Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão de Resíduos
Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos

Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Estado de Minas Gerais

- Composição gravimétrica -

Análise das respostas ao Ofício nº 003/2015

Volume II

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão de Resíduos
Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos

Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Estado de Minas Gerais

Análise das respostas ao

Ofício nº 003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Volume II – Composição gravimétrica

Belo Horizonte

2017

© Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais
Fernando Damata Pimentel – Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD
Jairo José Isaac – Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam
Rodrigo de Melo Teixeira –
Presidente

Diretoria de Gestão de Resíduos – DGER
Renato Teixeira Brandão – Diretor

Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos – GERUB
Denise Marília Bruschi – Gerente

Coordenação:
Júlia Nunes Costa Gomes, Analista Ambiental – Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Fabiana Lúcia Costa Santos, Analista Ambiental – Engenheira Civil, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Elaboração:
Ana Carolina Rocha Torres, Estagiária – Engenharia Ambiental

Gabriel Macedo Simões, Estagiário – Engenharia Química

Júlia Nunes Costa Gomes, Analista Ambiental – Engenheira Ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Noara Abrantes de Meireles, Estagiária – Engenharia Ambiental

Pedro Henrique do Valle Aguiar, Estagiário – Engenharia Ambiental

Equipe de Apoio:
Edwan Fernandes Fioravante, Analista Ambiental, Estatístico, Mestre em Ciência da Computação, Doutor em Demografia – Assessoria do Gabinete da Presidência Feam

F981c Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Estado de Minas Gerais / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: Feam, 2017.
25 p.

Conteúdo: volume II – Composição gravimétrica.

Análise das respostas ao Ofício nº 003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA.

.

Sumário

1. Introdução 1
2. Metodologia 2
2.1. Coleta de dados 2
2.2. Tratamento dos dados 3
2.3. Análise dos dados 4
3. Resultados e discussões 6
3.1. Tratamento dos dados 6
3.2. Composição gravimétrica de diferentes situações socioeconômicas 6
3.1. Composição gravimétrica por faixa populacional dos municípios mineiros 8
3.2. Composição gravimétrica representativa do estado de Minas Gerais 11
4. Conclusões 12
5. Apêndice 13
Apêndice A – Ofício nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA 13
6. Bibliografia Consultada 15

Apresentação

Este relatório apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do Estado de Minas Gerais. A base de dados para elaboração deste documento são as respostas ao Ofício Circular nº 003/15 GERUB.FEAM.SISEMA, enviado pela Feam aos 853 municípios no dia 03 de Fevereiro de 2015. O referido Ofício convocou todos os municípios mineiros a determinarem, por meio de metodologia padronizada, a composição gravimétrica, geração per capita e peso específico de seus resíduos sólidos urbanos. Além disso, o referido ofício requisitava os dados do responsável técnico pela gestão dos RSU no município.

Dos 853 municípios do Estado somente 353 (41%) enviaram respostas à Feam, mesmo que incompleta, ou seja, 500 municípios (59%) não responderam ao Ofício. O número de respostas que puderam ser aproveitadas na apuração da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos foi de apenas 170 municípios (20% - mesmos municípios estudados no Volume I – Geração Per-capita). A baixa adesão de respostas completas por parte dos municípios, bem como a baixa qualidade dos dados, refletem as dificuldades que afligem o estado mineiro, assim como o país, no tocante à gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Neste trabalho, procurou-se também avaliar o percentual de municípios cadastrados no ICMS Ecológico que enviaram respostas ao Ofício. Uma vez que este grupo de municípios envia informações regularmente para FEAM, esperava-se grande adesão destes. Este Volume II trata apenas dos resultados de composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos. O Volume I tratou da avaliação dos resultados de geração per-capita, que também refletem a carência de conhecimento que os municípios têm sobre os seus resíduos. Outras discussões também foram feitas a partir das respostas de composição gravimétrica, como podem ser observadas ao longo deste documento.

