

## **CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO BAIXO JEQUITINHONHA / MINAS GERAIS – INSTRUMENTO PARA GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS SOB PERSPECTIVA REGIONAL**

Ana Paula Soares (\*)

\* Centro Mineiro de Referência em Resíduos - CMRR. Email: anapaulasoares\_1610@hotmail.com

### **RESUMO**

Esse trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos dos dezesseis municípios que compõe a Região do Baixo Jequitinhonha, Minas Gerais, visando contribuir com informações sobre os principais fatores que determinam a origem e formação dos resíduos, além de inferir sobre mecanismos que poderão ser instituídos para viabilizar e implementar políticas públicas de gestão de resíduos. Por meio da metodologia de amostragem as análises consideraram bairros em seus aspectos socioeconômicos das classes de poder aquisitivo, alta, média, baixa e o centro comercial, contemplando três amostras por município, num total de 48, entre os meses de setembro a novembro de 2012. Com base nesses dados, foi possível determinar a composição gravimétrica média dos resíduos sólidos. Verificou-se que a média foi de 22,9% do potencial de recicláveis, 48,1% de resíduo orgânico, 14,5% de rejeito, 14,1% de diversos e 0,4% de resíduos perigosos. Como ferramenta estratégica de gestão, os resultados indicam para ações regionalizadas entre os municípios a fim de viabilizar sistemas de tratamento do resíduo orgânico via biodigestão voltados para o aproveitamento energético, a implantação do serviço de coleta seletiva com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis, além de considerar a necessidade de estruturação e implementação de sistemas para os resíduos sujeitos a logística reversa e aos componentes diversos que representaram quantidades significativas no estudo. Em análise os dados representam um instrumento de subsídio a gestão e gerenciamento de resíduos, com a identificação das principais alternativas de tratamento e considerada uma oportunidade de negócio que contribui para o desenvolvimento regional nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, sob premissas do desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Caracterização Gravimétrica, Gestão de Resíduos, Gerenciamento de Resíduos.

### **INTRODUÇÃO**

A problemática dos resíduos sólidos é uma consequência histórica do modelo de desenvolvimento da humanidade. O atual modelo econômico e tecnológico, aliados ao crescimento demográfico, à urbanização e ao aumento dos padrões de consumo, ocasiona no aumento da geração de resíduos, com complexidade e características variadas. Tais aspectos associados a uma gestão inadequada e ineficiente vêm acarretando em sérios problemas de saúde pública e para o meio ambiente.

Nesse contexto, a gestão de resíduos sólidos urbanos assume um papel relevante e fundamental na gestão pública, em especial no que diz respeito às áreas ambiental e de saúde. Segundo Leila Tolentino (2004), dessa relação surge à necessidade de adoção de um sistema de gerenciamento que possa apresentar procedimentos capazes de minimizar os impactos negativos e fazer desses resíduos uma alternativa econômica na geração de trabalho e renda.

A caracterização gravimétrica tem por finalidade determinar a composição dos resíduos sólidos de origem doméstica e comercial, visando quantificar e distinguir a sua constituição. O conhecimento sobre as características e os fatores que determinam a origem e formação desses resíduos nos municípios é de fundamental importância, pois servem como subsídio para a gestão e gerenciamento de resíduos, contribuindo nos procedimentos operacionais e sistemas de tratamento condizentes com a realidade local, promovendo melhorias nos serviços de limpeza urbana.

Nesse contexto, o trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos de origem doméstica e comercial dos dezesseis municípios que compõe a Região do Baixo

Jequitinhonha, visando contribuir com informações sobre os principais fatores que determinam a origem e formação desses resíduos, além de inferir sobre mecanismos que poderão ser instituídos para viabilizar e implementar políticas públicas de gestão de resíduos no contexto dos municípios abordados.

Os municípios em estudo, Almenara, Bandeira, Divisópolis, Felisburgo, Jacinto, Jequitinhonha, Joáima, Jordânia, Mata Verde, Monte Formoso, Palmópolis, Rio do Prado, Rubim, Salto da Divisa, Santa Maria do Salto e Santo Antônio do Jacinto, localizam-se geograficamente no Nordeste do Estado de Minas Gerais na microrregião do Baixo Jequitinhonha. O Censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2010), estima que população residente total dos dezesseis municípios compreende a 179.658 habitantes, dos quais 69,5% residem em áreas urbanas e 32,5% nas áreas rurais, caracterizadas por distritos, vilas e comunidades.

