



## GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARES E PERFIL SOCIOECONÔMICO NO MUNICÍPIO DE SALINAS, MINAS GERAIS

### RESUMO

A geração de resíduos sólidos domiciliares tem sido um problema crescente para a sociedade contemporânea. Destaca-se ainda a preocupação de se realizar corretamente o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos gerados pela população, atividades consideradas como problemáticas na maioria das cidades brasileiras, uma vez que a falta de informações referente à composição física dos resíduos sólidos domiciliares, em especial, a composição gravimétrica, pode tornar o tratamento e a disposição final inadequada. Este trabalho teve como objetivo determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados pela população urbana de Salinas. Para tanto, foi realizada a aplicação de questionários contendo informações socioeconômicas e de gestão dos resíduos e, posteriormente, procedeu-se a análise gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares. A análise gravimétrica foi executada no lixão da cidade, contemplando nove amostras, sendo, três por setor de coleta previamente definidos, nos meses de março e abril/2009. Com base nesses dados, foi possível determinar a composição gravimétrica média dos resíduos sólidos domiciliares. Os valores encontrados foram: matéria orgânica 46,45%, plástico 13,43%, papel/papelão 12,84%, metal 4,26%, vidro 3,32% e outros 19,7%. Os resultados da análise dos dados referentes à composição gravimétrica dos RSD possibilitaram verificar que nos setores com o predomínio de famílias com maior poder aquisitivo e melhor grau instrucional, ocorre um maior percentual de material com potencial reciclável. De modo análogo, nos setores mais periféricos, onde a maioria das famílias possui uma baixa renda familiar e um menor nível educacional, observa-se a predominância de matéria orgânica, matéria prima para a compostagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geração de Resíduos; Resíduos Sólidos Domiciliares; Composição Gravimétrica.

## GRAVIMETRIC THE URBAN SOLID WASTE DOMESTIC AND SOCIO-ECONOMIC PROFILE IN THE CITY OF SALINAS, MG, BRAZIL

### ABSTRACT

The generation of household solid waste has been a growing problem for the contemporary society. Stands out the concern related to the correct treatment and the final disposition of the residues generated by the population, activities considered as problems in most of the Brazilian cities, once the lack of information regarding the physical composition of the solid waste home especially, the gravimetric composition, can turn inadequate the treatment and disposition. The objective of this work was to determine the gravimetric composition of the household solid waste generated by the urban population of Salinas. For such, the application of questionnaires was accomplished containing information socioeconomics and residue administration information and, later, the solid waste home gravimetric analysis performed. The gravimetric analysis was executed in the city residue deposit, contemplating nine samples, being, three for each collection section previously defined, during the months of march and april/2009. Based on the obtained data, it was possible to determine the average gravimetric composition of the solid waste home. The found values were: organic matter 46,45%, plastic 13,43%, paper 12,84%, metal 4,26%, glass 3,32% and others 19,7%. The obtained made possible to verify that in the sectors with the prevalence of families with larger purchasing power and better educational degree the percentage of potential recycled materials was greater. In a similar way, in the most outlying sectors, where most of the families possesses a low family income and a smaller educational level, the predominance was of organic matter.

**KEYWORDS:** Residues Generation; Household Solid Waste; Gravimetric Composition.

*Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.2, Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov 2012.*

ISSN 2179-6858

SEÇÃO: Artigos

TEMA: **Saneamento e Tratamento de Resíduos**



DOI: 10.6008/ESS2179-6858.2012.002.0005

**Leonardo Estefanini Barreto Costa**

*Escola Agrotécnica Federal de Salinas, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/8403223578330112>  
[leonardo.estefanini@gmail.com](mailto:leonardo.estefanini@gmail.com)

**Silvia Kimo Costa**

*Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/9149115967689036>  
[skcosta@hotmail.com](mailto:skcosta@hotmail.com)

**Neylor Alves Calasans Rego**

*Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/7708934111715000>  
[neylor@uesc.br](mailto:neylor@uesc.br)

**Milton Ferreira da Silva Junior**

*Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil*

<http://lattes.cnpq.br/7535411446526168>  
[notlimf@gmail.com](mailto:notlimf@gmail.com)

Recebido: 10/05/2012

Aprovado: 04/06/2012

Avaliado anonimamente em processo de pares cegas.

### Referenciar assim:

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F.. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.2, p.73-90, 2012.*

## INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são constituídos por resíduos de origem domiciliar, hospitalar e industrial. Com relação aos resíduos sólidos domiciliares (RSD), verifica-se que os mesmos se apresentam diversificados qualitativa e quantitativamente na sociedade. Apesar dessa diversificação, é comum o descarte inadequado na maioria das cidades brasileiras sem tratamento adequado, formando aterros a céu aberto (lixões) e contaminando o meio ambiente.

Este aspecto de deterioração do meio ambiente gera problemas sociais e ambientais em cidades de grande, médio e pequeno porte, tanto pela escassez de recursos técnicos voltados para o tratamento e disposição final adequada dos resíduos sólidos (RS) como também pela falta de mão de obra qualificada nas etapas operacionais do sistema de limpeza urbana municipal.

O estudo direcionado para a análise das características físicas do lixo é uma atividade importante para o município, uma vez que, através das informações coletadas, o órgão responsável pelo serviço de limpeza pública poderá verificar as alterações ocorridas nos aspectos referentes à qualidade dos materiais e do volume de rejeitos gerados na região.

O município de Salinas, localizado no Estado de Minas Gerais, possui uma população de 37.370 habitantes, sendo 28.310 residentes na zona urbana e 9.060 residentes na zona rural (IBGE, 2007), e no que diz respeito aos RSU, 57% do lixo produzido no município são coletados, 24,2% são queimados nas propriedades, 0,6% são enterrados nas propriedades, 16,7% são jogados em terrenos baldios e 1,4% possuem outro destino (IBGE, 2000).

Logo, por ser o lixo considerado um agressor em potencial ao meio ambiente e à saúde da população, a presente pesquisa objetivou identificar a composição gravimétrica dos RSD no município de Salinas, MG, visando levantar informações para especificação e dimensionamento dos equipamentos usados na limpeza urbana e na determinação das tecnologias direcionadas ao tratamento dos mesmos. Para tanto foi desenvolvido a caracterização gravimétrica dos RSD, a descrição do perfil socioeconômico dos moradores e a correlação da composição gravimétrica dos RSD com as características socioeconômicas dos moradores.

## REVISÃO TEÓRICA

### Resíduos Sólidos (RS) e Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Os resíduos sólidos (RS) são definidos, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) como qualquer material encontrado no estado sólido e semi-sólido resultantes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição, abrangendo ainda os lodos originados de sistemas de tratamento de água, de equipamentos e instalações de controle de poluição, e determinados líquidos inviáveis para o lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água.

