



**HAFEZ TADEU SADI JUNIOR**

**INFLUÊNCIA DA COLETA SELETIVA NA  
COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES  
BAIRROS DE LAVRAS - MG**

**LAVRAS - MG**

**2015**

**HAFEZ TADEU SADI JUNIOR**

**INFLUÊNCIA DA COLETA SELETIVA NA COMPOSIÇÃO  
GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES  
BAIRROS DE LAVRAS-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais, Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Resíduos Sólidos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Ronaldo Fia

Coorientador

Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Sadi Junior, Hafez Tadeu.

Influência da coleta seletiva na composição gravimétrica dos  
resíduos sólidos de diferentes bairros de Lavras - MG / Hafez  
Tadeu Sadi Junior. – Lavras : UFLA, 2015.

102 p. : il.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de  
Lavras, 2015.

Orientador: Ronaldo Fia.

Bibliografia.

1. Material reciclável. 2. Rejeito. 3. Matéria orgânica. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**HAFEZ TADEU SADI JUNIOR**

**INFLUÊNCIA DA COLETA SELETIVA NA COMPOSIÇÃO  
GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES  
BAIRROS DE LAVRAS-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais, Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Resíduos Sólidos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2015

Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro      UFLA

Dr. Anderson Alves Santos                  IFMG

Dr. Ronaldo Fia  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2015**

*Aos meus pais, que incansavelmente sempre me motivaram com suas palavras.*

*À minha família, que me apoiou em todo o meu caminho.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e serenidade.

À minha família pelo incentivo e carinho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade concedida para a realização do mestrado em Tecnologia e Inovações Ambientais.

Aos professores, Dr. Ronaldo Fia (orientador) e Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro (coorientador), por me terem aberto as portas, por seus ensinamentos, pela orientação e competência, pelo que souberam nos transmitir de conhecimento.

A todos os amigos pós-graduandos e graduandos, que estiveram ao meu lado, durante todo este percurso, ajudando-me para o desenvolvimento deste trabalho, pela amizade e pelos momentos que estivemos juntos.

A todos os demais funcionários e colegas do Curso de Mestrado em Tecnologia e Inovações Ambientais.

A todos que direta ou indiretamente me incentivaram nesta nova jornada.

E, em especial, aos amigos Tatiana Abreu, Ruben Cesar M. S. Ribeiro, Juliana Amorim, Mariana Ribeiro e aos demais alunos do curso de Engenharia Ambiental UFLA.

O meu muito obrigado.

## RESUMO

O crescimento da população, o desenvolvimento industrial e a urbanização acelerada vêm contribuindo para o aumento do uso dos recursos naturais e, conseqüentemente, da geração dos resíduos sólidos domiciliares – RSD, que quando não gerenciados de maneira adequada, trazem problemas de ordem sanitária, ambiental, social e econômica. Este trabalho teve por objetivo determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares dos bairros São Vicente, Caminho das Águas e Dona Flor, na cidade de Lavras - MG, onde a coleta seletiva estava em processo de implantação, com o intuito de auxiliar a Associação dos Catadores de Material Reciclável de Lavras - ACAMAR; e nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado na mesma cidade, onde a coleta seletiva já funciona há alguns anos. Nos três primeiros bairros, a caracterização foi feita em outubro de 2013 e junho de 2014 (antes e após a implantação da coleta seletiva) e nos três últimos bairros a caracterização foi feita em junho de 2014. Os resíduos foram coletados em caminhão basculante, por empresa terceirizada, contratada pela Prefeitura, a partir de rotas previamente definidas, encaminhados para o vazadouro municipal, onde se realizou o quarteamento e a caracterização gravimétrica. Aplicou-se, nos bairros, um questionário socioeconômico e de hábitos de descarte de resíduos. Com bases nos dados, verificou-se que a população deve ser mais bem informada / conscientizada sobre os resíduos sólidos, principalmente, quanto à forma de separação adequada, principalmente, nos bairros onde a coleta seletiva foi iniciada recentemente. As quantidades de matéria orgânica, materiais passíveis de serem reciclados e de rejeitos, seguem a tendência nacional em termos percentuais. Constatou-se, ainda, que, mesmo nos bairros onde a coleta seletiva já ocorre há anos, ocorre o envio de percentuais consideráveis de materiais passíveis de serem reciclados para o vazadouro municipal. Conclui-se que os resíduos sólidos domiciliares do município de Lavras, seguindo a tendência dos bairros avaliados, apresentam potencial para que o poder público e, ou, a ACAMAR possam implantar um Programa de Coleta Seletiva mais abrangente na cidade e de compostagem da matéria orgânica.

Palavras-chave: Material reciclável. Rejeito. Matéria orgânica. Caracterização física.

## ABSTRACT

Population growth, industrial development and accelerated urbanization have been contributing to the increase in the use of natural resources and, consequently, in the generation of household solid waste – HSW that, when not appropriately managed, cause issues of sanitary, environmental, social and economic order. This paper aimed at determining the gravimetric composition of household solid waste of neighborhoods São Vicente, Caminho das Águas and Dona Flor, in the municipality of Lavras, Minas Gerais, Brazil, where selective collection was in process of implementation, with the intent of aiding the Association of Recyclable Material Collectors of Lavras – ACAMAR. We also studied neighborhoods Flamboyants Condominium, Monte Líbano and Jardim Eldorado, also in Lavras, where selective collection has been implemented for a few years. In the three first neighborhoods, the characterization was done in October of 2013 and June of 2014 (before and after the implementation of selective collection) and, in the three last neighborhoods, the collection was done in June of 2014. The waste was collected in a dump truck, by an outsourced company hired by the city hall, in previously defined routes and taken to the municipal dumping ground where the quarters method and gravimetric characterization were performed. We applied a socio-economic questionnaire in the neighborhoods regarding waste disposal habits. Based on the data, we verified that the population must be made better informed/aware of solid waste, especially regarding the adequate form of separation, especially in neighborhoods in which selective collection was recently implemented. The amount of organic matter, materials passive of being recycled and of rejects follow the national tendency in terms of percentage. We also verified that, even in the neighborhoods in which selective collection occurs for years, there is a considerable percentage of materials passive of being recycled being sent to the municipal dumping ground. We conclude that household solid waste in the municipality of Lavras, according to the tendency of the evaluated neighborhoods, have the potential for the public authority and/or ACAMAR to implement a more extensive Selective Collection and Organic Matter Composting Program in the municipality.

Keywords: Recyclable material. Reject. Organic matter. Physical characterization.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Diferentes etapas do quarteamento e caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de diferentes bairros de Lavras: (A) início do processo de quarteamento dos resíduos sobre lona plástica, (B) início da separação dos resíduos, (C), (D) e (E) separação dos plásticos, matéria orgânica e embalagens tetra pak, (F) pesagem individual de cada componente dos resíduos sólidos .....91
- Figura 2 Distribuição da população por classe socioeconômica nos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas .....96
- Figura 3 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre o conhecimento do processo de coleta seletiva .....97
- Figura 4 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre a separação dos resíduos sólidos domiciliares .....99
- Figura 5 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre o descarte de resíduos de serviços de saúde e óleo de cozinha gerados nas residências .....101
- Figura 6 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre destinação dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes .....103
- Figura 7 Caracterização gravimétrica dos RSD: PA (papel), PL (papelão) PM (plástico mole), PD (plástico duro), PET (politereftalato de etileno), VD (vidro), MA (madeira), ME

	(metal), MO (matéria orgânica), TE (tecido), RE (rejeito) e OT (outros), antes (2013) e depois (2014) da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR dos bairros Caminho das Águas (A), Dona Flor (B) e São Vicente (C) .....	105
Figura 8	Distribuição da população por classe socioeconômica nos bairros Condomínio Flamboyant, Monte Líbano e Jardim Eldorado.....	108
Figura 9	Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre o conhecimento do processo de coleta seletiva.....	109
Figura 10	Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre a separação dos resíduos sólidos domiciliares .....	111
Figura 11	Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre o descarte de resíduos de serviços de saúde e óleo de cozinha gerados nas residências.....	114
Figura 12	Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre destinação dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes .....	116
Figura 13	Caracterização gravimétrica dos RSD: PA (papel), PL (papelão) PM (plástico mole), PD (plástico duro), PET (politereftalato de etileno), VD (vidro), MA (madeira), ME (metal), MO (matéria orgânica), TE (tecido), RE (rejeito) e OT (outros), depois implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Condomínio Flamboyants (A), Monte Líbano (B) e Jardim Eldorado (C).....	118

