica para bairros de classe média da cidade de João Pessoa-PB. *In*: SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUOS, 2., 2009, Barranquilla. *Anais* [...]. Barranquilla: Universidad del Norte, 2009.

AVFALL SVERIGE. Waste quantities 2018. *AVFALL SVERIGE* [online], Malmö, 2018. Disponível em: <https://www.avfallsverige.se/in-english/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

AYALA, L. C. M. *A descrição dos resíduos sólidos em Dourados/MS*. 2009. TCC

(Graduação em Administração) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2009.

BORSATO, V. M. *Análise de viabilidade técnica-econômica-financeira da implantação de um empreendimento de compostagem de resíduos orgânicos a ser instalado na cidade de Ponta Grossa*. 2015. 121 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional [MDR]. Secretaria Nacional de Saneamento [SNS]. *Sistema nacional de informações sobre saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2019*. Brasília, DF: SNS; MDR, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional [MDR]. Secretaria Nacional de Saneamento [SNS]. *Sistema nacional de informações sobre saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2010*. Brasília, DF: SNS; MDR, 2012.

BRASIL. *Lei Federal n. 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República; Casa Civil; Subchefia para Assuntos Jurídicos, ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 31 out. 2021.

CAMUCI, M. *Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos urbanos e dos programas de coleta seletiva de recicláveis existentes nos municípios com área na Bacia do Rio Ivinhema – MS*. 2020. 165 p. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2020.

CANES, S. E. P.; LHAMBY, A. R.; NUNES, A. S. *A implantação da coleta seletiva: uma estratégia de educação ambiental em um município do Rio Grande do Sul/RS*. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, Santa Maria, v. 8, 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM [CEMPRE]. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

DOURADOS. Prefeitura Municipal de Dourados. *Prefeitura Municipal de Dourados [online]*, 2021. Disponível em: <https://www.dourados.ms.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FERLA, F. *Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos avaliando o potencial para compostagem e reciclagem no município de Garibaldi/RS*. 2016. 94

f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental)- Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2016.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. F. *Documentos 138*: o clima da região de Dourados, MS. 3. ed. Dourados: Embrapa Agropecuário Oeste, 2017.

FRICKE, K.; PEREIRA, C.; LEITE, A.; BAGNATI, M. *Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos*: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015.

GROEN ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. *Plano Municipal de Saneamento Básico Dourados* - MS. Volume 5 - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos. Campo Grande: GROEN, 2018. Disponível em: https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/VOLUME-05-SISTEMA_DE_LIMPEZA-URBANA_E_MANEJO_DE_RES%8DDUOS_S%C3%93LIDOS.pdf. Acesso em: 30 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Estatísticas. *IBGE* [online], Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estadoestatisticas.html?t=destaques&c=5003702>. Acesso em: 30 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Panorama. *IBGE* [online], Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama>. Acesso em: 30 out. 2021.

LIMA, P. G.; DESTRO, G. E.; BRAGA JUNIOR, S. S.; FORTI, J. C. Gravimetric analysis of urban solid waste from a sanitary landfill. *Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas*, Tupã, v. 12, n. 4, p. 410-26, 2018.

LIMA, P. G.; TAMARINDO, U. G. F.; FORTI, J. C.; JUNIOR, S. B. Avaliação de um aterro sanitário por meio do índice de qualidade de resíduos sólidos. *Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas*, Tupã, v. 11, n. 1, p. 88-106, 2017.

MELO, F. H. F. A. *Caracterização e estudo do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em um consórcio municipal do estado de Pernambuco*. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)- Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2015.

MENEZES, R. O. *et al.* Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 271-82, 2019.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL [MDR]; SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO [SNIS]. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. *SNIS.gov* [online], Brasília, DF, 2020.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* *Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM; Secretaria Especial do Desenvolvimento Urbano da Presidência da República [SEDU], 2001.

NOGUEIRA, I. A. *Recuperação de lixões: proposta de metodologia de apoio à tomada de decisão*. 2015. 93 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

PAIVA, B. G. *Estudo de viabilidade de sistemas de triagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos do município de Ouro Preto - MG*. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

REZENDE, J. H. *et al.* Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, mar. 2013.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR [SEMAGRO]. *Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Mato Grosso do Sul* (PERS). Campo Grande: SEMAGRO, 2020.

SEIBERT, A. L. *A importância da gestão de resíduos sólidos urbanos para a população em geral*. 2013. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

SILVA, V. P. M.; CAPANEMA, L. X. L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153-200, set. 2019.

SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil). *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 18, n. 4, oct./dez. 2015.

SOARES, T. F. *Reciclagem do vidro para embalagens de alimentos e bebidas como etapa do Sistema de Gestão Ambiental*. 2018. 40 f. TCC (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