Schneider et. AL. (2000), definem os RS como qualquer produto ou material que devido a sua inutilidade deve ser descartado, lançado o mais longe possível da visão e do olfato.

De acordo com Philippi Jr. e Aguiar (2005), os RS são subprodutos de toda atividade humana, apresentando características diversas, tendo em vista os mais variados processos que os gerou. Os materiais que são aproveitados após o descarte, não são considerados mais como simples resíduos, passando a ser considerados como matérias-primas secundárias. Em contrapartida, os materiais que não apresentam condições de serem aproveitados economicamente, são considerados pela sociedade como rejeitos.

Os RS podem ser classificados conforme os critérios utilizados pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*), com algumas adaptações à realidade brasileira. Brasil (2006) classifica os RS conforme o Quadro 1.

**Quadro 1:** Classificação dos Resíduos Sólidos

CATEGORIAS	CARACTERÍSTICAS
Facilmente degradáveis	Constituídos de resto de alimentos, podas, animais mortos e excrementos.
Moderadamente degradáveis	São compostos pelos produtos celulósicos, como o papel, papelão.
Difícilmente degradáveis	Representados pelos tecidos, couro, madeira, borracha, ossos, plásticos, etc.
Não degradáveis	Categoria composta por metal não ferroso, vidro, pedras, areia, etc.

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2006).

Segundo Freitas (2006), Macêdo (2006), Philippi Jr. e Aguiar (2005), Lacerda (2003) e Jardim et. AL (1995), a classificação que os RS recebem é determinante para se estabelecer qual ou quais as melhores formas de tratamento e disposição final que deve ser adotada em determinado município, buscando assim, minimizar os impactos socioeconômicos e ambientais. Dentre elas, podem-se destacar as seguintes categorias: quanto à origem; quanto às características físicas; quanto à composição química; quanto à potencialidade de risco ao meio ambiente.

A análise da composição dos RS viabiliza conhecer os resíduos produzidos em determinada localidade, identificando o percentual dos materiais em sua constituição, permitindo assim, inferir sobre a viabilidade da implantação de coleta diferenciada, instalações adequadas, equipe de trabalho, equipamentos, além de estimar receitas e despesas decorrentes (FUZARO e RIBEIRO, 2003).

Quanto aos resíduos sólidos urbanos (RSU), D'Almeida et al. (2000), define como sendo o conjunto de detritos gerados em decorrência das atividades humanas nos aglomerados urbanos. Dentre os resíduos urbanos, destacam-se os seguintes: os de origem domiciliar; os de origem comercial; os decorrentes das atividades industriais e de prestações de serviços; os de serviços de limpeza pública urbana; os provenientes dos serviços de saúde; os restos da construção civil, e os gerados nos terminais de embarque e desembarque.

A composição do lixo urbano é influenciada por diversos fatores, dentre eles: condições socioeconômicas e hábitos da população de cada comunidade, desenvolvimento industrial, população flutuante (turismo) e sazonalidade, número de habitantes (JARDIM et. AL, 1995, apud:

OLIVEIRA, 1997; VIEIRA et. AL, 2000, apud: MATTEI e ESCOSTEGUY, 2007; NOBREGA et. AL., 2007; LIMA, 1995, apud: GOMES et al., 2007).

Segundo D’Almeida et. AL (2000), no Brasil, os RSU são constituídos das seguintes categorias: matéria orgânica, papel e papelão, vidro, metais, plásticos, materiais têxteis, madeira, borracha, couro e outros tipos de materiais não identificados, sendo que na maioria dos municípios brasileiros, a matéria orgânica é o componente de maior índice percentual (Quadro 2).

**Quadro 2:** Composição física média dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

ITENS	PESO (%)
Matéria orgânica	52,5
Papel e papelão	24,5
Plásticos	2,3
Vidros	2,9
Metais ferrosos e não ferrosos	1,6
Outros (trapos, borracha, couro, madeira, etc.)	16,2
Total	100,0

**Fonte:** Adaptado de D’Almeida et. AL (2000).

No que se refere à composição dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) no Brasil, dentre os materiais encontrados, destacam-se os orgânicos, papel, plásticos, vidros, metais e outros materiais. “Como a quantidade de matéria orgânica é abundante, a presença de vetores nos aterros é grande, ocorrendo ainda mau cheiro provocado pela decomposição da matéria e a produção de um líquido de tonalidade escura (chorume) poluente ao meio ambiente” (PHILIPPI JR. e AGUIAR, 2005, p. 278).

A caracterização física dos RSD consiste em analisar os diferentes tipos de materiais que são encontrados nos resíduos das residências, sendo importante para definir formas de disposição final mais adequada, para a implantação de sistemas de tratamento para estes resíduos e para subsidiar sistemas de coleta seletiva (LEME e JOIA, 2006).

### **Análise da Composição Física dos Resíduos Sólidos Domiciliares**

A questão da análise da composição física dos resíduos sólidos, em especial a dos resíduos sólidos de origem domiciliar, vem sendo amplamente analisado e discutido.

Pessin et. AL (2006) compararam três bairros e a área central do município de Canela, RS, representando, respectivamente, as classes com poder aquisitivo alto, médio e baixo. Os trabalhos para a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos ocorreram em duas etapas: uma na alta temporada e outra no período de baixa temporada, sendo que, as análises foram realizadas no serviço de coleta regular e na coleta seletiva. Os pesquisadores utilizaram como técnica de amostragem o método de quarteamento. Os resultados mostraram uma variação significativa nos dados apresentados no período de alta e baixa temporada. Destacaram ainda a importância de se aperfeiçoar o serviço de coleta seletiva no município, uma vez que ficou evidente a mistura de materiais potencialmente recicláveis juntamente com os demais resíduos.

Mercedes (1997) desenvolveu no município de Belo Horizonte, MG uma pesquisa com a finalidade de atualizar os dados referentes aos resíduos que eram gerados no município. Para a elaboração do plano de amostragem foi utilizada a técnica de amostragem estratificada proporcional. Os resultados da pesquisa mostraram uma predominância de matéria orgânica (63,42%) e de materiais recicláveis inorgânicos (25,69%). Na análise das informações coletadas, a pesquisadora identificou a correlação existente entre as características socioeconômicas da população que geravam os resíduos e a interferência da sazonalidade com os aspectos quantitativos e qualitativos dos resíduos sólidos gerados no município.