1. Introdução

O estudo gravimétrico, composto por composição gravimétrica, geração per capita e peso específico dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de um município é um processo que busca identificar características dos RSU para a adequada gestão e gerenciamento de RSU deste município. Destes três itens que compõe o estudo gravimétrico, a composição gravimétrica é sem dúvida a etapa mais trabalhosa, entretanto, os dados obtidos permitem um planejamento do gerenciamento dos resíduos voltado para as diretrizes da Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS): não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A legislação sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos evolui gradativamente para cada vez mais promover a mitigação de impactos ambientais e sociais decorrentes da disposição final de resíduos sólidos urbanos. Houve um tempo no qual se comemorava a melhoria dos níveis de aterramento de resíduos sólidos urbanos, porque esta atitude já implicava em significativas reduções nos impactos ambientais e sociais associados à disposição a céu aberto. Embora este tipo de disposição ainda seja expressivo em Minas e no Brasil, a legislação sobre o tema continua a avançar. Após a PNRS, dispor os resíduos em aterros sanitários não é suficiente para cumprir a legislação de forma satisfatória. As diretrizes da PNRS já instituem a necessidade de um conhecimento maior sobre o resíduo gerado e uma solução diferenciada por tipo de resíduo e por suas alternativas em detrimento à disposição final. E no caso do estado de Minas Gerais, há regramento alinhado com a PNRS, embora seja publicação anterior: a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Instituída pela Lei Estadual n° 18.031/2009, a PERS, em seu Art. 6°, define como seus princípios: não-geração; prevenção da geração; redução da geração; reutilização e o reaproveitamento; reciclagem; tratamento; destinação final ambientalmente adequada, e; valorização dos resíduos sólidos.

A composição gravimétrica permite estimar qual a quantidade gerada de cada tipo de resíduo em determinado período de tempo. Os hábitos de vida da população geradora e a época do ano (férias escolares, datas festivas, entre outros) provocam variações significativas na composição. De posse destas informações é possível planejar a demanda de estrutura física para manejo dos resíduos, bem como a demanda de pessoal e de recursos financeiros. E ainda, verificar a viabilidade de beneficiamento, reuso ou comercialização destes materiais em busca do estabelecimento da sustentabilidade financeira da gestão de RSU de seu município. Portanto, se os gestores municipais não conhecem as características do resíduo gerado em seu território, dificilmente soluções apropriadas poderão ser implantadas. Sabe-se da escassez do dinheiro público, logo, seus gastos devem ser eficazes e eficientes, atendendo a demanda do gerenciamento dos resíduos sólidos na medida certa.

Além do planejamento, a composição gravimétrica é um instrumento que permite o monitoramento do gerenciamento do RSU. Executando a composição gravimétrica com maior frequência e em épocas do ano pré-determinadas, o gestor municipal consegue acompanhar o comportamento da população em relação à variação na geração do resíduo em quantidade e qualidade. Quando o município realiza alguma

campanha na redução de geração de algum tipo de resíduo, por exemplo, é possível monitorar se a redução está ocorrendo e em qual velocidade, por meio da composição gravimétrica.

O objetivo deste trabalho foi estimar a composição gravimétrica de RSU do estado de Minas Gerais com base em estudos realizados pelo próprio município e entender a variação da composição gravimétrica de acordo com as diferenças populacionais.

2. Metodologia

Este capítulo trata das principais etapas de coleta, tratamento e análise dos dados de composição gravimétrica obtidos por meio do Ofício Circular nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA.

2.1. Coleta de dados

Em fevereiro de 2015 foi enviado a todos os municípios mineiros o Ofício Circular nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA (Apêndice A) para realização do estudo gravimétrico em todos os municípios do Estado. Foram disponibilizados no site da FEAM uma metodologia padrão, um modelo de relatório fotográfico e uma planilha de dados que deveriam ser seguidos por todos os responsáveis pelos estudos. Os municípios tinham prazo até 02 de abril de 2015 para realizar o cadastro de seu responsável técnico pela gestão de RSU e até 1° de setembro do mesmo ano para enviar planilha com dados da composição gravimétrica, geração per capita e peso específico dos resíduos de seu município, bem como o relatório fotográfico da realização deste estudo.

Os dados dos municípios que responderam o Ofício foram contabilizados e apenas os que enviaram dados de gravimetria do ano de 2015 (outros anos não foram considerados) e de geração per capita foram considerados, para que ambos os estudos fossem realizados a partir de uma mesma base de dados.