Figura 14 Percentuais de materiais com potencial para reciclagem, matéria orgânica e rejeito que são coletados nos bairros Dona Flor, Caminho das Águas, São Vicente, Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado, e são enviados à destinação final no vazadouro municipal .....121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Geração per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) em diferentes regiões da Terra .....	27
Tabela 2	Geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2010 e projeção da geração para 2025 em função da classe social .....	30
Tabela 3	Estimativa da quantidade de resíduos sólidos domiciliares e, ou, públicos coletados por região do Brasil, nos períodos dos anos 2000 e 2008 .....	32
Tabela 4	Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008 .....	33
Tabela 5	Vetores, formas de transmissão e enfermidades que têm os resíduos sólidos urbanos como precursores .....	36
Tabela 6	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos no Brasil - 1989/2008.....	45
Tabela 7	Horário da coleta de resíduos sólidos urbanos, durante a semana, nos bairros Caminho das Águas, Dona Flor e São Vicente na cidade de Lavras - MG.....	90
Tabela 8	Horário da coleta de resíduos sólidos urbanos durante a semana nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado na cidade de Lavras - MG .....	93
Tabela 9	Quantidade das diferentes frações dos resíduos sólidos domiciliares (kg) coletadas pela prefeitura em junho de 2013 e outubro de 2014, antes e depois da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Caminho das Águas, Dona Flor e São Vicente em Lavras-MG .....	106

Tabela 10 Quantidade das diferentes frações dos resíduos sólidos domiciliares (kg), coletadas pela prefeitura no ano de 2014, depois da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado em Lavras - MG.....	119
---	-----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Norma Técnicas.
ACAMAR	Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras.
CEPIS/OPS	Organização Panamericana da Saúde para países da America Latina e Caribe.
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CONDER	Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia.
EIA	Estudos de Impactos Ambientais.
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
NBR	Normas Brasileiras.
PCA	Plano de Controle Ambiental.
PEAD	Geomembrana de polietileno de alta densidade.
PNC	Programa Nacional de Capacitação de Gestores.
PNCGA	Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos.
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico.
RCA	Relatório de Controle Ambiental.
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental.
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos.
SEDU	Secretária de Desenvolvimento Urbano.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Resíduos sólidos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Classificação dos resíduos sólidos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Resíduos sólidos urbanos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Produção mundial de resíduos sólidos urbanos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Produção brasileira de resíduos sólidos urbanos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Os resíduos sólidos urbanos e os problemas ambientais, sociais e de saúde pública .....</b>	<b>35</b>
<b>3.5</b>	<b>Gestão dos resíduos sólidos urbanos.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6</b>	<b>Coleta seletiva e reciclagem.....</b>	<b>40</b>
<b>3.7</b>	<b>Destinação final dos resíduos sólidos urbanos .....</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>Localização da coleta de dados.....</b>	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>Procedimento experimental .....</b>	<b>87</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Questionário .....</b>	<b>88</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Composição Gravimétrica.....</b>	<b>89</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>95</b>
<b>5.1</b>	<b>Bairros com implantação recente da coleta seletiva .....</b>	<b>95</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Aplicação do questionário socioeconômico e de hábitos de descarte de resíduos.....</b>	<b>95</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) .....</b>	<b>104</b>
<b>5.2</b>	<b>Bairros com coleta seletiva .....</b>	<b>107</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Aplicação do questionário socioeconômico e de hábitos de descarte de resíduos.....</b>	<b>107</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) .....</b>	<b>117</b>
<b>5.3</b>	<b>Quantidade de material passível de reciclagem nos bairros.....</b>	<b>121</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>124</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>136</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos, popularmente denominados de lixo, são um problema socioambiental bastante antigo que tomou maiores dimensões, com a revolução industrial e o consequente aumento da população e de seu poder aquisitivo. O problema dos resíduos sólidos é bastante complexo, não somente no Brasil, bem como em vários outros países. O Brasil apresenta, ainda, muitos lixões a céu aberto, sem qualquer tipo de tratamento sanitário.

Cada pessoa no Brasil gera em torno de 1,0 kg de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia. Parte destes resíduos (9,1%) vai para lixões sem passar por qualquer tipo de triagem (BRASIL, 2014a). A disposição final adequada dos resíduos sólidos deveria passar por uma triagem na qual cerca de 85% de todo lixo seriam aproveitados na reciclagem e compostagem e somente 15% do total, chamado rejeito, seriam levados à disposição final (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA, 2012).

A disposição inadequada dos resíduos pode causar inúmeros malefícios ao ambiente, dentre eles: a poluição do solo, podendo causar poluição das águas superficiais e subterrâneas; a poluição do ar pela degradação da matéria orgânica e, como resultado, a queima não controlada; poluição visual quando não dispostos adequadamente; a contaminação do homem e da biota, entre vários outros malefícios (JACOBI; BESEN, 2011).

Um comportamento que antes era um ato voluntário, a destinação adequada dos resíduos no ambiente, vai ordenadamente se tornando obrigatória com a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), pela qual se instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Por meio da legislação, torna-se necessário iniciar a elaboração do projeto de uma política municipal de resíduos sólidos, a partir da qual poderão ser definidas diretrizes e normas visando à prevenção da poluição,

para proteção e recuperação da qualidade ambiental e da saúde pública, por meio da gestão democrática e sustentável dos resíduos sólidos.

A Lei nº 12.305 reúne princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a serem adotados pela União, isoladamente, ou em parceria com Estados, Distrito Federal, Municípios e particulares visando à gestão integrada dos resíduos sólidos e seu gerenciamento ambientalmente adequado (BRASIL, 2010).

Para cumprimento das exigências legais, é importante conhecer os resíduos produzidos bem como suas características. O conhecimento dos materiais, que compõem os RSU de uma cidade, é uma importante ferramenta para a sua gestão. Um aspecto relevante para a determinação das características destes resíduos é a composição física. É essencial que toda cidade que planeja fazer seu plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, tenha conhecimento das características físicas dos resíduos do município.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi verificar a influência da Coleta Seletiva na caracterização gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), em três bairros do município de Lavras, Minas Gerais, em que a coleta seletiva foi recentemente implantada, e em três outros bairros em que a coleta seletiva já ocorre por mais tempo.

Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar os hábitos de descarte dos bairros onde a coleta seletiva já ocorre com bom aproveitamento pela ACAMAR; e em três bairros onde a coleta seletiva foi recentemente implantada;
- b) Caracterizar fisicamente os resíduos sólidos domiciliares (RSD) dos bairros Dona Flor, Caminho das Águas e São Vicente onde a coleta seletiva dos RSU foi recentemente implantada; e dos bairros Jardim Eldorado, Monte Líbano e Condomínio dos Flamboyants onde a coleta seletiva dos RSU já ocorre pela Associação dos Catadores de Material Reciclável de Lavras (ACAMAR);
- c) Avaliar a quantidade de materiais passíveis de reciclagem, compostagem e o rejeito (parte do RSD que realmente deveria ir para a destinação final);
- d) Auxiliar a ACAMAR com dados da composição gravimétrica e peso específico dos RSD dos bairros para um estudo de melhorias dos procedimentos adotados pela Associação.

### 3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Resíduos sólidos

Várias são as definições apresentadas pelos doutrinadores e pesquisadores a respeito dos resíduos sólidos. Segundo Santos, G. (2008), o conceito de lixo e de resíduo pode variar, conforme a época e o lugar, depende de fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos. Já, para Barbosa (2000), a origem da palavra lixo, deriva dos termos em latim *lix* e *lixare*, em que *lix* significa cinza, proveniente de uma época cujos resíduos da cozinha eram formados por cinzas advindas de restos de lenha carbonizados nos fogões; e *lixare* que significa sujeira, imundície e restos.

Fiorillo (2009) interpreta resíduos como sendo a mesma coisa. Eles consistem no resto e sobras não reaproveitadas pelo próprio sistema, oriundos de uma desarmonia ecológica. Lixo, tecnicamente chamado de resíduos sólidos, pode ser definido como todo e qualquer resíduo que resulta das atividades diárias do homem na sociedade e que é descartado no meio ambiente (BACELAR, 2005).

