

III-168 – GERAÇÃO PER CAPITA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS NO ANO DE 2015

Júlia Nunes Costa Gomes⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Analista Ambiental da Fundação Estadual do meio Ambiente.

Francisco Pinto da Fonseca

Engenheiro Elétrico pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Fabiana Lúcia Costa Santos

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Analista Ambiental da Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Gabriel Macedo Simões

Estudante de Engenharia Química pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Pedro Henrique do Valle Aguiar

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais

Endereço⁽¹⁾: Prédio Minas, 1º Andar. Rodovia João Paulo II, 4143, Bairro Serra Verde - CEP 31630-900 Tel: (31) 3915-1152 - e-mail: julia.gomes@meioambiente.mg.gov.br

RESUMO

Em fevereiro de 2015, foi solicitado a todos os municípios mineiros a realização do estudo gravimétrico de seus RSU. A FEAM disponibilizou uma metodologia padrão, modelo de relatório fotográfico e uma planilha de dados que deveriam ser seguidos por todos os responsáveis pelos estudos municipais. Dos 853 municípios do Estado somente 353 (41%) enviaram respostas à Feam, mesmo que incompletas, dentro do prazo estabelecido. O número de respostas que puderam ser aproveitadas na apuração da geração per capita de resíduos sólidos urbanos foi de apenas 170 municípios (20%). A baixa adesão de respostas completas e com qualidade por parte dos municípios reflete as dificuldades que afligem o estado mineiro, assim como o país, no tocante à gestão dos RSU. A geração per capita obtida a partir destes dados para o Estado de Minas Gerais foi de 0,680kg/habitante.dia. Este resultado está dentro do valor esperado pela Feam, mas abaixo dos valores encontrados por outras instituições que realizam pesquisas em resíduos sólidos urbanos. Em parte, a diferença nestes valores pode ser explicada pelas diferentes metodologias utilizadas pelas instituições. Foi identificado o percentual de municípios cadastrados no ICMS Ecológico que enviaram respostas à solicitação. A adesão destes municípios foi de apenas 45,95% (108) do total de municípios que recebem a parcela do ICMS Ecológico dos critérios citados.

PALAVRAS-CHAVE: RSU, geração per capita, ICMS Ecológico, FEAM, gravimetria.

INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um desafio para os gestores municipais. O cenário de aumento na geração de RSU e seus impactos ambientais e sociais negativos culminaram em diretrizes legais, sabidamente a Lei n. 11.445/2007 (Política Federal do Saneamento Básico), Lei Estadual MG n. 18.031/2009 (Política Estadual de Resíduos Sólidos/MG) e a Lei n. 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), que visam a mitigação dos problemas relacionados a estes impactos negativos oriundos da má gestão dos RSU ou, até mesmo, da ausência total desta.

Destes marcos legal, o principal instrumento é o Plano (municipal) de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS ou PMGIRS), documento que deve conter o diagnóstico inicial da gestão dos RSU do município e a proposição de ações para a melhoria dos pontos críticos desta gestão cujos prazos devem ser estabelecidos considerando a viabilidade técnica e econômica acessível pelo município.

Uma ferramenta essencial a estes Planos é a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, a partir da qual é possível conhecer, entre outros parâmetros, a geração per capita de RSU da população de um determinado município e monitorar este parâmetro ao longo da execução do Plano. Este parâmetro significa a quantidade de RSU, em massa, gerada por habitante em um determinado espaço de tempo, sendo que, comumente se utiliza kg/hab.dia. O monitoramento deste e outros parâmetros permitirão inferir sobre os resultados das ações executadas, bem como a avaliação do Plano para ajuste das próximas ações a serem executadas.

Em Minas Gerais, através do ICMS Ecológico, os municípios que dispõem o RSU de pelos menos 50% da população urbana de forma regularizada, podem se cadastrar no órgão ambiental responsável para receber um benefício financeiro pelo critério meio ambiente, subcritério saneamento ambiental por um tempo determinado. Este benefício é um incentivo à melhoria da gestão dos RSU em Minas Gerais e beneficiou pouco mais de 230 municípios à época da presente pesquisa.

O objetivo deste trabalho foi determinar a geração per capita de resíduos sólidos urbanos da população do estado de Minas Gerais com base em estudos realizados pelos próprios municípios no ano de 2015.

METODOLOGIA

No início do ano de 2015, foi solicitada a todos os municípios mineiros, a caracterização gravimétrica dos seus RSU referente ao mesmo ano, de acordo com uma metodologia simplificada. Os dados solicitados nesta metodologia de interesse para este estudo foram o peso das amostras (kg) e a geração per capita (kg/hab.dia) das amostras coletadas em bairros de baixo poder aquisitivo, médio/alto poder aquisitivo e bairro tipicamente comercial.