No tocante às informações de municípios que recebem ICMS Ecológico critério meio ambiente, subcritério saneamento ambiental, foram considerados os municípios cadastrados até o 4º trimestre de 2015.

A coleta de dados da composição gravimétrica foi dividida em 15 categorias, de acordo com a **Tabela *1***.

Tabela 1: Categorias e exemplos de resíduos da composição gravimétrica solicitada pelo Ofício Circular nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Categoria	Exemplos
Resto de comida	Restos alimentares, cascas de legumes e frutas
Poda	Flores, podas de árvores, grama
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de ráfia
Papel e papelão	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas, embalagens longa vida

Tabela 1: Categorias e exemplos de resíduos da composição gravimétrica solicitada pelo Ofício Circular nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Categoria	Exemplos
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
Pedra, terra, louça e cerâmica	Vasos de flores, pratos, xícaras, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas
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
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gases e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêlos, 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

2.2. Tratamento dos dados

Os municípios foram agrupados de acordo com suas respostas (Tabela 2) e foram considerados os agrupamentos de 3 a 6.

No que tange a análise da composição gravimétrica, em relação ao peso da amostra, embora a metodologia indicasse analisar uma massa de 200 kg de resíduos, foram recebidos, em sua maioria, valores inferiores a 200 kg por amostra. Por esta razão, não foram considerados os dados cuja amostra tinha massa inferior a 65,918 kg, sendo este número obtido pelo percentil 10 de todas amostras dos municípios que enviaram gravimetria e geração per capita. As amostras de peso superiores a 200 kg foram consideradas, mesmo sendo possíveis *outliers*, pela possibilidade de se obter amostras mais representativas do RSU do município.

No tocante aos dados de composição gravimétrica, não foi realizada nenhuma remoção de dados, pelo entendimento de que cada município possui uma

característica própria na geração de resíduos. Neste primeiro estudo, não há como distinguir se os valores extremos de fato representam a realidade do município, ou se se trata de erro nos procedimentos do estudo gravimétrica.

Melhor detalhamento da definição do grupo de 170 municípios considerados para este estudo pode ser verificado no Volume I – Geração per-capita.

Tabela 2: Agrupamentos dos municípios de acordo com integralidade ou parcialidade das respostas ao Ofício Circular nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Agrupamento	Enviaram resposta	Responsável Técnico e/ou ART	Planilha com dados quantitativos de RSU	Relatório Fotográfico
Agrupamento[1] 1	não	-	-	-
Agrupamento[2] 2	sim	sim	não	não
Agrupamento[3] 3	sim	sim	sim	não
Agrupamento[4] 4	sim	sim	sim	sim
Agrupamento[5] 5	sim	não	sim	sim
Agrupamento[6] 6	sim	não	sim	não

Nota: [1]Municípios que não encaminharam respostas para a GERUB ou encaminharam documentos que não respondem ao referido Ofício;[2]Municípios que encaminharam apenas ART e/ou cadastro de responsável técnico;[3]Municípios que encaminharam apenas ART e/ou cadastro de responsável técnico e planilha com dados de gravimetria, geração per capita e/ou peso específico;[4]Municípios que encaminharam todos os documentos solicitados – ART e/ou cadastro de responsável técnico, planilha com dados de gravimetria, geração per capita e/ou peso específico e relatório fotográfico;[5]Municípios que enviaram apenas a planilha com dados de gravimetria, geração per capita e/ou peso específico e relatório fotográfico;[6]Municípios que enviaram apenas a planilha com dados de gravimetria, geração per capita e/ou peso específico.

2.3. Análise dos dados

Após a eliminação dos dados de composição gravimétrica por problemas relacionados, entre outros, ao baixo peso (kg) das amostras estudadas, foi realizada uma estatística descritiva dos dados em porcentagem.

De acordo com a metodologia disponibilizada pela Feam, os dados deveriam estar distribuídos entre 15 categorias de resíduos (Tabela 1), entretanto, a análise dos dados ocorreu com estes dados categorizados e de forma agrupada por potencial de destinação e disposição final: compostáveis, recicláveis, reaproveitáveis e rejeitos (**Tabela *3***). O agrupamento denominado “reaproveitáveis” engloba o potencial de co-processamento e logística reversa.