No âmbito mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 21, define o resíduo como todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, os resíduos das ruas e os entulhos de construção. Se manifestarem características perigosas, esses resíduos devem ser tratados como resíduos perigosos (BRASIL, 1994).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece que resíduos sólidos são os resíduos nos estados sólidos e semissólidos que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em

equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004).

O estabelecimento de uma definição para resíduos sólidos é importante, pois a partir dela podem ser tomadas medidas concretas para o seu manejo e destinação adequada no ambiente. Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), vem compilar as definições anteriormente citadas, estabelecendo um conceito a ser seguido no Brasil.

Confirmada a importância da definição de resíduos sólidos, Barreto, Killinger e Rego (2002) apontaram uma definição de lixo, baseada na entrevista realizada com a população residente, em uma área periférica de Salvador-BA, sendo considerado lixo aquilo que não serve para ser utilizado, vendido ou trocado, e é descartado, pois assim eram vistos os resíduos por aquela população.

Resíduo é uma categoria dinâmica, pois o que é lixo para algumas pessoas, pode ser de grande utilidade para outras. Os componentes deste descarte são frutos de decisões individuais, mas que podem ser determinadas histórica, social ou culturalmente. Alguns grupos, especialmente os menos favorecidos, reutilizam mais facilmente os materiais que outros, e os processos de doações e de trocas de objetos descartados limitam-se, às vezes, a concepções ou crenças religiosas. Acima de tudo, a seleção dos produtos que são considerados como lixo varia com a classe social (BARRETO; KILLINGER; REGO, 2002).

Deste modo, no presente estudo, pode-se chegar a um primeiro entendimento que os resíduos sólidos urbanos (RSU) consistem no resultado das

atividades humanas domésticas ou comerciais e sua composição é bastante variável, incluindo os resíduos gerados nas residências e no comércio, de origem pública, como os provenientes do manejo de áreas públicas e aqueles de fontes especiais.

### **3.2 Classificação dos resíduos sólidos**

A PNRS estabeleceu que os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à origem em: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes, e resíduos de mineração (BRASIL, 2010).

Destaque deve ser dado aos resíduos sólidos urbanos formados pelos resíduos domiciliares (RSD) mais os resíduos de limpeza urbana. No Brasil, a composição dos RSD é variável, porém há consenso que estes são formados, principalmente, por matéria orgânica (BRASIL, 2014a; IPEA, 2012).

Já, os resíduos industriais são de composição extremamente variável dependendo do tipo, tamanho e processo produtivo empregado. O processo produtivo, na grande maioria das vezes, tem como consequência a geração de resíduos que precisam de tratamento e destino mais específicos, uma vez que diversas substâncias bastante comuns nos resíduos industriais são tóxicas e algumas têm a capacidade de bioacumulação nos seres vivos, podendo entrar na cadeia alimentar e chegar até o homem (COELHO, 2011; SISINNO, 2003).

No que concerne aos resíduos sólidos de serviço de saúde (RSS), a questão central que se coloca é sobre a periculosidade de parte deste tipo de resíduo, a qual é considerada perigosa e potencialmente infectante, que pode

representar em torno de 10% desses resíduos (SILVA, 2007). Os RSS podem, muitas vezes, ser encontrados juntamente com os resíduos domiciliares, os quais, dependendo da origem e composição, podem trazer sérios problemas de contaminação para as pessoas diretamente envolvidas com a gestão dos resíduos e para o ambiente, com a contaminação do solo e das águas (CUSSIOL; ROCHA; LANGE, 2006; GARCIA; ZANETTI-RAMOS, 2004; VENTURA; REIS; TAKAYANAGUI, 2010).

Semelhante aos RSS, os resíduos de construção civil e demolição (RCD), geralmente, são destinados em conjunto com os resíduos sólidos urbanos. Assim, a questão ambiental na atividade da construção civil ganhou relevância nos últimos anos, tanto como utilizadora de recursos naturais quanto como geradores de resíduos que causam impactos ambientais negativos (LIMA; CABRAL, 2013). Baseado na prevenção e redução de resíduos sólidos com a utilização de tecnologias limpas e materiais recicláveis e reutilizáveis, a reciclagem dos RCD tornou-se uma alternativa para economizar os recursos naturais, utilizados como matéria-prima na construção civil, além de uma possibilidade de redução nos custos de construção e do volume final dos resíduos a serem dispostos. Grande parte dos RCD pode ser destinada, por meio da reciclagem, para a produção de argamassas (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

Até pouco tempo, a sociedade não se preocupava com os resíduos gerados na zona rural, pois muitos destes resíduos eram de origem orgânica e se incorporavam ao solo. No entanto, as alterações ambientais geradas pela disposição inadequada dos resíduos domésticos, em pequenas comunidades ou na zona rural, apesar de serem de uma magnitude menor que aquelas produzidas nos lixões das grandes cidades, podem, também, constituir impactos ambientais negativos (COLLARES et al., 2007), visto que esta população tem modificado

seus hábitos, passando a consumir mais produtos industrializados armazenados em embalagens plásticas e metálicas, entre outras.

O acondicionamento dado a esse novo lixo, nas zonas rurais, mesmo representando uma pequena quantidade, quando comparado com o total de RSD produzido, está acarretando ao ambiente uma significativa devastação, por ele ser descartado como anteriormente, nos quintais de suas próprias casas, em margens de lagos e rios e em nascentes, quando orgânico e, em sua maioria, queimado quando reciclável, causando impactos nocivos à fauna e à flora (RIBEIRO et al., 2011; ROCHA et al., 2012).

Independentemente da origem, muitos resíduos são classificados em orgânicos e inorgânicos. Em praticamente todas as cidades do Brasil, a população é educada a jogar fora os restos orgânicos sem a menor preocupação. Esses materiais são responsáveis pelo péssimo odor produzido pelos RSD e, conseqüentemente, pelo seu acúmulo e pelo aumento da presença de animais e insetos. Mas, de uma forma geral, a população é pouco orientada e, nesse caso, não imaginaria que o material orgânico, gerado em casa, pode ter valor econômico.

Uma destinação correta para esse tipo de material é a compostagem, que pode ser conceituada como um processo biológico cujos microrganismos transformam a matéria orgânica, tais como restos de comida, cascas de frutas, papéis muito úmidos, grama, restos de folhagens, pó de café e estrume de animais domésticos, em um adubo natural, que, após o tratamento, pode ser utilizado para a fertilização do solo.

Já, o resíduo inorgânico é definido como todo material descartado que não advém da origem animal ou vegetal, ou seja, vidros, latas, alumínio, embalagens descartáveis e plásticos (ALMEIDA; RIGOLIN, 2002). Quando os resíduos inorgânicos são jogados diretamente no ambiente, sem tratamento prévio, pode demorar anos para serem decompostos.

Deste material, vale ainda ressaltar que podem ser encontrados produtos que afetam a saúde humana, como material de limpeza, tintas, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes, que necessitam receber tratamento especial (ALMEIDA; RIGOLIN, 2002). São os chamados resíduos domiciliares especiais que devem ser tratados e destinados de forma diferente dos resíduos domiciliares.

A Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008, estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que as comercializam, como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverá receber dos usuários as pilhas e baterias que não possuem mais utilidade (BRASIL, 2008).

Nesse sentido, a PNRS estabelece que, além das pilhas e baterias, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de outros resíduos domiciliares especiais (agrotóxicos e embalagens, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos e seus componentes) são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos, depois do uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A ABNT, por meio da NBR 10.004 (ABNT, 2004), estabelece que a classificação de resíduos deva envolver a identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo de forma criteriosa e deve ser estabelecida, de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deram origem e de seus constituintes e suas características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, os resíduos sólidos podem ser classificados, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) em:

- a) Resíduos Perigosos (Classe I): são os que, em razão de suas quantidades, concentrações, características físicas, químicas ou biológicas, apresentam riscos ao meio ambiente, podendo apresentar riscos à saúde pública, quando dispostos ou tratados de forma inadequada, para tanto exigem tratamento e disposição especiais;
- b) Resíduos Não Perigosos (Classe II), que se subdividem em Resíduos Não inertes (Classe IIA): podem ter como propriedades a biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e Resíduos Inertes (Classe IIB) que são os resíduos que submetidos a um contato dinâmico e estático com água não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

### **3.3 Resíduos sólidos urbanos**

Analisando a pesquisa realizada por Santos, L. (2008), os resíduos sólidos sempre estiveram presentes no contexto social humano, inclusive, na problemática relacionada ao seu acúmulo, que já advém de muito tempo, em que se podem apontar as epidemias que causaram a morte de muitas pessoas na idade média, decorrente do acúmulo de lixo deixado pelas ruas e próximos às cidades.