Em Botucatu, cidade localizada na região centro-sul do Estado de São Paulo, Oliveira (1997) realizou um estudo com a finalidade de se conhecer as características físicas dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade, com o intuito de se levantar o quantitativo dos resíduos sólidos de origem domiciliar, procurando assim, disponibilizar tecnologias adequadas para o tratamento dos resíduos sólidos gerados pela população e, viabilizar o aproveitamento destes resíduos através do processo de compostagem e reciclagem. Para a realização da pesquisa, o mesmo selecionou cinco setores representativos em função de número de habitantes, fonte geradora e nível socioeconômico. No levantamento gravimétrico dos componentes, ficou evidenciado um percentual considerável de matéria orgânica (74,11 %), quantidade esta propícia para se realizar a compostagem, seguido de 7,61 % de papel/papelão, 8,41% de plástico e, 3,86% de metal. Ao final de sua pesquisa, Oliveira sugere a implantação de um sistema de coleta seletiva na cidade, selecionando um bairro piloto para a lapidação do mesmo, e a gradativa extensão para os demais bairros da cidade.

Nunesmaia et al. (2004) apresentaram dados referentes às características gravimétricas dos resíduos sólidos de origem domiciliar da cidade de Salvador em função das classes sociais. Os dados obtidos no levantamento gravimétrico dos RSD evidenciaram um percentual de matéria orgânica superior a 50% e um índice considerável de embalagens descartáveis (20%).

Cipriano e Lacava (2004) realizaram a coleta de dez amostras no próprio lixão da cidade para serem utilizados na caracterização dos RSD. No procedimento da análise, os pesquisadores constataram a viabilidade da implantação de uma usina de compostagem na cidade, tendo em vista o alto índice (93,65%) de produção de matéria orgânica total. Ainda, retratam a potencialidade da implantação de um sistema de coleta seletiva na cidade, uma vez que se percebe um percentual considerável (95,40%) de material reciclável.

Faria (2005), realizou um trabalho direcionado para o estudo das características dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Leopoldina, MG, com o intuito de se conhecer as práticas de gestão e caracterização mássica dos resíduos sólidos, tendo em vista a necessidade de se verificar as possibilidades de implantação de um centro de triagem na cidade. Para a determinação das amostras, foi utilizado o método de quarteamento para verificar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade. Conforme os dados apresentados pelo pesquisador, a implantação de um centro de triagem em Leopoldina é viável, uma vez que o

volume de matéria orgânica e matéria reciclável correspondem a 88,58% do total de resíduos gerados no município.

Oliveira et al. (2007) discutiram sobre a importância de se realizar o estudo das características dos resíduos sólidos domiciliares, uma vez que a análise detalhada tanto da composição física como da química tendem a contribuir com o planejamento e gerenciamento dos resíduos sólidos do município. Para a realização da caracterização física dos resíduos sólidos, os pesquisadores coletaram as amostras nos 20 roteiros de coleta existentes na cidade distribuídos em 662 residências. No levantamento gravimétrico dos resíduos sólidos domiciliares houve a predominância da matéria orgânica (75,44%) seguido de 14,36% de materiais potencialmente recicláveis. Na conclusão do trabalho, os pesquisadores recomendam atenção especial ao volume de matéria orgânica gerado na cidade, volume este viável para a produção de composto orgânico, e ainda recomendaram a implantação de um sistema de coleta seletiva, tendo em vista o índice considerável de materiais potencialmente recicláveis descartados juntamente ao lixo comum.

Freitas (2006) caracterizou a dinâmica da geração dos resíduos sólidos de origem domiciliar e, a distribuição espacial das áreas e as suas respectivas concentrações em diferentes áreas da cidade de Varjão, DF. O pesquisador utilizou como metodologia o estudo transversal descritivo e analítico, com dados provenientes de uma amostragem aleatória por conglomerados, usando um inquérito domiciliário (338 domicílios) distribuídos em onze setores. Para a quantificação dos resíduos sólidos domiciliares, o pesquisador realizou três amostras semanais em cada domicílio em dias alternados. Os resultados mostraram a porcentagem média de 57,24% de matéria orgânica, seguidas do papel/papelão (13,02%) e do plástico (12,44%). Ficou evidente nos dados coletados que a geração de resíduos estava associada ao nível socioeconômico da população. Freitas recomendou a implantação de programas de educação e promoção da saúde que possibilitem a conscientização da população em relação à questão dos resíduos sólidos. Destacou ainda sobre a importância de se realizar um planejamento de maneira integrada, visando uma boa gestão e um bom gerenciamento dos resíduos sólidos.

Avelar (2006) avaliou o sistema de gestão dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade de Coronel Fabriciano, MG. Dentre os instrumentos utilizados pelo pesquisador, o levantamento da gravimetria dos resíduos sólidos gerados no município foi relevante, uma vez que tal procedimento constituiu em direcionar as ações a serem realizadas pelos responsáveis pelo serviço de limpeza urbana no município. Após a realização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos, obteve-se 67,45% de matéria orgânica e, 21,81% de produtos potencialmente recicláveis.

Leme e Jóia (2006) realizaram a coleta das amostras nas residências entre junho a dezembro de 2004, totalizando 378 residências. Para a realização da distribuição espacial das amostras, os pesquisadores dividiram a cidade em sete setores, sendo estes setores visitados a cada mês. Na conclusão da pesquisa, os dados demonstraram variações na geração de resíduos nos setores, tendo em vista as diferenças socioeconômicas e culturais. Foi sugerido a implantação

de uma usina de compostagem na cidade, uma vez que se observou alto índice (72,67%) de geração de matéria orgânica na região.

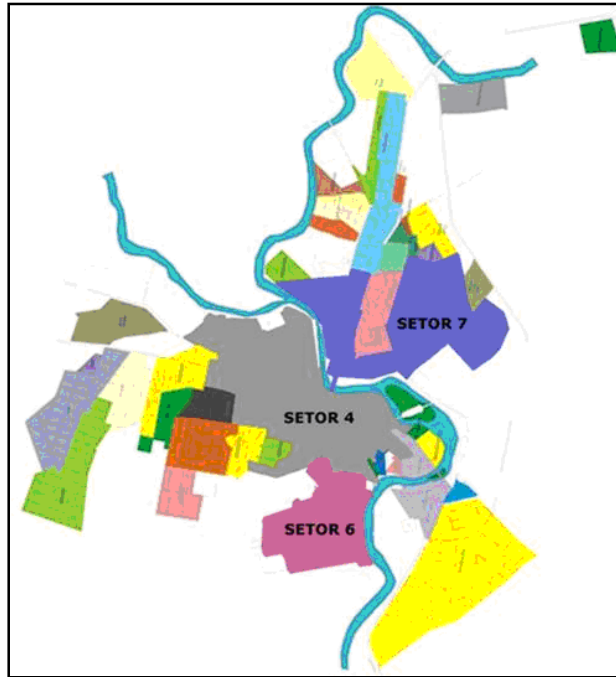
Frésca (2007) buscou através da análise da composição física dos resíduos sólidos de origem domiciliar, relacionar os resultados encontrados com os aspectos socioeconômicos da população como também verificar o volume de resíduos sólidos potencialmente recicláveis destinados para o aterro sanitário e ao programa de coleta seletiva existente na cidade. Para a realização da pesquisa, foi realizado o levantamento amostral da seguinte maneira: quinze setores com coleta convencional, e treze setores com coleta seletiva, sendo que em cada setor foram realizadas duas coletas, uma no inverno e outra no verão. Para o levantamento da gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares, foi utilizada a técnica do quarteamento. Os resultados indicaram que na coleta convencional um percentual médio de 59,08% de matéria orgânica, seguido de 10,47% de plástico. Na coleta seletiva, obteve-se 20,64% de plástico, seguido de 43,21% de papel/papelão. Com relação à influência das estações do ano interferir nas características quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos domiciliares, os resultados demonstram que não houve mudanças significativas na geração de resíduos na cidade de São Carlos.