Uma primeira análise diferencia os dados por população geradora (bairros de baixo poder aquisitivo, bairros de médio/alto poder aquisitivo e bairros tipicamente comerciais).

Por outro lado, buscou-se avaliar a diferença na composição gravimétrica em relação ao tamanho da população do município.

Outro resultado buscado foi um valor que representasse a composição gravimétrica do Estado de Minas Gerais, sem considerar a distinção por população geradora

Para cada análise, os dados brutos foram trabalhados de forma diferente.

Tabela 3: Agrupamento das categorias de resíduos por potencial de destinação e disposição final

Potencial de destinação e disposição final	Categoria	Potencial de destinação e disposição final	Categoria
Compostáveis	Resto de comida	Reaproveitáveis	Pedra, terra, louça e cerâmica
	Poda		Madeira
Recicláveis	Plástico		Couro e borracha
	Papel e papelão		Têxtil
	Vidro		Contaminante químico
	Metal ferroso		Equipamento eletroeletrônico
	Metal não-ferroso	Rejeitos	Contaminante biológico
			Diversos

Ressaltamos que os dados não foram obtidos de forma aleatória e as discussões são pautadas considerando que os resultados obtidos são uma aproximação do real. Para fins de entendimento da representação destes dados, foram calculadas as porcentagens de municípios colaboradores de acordo com a faixa populacional, bem como foi elaborado um mapa que explora a distribuição espacial dos municípios cujos dados foram utilizados, conforme esclarecido no Volume I – Geração per-capita.

3. Resultados e discussões

Este capítulo apresenta os resultados obtidos em cada etapa metodológica, bem como detalhes do desenvolvimento da metodologia para facilitar o entendimento do resultado final.

3.1. Tratamento dos dados

Os detalhes da seleção dos 170 municípios pelos parâmetros peso da amostra e geração per capita estão descritos no Volume I – Geração per capita. A escolha de realizar a eliminação pelos valores extremos pelos dados de geração per capita e não pela composição gravimétrica se deve ao fato de o primeiro ser um único valor por estrato, ao passo que o segundo é um conjunto de valores.

A variação dos dados de composição gravimétrica, que serão apresentados no itens seguintes, podem reforçar que a geração de resíduos varia de acordo com os hábitos da população, entretanto, neste estudo, as questões de hábitos das populações não foram aprofundadas. Por outro lado, esta variação também pode indicar que houveram erros ao longo da execução dos procedimentos da composição gravimétrica, seja na coleta, triagem ou pesagem.

3.2. Composição gravimétrica de diferentes situações socioeconômicas

O entendimento de poder aquisitivo dos bairros foi de interpretação dos representantes municipais, não tendo sido considerado especificamente a renda. Foram determinadas a mediana do percentual de geração de cada categoria de resíduo utilizando-se todos os dados enviados (ex.: mediana da porcentagem de plástico dos bairros de baixo poder aquisitivo) e o percentual de geração das categorias de resíduos agrupadas por potencial de destinação e disposição final (ex.: somatório das medianas da porcentagem de materiais recicláveis dos bairros de baixo poder aquisitivo), de acordo com a Tabela 3.

A variação da composição gravimétrica dos municípios em função dos estratos: 1- baixo poder aquisitivo, 2 - médio e alto poder aquisitivo, e 3 - bairro tipicamente comercial, pode ser observada na Tabela 4. Os dados apresentados na Tabela 4 foram obtidos a partir da mediana de cada categoria de resíduo por estrato. Os valores foram corrigidos para que as 15 categorias somadas atingissem 100%.

Tabela 4: Variação (mediana corrigida) da composição gravimétrica (%) por estrato.

Categoria do resíduo	Estrato 1 (%)	Estrato 2 (%)	Estrato 3 (%)
Resto de comida	*44,55*	*48,60*	*46,93*
Poda	*2,52*	*3,60*	*1,96*
Plástico	*15,44*	*14,89*	*16,76*

Tabela 4: Variação (mediana corrigida) da composição gravimétrica (%) por estrato.