No Brasil, a partir da década de 1980, período de intensa urbanização vivida no país, a integração da questão dos resíduos sólidos ganha força nos

debates sobre saneamento, em virtude do agravamento dos problemas socioambientais urbanos decorrentes da destinação inadequada de resíduos sólidos, inclusive, na problemática relacionada ao seu acúmulo nas ruas e próximos às cidades (OLIVEIRA, 2012).

Em 1985 foi criado o programa PROSANEAR, com uma abordagem integrada do saneamento, o qual tinha como objetivo financiar ações conjuntas em relação à água, esgoto, drenagem urbana e aos resíduos sólidos para população de baixa renda da zona urbana, classe mais vulnerável diante dos serviços de coleta e tratamento de esgotos prestados no mercado nacional até o momento (GAMA, 2010).

A partir de 1988, com a publicação da nova Constituição, o governo federal repassa a competência aos municípios sobre a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos sólidos. No entanto, na prática, se a competência foi descentralizada para os municípios, o mesmo não ocorreu com os recursos financeiros que, segundo Serrano (2001), foram reduzidos para os programas de saneamento.

Esta situação, somada ao crescente processo de urbanização, representa enormes desafios para os municípios uma vez que, embora os recursos sofressem redução, aumentou significativamente a necessidade de investimentos para a ampliação dos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos, tais como: coleta, transportes e construção de novas instalações de tratamento e destinação final (OLIVEIRA, 2012).

Santos, L. (2008) explica que, apesar da geração de resíduos sólidos fazer parte do cotidiano das pessoas, o problema se agrava pelo fato de que, com o contínuo crescimento da população aliado à concentração em centros urbanos, e ao modo de produção baseada no capitalismo e no consumismo exagerado, cada vez mais se aumenta a quantidade gerada de resíduos.

Oliveira (2012) considera que a crise ambiental é uma construção social e que, ao longo do tempo, houve transições. Até a década de 1970 os problemas ambientais eram decorrentes do crescimento populacional; a partir da década de 1970 os problemas eram decorrentes do impacto da produção; e a partir da década de 1990 os problemas passaram a ser decorrentes do impacto do consumo.

Corroborando com esta afirmação a Organização Pan-americana de Saúde (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPS, 2005), ao constatar que o modo de vida urbano produz uma diversidade cada vez maior de produtos e de resíduos que exigem sistemas de coleta e tratamento diferenciados depois de seu uso e uma destinação ambientalmente segura.

Ainda, segundo Oliveira (2012), sob tais condições, a redução dos diversos tipos de resíduos gerados vem sendo apontada como um dos maiores desafios da atualidade, uma vez que a geração excessiva de resíduos sólidos afeta a sustentabilidade urbana e que a sua redução depende de mudanças nos padrões de produção e consumo da sociedade.

A tendência é que os resíduos sólidos urbanos aumentem cada vez mais; e, muitas vezes, por falta de recursos, os resíduos são lançados em lugares inapropriados, como nas ruas, rios e mares, poluindo, assim, o ambiente e reduzindo a qualidade de vida da sociedade. Frente a esta situação, um gerenciamento integrado em todas as etapas de manejo dos resíduos sólidos urbanos, pode render às comunidades, maior sustentabilidade ambiental e equidade social (OLIVEIRA, 2012).

### **3.3.1 Produção mundial de resíduos sólidos urbanos**

Segundo relatório publicado em 2013 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), foi estimada uma produção de 1,3 bilhão de

toneladas de resíduos sólidos urbanos coletados no ano de 2012 na Terra. E há uma expectativa que esse número chegue a 2,2 bilhões de toneladas em 2025. O aumento de 1,2 para 1,42 kg hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> é em virtude do aumento da população, urbanização, industrialização e desenvolvimento econômico (HYMAN; TURNER; CARPINTERO, 2013).

De acordo com o levantamento feito pelo banco mundial (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012), por dia, no mundo, são produzidas milhões de toneladas de RSU e a geração de resíduos varia em função da riqueza da população (Tabela 1). No entanto, variações regionais e nacionais, também, podem ser significativas bem como as taxas de gerações de resíduos dentro da mesma cidade.

Tabela 1 Geração per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) em diferentes regiões da Terra

Região	Produção de lixo per capita (kg hab <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )			Produção (%)
	Limite Inferior	Limite Superior	Média	
África subsaariana	0,09	3,0	0,65	5
Leste da Ásia e Pacífico	0,44	4,3	0,95	21
Oriente e Ásia Central	0,29	2,1	1,10	7
América Latina e Caribe	0,11	14,4*	1,10	12
Oriente Médio e Norte da África	0,16	5,7	1,10	6
Países Membros da OECD (Organização para a cooperação e desenvolvimento da economia)**	1,10	3,7	2,20	44
Sul da Ásia	0,12	5,1	0,45	5

\* Esta tabela não é corrigida para valores inconsistentes de dados extremos, como os 14,4 kg kg hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> observados em Trinidad e Tobago.

\*\* Países membros: Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Noruega, Holanda, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça, Turquia, Alemanha, Espanha, Canadá, Estados Unidos, Japão, Finlândia, Austrália, Nova Zelândia, México, República Checa; Hungria; Polônia, Coreia do Sul, Eslováquia, Chile, Eslovênia e Israel.

Fonte: Adaptado de Hoornweg e Bhada-Tata (2012).

Com base nos percentuais apresentados, pode-se verificar que a geração de resíduos na região Subsaariana, na África, é de aproximadamente 62 milhões de toneladas por ano. A geração de resíduos per capita desta região é baixa, mas abrange uma média de 0,09 a 3,0 kg por pessoa por dia, com média per capita de 0,65 kg. Os países com índice per capita mais altos são ilhas, provavelmente, em decorrência da geração de resíduos pela indústria do turismo, bem como pela maior disponibilidade de dados sobre resíduos sólidos e, também, pela sua maior confiabilidade. No Oriente Médio e no Norte da África, os resíduos sólidos gerados são 63 milhões de toneladas por ano.

O resíduo gerado anualmente no leste da Ásia e região do Pacífico é de, aproximadamente, 270 milhões de toneladas por ano. Essa quantidade é influenciada pelo resíduo gerado na China, os quais constituem 70% do total da região. Na Ásia Oriental e Central, a produção de resíduo por ano é de 93 milhões de toneladas. No entanto, oito países da região não têm dados disponíveis sobre a geração de resíduos. Já, no Sul da Ásia, aproximadamente, 70 milhões de toneladas de resíduos são produzidos por ano.

Nos países da América Latina e Caribe, o montante de RSU gerados é de 160 milhões de toneladas. Esta é a região que apresenta os dados mais consistentes, e a maior geração per capita está nas ilhas do Caribe. Os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento da Economia (OECD) geram 572 milhões de toneladas de RSU por ano, com média per capita de  $2,2 \text{ kg hab}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , o que representa 44% dos RSU gerados no mundo (Tabela 1).

Vale lembrar que em razão do fato de alguns países não possuírem ainda um sistema de controle de dados bem elaborado e políticas definidas, os dados ainda estão incompletos. Porém, vários países já entenderam o potencial no setor de resíduos sólidos e desenvolvem tecnologias específicas para solucionar os problemas, com vista a minimizar também os riscos socioambientais.

Em alguns países mais desenvolvidos, em virtude do próprio desenvolvimento avançado da industrialização ao consumismo, são mais propensos a gerar resíduos. As consequências desse consumo predatório são que, cotidianamente, novos produtos são lançados no mercado com o apelo de serem indispensáveis a uma boa qualidade de vida. E, junto com esses produtos vêm os resíduos. Resíduos ora de embalagens, ora da simples troca de um produto, considerado obsoleto, por outro dito mais moderno (SOUZA; REIS; RICHARTZ, 2009).