Santos et al. (2008) comentam sobre a correlação existente entre a geração de resíduos sólidos na cidade de Fortaleza com os indicadores sociais da população. Dentre os indicadores utilizados para subsidiar a sua pesquisa, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Poder Aquisitivo Médio (PAM) foram os indicadores que mais contribuíram tanto qualitativa como quantitativamente na composição dos resíduos sólidos gerados pela população. Ficou evidenciado que as características físicas dos resíduos sólidos eram diversificadas até mesmo dentro do mesmo espaço geográfico, sendo necessária a utilização de tratamentos diferenciados, tendo em vista as variações qualitativas e quantitativas dos resíduos gerados nos setores amostrados.

## **METODOLOGIA**

**1ª Etapa:** coleta de informações referentes aos setores existentes na área urbana atendidos pelo serviço de coleta dos RSD, junto à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Agrícola e Ambiental de Salinas, MG. Em seguida, foram selecionados três setores representativos, em função da maior concentração populacional, resultando em 43% dos setores da cidade. A figura 1 destaca os setores selecionados para a realização da pesquisa.

Após a definição dos setores, foi realizada a aplicação de formulários estruturados para a coleta dos dados no período de janeiro a fevereiro de 2009. O formulário elaborado para as entrevistas junto aos moradores foi estruturado em dois blocos, sendo: 1º bloco com perguntas direcionadas aos aspectos socioeconômicos dos entrevistados, e o 2º bloco com perguntas sobre os resíduos de origem domiciliar.



**Figura 1:** Setores selecionados para a pesquisa.

**Fonte:** Adaptado da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Agrícola e Ambiental de Salinas (2005).

Para atender aos critérios de precisão e de correção dos procedimentos amostrais, adotou-se um percentual de 95% de confiabilidade com uma margem de erro estipulada em 4%, e baseando-se em Fonseca e Martins (1996), a seguinte fórmula foi utilizada para a realização do cálculo amostral:

$$n = \frac{Z^2 \times \hat{p} \times \hat{q} \times N}{d^2 (N - 1) + Z^2 \times \hat{p} \times \hat{q}}, \text{ onde:}$$

- n = tamanho da amostra;
- N = tamanho da população = 6.300 domicílios;
- p = estimativa da proporção = 0,5;
- q = 1 - p = 0,5;
- Z = nível de confiança estabelecido = 95% = 1,96;
- d = erro amostral = 4% = 0,04.

Assim, obteve-se uma amostra de 548 domicílios a serem visitados. Considerando as perdas devido às recusas dos moradores em participar da pesquisa, e pelo motivo da ausência dos mesmos, foram acrescidos 11,2% ao tamanho da amostra, totalizando 609 domicílios a serem visitados.

Para garantir a participação de cada setor de maneira proporcional, considerou-se o número de residências existentes em cada setor, contemplando, assim, 238 residências no setor 4, 126 residências no setor 6, e 245 residências no setor 7.

Para escolher os domicílios participantes da pesquisa, foi adotado o seguinte esquema: definido o ponto inicial para a aplicação dos formulários, após o primeiro domicílio visitado, os três próximos foram excluídos da pesquisa, visitando-se o próximo domicílio do mesmo lado da rua, assim sendo até o final de cada setor.



**2ª Etapa:** realização do estudo da composição gravimétrica dos RSD da área urbana, (desenvolvido no lixão da cidade de Salinas localizado na zona rural a 17 km da área urbana), com a participação e colaboração da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Agrícola e Ambiental através de agentes de limpeza pública.

A frequência da coleta das amostras dos RSD na cidade de Salinas ocorreu no período de março a abril de 2009, de terça-feira a quinta-feira, fora de época de festividades e férias escolares, procurando-se, assim, evitar distorções de sazonalidade, sendo esta amostragem realizada nos setores previamente selecionados.

Para a determinação da composição gravimétrica dos RSD de cada setor, foram estipuladas três amostras, perfazendo um total de nove amostras durante a pesquisa. As amostras foram coletadas pelos caminhões coletores do tipo basculante no período matutino e analisadas no período vespertino. A tabela 1 destaca os setores com as suas respectivas datas e períodos de coleta.

**Tabela 1:** Data das coletas dos resíduos sólidos domiciliares.

Setor	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	Período
4	10/03/2009	24/03/2009	14/04/2009	Matutino
6	11/03/2009	25/03/2009	07/04/2009	Matutino
7	12/03/2009	26/03/2009	24/04/2009	Matutino

### **Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares**

A determinação da composição gravimétrica dos RSD deu-se empregando a metodologia do quarteamento, procedimento utilizado para se obter uma amostra significativa do volume total, que conforme Jardim et al. (1995), consiste em dividir uma amostra pré-homogeneizada, sendo três amostras retiradas da base e laterais e outra com o mesmo volume retirada do topo, em quatro partes iguais, procedendo-se o descarte dos quartis vis a vis realizando nova homogeneização em etapas subsequentes até a obtenção do volume desejado.

Para analisar a composição gravimétrica dos RSD gerados pela população estudada, os seguintes materiais foram utilizados: 1. Lona plástica preta de 40m<sup>2</sup> para impermeabilizar o terreno e não contaminar a amostra; 2. Enxada e pá para o rompimento dos sacos plásticos, caixas de papelão e homogeneização do resíduo; 3. Tonéis com capacidade de 50 litros; 4. Balança para realizar o peso dos resíduos; 5. Equipamento de proteção individual (luvas, botas, protetor respiratório).