Categoria do resíduo	Estrato 1 (%)	Estrato 2 (%)	Estrato 3 (%)
Papel e papelão	*11,58*	*12,04*	*16,64*
Vidro	*2,30*	*2,62*	*2,70*
Metal ferroso	*1,07*	*0,90*	*0,98*
Metal não-ferroso	*0,74*	*0,84*	*0,69*
Pedra, terra, louça e cerâmica	*0,66*	*0,62*	*0,00*
Madeira	*0,48*	*0,38*	*0,45*
Couro e borracha	*1,18*	*0,73*	*0,59*
Têxtil	*3,07*	*2,23*	*1,49*
Contaminante químico	*0,24*	*0,36*	*0,23*
Equipamento eletroeletrônico	*0,06*	*0,00*	*0,00*
Contaminante biológico	*14,14*	*10,84*	*9,08*
Diversos	*1,97*	*1,35*	*1,50*
Total		*100*	

Devido à arbitrariedade de definição do poder aquisitivo das áreas estudadas, não cabe aqui uma definição do comportamento destas populações a partir dos dados recebidos. Porém, cabe pontuar que esta análise é interessante do ponto de vista do gestor municipal, que pode realizá-la com os dados de seu município e identificar o comportamento de cada bairro ou região do município e definir pontos de interesse para campanhas de conscientização da população de forma mais efetiva no tocante à não-geração, redução e reutilização que for mais expressivo naquele bairro/região.

É importante destacar que esta análise não visa a redução das porcentagens, pois qualquer que seja a composição do resíduo, o somatório será 100%, mas sim a readequação deste perfil. É notável a elevada presença de restos de comida, logo, deve-se compreender as maneiras de reduzir este desperdício. Ao conquistar essa redução na geração de restos de comida, a porcentagem referente a este resíduo será reduzida e outras, naturalmente, se elevarão.

Esta a análise deve ser feita também para além da redução do volume, no sentido de melhorar a qualidade dos resíduos para destinações finais mais nobres (reciclagem, co-processamento, logística reversa, etc.). Haja vista a porcentagem expressiva de plástico, por exemplo, é interessante orientar a população para os cuidados da segregação na fonte, bem como a instalação de ecopontos para o resíduo potencial

daquele bairro de forma a impulsionar a captação deste material gerado expressivamente por aquela população.

Quando se observa as categorias de resíduos agrupadas pelo seu potencial de destinação e disposição final (Tabela 5), cabe a reflexão de que quanto maior os valores de rejeitos, maior a tendência de que aquela população pratica as diretrizes de não-geração, redução e reutilização, seja de forma consciente ou não, como por exemplo, gera menos resíduos alimentares, reusa objetos e materiais, reaproveita embalagens, dentre outros. Por outro lado, evidencia-se a necessidade de segregação na fonte, para que todo este potencial teórico, não acabe como rejeitos, na prática.

Tabela 5: Variação (mediana corrigida) do potencial de destinação e disposição final dos RSU (%) por estrato.

Potencial	Estrato 1 (%)	Estrato 2 (%)	Estrato 3 (%)
Compostáveis	*47,07*	*52,20*	*48,88*
Recicláveis	*31,13*	*31,30*	*37,77*
Reaproveitáveis	*5,69*	*4,31*	*2,76*
Rejeitos	*16,11*	*12,20*	*10,59*

3.1. Composição gravimétrica por faixa populacional dos municípios mineiros

A fim de se obter um valor que representasse a composição gravimétrica dos resíduos por faixa populacional, foram obtidas as medianas de cada município para cada categoria de resíduos, sem ponderação populacional. Os municípios foram agrupados por faixas conforme sua população urbana e foram identificadas as medianas de cada categoria.

Observando os dados da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, apenas para a ategoria Resto de Comida é notada um aumento da porcentagem com o aumento da população. Para as demais categorias, não foi possível estabelecer uma relação entre o aumento da população com a composição gravimétrica de resíduos em categorias. Atribui-se a isto a existência de diversos fatores associados aos hábitos da população que variam não pelo tamanho do município, mas sim por fatores de associados ao tipo de consumo dominante na região.