Hoornweg e Bhada-Tata (2012) projetam que o grande gerador de resíduos no futuro será a classe média, não só pelo poder aquisitivo, mas também pelo tamanho da população (Tabela 2).

Hoornweg, Bhada-Tata e Kennedy (2013) estenderam as projeções da geração de RSU, para o ano de 2100, para uma série de cenários de crescimento populacional e do produto interno bruto (PIB); verificaram que o pico da geração de resíduos na Terra não vai acontecer neste século se as tendências atuais continuarem. Embora os países da OCDE atinjam o pico em 2050 e os países da Ásia e costa do Pacífico em 2075, a geração de resíduos continuará a subir nas cidades de rápido crescimento da África Subsaariana. A trajetória da urbanização da África será o principal determinante da data e da intensidade do pico global de resíduos.

Tabela 2 Geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2010 e projeção da geração para 2025 em função da classe social

Classe econômica	2010		2025	
	População	Geração de RSU	População	Geração de RSU
Baixa renda	343	75	676	213
Média baixa	1.293	369	2.080	956
Média alta	573	243	619	360
Alta renda	774	602	912	912

População urbana em milhões de habitantes; e geração de RSU em milhões de toneladas por dia.

Fonte: Adaptado de Hoornweg e Bhada-Tata (2012).

Em alguns países desenvolvidos, já vêm sendo incentivadas e empregadas estratégias como redução na fonte, por meio de processos tecnológicos e por meio da análise do ciclo de vida dos produtos, bem como investimentos em reciclagem, reutilização, tratamento e destinação final adequados dos resíduos. Nesses países, a tendência é o tratamento de resíduos em incineradores modernos que recuperam energia e só ocorre a disposição final dos resíduos em aterros sanitários quando eles não podem mais ser recuperados (OLIVEIRA, 2012).

### 3.3.2 Produção brasileira de resíduos sólidos urbanos

Considerando que as necessidades humanas não são nem ilimitadas, nem biologicamente fixadas, mas constantemente redimensionadas e condicionadas socialmente, de acordo com as potencialidades e determinações produtivas (ZANETI; SÁ; ALMEIDA, 2009), torna-se evidente que a geração de resíduos não irá parar. A primeira meta da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) é a redução da geração de resíduos sólidos, alvo que precisa constantemente ser buscado. No entanto, levantamentos realizados têm apontado

para o crescimento da geração per capita de resíduos, tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento como o Brasil (CAMPOS, 2012; HOORNWEG; BHADA-TATA; KENNEDY, 2013; REZENDE et al., 2013).

Diferentes entidades de pesquisa no Brasil têm divulgado a evolução da geração per capita de resíduos sólidos urbanos. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2013), em seu panorama sobre resíduos sólidos divulgado em 2013, apresenta que cada brasileiro gera diariamente 1,041 kg de RSU, os quais incluem os resíduos gerados nos domicílios e na limpeza urbana. Em relação ao ano de 2012, o crescimento na geração total foi de 4,1%, alcançando 76,4 milhões de toneladas no ano de 2013, enquanto a população urbana cresceu 3,7%, e a geração per capita aumentou 0,39%. Ainda, segundo dados da ABRELPE (2013), Minas Gerais teve uma geração per capita de 0,90 kg hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, vinculada ao Ministério das Cidades, divulgou em 2014 o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2012. Tal relatório apresenta a geração per capita de RSU dos brasileiros de 1,0 kg d<sup>-1</sup>, com aumento de 4,2% em relação aos dados de 2011 (BRASIL, 2014a).

A média da geração per capita de RSU no Brasil entre 2002 a 2009 variou de 0,75 a 0,96 kg d<sup>-1</sup>, correspondendo a um aumento de 28% em 8 anos, enquanto o aumento populacional no período foi de apenas 8,3% (CAMPOS et al., 2012). Ainda, segundo Campos et al. (2012), a geração per capita e a caracterização dos resíduos sólidos tem a ver com o desenvolvimento econômico de um país, o poder aquisitivo e o correspondente consumo de uma população. Famílias mais abastadas, cidades maiores e países mais ricos apresentam indicadores de geração per capita de resíduos sólidos superiores às famílias mais

pobres, cidades menores e países em desenvolvimento, tal fato foi confirmado por Hoornweg, Bhada-Tata e Kennedy (2013).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a região brasileira que produz mais resíduo é a Sudeste (Tabela 3), cerca da metade dos resíduos produzidos por todo o país. O aumento excessivo da quantidade de resíduo se deve ao aumento do poder aquisitivo e ao perfil de consumo da população.

Tabela 3 Estimativa da quantidade de resíduos sólidos domiciliares e, ou, públicos coletados por região do Brasil, nos períodos dos anos 2000 e 2008

Região	Quantidade de resíduos coletados (t d <sup>-1</sup> )	
	2000	2008
Norte	10.991,40	14.637,30
Nordeste	37.507,40	47.203,80
Sudeste	74.094,00	68.179,10
Sul	18.006,20	37.342,10
Centro-Oeste	8.495,30	16.118,10
Brasil	149.094,30	183.481,50

Fonte: Elaborado a partir de Brasil (2011) e IBGE (2002, 2010).

Franco (2012) fez um levantamento da geração dos resíduos sólidos domiciliares no Sul de Minas Gerais e verificou que a maior produção per capita ocorreu no verão (0,582 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) em relação ao inverno (0,471 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>), sendo estatisticamente diferentes, alcançando no verão quase 1.500 toneladas de resíduos por dia. Verificou, ainda, que, com algumas exceções, quanto maior o porte da cidade maior a produção de resíduos domiciliares.

Com o objetivo de elucidar a composição dos RSU no país, uma pesquisa sobre a composição gravimétrica foi realizada em suas diferentes

regiões, considerando como base a quantidade RSU coletados no ano de 2008 (IBGE, 2010), a qual é apresentada na Tabela 4. A caracterização gravimétrica consiste na determinação das frações percentuais de diferentes tipos de resíduos obtidos por meio de amostragens das coletas realizadas no município para resíduos secos e úmidos separadamente (MILANI, 2008).

Tabela 4 Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2008

Componentes dos Resíduos	Participação	Quantidade (t d <sup>-1</sup> )
Material reciclável	31,9	58.527,40
Metals	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão e <i>tetrapak</i>	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	51,4	94.335,10
Outros	16,7	30.618,90
Total	100,0	183.481,50

Fonte: elaborado a partir de IBGE (2010).

Cabe destacar que o estudo dos materiais recicláveis foi realizado com base no seguinte agrupamento: alumínio, aço, papel/papelão, plástico e vidro; de acordo com a disponibilidade dos dados, buscou-se explicitar os dados para as embalagens produzidas conforme esses materiais. Durante a pesquisa, para estimar a quantidade dos diferentes tipos de resíduos produzidos, como, por

exemplo, resíduos orgânicos, papel e papelão, plástico, vidro, etc., foram utilizados os dados da composição gravimétrica média do Brasil, que são provenientes da média de 93 estudos de caracterização física realizados entre 1995 e 2008.

Franco (2012), ao avaliar a região Sul de Minas Gerais, verificou que o percentual de matéria orgânica nos resíduos sólidos domiciliares ficou entre 64 e 65% no verão e no inverno, enquanto os materiais recicláveis e o rejeito variaram entre 19 e 21% e 17 e 13%, para o verão e o inverno, respectivamente. Foi verificada também a presença de 1% de resíduos perigosos.

Schneider et al. (2002) acreditam que a caracterização de resíduos urbanos, se sistemática e continuada, permite avaliar as variações na composição dos resíduos, em função de aspectos culturais e climáticos, mas sobretudo possibilita o planejamento do gerenciamento dos resíduos e de estratégias de educação ambiental em relação a eles. Do mesmo modo, para Pessin et al. (2006), analisar a composição dos resíduos gerados de maneira gravimétrica é importante para seu gerenciamento, permitindo que esta seja realizada de forma correta e ambientalmente segura.

Assim, a identificação e caracterização dos constituintes dos resíduos de cada localidade são fundamentais na determinação da alternativa tecnológica mais adequada, desde a etapa de coleta, transporte, reaproveitamento e reciclagem até a disposição final dos rejeitos no ambiente em aterros adequados. Caracterizar os diversos componentes dos resíduos sólidos subsidia a elaboração de planos de gestão que abrangem a expansão dos serviços de coleta regulares e garante a eficácia da coleta seletiva, etapa fundamental no processo de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos (REZENDE et al., 2013).