A imagem do Vale do Jequitinhonha é difundida pelos meios de comunicação por um discurso que enfatiza o estigma da carência social e as condições de pobreza, vinculadas aos baixos indicadores sociais, demográficos e econômicos, que de fato traduzem os problemas locais. Entretanto, a região não se limita aos estereótipos da miséria e da carência social, caracteriza-se por ser uma região rica, com um marcante aspecto histórico-cultural que se manifesta e resulta numa identidade regional forte. Com um setor industrial pouco representativo, predomina a agricultura de subsistência, associada à cultura de milho, café, feijão e mandioca, e pecuária extensiva. Os aspectos ambientais e socioeconômicos foram avaliados por inferir diretamente na qualidade e quantidade de resíduos gerados nos municípios.

O trabalho está fundamentado em bibliografias especializadas, conforme a metodologia descrita NBR 10007/2004, considerando a etapa de diagnóstico técnico operacional de gestão e geração de resíduos da Metodologia de Implantação de Coleta Seletiva do “Projeto Reciclando Oportunidades – Gerando Trabalho e Renda” do Centro Mineiro de Referência em Resíduos.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

Para determinar a composição gravimétrica, utilizou-se o método de divisão socioeconômica. As amostragens foram selecionadas por agrupamentos de bairros, representando respectivamente as classes de poder aquisitivo alto, médio e baixo, além do centro comercial, tendo em vista a concentração de estabelecimentos comerciais de cada um dos dezesseis municípios. A caracterização contemplou três amostras, sendo cada uma por setores de coleta previamente definidos, levando-se em consideração as variações sazonais qualitativas e quantitativas na geração de resíduos ao longo da semana.

As amostras não sofreram nenhum processo de redução, ou seja, não foram compactadas, para que fosse possível a identificação dos resíduos em seu real peso, sem alterações, a fim de manter as condições mais próximas da realidade local. O trabalho foi realizado em período sem férias escolares, festas, chuvas intensas ou outros fatores significativos, nos meses de setembro a novembro de 2012.

O método utilizado para determinar a composição gravimétrica foi o quarteamento, tendo como referência a metodologia descrita pela Norma Técnica 10007/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. A metodologia utilizada é descrita por Persin (2001) e por De Conto *etal* (2002).

Após a coleta nos bairros selecionados, os resíduos foram transferidos para uma área previamente preparada, localizada nos galpões da Secretaria Municipal de Obras, galpões de reciclagem ou áreas do aterro controlado. O conteúdo dos caminhões foi descarregado no solo sob uma lona plástica de 5m<sup>2</sup>, em área plana, acompanhado do rompimento manual dos sacos e embalagens pela equipe de triagem, que por sua vez misturou, com auxílio de pás e enxadas, buscando uma homogeneização da amostra.

A amostra foi reduzida por meio do método de quarteamento, duas porções opostas foram selecionadas e passaram a constituir a amostra representativa daquele material. O procedimento em questão é eficaz, já que é formado pela soma das duas extremidades selecionadas, tendo como objetivo reduzir o tamanho das amostras, garantindo a representatividade necessária por meio da homogeneização.

No presente trabalho de caracterização, não estão incluídos os resíduos provenientes dos serviços de varrição e capina de vias públicas, uma vez que o objetivo é a caracterização dos resíduos sólidos de origem doméstica e comercial. Na Figura abaixo podem ser visualizados os procedimentos operacionais de obtenção das amostras, quarteamento e triagem dos componentes.



Figura 1: Procedimentos operacionais de caracterização gravimétrica

Ao término do quarteamento, as amostras foram separadas manualmente em oito componentes: Papel (papel, papelão, embalagem longa vida, papel misto e outros), Plástico (Pet e outros plásticos), Vidro, Metal (ferroso, e não ferroso), Orgânico, Rejeito, Perigosos (que incluem lâmpadas, pilhas, baterias, resíduos de serviços de saúde, embalagens de óleos lubrificantes) e Diversos (tecido, resíduos de construção civil, varrição doméstica e outros não passíveis de separação). Os materiais triados foram pesados separadamente e em seguida foi calculada a porcentagem de cada componente em relação ao peso total da amostra selecionada. Por fim, obteve-se os resultados pela média aritmética simples de três amostras dos valores encontrados em cada um dos dezesseis municípios.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os dados obtidos pela composição gravimétrica dos dezesseis municípios do Baixo Jequitinhonha podem ser visualizados na tabela abaixo.

Tabela 1. Resultados da caracterização gravimétrica dos dezesseis municípios do Baixo Jequitinhonha.