Tabela 7: *Composição gravimétrica (% - mediana) por faixa populacional urbana de municípios mineiros, por categoria de resíduos.*

Faixa de população urbana	Resto de comida	Poda	Plástico	Papel e papelão	Vidro	Metal ferroso	Metal não-ferroso	Pedra, terra, louça e cerâmica	Madeira	Couro e borracha	Têxtil	Contaminante químico	Equipamento eletroeletrônico	Contaminante biológico	Diversos
Até 2.000	31,36%	2,61%	14,10%	8,05%	1,91%	1,11%	0,60%	1,36%	0,70%	0,98%	2,84%	0,51%	0,60%	13,99%	1,86%
2.001 até 5.000	38,76%	0,69%	12,33%	9,88%	1,99%	1,00%	0,59%	0,77%	0,56%	1,05%	2,01%	0,31%	0,10%	11,00%	1,95%
5.001 até 10.000	41,39%	0,89%	14,49%	10,23%	2,06%	0,71%	0,84%	0,00%	0,83%	0,80%	2,28%	0,15%	0,00%	8,22%	1,95%
10.001 até 20.000	42,89%	1,79%	12,82%	10,79%	1,90%	0,60%	0,52%	0,00%	0,07%	0,46%	1,84%	0,00%	0,00%	8,79%	0,73%
20.001 até 50.000	40,08%	5,23%	12,84%	11,87%	2,10%	0,53%	0,56%	0,67%	0,73%	0,45%	1,55%	0,37%	0,00%	9,06%	1,18%
50.001 até 100.000	34,56%	6,75%	14,42%	15,39%	2,10%	1,44%	0,85%	0,93%	0,77%	1,16%	1,57%	0,10%	0,44%	9,50%	0,35%
100.001 até 500.000	44,52%	1,63%	12,46%	8,54%	3,19%	1,12%	1,12%	1,67%	0,00%	0,56%	1,96%	0,46%	0,14%	13,44%	3,04%
Acima de 500.000	50,47%	2,04%	14,69%	11,41%	2,13%	1,04%	0,38%	0,72%	0,10%	0,94%	3,05%	0,43%	0,11%	11,79%	0,68%

No tocante ao agrupamento por potencial de destinação e disposição final (Tabela 6), após somar as porcentagens das categorias da **Erro! Fonte de referência não ncontrada.**, foi realizada a correção para que o somatório fosse 100%.

Tabela 6: Variação (mediana corrigida) do potencial de destinação e disposição final dos RSU (%) por faixa de população urbana.

Faixa de população urbana	Compostáveis	Recicláveis	Reaproveitáveis	Rejeito
Até 2.000	41,14%	31,21%	8,45%	19,19%
2.001 até 5.000	47,53%	31,08%	5,79%	15,61%
5.001 até 10.000	49,84%	33,38%	4,79%	11,99%
10.001 até 20.000	53,70%	32,01%	2,85%	11,44%
20.001 até 50.000	51,95%	31,99%	4,32%	11,74%
50.001 até 100.000	45,73%	37,86%	5,51%	10,91%
100.001 até 500.000	49,18%	28,16%	5,10%	17,56%
Acima de 500.000	52,51%	29,66%	5,36%	12,47%

Da mesma forma, a análise por potencial de destinação e disposição final dos RSU não estabeleceu uma relação com a faixa populacional. Entretanto, destaca-se que estes dados são referentes à porcentagem em massa e, obviamente, embora na faixa populacional inferior a 2000hab urbanos o índice de rejeitos seja muito expressivo, quando se extrapola para a população geradora, a massa total de resíduos é muito pequena e não justifica a implantação de um aterro sanitário para aterramento de tão pouco resíduo. Isto reforça a necessidade de integração dos municípios vizinhos, com variadas faixas populacionais para o estabelecimento de ações consorciadas para as soluções de destinação e disposição final de resíduos. Da mesma forma, no tocante aos resíduos de interesse comercial, um município com baixa geração não consegue viabilizar este processo sozinho e a tendência é que, na prática, ele seja gerido como rejeito. Ações consorciadas permitem alcançar volume de venda ao reunir pequenos volumes e formar lotes maiores para os quais há interesse comercial. Por outro lado, o tratamento de resíduos compostáveis em pequenos volumes é de baixo grau de complexidade, podendo até ser feita nas residências, e seu tratamento descentralizado e próximo ao local de geração traz economias em relação ao seu transporte, uma vez que é um resíduo expressivo e de elevado peso específico dentre os RSU.