### **3.4 Os resíduos sólidos urbanos e os problemas ambientais, sociais e de saúde pública**

O padrão de produção e consumo tem se alterado substancialmente nos últimos anos. O volume de resíduos sólidos aumentou, além disso, a sua qualidade, também, foi modificada. Atualmente, os RSU produzidos no Brasil contêm uma quantidade muito maior de produtos descartáveis que há alguns anos, bem como produtos mais perigosos (IPEA, 2012).

Verifica-se um aumento na participação de resíduos inorgânicos em detrimento ao orgânico, em relação ao total de RSU gerado. Isso acarreta novos problemas, pois enquanto restos de alimentos levam cerca de um ano para serem degradados, materiais utilizados em larga escala, como plásticos, necessitam mais de 400 anos (ARAUJO; JURAS, 2006).

Grandes são os problemas causados ao ambiente e à sociedade pelo acúmulo irregular dos resíduos sólidos urbanos e pelos sistemas utilizados no seu gerenciamento. Os resíduos eliminados todos os dias no ambiente aumentaram a poluição do solo, das águas, do ar e agravaram as condições de saúde da população mundial (GOUVEIA, 2012; MUCELIN; BELLINI, 2008).

Desde o momento da geração até o destino último dos resíduos, uma série de medidas necessita ser empreendida para evitar problemas de ordem ambiental, social, de saúde pública, econômica e, até mesmo, de estética paisagística. Entre essas medidas destacam-se o acondicionamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos (MESQUITA JÚNIOR, 2007).

Em relação à saúde, é possível analisar que, além dos incômodos como mau cheiro e poluição visual, foco de atração de animais e insetos, contribuidores de enchentes e alagamentos, os resíduos, se não coletados e tratados de forma adequada, são responsáveis pela provocação de doenças em

adultos e crianças (JACOBI; BESEN, 2011; VELLOSO, 2008). Barreto, Killinger e Rego (2002), ainda, apontam como as principais patologias decorrentes do contato com o lixo, as verminoses, infecções intestinais, gripes, leptospirose, dengue, meningite, alergias entre outros, além dos problemas respiratórios decorrentes do odor desagradável (Tabela 5).

Tabela 5 Vetores, formas de transmissão e enfermidades que têm os resíduos sólidos urbanos como precursores

Vetores	Formas de Transmissão	Enfermidades
Rato e pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose, peste bubônica, tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifoide, cólera, amebíase, giardíase, ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária, febre amarela, dengue, leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifoide, cólera, giardíase
Gado e porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase, cisticercose
Cão e gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: Brasil (2006).

O manejo adequado dos RSU é uma importante estratégia de promoção e proteção da saúde, assim como de preservação do meio ambiente. Uma vez acondicionados de forma inadequada no solo, os resíduos sólidos podem comprometer a qualidade do solo, da água e do ar, por serem fontes de compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes, metais pesados, entre outros (GIUSTI, 2009).

Os danos ao solo apresentam intensidades diferentes que dependem do tipo de solo, do tipo de resíduo e da existência ou não de técnicas de tratamento e, ou, disposição final. Assim, ao ser disposto no solo, os resíduos o poluem pela introdução de microrganismos, pela atração de vetores, pela impermeabilização decorrente dos materiais não biodegradáveis e pelo chorume, um líquido escuro com fortes características físico-químicas e biológicas, por isso, de alto potencial poluidor (SANTOS, G., 2008).

As áreas nas quais se despejam resíduos, mesmo depois de desativadas, terão seu uso futuro comprometido em virtude de consequências da disposição imprópria de toneladas de resíduos durante anos. Tal deposição inadequada, também, pode trazer contaminação das águas superficiais e subterrâneas (GIATTI et al., 2010; NYENJE et al., 2013; RITTER et al., 2010).

Conforme preconiza a Agenda 21 (BRASIL, 1994), o manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos deve compreender não apenas o depósito ou aproveitamento, por métodos seguros dos resíduos gerados, mas, principalmente, a adoção de medidas capazes de mudar os padrões de produção e consumo, o que requer o envolvimento de toda a sociedade, do poder público em todas as esferas, setor empresarial, comercial, etc. (ARAÚJO; JURAS, 2006).

### **3.5 Gestão dos resíduos sólidos urbanos**

No documento Agenda 21, elaborado por 170 países em ocasião da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, há menção referente aos resíduos sólidos, apontando estratégias para manejo dos resíduos e o princípio dos 5Rs, como sendo de grande importância para este estudo, uma vez que tal princípio

busca formas de solucionar o problema gerado pelos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 1994).

O princípio dos 5Rs busca reduzir, reutilizar, reciclar, repensar e recusar. Reduzir o consumo de produtos e desperdício de materiais significa buscar a diminuição do consumo de produtos sem finalidade, assim como adquirir os mais duráveis, evitar o desperdício de alimentos, doar objetos e roupas que não são mais necessários a quem precisa; procurar adquirir produtos que tenham menos embalagens ou que estas sejam recicláveis, inclusive, reformar e conservar coisas, no lugar de substituí-las por novas.

Sobre a questão, Santos, L. (2008) diz que, além da ajuda da sociedade, o primeiro passo para a redução dos resíduos deve ser dado na produção, o que leva à utilização de meios especiais para a criação dos produtos e, conseqüentemente, essas práticas esbarram com os custos altos de produção. Tal atitude só será colocada em prática por meio de exigências legais.

O segundo passo é reutilizar materiais objetivando lhes dar novas possibilidades de uso. Após pensarmos em reduzir o que consumimos podemos agora procurar reutilizar as coisas antes de jogá-las fora.

Apesar de não ser a solução final para os problemas dos RSU, a reciclagem posta em prática simultaneamente com as alternativas é um recurso a ser considerado para os problemas de escassez de espaços para os aterros e de matérias-primas para a indústria. Diante destes fatos, é fundamental que governo e sociedade assumam novas atitudes, visando gerenciar de modo mais adequado a grande quantidade e diversidade de resíduos que são produzidos diariamente nas empresas e residências (PEREIRA, 2010).

Outra questão que vem sendo adotada por alguns estados brasileiros é o princípio chamado “não-poluidor-recebedor”. É o exemplo do estado de Minas Gerais em relação ao Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). É incluída nos critérios de distribuição da parte do ICMS que cabe aos

municípios a existência de sistemas adequados de tratamento e disposição final dos RSU. Ou seja, quanto melhor for a atuação municipal em relação aos resíduos sólidos, mais recursos receberá do ICMS (ARAÚJO; JURAS, 2006).

Fernandes et al. (2011) observam que o ICMS Ecológico é um instrumento importante que pode ser utilizado como fonte de recursos adicionais para municípios que possuam unidades de conservação ou tratamento de lixo ou esgoto. Prado Filho e Sobreira (2007) fizeram um levantamento das condições das unidades de controle dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais e que recebiam o ICMS ecológico, e concluíram que o retorno dos recursos aos municípios atenderia satisfatoriamente aos objetivos propostos, atestando o acerto, por parte de Minas Gerais, na implementação de um sistema de gestão ambiental de RSU calcado no chamado princípio do tipo protetor-recebedor.

Assim, medidas devem ser tomadas para tornar o problema dos RSU menos agressivo para a saúde dos seres humanos e para a preservação e conservação do meio ambiente. Almeida e Rigolin (2002) apresentam como as principais soluções os detritos orgânicos serem transformados em adubos orgânicos, como ocorre na compostagem, ou utilizados na produção de gás metano; já, para os resíduos inorgânicos, apontam a reciclagem como a melhor solução, dispondo no ambiente apenas o rejeito não passível de reaproveitamento.

Para a implantação do processo de gestão integrada dos resíduos sólidos, deve-se incluir um conjunto de atividades voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Diante do envolvimento social, a educação ambiental faz-se um dos principais fatores e de maior importância na busca da solução do problema apresentado, pois um povo consciente é um povo preparado (PINHEIRO et al., 2014; SANTIAGO; DIAS, 2012). Um melhor

conhecimento sobre os resíduos e os impactos socioambientais por eles gerados melhora a habilidade da sociedade em reaproveitá-los e removê-los de forma adequada.