No levantamento da gravimetria dos RSD, os componentes foram diferenciados nas seguintes categorias: matéria orgânica, papel/papelão, plástico, vidro, metal e outros materiais que não se enquadram na lista dos componentes (têxtil, madeira, borracha etc.). Os procedimentos adotados no levantamento gravimétrico dos RSD foram:

1. Após a coleta dos RSD realizada por um caminhão do tipo basculante, os resíduos foram transportados para o lixão da cidade, local destinado para a realização do estudo gravimétrico. Em seguida, o caminhão realizou a

descarga de todo o material coletado no respectivo setor sobre uma lona plástica preta de 40m<sup>2</sup>, em área plana;

2. Após a descarga dos resíduos na lona plástica, foi realizado o rompimento dos sacos e embalagens para a homogeneização dos resíduos nas partes a serem amostradas. Em seguida foi realizada a coleta de quatro amostras de 200 litros cada na pilha, sendo três na base e laterais e uma no topo da pilha inicial, considerando-se ainda os materiais rolados (vidros, latas, etc.);
3. Depois de pesadas as amostras selecionadas, os resíduos foram dispostos sobre uma lona em quatro montes de 200 litros cada, onde foi realizado o processo de quarteamento, sendo duas partes descartadas e duas preservadas, procedendo-se com nova homogeneização e novo quarteamento, até se obter 200 litros de resíduo;
4. A partir da amostra de 200 litros, sobre a lona plástica, iniciou-se a etapa de catação e separação dos RSD para a análise gravimétrica. Em seguida, procedeu-se a pesagem de cada categoria de resíduo em estudo para a determinação do seu percentual em relação à massa total.

As etapas para a análise da composição gravimétrica dos RSD foram baseadas na SNSA (2007) e em Ranuci (2008).

A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo com a seguinte relação:

$$\text{Categoria (\%)} = \frac{\text{massa da fração da categoria (kg)}}{\text{massa total da amostra coleta (kg)}} \times 100$$

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Renda Mensal e Grau de Instrução

De forma a se obter a renda média em cada setor foi utilizado o procedimento apresentado nas Tabelas 5, 6 e 7. Os valores obtidos não se referem a classes econômicas (A, B, C, D, etc) e apresentam a média ponderada do valor atribuído para cada intervalo, objetivando somente a comparação entre os setores estudados.

**Tabela 5:** Cálculo da renda mensal – Setor 4.

Renda Familiar Mensal	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Até 2 salários mínimos	1	6	6
> 2 e < 5 salários mínimos	3,5	26	91
> 5 e < 15 salários mínimos	10	170	1700
> 15 salários mínimos	20	36	720
Soma			2517
<b>Média</b>			<b>72,95</b>

**Tabela 6:** Cálculo da renda mensal – Setor 6.

Renda Familiar Mensal	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Até 2 salários mínimos	1	111	111
> 2 e < 5 salários mínimos	3,5	13	45,5
> 5 e < 15 salários mínimos	10	2	20
> 15 salários mínimos	20	0	0
Soma			176,5
<b>Média</b>			<b>5,11</b>

**Tabela 7:** Cálculo da renda mensal – Setor 7.

Renda Familiar Mensal	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Até 2 salários mínimos	1	68	68
> 2 e < 5 salários mínimos	3,5	169	591,5
> 5 e < 15 salários mínimos	10	1	10
> 15 salários mínimos	20	7	140
Soma			809,5
<b>Média</b>			<b>23,46</b>

O grau de instrução médio para cada setor foi obtido através do procedimento apresentado nas Tabelas 8, 9 e 10. Os valores obtidos representam a média ponderada e objetivam somente a comparação entre os três setores.

**Tabela 8:** Cálculo do grau de instrução médio – Setor 4.

Grau de Instrução	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Não alfabetizado	1	102	102
1º grau incompleto	2	93	186
1º grau completo	3	130	390
2º grau incompleto	4	203	812
2º grau completo	5	123	615
Superior incompleto	6	45	270
Superior completo	7	122	854
Soma			3229
<b>Média</b>			<b>115,32</b>

**Tabela 9:** Cálculo do grau de instrução médio – Setor 6.

Grau de Instrução	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Não alfabetizado	1	204	204
1º grau incompleto	2	67	134
1º grau completo	3	288	864
2º grau incompleto	4	38	152
2º grau completo	5	36	180
Superior incompleto	6	9	54
Superior completo	7	4	28
Soma			1616
<b>Média</b>			<b>57,71</b>

**Tabela 10:** Cálculo do grau de instrução médio – Setor 7.

Grau de Instrução	Valor Atribuído (a)	Número de Pessoas (b)	Valor Total (a*b)
Não alfabetizado	1	115	115
1º grau incompleto	2	75	150
1º grau completo	3	372	1116
2º grau incompleto	4	78	312
2º grau completo	5	172	460
Superior incompleto	6	07	42
Superior completo	7	09	63
Soma			2658
<b>Média</b>			<b>94,92</b>

A Figura 2 mostra o resultado referente à renda e grau de instrução para cada setor, podendo-se observar que o setor 4 foi o que obteve os maiores índices, seguido do setor 7 e finalmente o setor 6.

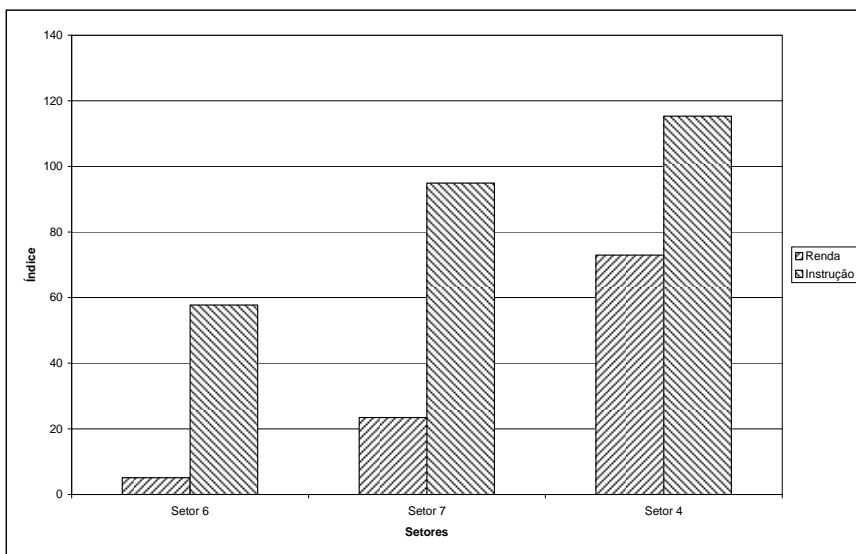


Figura 2: Índice e renda e instrução por setor.

### Composição Gravimétrica dos RSD

A Figura 3 apresenta a variação da média da percentagem de cada material considerando os três setores estudados, podendo ser observado que a mesma variou de 46,45% para a matéria orgânica a 3,32% para o vidro.