MUNICÍPIO	Percentual dos Componentes (%)							
	Papel	Plástico	Metal	Vidro	Orgânico	Perigosos	Rejeito	Diversos
Almenara	14,4	16,0	1,7	1,5	41,6	0,8	9,3	14,6
Bandeira	9,8	5,9	1,2	4,0	46,8	0,1	17,7	14,6
Divisópolis	7,3	10,8	0,7	1,0	56,1	0,5	9,9	13,8
Felisburgo	5,7	13,8	3,6	2,4	50,3	0,2	13,3	10,8
Jacinto	12,4	10,5	1,9	1,5	40,4	0,5	12,6	20,2
Jequitinhonha	7,1	19,1	1,1	0,3	41,2	0,8	25,4	5,0
Joáima	8,7	8,7	1,0	2,0	45,4	0,1	15,2	18,9
Jordânia	9,0	13,1	1,3	4,3	49,4	0,1	11,8	10,9
Mata Verde	6,5	10,5	1,4	3,0	62,2	0,1	14,5	1,9
Monte Formoso	9,2	7,9	1,1	1,5	42,3	0,5	18,5	19,0
Palmópolis	9,4	7,4	1,8	0,6	44,9	0,6	19,2	16,1
Rio do Prado	7,8	8,6	1,0	1,8	55,0	0,0	7,2	18,6
Rubim	7,9	9,2	1,3	1,1	51,6	0,5	17,3	11,2
Salto da Divisa	9,8	11,4	2,0	2,0	52,1	0,8	11,2	10,7
Santa Maria do Salto	4,5	11,2	3,1	0,7	50,0	0,5	10,0	20,1
Santo Antônio do Jacinto	6,6	11,0	1,4	2,5	53,6	0,2	12,8	11,9
<b>MÉDIA TOTAL (%)</b>	<b>8,7</b>	<b>10,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>48,1</b>	<b>0,4</b>	<b>14,5</b>	<b>14,1</b>

O componente Matéria Orgânica apresentou um valor elevado em relação aos demais componentes, correspondendo a 48,1%, com variações de 40,4 a 62,2%. Este resultado é semelhante ao encontrado na maioria dos municípios brasileiros, em que o resíduo orgânico representa a maior parcela dos resíduos sólidos urbanos. Em termos físicos, apresentaram-se características peculiares em função dos aspectos ambientais, sociais e culturais dos municípios. Mesmo sendo o mais representativo, os valores deste componente, estão abaixo da média nacional, em função, principalmente, do reaproveitamento do resíduo orgânico pelas residências na alimentação animal e compostagem caseira, como observado *in loco* na obtenção das amostras.

Considerando a realidade regional, os resultados amostrados indicam para a viabilidade de sistemas de tratamento via biodigestão do resíduo orgânico, voltados para o aproveitamento energético. Este instrumento pode ser aplicado nos diversos municípios, sendo esta tecnologia considerada uma alternativa de tratamento e oportunidade de negócio para o desenvolvimento regional, por meio das medidas.

Os resíduos recicláveis representaram um percentual de 22,9% dos componentes totais produzidos no Baixo Jequitinhonha. O papel apresentou variação de 5,7 a 14,4%, com média de 8,7%, diferenciando-se em pequena escala dos valores médios nacionais, que giram em torno de 13%.

A categoria Plástico apresentou um intervalo de variação significativo, de 5,9 a 19,1%, com média correspondente a 10,7% no total dos municípios. O componente foi encontrado principalmente na forma de plástico filme e garrafas PET. O primeiro apresenta quantidades consideráveis sob a forma de sacolas plásticas, em função da sua utilização em supermercados e reutilização nas residências como sacos de lixo, conforme observado *“in loco”* durante a obtenção das amostras. O PET apresentou características envelhecidas e não mais reutilizáveis, demonstrando um reaproveitamento significativo desses materiais, possivelmente diante da tradição local de armazenamento para a comercialização de diversos produtos como leite, cachaças e produtos de limpeza.

Os componentes Vidro e Metal foram encontrados, principalmente, em cacos de vidro, cerâmica, pequenos frascos de produtos de limpeza, beleza e alimentícios e sucatas ferrosas, representando 1,7% e 1,8% respectivamente do total da amostra. Observou-se que uma pequena parcela do componente Metal é reaproveitada, por meio da comercialização deste material por catadores de materiais recicláveis, famílias em situação de vulnerabilidade social ou próprios funcionários do serviço de limpeza urbana. Apesar da fragilidade do mercado regional para esse tipo de resíduo, esta ainda é uma forma de geração ou complemento de renda familiar dessas pessoas.

Os resultados demonstram diferenças significativas nas médias dos componentes recicláveis entre os municípios, havendo também, mas não explicitadas, variações nos bairros agrupados de um mesmo município, conforme o método de divisão socioeconômica estabelecido na metodologia de amostragem. Os municípios ou bairros com maiores padrões populacionais apresentam índices mais elevados de geração de materiais recicláveis, justificado pelo elevado movimento desses elementos nos setores comerciais e um maior poder aquisitivo que favorecem ao consumo de materiais recicláveis, elevando dessa forma, seu percentual na caracterização gravimétrica.

Os resultados referentes ao potencial de recicláveis apresentam dados qualitativos considerados estratégicos para a gestão municipal. Pelo conjunto dos municípios em estudo, as análises permitem identificar alternativas para a implantação e ampliação dos serviços de coleta seletiva, através de um conjunto de indicadores econômicos e sociais determinantes para a viabilidade e sustentabilidade deste serviço na região, com a inclusão dos catadores de materiais recicláveis.