Portanto, os resíduos não podem ser tratados necessariamente como algo inútil, uma vez que podem ser reaproveitados, às vezes, como fonte de energia, insumo produtivo e fonte de renda (reciclagem). Mas, para isso, é fundamental que a sociedade se conscientize e mude seus hábitos, para que seja possível obter posturas mais dignas quanto à resolução deste problema.

### **3.6 Coleta seletiva e reciclagem**

Reciclar significa enviar novamente para o ciclo de vida útil, isto é, transformar o material reciclável em produto útil por meio de processos industriais.

De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituiu uma ordem de prioridades a ser seguida na gestão de resíduos sólidos, sendo a reciclagem uma das ações prioritárias. Porém, há dificuldades para o seu crescimento, já que muitas pessoas ainda não separam os resíduos corretamente, impossibilitando um aumento na quantidade de produtos reciclados (HISATUGO; MARÇAL JÚNIOR, 2007). Além disso, é o trabalho informal (catadores) que garante a quantidade de produtos recebidos para reciclagem (IPEA, 2012).

Assim, para melhorar os índices de reciclagem, é preciso incentivo à coleta seletiva, com adequada separação dos diversos materiais, tanto no momento da geração do resíduo – nesse caso pela população devidamente

informada para desempenhar esse papel – quanto nas centrais de triagem. Nesse aspecto, ressalta-se novamente o papel que os catadores de matérias recicláveis vêm desempenhando nessa cadeia produtiva (GOUVEIA, 2012).

Segundo Castilhos Junior et al. (2013), a participação dos catadores na coleta de materiais recicláveis não advém da consciência ambiental, mas, sim, da necessidade, sendo o principal motivo indicado pelos catadores o desemprego, seguido pela baixa escolaridade, limitações físicas para exercer outra atividade, a idade já avançada, o êxodo rural, o desemprego e a não qualificação do trabalhador para os novos empregos que surgem, subdesenvolvimento, pobreza, falta de apoio aos pobres e demandas industriais por matéria-prima. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico feita em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), havia cerca de 70.000 catadores no Brasil. Já, a organização Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) divulgou dados que contabilizam no Brasil 800 mil catadores, sendo cerca de 30 mil organizados em cooperativas (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE, 2013).

O primeiro passo da coleta seletiva diz respeito à realização de campanhas informativas de conscientização junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material. Posteriormente, os órgãos responsáveis devem elaborar um plano de coleta, definindo equipamentos, veículos, áreas e periodicidade de coleta dos resíduos. Finalmente, é necessária a instalação de unidades de triagem, para a limpeza e separação dos mesmos, com acondicionamento adequado para a reutilização do material a ser reciclado (SIMONETTO; BORENSTEIN, 2006).

De acordo com Araújo e Juras (2006), um dos impedimentos ao aumento da reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil é a falta de programas organizados e eficientes de coleta seletiva. A situação complexa do

tratamento de resíduos sólidos no nosso país é resultado da falta de recursos destinados ao setor.

Assim, a efetividade de programas e as iniciativas de coleta seletiva requerem necessariamente o envolvimento dos cidadãos, considerados, no extremo da cadeia de produção e consumo, os geradores dos resíduos sólidos (BRINGHENTI; GUNTHER, 2011).

Segundo dados divulgados pelo IBGE (2008), por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 994 municípios do país realizaram coleta seletiva, representando 18% dos municípios brasileiros, sendo a região Sul e a Sudeste as que apresentaram maior quantidade de municípios, com 46% e 32,4%, respectivamente. De acordo com IPEA (2012), o número de municípios que adotaram a coleta seletiva de materiais recicláveis cresceu 120% de 2000 a 2008.

Apesar da falta de informações fornecidas por 45,4% dos municípios brasileiros, pode-se afirmar que, pelo menos, em 20% do total de municípios brasileiros, há alguma iniciativa de prestação do serviço de coleta seletiva executada diretamente pela prefeitura, por empresa contratada por ela ou por associações/cooperativas de catadores e outras entidades desde que com alguma parceria com a prefeitura (BRASIL, 2014a). Tendo em vista que a coleta seletiva é um dos instrumentos da PNRS (BRASIL, 2010) e que esta deve constar nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o percentual observado no diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2012, realizado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, é relativamente pequeno.

Segundo dados da ABRELPE (2013), em 2012, pouco mais de 62% dos municípios, registraram alguma iniciativa de coleta seletiva. Embora seja expressiva a quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva, convém salientar que, muitas vezes, estas atividades resumem-se à

disponibilização de pontos de entrega voluntária ou convênios com cooperativas de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município.

O Brasil tem grande variabilidade percentual de reciclagem dos resíduos considerados como secos e que são passíveis de serem reciclados. Em 2012, 97,9%, 45,7% e 58,9% das latas de alumínio para envase de bebidas, do papel e do politereftalato de etileno (PET) foram reciclados. Em relação ao vidro, os dados são de 2009, e o vidro não retornável teve percentual de reciclagem de 47% e de reutilização de 33% (ABRELPE, 2010, 2013).

Outro ponto importante na gestão dos resíduos sólidos é a logística reversa instituída pela PNRS que consiste no instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios, para coletar e devolver os resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010).

Para colocar a logística reversa em prática foi criado o Comitê Orientador Interministerial. A ideia é firmar acordos entre as diversas esferas da cadeia produtiva, compartilhando a responsabilidade de recolher os produtos, reutilizá-los e reciclá-los (JACOBI; BESEN, 2011).

Assim como na reciclagem, um dos problemas enfrentados na logística reversa é a inadequada coleta seletiva, sendo mais um desafio a ser superado no Brasil. Mas os primeiros passos já estão sendo dados: há diversos locais que coletam pilhas e baterias para devolver aos fabricantes para que estes deem um destino adequado aos materiais (SANTOS, 2011). Além de pilhas e baterias, que têm obrigatoriedade de implantação de sistema de logística reversa, há outros setores que estão avançados na adequação à PNRS, com a mesma obrigatoriedade (art. 33 da PNRS), entre eles o de óleos lubrificantes, o de pneus e as embalagens de agrotóxicos.

Se a população faz sua parte, separando corretamente os resíduos e o município conta com um programa de coleta seletiva, a qualidade dos produtos recicláveis aumenta, contribuindo na renda dos catadores e no aumento da reciclagem. Além de facilitar o retorno dos resíduos para os fabricantes e comerciantes, contribuindo, assim, para o fluxo reverso, há também a diminuição dos materiais que vão para os aterros, contribuindo com o meio ambiente e com a saúde da população (DEMAJOROVIC; BESEN; RATHSAM, 2004).

### **3.7 Destinação final dos resíduos sólidos urbanos**

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Brasil deve seguir uma ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Esta ordem é: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final, ambientalmente, adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A questão da disposição final dos RSU, apesar de ser um dos principais pontos relacionados com o saneamento básico das cidades, na maioria das vezes, ainda, permanece sem solução adequada.

Os sistemas designados a promover a coleta, o transporte e a destinação final dos RSU encontram-se vinculados às administrações municipais e, nesse sentido, um dos grandes desafios enfrentados pelas prefeituras é local para dispor estes resíduos com segurança, uma vez que as áreas disponíveis para isso tornam-se cada vez mais escassas, por vezes mais distantes dos centros de geração do lixo, elevando o custo da disposição final. Mas, o que normalmente se observa é o lixo sendo disposto nas regiões periféricas das cidades, em solos não adequados para esse fim, constituindo os vazadouros a céu aberto (lixões).

Os serviços de manejo dos resíduos sólidos compreendem a coleta, a limpeza pública, bem como a destinação final desses resíduos.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2008), 61,2% das prestadoras dos serviços de manejo dos resíduos sólidos eram entidades vinculadas à administração direta do poder público; 34,5%, empresas privadas sob o regime de concessão pública ou terceirização; e 4,3%, entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios.

Observando-se a destinação final dos resíduos (Tabela 6), os vazadouros a céu aberto (lixões) constituíram o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, conforme revelou a PNSB (IBGE, 2008). Embora este quadro venha se alterando nos últimos 20 anos, sobretudo nas Regiões Sudeste e Sul do País, tal situação se configura como um cenário de destinação reconhecidamente inadequado, que exige soluções urgentes e estruturais para o setor. Independente das soluções e, ou, combinações de soluções a serem pactuadas, deverá haver mudanças sociais, econômicas e culturais da sociedade.