Após o recebimento dos dados, primeiramente foi avaliado o atendimento à metodologia. Os dados dos municípios que não a cumpriram minimamente foram descartados. O primeiro critério de eliminação foi o ano de referência da caracterização gravimétrica. Posteriormente, foram identificados os outliers dos pesos das amostras e eliminou-se apenas os dados referentes aos outliers inferiores. Foi considerado que os outliers superiores garantiriam melhor representatividade dos dados daquele município. Esta análise dos pesos das amostras eliminou os valores de geração per capita, visto que uma amostra de baixo peso não teria representatividade do município. Para os municípios que enviaram dados de várias amostras, foi realizada média simples para se obter um único valor de geração per capita por município.

Por fim, para a determinação de um valor mais provável de geração per capita de RSU da população do Estado de Minas Gerais, a partir da geração per capita de RSU de cada município foi obtido um único valor por meio de média simples, bem como os limites superior e inferior, considerando uma aproximação para um intervalo de 95% de confiança.

RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES

Coleta de dados

Dos 853 municípios do Estado de Minas Gerais, 353 (41% dos municípios) enviaram respostas, mesmo que incompletas, à pesquisa, dentro do prazo estabelecido. Destes 353 municípios que enviaram respostas, 155 municípios (43% dos que responderam a pesquisa) não enviaram estudo gravimétrico ou enviaram estudos de anos anteriores, que não puderam ser utilizados devido à divergência metodológica. A análise estatística seguiu-se com 198 municípios. Dados de 28 municípios foram eliminados por usar baixo peso da amostra na coleta de dados, que implica em baixa representatividade dos dados. Assim, o número de respostas que puderam ser aproveitadas na apuração da geração per capita de resíduos sólidos urbanos foi de apenas 170 municípios (20% dos municípios do total dos municípios e 48% dos que responderam à pesquisa).

Neste primeiro trabalho, foi possível também avaliar o percentual de municípios cadastrados no ICMS Ecológico critério meio ambiente, subcritério saneamento ambiental que enviaram respostas à pesquisa. Uma vez que este grupo de municípios envia informações regularmente ao órgão estadual ambiental competente e recebe benefícios financeiros por meio do ICMS Ecológico, esperava-se grande adesão destes. Entretanto, esta grande adesão não ocorreu, visto que 108 municípios que recebem este incentivo não responderam a pesquisa.

Este número representa 45,95% do total de municípios que recebem a parcela do ICMS Ecológico dos critérios citados (referente aos municípios cadastrados até o 3º semestre de 2015). Como o critério do ICMS Ecológico está baseado apenas na destinação final do RSU, os municípios conseguem ser beneficiados mesmo sem conhecimento detalhado da geração de resíduos do seu município.

Representatividade das respostas

As orientações da pesquisa foram enviadas para os 853 municípios e não se sabe o motivo pelo qual alguns municípios responderam e outros não, logo não se pode afirmar que as respostas foram aleatórias. Entretanto, pela Tabela 1 é possível observar a distribuição das respostas quanto à faixa da população urbana de cada município e a representação destes em nível de estado, em relação ao censo IBGE 2010. A definição das faixas também é a mesma utilizada pelo IBGE.

Tabela 1: Total de municípios do Estado de Minas Gerais por faixa populacional segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE e de municípios participantes da pesquisa.

Faixa por número de habitantes	Número de municípios no Estado	Número de municípios participantes	Percentual em relação à cada faixa do estado (%)
Até 2.000	20	5	25,0
2.001 até 5.000	229	49	21,4
5.001 até 10.000	265	46	17,4
10.001 até 20.000	173	31	17,9
20.001 até 50.000	106	25	23,6
50.001 até 100.000	37	9	24,3
100.001 até 500.000	20	4	20,0
Acima de 500.000	3	1	33,3
Total	853	170	19,9

Verifica-se que todas as faixas populacionais estão representadas na amostra constituída pelos 170 municípios cujos dados puderam ser aproveitados neste trabalho. Apenas para as faixas populacionais entre 5.001 a 20.000 habitantes, as proporções de municípios participantes são menores do que 20%.

Na Figura 1 podemos observar a distribuição espacial dos 170 municípios cujos dados puderam ser aproveitados para este estudo de geração per capita. De maneira geral, 16, dos 17 territórios foram representados. Apenas do território 8 - Vale do Aço, não houve representante com dados válidos. De acordo com a Tabela 2, os territórios com maior representação foram 04–Mucuri e 12–Mata, com 23 e 22 municípios, respectivamente.