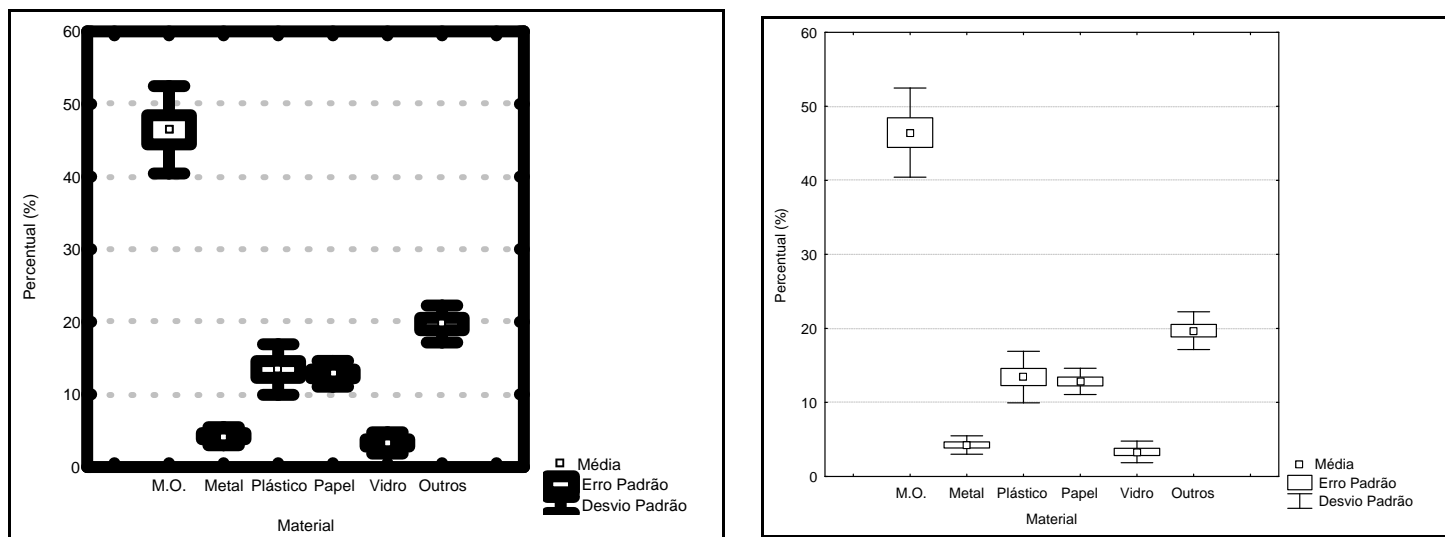


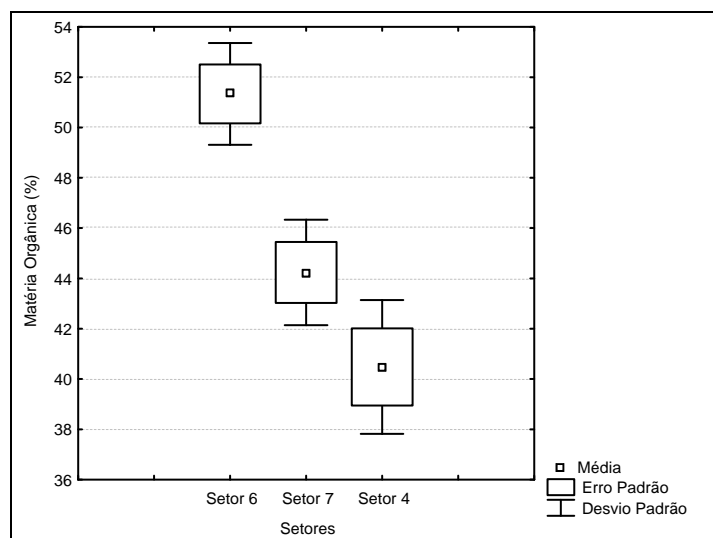
Figura 3: Média, erro padrão e desvio padrão: RSD.

Os dados relativos à composição gravimétrica dos RSD obtidos nos três setores estudados da cidade de Salinas indicam uma predominância de matéria orgânica. Resultados similares foram obtidos por Mercedes (1997), Oliveira (1997), Freitas (2006) e Avelar (2006).

Não considerando os outros materiais, os resultados obtidos em Salinas estão de acordo com os obtidos em Caldas Novas, GO por Pasqualetto et al. (s/d) que verificou a percentagem média de 13,36% para o papel/papelão e 12,76% para o plástico. Em Varjão, DF, Freitas (2006) encontrou uma percentagem média de 13,02% de papel/papelão e 12,44% de plástico. Para a cidade de Botucatu, SP, Oliveira (1997) encontrou 8,41% de plástico, 7,61% de papel/papelão e 3,85% de metal.

## Matéria Orgânica

A Figura 4 mostra a variação da média da percentagem de matéria orgânica nos três setores estudados podendo ser observado que a mesma variou de 40,48% no Setor 4 à 51,33% no Setor 6.

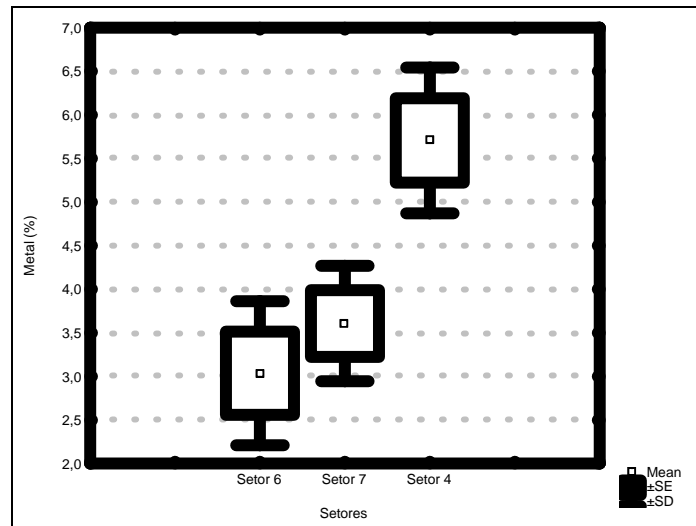


**Figura 4:** Média, erro padrão e desvio padrão: matéria orgânica.

Observou-se que os setores que apresentaram maiores renda e grau de instrução (setores 4 e 7) foram o que apresentaram menores quantidades de matéria orgânica em consonância com o descrito pela COMLURB (2005).