O componente Diversos apresentou porcentagem elevada, com variações significativas de 1,9 a 20,2%, o que corresponde a média de 14,5%. Dentre estes, observou-se grande quantidade de materiais provenientes dos serviços de varrição doméstica, restos de construção civil e tecidos em geral. Os restos de construções resultam, provavelmente, de pequenas obras caracterizadas pela ausência de mão de obra especializada e realizada pelos próprios moradores. Dessa forma, o processo construtivo resulta numa pequena quantidade de entulho gerado pelas residências, sendo que esse descarte se dá junto aos resíduos sólidos domésticos. Os resultados são semelhantes aos estudos de Fiuzza e Barros (1998), citados por Braga e Henrique (2000), onde afirma-se que o descarte de entulhos de obras nos resíduos sólidos doméstico é comum nos bairros de baixa renda, onde, em geral, esse processo construtivo é mais utilizado.

A presença elevada dos componentes provenientes da varrição doméstica é um dado esperado, em função das características culturais dos municípios que mantém hábitos de limpeza e varrição dos quintais. Esses por sua vez são dispostos junto ao resíduo doméstico, elevando assim o percentual do componente que envolve quantidades consideráveis de terra e folhas de árvores. Considerando ainda o mesmo componente, verificou-se a predominância de roupas descartadas e aparas de tecido. Este fato pode ser atribuído à cultura de doação de vestimenta por pessoas de poder aquisitivo mais alto aos menos favorecidos, que acabam por descartá-las no lixo quando não consideradas em condição de uso.

O elevado percentual da categoria Diversos chama a atenção para a necessidade de elaboração de planejamentos específicos, com a identificação dos principais fluxos desses resíduos que apresentam volumes significativos.

Os resultados apontam para uma quantidade considerável de resíduos perigosos, ou contaminantes químicos, com variações de 0 a 0,8%, com média representando 0,4%, compostos principalmente por lâmpadas, pilhas, baterias e resíduos eletroeletrônicos. A análise permite considerar a necessidade de estruturação e implementação de sistemas para os resíduos sujeitos a logística reversa, uma vez que esse instrumento de desenvolvimento econômico e social se caracteriza por um conjunto de ações, procedimentos destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

É importante destacar que resíduos de saúde também foram identificados na caracterização gravimétrica, o que demonstra fragilidades no gerenciamento desses resíduos e aponta para a necessidade de atuação na gestão dos mesmos, uma vez que esses resíduos necessitam de um gerenciamento que envolva a coleta, transporte, tratamento e destinação final específicos.

O estudo considerou as áreas centrais das cidades, abrangendo a região comercial e bairros residenciais de população financeiramente mais abastada. Conforme o estudo de Fiuza e Barros (1998), nestes casos, os resultados encontrados variaram de uma cidade para outra e em valores significativos, não permitindo generalizações e reforçando a ideia de que a composição gravimétrica do lixo é muito sensível às variações geográficas, sociais, econômicas e culturais.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados da análise gravimétrica permitiu identificar as principais possibilidades de tratamento e mecanismos que poderão ser instituídos com base na geração percentual de cada componente dos resíduos sólidos no contexto dos municípios abordados, a fim de implementar políticas públicas de gestão de resíduos.

Considera-se fundamental a promoção de medidas de incentivo para viabilizar a gestão consorciada dos resíduos sólidos nos aspectos abordados, como ferramenta estratégica de gestão, baseada na atuação regionalizada, tendo em vista a identificação dos arranjos territoriais entre os municípios. A medida proporciona compartilhar serviços de interesse comum, permite maximizar recursos humanos, financeiros e de infraestrutura existentes, além de potencializar as atividades e contribuir para o desenvolvimento regional nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, sob premissas do desenvolvimento sustentável.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Brasília. 2010.
2. BRASIL. **Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Brasília. 2009.
3. De CONTO, S. M. *et al.* **Geração de resíduos sólidos em um meio de hospedagem: um estudo de caso**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Anais. 2004.
4. Fiuza, S. M. BARROS. R. T. V. **Viabilidade de solução intermunicipal para destinação de resíduos sólidos**. Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental. AIDIS. Lima – Peru. 1998.
5. NBR 10007. **Resíduos sólidos: Amostragem de resíduos: Procedimentos**. Rio de Janeiro. 2004.
6. NUCASE. **Gestão Integrada de Resíduos sólidos Urbanos - Guia do profissional - Nível I**. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Belo Horizonte, 2008.
7. PESSIN, N. *et al.*. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso - município de Canela, RS**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. 2006.
8. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão pós Audiência Pública. Brasília. 2012.