Ainda no tocante à porcentagem de rejeitos, o desejável é que este número seja expressivo, sendo resultado de apropriação pela população das diretrizes de não-geração, redução e reutilização dos demais materiais e restos alimentares. Reduzindo-se a geração dos outros grupos, a composição gravimétrica irá expressar um número

maior de rejeitos que não refletem aumento na geração de rejeitos e sim, maior proporção dos rejeitos gerados em relação aos demais, ainda que a massa, em si, não altere.

3.2. Composição gravimétrica representativa do estado de Minas Gerais

A fim de se obter um valor que representasse a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do estado de Minas Gerais, como cada município colaborou com até 3 amostras, uma por estrato, primeiramente procurou-se obter um único valor por município. Foi realizado o somatório das massas de cada categoria de resíduo e recalculadas as porcentagens. Posteriormente foi calculada a média das porcentagens de resíduo ponderada pela população, chegando-se ao resultado da Tabela 7.

Tabela 7: Composição gravimétrica (%) do Estado de Minas Gerais.

Categoria do resíduo	Composição gravimétrica (%)	Agrupamentos	Proporção por destinação ou disposição final (%)
Resto de comida	39,24	Compostáveis	44,82
Poda	5,58		
Plástico	13,58	Recicláveis	30,17
Papel e papelão	11,52		
Vidro	2,66		
Metal ferroso	1,31		
Metal não-ferroso	1,08		
Pedra, terra, louça e cerâmica	3,05		
Madeira	0,88	Reaproveitáveis	9,88
Couro e borracha	1,06		
Têxtil	3,38		
Contaminante químico	0,87		
Equipamento eletroeletrônico	0,64		
Contaminante biológico	11,69	Rejeito	15,13
Diversos	3,44		
Total	100	Total	100

Embora cada município possua sua característica própria de geração de resíduos, os valores expostos na Tabela 7 demonstram que, aproximadamente 85% dos resíduos sólidos urbanos gerados em Minas Gerais possuem alternativas de destinação que não

a disposição final em aterros sanitários. Desta forma, é válido pontuar que, os municípios mineiros, mesmo aqueles que já possuem estrutura para aterrar a totalidade de seus resíduos, devem reavaliar sua rotina operacional em relação aos resíduos sólidos urbanos e propor alternativas de destinação para estes resíduos que não são classificados como rejeitos, aumentando, assim, a vida útil de sua estrutura. Aqueles municípios que ainda dispõem seus RSU de forma irregular, também precisam reavaliar sua conduta e perceber que, como não precisam aterrar 100% de seus resíduos, a infraestrutura necessária será diversificada e pode possuir custos de implantação bem reduzidos, considerando um mesmo horizonte de projeto.

4. Conclusões

A composição gravimétrica é um estudo muito rico para a gestão dos RSU, como foi brevemente discutido neste trabalho. Os mesmos dados podem ser analisados e discutidos de muitas formas diferentes, oferecendo vários parâmetros para a tomada de decisão dos gestores municipais, desde que sejam pautados numa coleta de dados que permitam a extrapolação pretendida.

Os resultados obtidos refletem um potencial para ações em não geração, redução e reutilização e o atendimento às diretrizes das Políticas Estadual e Nacional de RSU estará sendo atendido quando se notar um aumento na porcentagem de rejeitos. Não pela perda de capacidade de reaproveitamento/tratamento destes materiais, mas pela redução de resíduos gerados pela população e, na prática, pelo direcionamento nobre dos resíduos potencialmente recicláveis e reaproveitáveis à cadeia produtiva.

No tocante à composição gravimétrica extrapolada para o Estado de Minas Gerais, cerca de 85% em massa dos RSU tem alternativas de destinação final em detrimento ao aterramento e é razoável que os municípios do estado não foquem em implantar um novo aterro sanitário. O que se orienta é um planejamento regional articulando as estruturas já existentes de aterramento nos municípios vizinhos em paralelo com a implantação de unidades descentralizadas de tratamentos de resíduos orgânicos. Tem-se ainda, que a articulação regional permite a verificação de viabilidade de comercialização em conjunto dos recicláveis e reaproveitáveis, garantindo volume de interesse para as indústrias recicladoras e demais tipologias com a possibilidade de atrair interesse de indústrias recicladoras em novas regiões do Estado que demonstrarem capacidade de fornecimento de materiais recicláveis.