## Metal

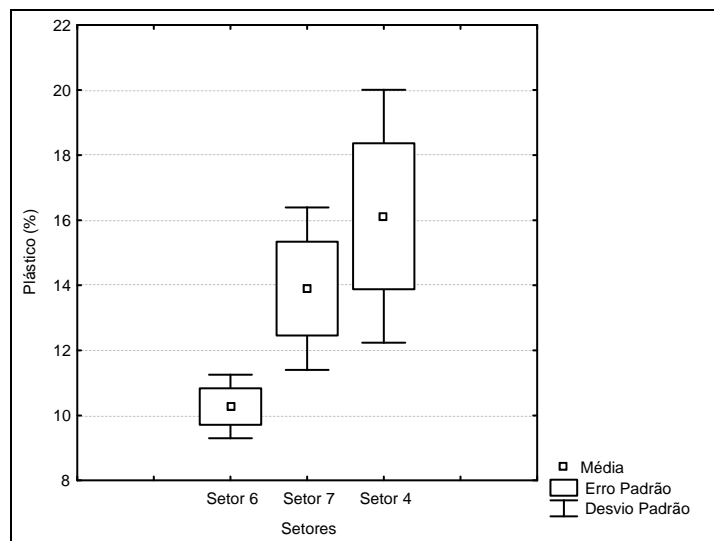
A Figura 5 mostra os valores referentes à média, erro padrão e desvio padrão obtidos para a percentagem de metal nos RSD podendo ser observado que o Setor 4 apresentou a maior quantidade percentual seguido do Setor 7 (setores de maiores renda e escolaridade)



**Figura 5:** Média, erro padrão e desvio padrão: metais.

## Plástico

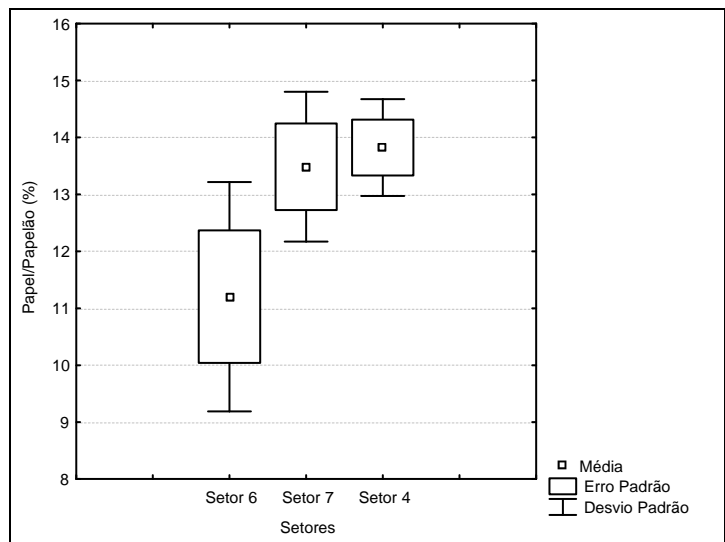
A Figura 6 mostra a variação da média da porcentagem de plástico nos três setores estudados podendo ser observado que o Setor 4 apresentou a maior média (16,13%) seguido do Setor 7 (13,90%) e finalmente o Setor 6 (10,27%). A produção de plástico foi maior nos setores que apresentaram maiores renda e escolaridade (setores 4 e 7).



**Figura 6:** Média, erro padrão e desvio padrão: plástico.

## Papel e Papelão

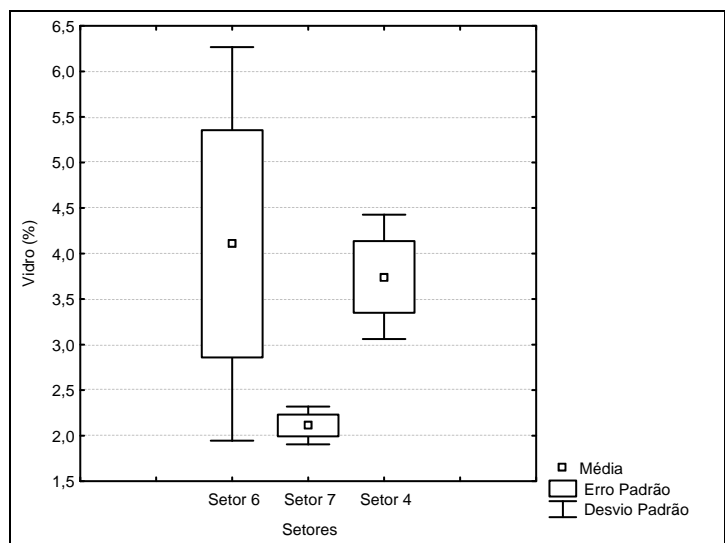
A Figura 7 mostra os valores referentes à média, erro padrão e desvio padrão obtidos para a porcentagem de papel/papelão podendo ser observado que o Setor 4 apresentou a maior média (13,82%) seguido do Setor 7 (13,49%) e Setor 6 (11,20%).



**Figura 7:** Média, erro padrão e desvio padrão: papel e papelão.

### Vidro

A Figura 8 mostra a variação da média da percentagem de vidro nos três setores estudados podendo ser observado a maior média e desvio padrão no Setor 6 (4,11%), seguido do Setor 4 (3,74%) e finalmente o Setor 7 (2,11%).



**Figura 8:** Média, erro padrão e desvio padrão: vidro.

### Outros Materiais

A Figura 9 mostra os valores referentes à média, erro padrão e desvio padrão obtidos para a percentagem de outros materiais podendo ser observado que o Setor 7 apresentou a maior média (21,74%) seguido do Setor 4 (20,12%) e Setor 6 (17,25%).

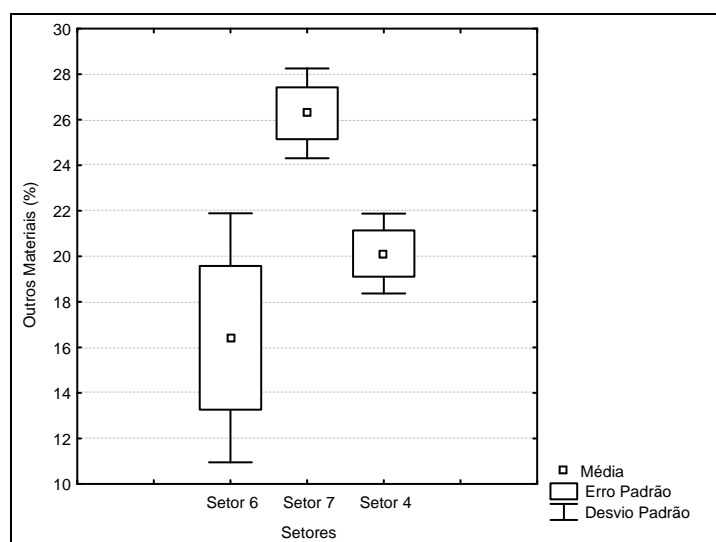


Figura 9: Média, erro padrão e desvio padrão: outros materiais.

## CONCLUSÕES

No serviço de coleta dos RSD, observa-se a necessidade de uma melhor operacionalização, onde, a frequência da coleta nos setores deveria ser realizada em dias alternados, principalmente, nos bairros mais periféricos, buscando, assim, diminuir o volume de resíduos dispostos inadequadamente nas ruas e terrenos baldios.