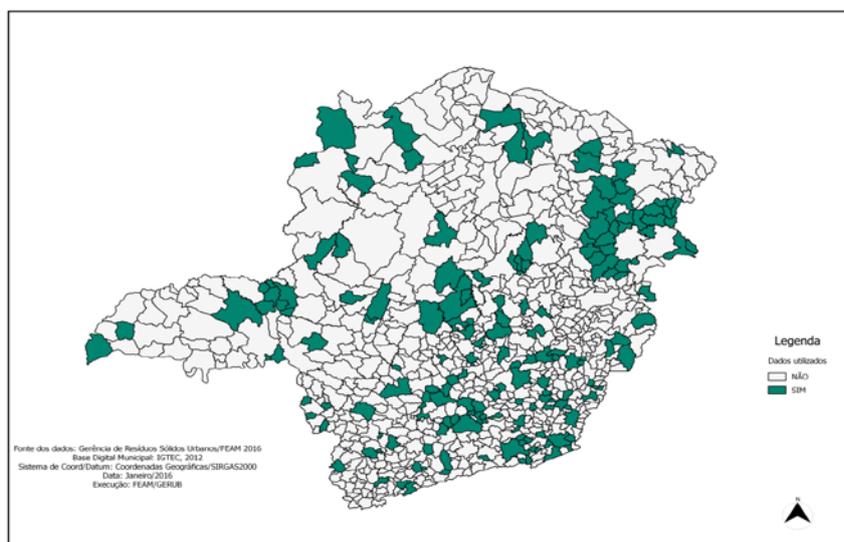


Figura 1: Distribuição dos 170 municípios cujos dados foram utilizados para a obtenção da geração per capita do estado de Minas Gerais

Tabela 2: Distribuição dos municípios cujos dados puderam ser aproveitados por território.

Território	Nº de Municípios	Território	Nº de Municípios
01 - Noroeste	10	10 - Oeste	9
02 - Norte	7	11 - Caparaó	13
03 - Médio e Baixo Jequitinhonha	8	12 - Mata	22
04 - Mucuri	23	13 - Vertentes	14
05 - Alto Jequitinhonha	5	14 - Sul	15
06 - Central	5	15 - Sudoeste	5
07 - Vale do Rio Doce	2	16 - Triângulo Norte	8
08 - Vale do Aço	-	17 - Triângulo Sul	5
09 - Metropolitano	19		

Geração per capita

A geração per capita obtida a partir destes dados para o Estado de Minas Gerais foi de 0,680kg/habitante.dia. Considerando uma aproximação para intervalo de confiança de 95%, o limite inferior calculado foi de 0,651 kg/habitante.dia e o limite superior, 0,712 kg/habitante.dia.

Este resultado está dentro do valor esperado, mas abaixo dos valores encontrados por outras instituições (Tabela 3) que realizam pesquisas em resíduos sólidos urbanos. Em parte, a diferença nestes valores pode ser explicada pelas diferentes metodologias utilizadas pelas instituições. Entretanto, é preciso considerar que cada município possui uma geração de resíduos diferente até mesmo do município vizinho. São muitos os fatores que influenciam na qualidade e quantidade de resíduos gerados diariamente num município. As variações ocorrem, inclusive de bairro para bairro, dentro de um mesmo município e, por isto, para que o município possa fazer um bom planejamento do gerenciamento dos RSU de seu município, bem como do investimento necessário à sua execução, é preciso que o estudo gravimétrico seja realizado com frequência e sem mitos em todos os municípios mineiros.

A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas da geração per capita dos 170 municípios que apresentaram medições válidas por faixa populacional. Com exceção das faixas populacionais até 2.000 habitantes e 50.001 a 100.000 habitantes, as médias e medianas da geração per capita média corresponde a aproximadamente 0,70 kg/habitante.dia. Como há um único município para a faixa populacional acima de 500.000 habitantes, a média e mediana correspondem ao valor de geração per capita informada pelo município e, conseqüentemente, não há variabilidade.

Tabela 3: Dados de geração per capita do estado de Minas Gerais.

Fonte	Relatório de Aterro Controlado ¹	SNIS ²		ABRELPE ⁴	
Ano	2013	2013	2014	2013	2014
Geração per capita (kg/habitante.dia)	0,674	0,810	0,831	0,81	0,83

Nota: ¹Relatórios enviados até agosto de 2014; ²Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento; ³Sistema Estadual de Informações sobre Saneamento; ⁴Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais; ⁵mediana, cujo percentil 25 é 0,498 kg/habitante.dia e percentil 75 é 0,883 kg/habitante.dia.