5. Apêndice

Apêndice A – Ofício nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente

OFICIO CIRCULAR nº 003/15 GERUB.FEAM.SISEMA

Belo Horizonte, 03 de fevereiro de 2015.

Assunto: Geração per capita, peso específico e composição gravimétrica dos RSU nos municípios de Minas Gerais

Prezado Senhor,

Considerando:

a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.447/2007) que estabelece o diagnóstico da situação atual dos serviços de saneamento básico como uma das etapas obrigatórias do plano de saneamento básico dos municípios; e o seu regulamento (Decreto Federal nº 7.217/2010) que comenta a necessidade do diagnóstico da situação atual e de seus impactos nas condições de vida para balizar a prestação de serviços públicos de saneamento básico;

a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) que estabelece como parte do conteúdo mínimo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos o diagnóstico da geração de resíduos no município; e o seu regulamento (Decreto Federal nº 7.404/2010) que determina que os planos municipais simplificados de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios deverão conter um diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos gerados no respectivo território;

a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual nº 18.031/2009) que tem entre seus objetivos a valorização dos resíduos sólidos e a instituição da logística reversa, a implantação de sistema de coleta seletiva e a inclusão social de catadores; e o seu regulamento (Decreto Estadual nº 45.181/2009) que atribui ao poder público a execução dos objetivos supracitados;

a Lei Federal nº 11.107/2005 que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e o seu regulamento (Decreto Federal nº 6.017/2007);

as Deliberações Normativas COPAM nº 52/2001 e nº 118/2008 que ratificam a necessidade da regularização ambiental dos empreendimentos de disposição e/ou tratamento de resíduos sólidos urbanos de Minas Gerais;

solicitamos que sejam apresentadas à GERUB/FEAM as seguintes informações:

- Cadastro do responsável técnico pela gestão dos RSU no município, conforme modelo apresentado em *"Dados de Responsável Técnico (RT) e parâmetros RSU"*. **Prazo: até 02/04/2015.**

- Estudo da geração per capita, peso específico e composição gravimétrica dos RSU no município de acordo com a metodologia descrita no documento *"Metodologia caracterização de RSU em Minas Gerais"*, apresentando os resultados obtidos conforme modelos apresentados em *"Dados de Responsável Técnico (RT) e parâmetros RSU"* e *"Relatório fotográfico de caracterização dos RSU"*. **Prazo: até 01/09/2015.**

Apêndice A – Ofício nº003/2015 GERUB.FEAM.SISEMA

Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente

Os arquivos contendo a descrição da metodologia, formulário modelo para cadastro do RT e apresentação dos resultados obtidos e relatório fotográfico estão disponíveis em: http://www.feam.br/component/content/article/13-textoinformativo/1307-geracao-per-capita-e-composicao-gravimetrica-dos-rsu-nos-municipios-de-minas-gerais-

As informações solicitadas deverão ser encaminhadas somente em meio digital para o seguinte endereço eletrônico: gerub@meioambiente.mg.gov.br .

Ressaltamos que o não atendimento à solicitação sujeita o município à aplicação das penalidades cabíveis e que a omissão do responsável técnico sujeita o mesmo ao encaminhamento da situação ao conselho de classe profissional.

Respeitosamente,

Francisco Pinto da Fonseca
Gerente de Resíduos Sólidos Urbanos

6. Bibliografia Consultada

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014.** São Paulo - SP: Grappa Editora e Comunicação, 2014. 120 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014**. Brasília – DF: MCIDADES.SNSA, 2016. 154p

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual de Orientação: Plano Simplificado de Gestão integrada de Resíduos Sólidos Urbanos.** Brasília – DF: MMA.SRHU, 2016. 89p

feam

FUNDAÇÃO ESTADUAL
DO MEIO AMBIENTE