Os resultados da análise dos dados referentes à composição gravimétrica dos RSD possibilitaram verificar que nos setores com o predomínio de famílias com maior poder aquisitivo e melhor grau instrucional, ocorre uma maior incidência de material com potencial reciclável (vidro, plástico, etc.). De modo análogo, nos setores mais periféricos, onde a maioria das famílias possui uma baixa renda familiar e um menor nível educacional, observa-se a predominância de matéria orgânica, matéria prima para a compostagem.

A caracterização gravimétrica dos RSD demonstrou que a fração quantitativamente mais significativa está constituída de matéria orgânica (restos de alimentos, folhas e poda de grama), representando, respectivamente, 46,45%, o que vem corroborar com outros trabalhos desenvolvidos no Estado de Minas Gerais, por Faria (2005) no município de Leopoldina e por Avelar (2006), no município de Coronel Fabriciano, apresentando um percentual de matéria orgânica de 48,14% e 67,45%, respectivamente.

Observa-se ainda que a média de matéria orgânica encontrada na análise gravimétrica dos RSD da área urbana do município de Salinas apresentou um percentual de 6,05% a menos que a média nacional que é de 52,5%.

Dentre os recicláveis, um dos componentes mais expressivos é o plástico, representando 13,43% do total de resíduos coletado, confirmando, desta forma, uma tendência na substituição de embalagens de papel por invólucros plásticos, que são posteriormente utilizados pelos



moradores para acondicionar os RSD das suas residências. Observa-se, ainda, que o percentual de plástico encontrado na pesquisa está 11,13% acima da média nacional que é de 2,3%.

Com relação à geração de papel/papelão, a percentagem média encontrada foi de 12,84%, ou seja, 11,66% a menos que a média nacional que é de 24,5%. Dos outros resíduos presentes na caracterização gravimétrica, o metal correspondeu a 4,26%, ou seja, 2,66% a mais que a média nacional que é de 1,6%. Os vidros corresponderam a 3,32%, 1,72% a mais que a média nacional que é de 1,6%. Esta diferença pode ser explicada pela substituição das embalagens de papel/papelão pelas de vidro. Com relação à categoria outros materiais, agrupou-se materiais higiênicos, têxtil, madeira, borracha e materiais de difícil identificação, totalizando 19,7%, 3,5% a mais da média nacional que é de 16,2%.

Pode-se afirmar que a análise gravimétrica dos RSD da área urbana da cidade de Salinas possibilitou verificar um percentual significativo de material passível de reciclagem e compostagem, correspondendo, respectivamente, 33,85% e 46,45%, permitindo inferir sobre a viabilidade da implantação de um sistema piloto de coleta diferenciada e de um centro de triagem no próprio lixão para destinar os resíduos coletados para o tratamento adequado.

## REFERÊNCIAS

NBR 10004. **Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AVELAR, S. A.. **Avaliação do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2006.

BRASIL. **Manual de saneamento**. 3 ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.

CIPRIANO, A. P. Z.; LACAVA, P. M.. Caracterização do resíduo sólido urbano da estância turística de São Luiz do Paraitinga, SP. **Rev. Biociên.**, v.10, n.3, p.115-120, 2004.

COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. **Análise gravimétrica do lixo**. Rio de Janeiro, 2005.

D'ALMEIDA, M. L. et al.. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2 ed. São Paulo: CEMPRE, 2000.

FARIA, M. R. A.. **Caracterização do resíduo sólido urbano de Leopoldina-MG**: como proposta de implantação de um centro de triagem. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, São Paulo, 2005.

FREITAS, D. F.. **Caracterização de resíduos sólidos domiciliares na cidade satélite do Varjão, Distrito Federal, Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FRÉSCA, F. R. C.. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

FUZARO, J. A.; RIBEIRO, L. T.. **Coleta seletiva para prefeituras**. 3 ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2003.

GOMES, F. S. et al.. Geração, coleta e impacto dos resíduos sólidos produzidos no carnaval de Recife. **HOLOS Environment**, v.7, n.2, p.191-201, 2007.

JARDIM, N. S. et al.. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CEMPRE, 1995.

- LACERDA, M. G.. **Análise de uso de SIG no sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares em um cidade de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- LEME, S. M.; JOIA, P. R.. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos domiciliares em Aquidauana, MS. **Geografia**, v.15, n.1, p.35-49, 2006.
- LIMA, L. M.. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3 ed. São Paulo: Hemus, 1995.
- MACÊDO, J. A. B.. **Introdução à química ambiental**. 2 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2006.
- MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V.. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. **Eng. Sanit. Ambient**, Rio de Janeiro, v.12, n.3, 2007.
- MERCEDES, S. S. P.. Perfil de geração de resíduos sólidos domiciliares no Município de Belo Horizonte no ano de 1995. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. **Anais**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
- NOBREGA, C. C. et. al. Análise preliminar física e físico-químicas dos resíduos sólidos domiciliares de Pedras de Fogo, Paraíba. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2. **Anais**. 2007.
- NUNESMAIA, M. F.; ROGRIGUES, C. S.; SANTO, H. O.; GAMA, G. G.. O lixo revela a cultura de um povo - estudo de casos: Salvador, Bahia, Brasil. 2004.
- OLIVEIRA, N. M. S. et al.. Estudo gravimétrico de resíduos vítreos domésticos do lixão de Campina Grande, PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 51. **Anais**. 2007.
- OLIVEIRA, S.. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos na microrregião homogênea Serra de Botucatu: caracterização física dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Botucatu, SP**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- PASQUALETTO, A. et al.. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do município de Caldas Novas, GO**. Disponível: <[http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05425\\_Pasqualetto.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05425_Pasqualetto.pdf)>. Acesso: 10 Ago 2008.
- PESSIN, N. et al.. Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso - município de Canela, RS. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30. **Anais**. 2006.
- PHILIPPI JR., A.; AGUIAR, A. O.. Resíduos sólidos: características e gerenciamento. In: PHILIPPI JR., A.. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005. p.267-321.
- RANUCI, R. M. C.. **Determinação da composição física dos resíduos sólidos urbanos produzidos na cidade de Foz do Iguaçu - PR**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Dinâmica das Cataratas. Foz do Iguaçu, 2008.
- SANTOS, G. O.; ZANELA, M. E.; SILVA, L. F. F.. Correlações entre indicadores sociais e o lixo gerado em Fortaleza, Ceará, Brasil. **REDE Revista Eletrônica do Prodema**, v.2, n.1, p.45-63, 2008.
- SCHNEIDER, V. E. et al.. Programa de gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Bento Gonçalves/ RS. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. **Anais**. 2000.
- VIEIRA, S. J. et al.. A escolha de áreas utilizando geoprocessamento para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO DASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. **Anais**. Florianópolis: 2000.