Tabela 4: Estatísticas descritivas da geração per capita média dos municípios que apresentaram medições válidas por faixa populacional segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, 2015

Faixa por número de habitantes	Número de municípios	Média	Mediana	Desvio-padrão
Até 2.000	5	0,500	0,445	0,122
2.001 até 5.000	49	0,680	0,674	0,209
5.001 até 10.000	46	0,654	0,649	0,263
10.001 até 20.000	31	0,697	0,700	0,205
20.001 até 50.000	25	0,697	0,670	0,238
50.001 até 100.000	9	0,814	0,803	0,177
100.001 até 500.000	4	0,686	0,660	0,081
Acima de 500.000	1	0,745	0,745	-
Total	170	0,680	0,672	0,225

O gráfico Box-plot da Figura 2 apresenta as faixas populacionais no eixo horizontal e a geração per capita média no eixo vertical, sendo possível observar a dispersão dos valores de geração per capita média de resíduos sólidos por habitante por dia.

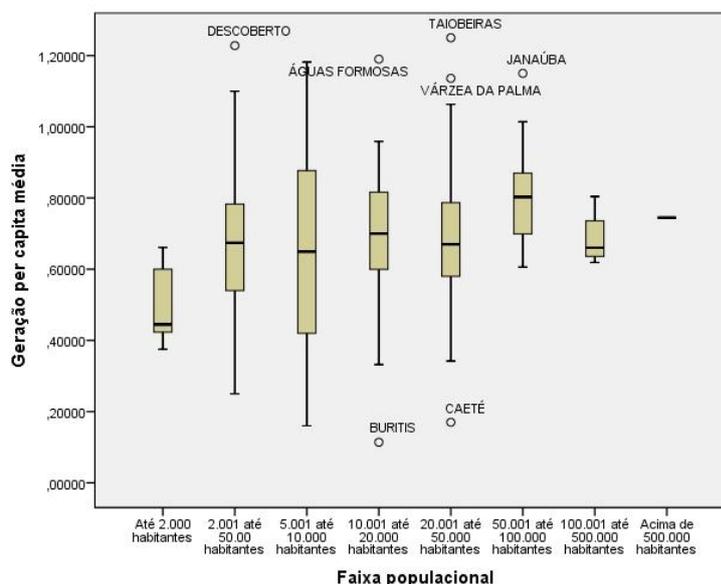


Figura 2: Box-plot da geração per capita média de resíduos (kg/habitante.dia) em função da faixa populacional dos municípios, Minas Gerais, 2015.

Percebe-se que, para a faixa populacional de 5.001 até 10.000 habitantes, a distribuição da geração per capita média apresenta maior variação do que para as demais faixas. De maneira geral, a mediana da geração per capita média situa-se entre 0,6 e 0,8 kg/habitante.dia para quase todas as faixas populacionais. A única exceção

é a faixa populacional até 2.000 habitantes. Como para a faixa populacional acima de 500.000 habitantes apenas um município prestou informação, esse valor é representado por um traço apenas.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à FAPEMIG o apoio financeiro para participar desse evento.

CONCLUSÕES

A baixa adesão de respostas completas e com qualidade por parte dos municípios reflete as dificuldades que afligem o estado mineiro, assim como, sabidamente, todo o país, no tocante à gestão dos resíduos sólidos urbanos. Se os gestores municipais não conhecem as características do resíduo gerado em seu território, dificilmente soluções apropriadas poderão ser implantadas. Não fazer nada ou fazer algo ineficiente para a gestão dos RSU significa mais degradação ambiental e mais desperdício de dinheiro público.

Atualmente, o critério do ICMS Ecológico é baseado na destinação final dos resíduos e não no processo de gestão. Apesar da regularidade de envio de dados ao órgão estadual ambiental competente, estes dados não estão relacionados com estudo gravimétrico dos resíduos, incluindo a geração per capita. Este fato explica, parcialmente, a baixa adesão de respostas dos municípios beneficiados pelo ICMS Ecológico critério meio ambiente, subcritério saneamento ambiental.

A geração per capita de resíduos sólidos urbanos do estado de Minas Gerais no ano de 2015 foi de 0,680 kg/habitante.dia. Os dados auto declaratórios foram obtidos por meio de metodologia simplificada e executada pelos gestores municipais.

Apenas 198 municípios enviaram informações sobre a geração per capita do ano de 2015, sendo que dados de 170 municípios, apenas, puderam ser aproveitados. Analisando-se a característica dos dados que não puderam ser aproveitados, percebe-se que há necessidade de capacitação aos gestores destes municípios sobre a execução da metodologia. Apesar disto, considera-se que estes municípios estão ao menos interessados na temática de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, em contraponto com os 500 municípios que não responderam a pesquisa e com os outros 137 que responderam parcialmente as informações solicitadas, mas não encaminharam à pesquisa nenhum estudo gravimétrico de RSU realizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014. Brasília - DF: MCIDADES.SNSA, 2016. 154p