Tabela 6 Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos no Brasil - 1989/2008

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE (2008).

Segundo dados da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (BRASIL, 2014b), no ano de 2012, 51,9% dos resíduos domiciliares tinham como destino final os aterros sanitários, 14% os aterros controlados, 9,1% os lixões, 3,7% as usinas de triagem e compostagem e 0,4% as unidades de compostagem apenas. Representa um avanço na disposição adequada dos resíduos sólidos, em relação aos dados do IBGE (2008), apesar de não se ter informações sobre 20,9% dos municípios. Em sua grande maioria, a falta de informações está relacionada aos municípios de pequeno porte (até 30 mil habitantes).

No estado de Minas Gerais foi implantado, no ano de 2003, o Programa Minas sem Lixões pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). O Programa era composto por uma série de atividades integradas, que visavam a dar apoio técnico, institucional e regulamentar às administrações municipais e regionais de Minas Gerais, para otimização da gestão socioambiental e compartilhada dos resíduos sólidos urbanos (RSU). O programa se encerrou em 2011 e, apesar das metas do Minas Sem Lixões não terem sido alcançadas em sua plenitude, a tendência dos resultados obtidos até 2011 indicou a necessidade de mudança na estratégia a partir de 2012 para se atingir as metas. Os desafios colocados nos últimos anos demonstraram que a inovação é necessária na forma de abordar a gestão dos resíduos (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM, 2013).

Sob os pontos de vista técnico e normativo, Bruschi (2011) identificou as contribuições do Programa Minas Sem Lixões até o final de 2010, tais como o acréscimo de mais de 5.500.000 de habitantes urbanos com acesso a sistemas de destinação final de RSU, regularizados pelo Conselho de Política Ambiental do Estado (COPAM), em razão ao aumento de 30 (3,5%) municípios em 2002, para 233 (27,3%) em dezembro de 2010. Também, no período, foi verificado que o

número de municípios que utilizam lixões caiu de 819 (96%) em 2002, para 313 (36,7%).

Em 2012, foi verificado no estado de Minas Gerais (FEAM, 2013) que os resíduos gerados por 58,7% da população estavam sendo destinados no ambiente de forma regularizada, fosse em unidades de triagem e compostagem (UTCs) ou em aterros sanitários. Porém, 16,15% da população tinham os seus resíduos dispostos em aterros controlados e 23,04% em lixões. Um pequeno percentual (2,08%) estava em processo de regularização.

Na região sul de Minas Gerais, com 2.412.407 habitantes residentes nas áreas urbanas de 178 municípios, 32% da população tinham seus resíduos dispostos em aterros sanitários e UTCs regularizados, 29% em aterros controlados, 4% em processo de regularização, enquanto 36% da população têm seus resíduos encaminhados para lixões. Outra forma de visualização dos dados, é que 50 municípios dispunham seus resíduos em aterros sanitários e UTCs regularizados, 65 em aterros controlados, 7 em processo de regularização, enquanto 56 municípios têm seus resíduos encaminhados para lixões (FEAM, 2013).

Atualmente, o estado de Minas Gerais está desenvolvendo o Projeto Redução e Valorização dos Resíduos, que tem como meta, até 2015, 75% da população seja atendida por formas regularizadas de disposição de resíduos sólidos por ela gerados.

No Brasil, apesar da PNRS inovar ao estabelecer uma nova ordem de prioridades na gestão e gerenciamento dos RSU, na prática, os avanços ainda são limitados quanto às ações voltadas, para a minimização da geração dos resíduos, uma vez que a preocupação maior das administrações municipais está relacionado à destinação final correta dos resíduos e não na prevenção da poluição gerada por eles.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Procurou-se, neste trabalho, desenvolver a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares, em seis bairros da cidade de Lavras, nos quais se utilizou o processo de entrevistas por meio de questionários, no intuito de avaliar os hábitos dos moradores, referentes ao descarte e destinação dos RSD e, em seguida, fez-se análise da composição gravimétrica pelo processo de quarteamento do material recolhido de cada bairro estudado.

### **4.1 Localização da coleta de dados**

Os resíduos foram coletados, em seis bairros da cidade de Lavras, situada ao sul do Estado de Minas Gerais. A cidade possui uma população estimada em 92.200 habitantes, conforme IBGE (2010).

Foram selecionados os bairros São Vicente, Caminho das Águas, Dona Flor em que não havia nenhuma iniciativa de coleta seletiva; e os bairros Jardim Eldorado, Monte Líbano e Condomínio Flamboyants, onde a coleta seletiva já ocorre há alguns anos, para a realização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares.

Na Figura 1 estão apresentados os locais de coleta, em detalhe o mapa da cidade de Lavras, destacando os bairros Dona Flor, São Vicente, Caminho das Águas, Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado de cor esverdeada, em relação à Praça Dr. Augusto Silva, de cor amarela, região central da cidade de Lavras-MG.



Figura 1. Detalhe do mapa da cidade de Lavras, destacando os bairros Dona Flor, São Vicente, Caminho das Águas, Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado, em relação à Praça Dr. Augusto Silva, região central da cidade de Lavras-MG.

Fonte: Lavras (2014b).

A escolha destes bairros foi determinada pela intenção da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras - ACAMAR em implantar a coleta seletiva nos bairros São Vicente, Caminho das Águas, Dona Flor, na data do início desta pesquisa, visto que nos demais já havia sido implantada a coleta seletiva por essa associação. Os três bairros apresentam população carente e são amparados pelo Centro de Referência da Assistência Social (CRAS) da Cidade de Lavras.

No bairro Caminho das Águas existem 254 residências e a porcentagem de comércios, em relação ao total de propriedades, é de 0,39%. O bairro Dona Flor apresenta 134 domicílios e 5,63% das propriedades são estabelecimentos comerciais. Já, no bairro São Vicente, o maior bairro quanto ao número de propriedades, têm-se registradas 623 moradias e a porcentagem de estabelecimentos comerciais em relação às posses é de 3,56%.

Os demais bairros são exclusivamente residenciais. O bairro Jardim Eldorado apresentou 367 moradias, o Monte Líbano 288 domicílios e o Condomínio Flamboyants 165 residências. A coleta seletiva é realizada pela ACAMAR desde 2009 nos três bairros.

#### **4.2 Procedimento experimental**

Primeiramente foi realizada uma análise social dos bairros, por meio de um questionário (ANEXO A), em que se avaliou a parte socioeconômica, com base nas informações do Critério de Classificação Econômica - Brasil (CCEB), de acordo com a associação brasileira das empresas de pesquisa - ABEPE (2013). além disso, foram solicitadas dos moradores informações sobre os diferentes tipos de resíduos gerados por eles e a sua destinação. Vale salientar que nem todas as perguntas do questionário foram utilizadas neste trabalho. O questionário foi submetido ao conselho de ética da UFLA sob o protocolo n°

1887515.6.0000.0184. Posteriormente, foram caracterizados apenas os resíduos sólidos domiciliares (RSD), não sendo caracterizados os resíduos da limpeza urbana. A caracterização foi feita, por meio da análise gravimétrica, enfocando parâmetro quantitativo, que traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisado.

#### 4.2.1 Questionário

Foram aplicados 84, 108 e 117 questionários, em função do número de residências nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado. E 78, 128 e 135 questionários nos bairros Dona Flor, Caminho das Águas e São Vicente, com abrangência em todas as ruas. Os questionários foram aplicados em todas as ruas dos bairros intercalando as residências sempre que possível. Os dias e horários da aplicação do questionário foram nos dias de semana das 18 h às 21 h e, aos sábados, na parte da manhã, entre 8h e 12 h e, à tarde entre 14 h e 17 h, pois nos horários comerciais, normalmente, a população não se encontrava em suas residências. O número de questionários ( $n$ ) foi obtido pelas equações 1 e 2 (LEVIN, 1987).

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{n_1}} \quad (1)$$

Em que  $n_0$  é dado pela equação 2, e  $n_1$  o número de casas.

$$n_0 = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{E} \times p \times (1-p) \quad (2)$$

Em que:

$Z_{0,95} = 1,96$  (valor da distribuição normal para intervalo de confiança de 95%)

$p = 0,5$

E = Erro (5%)

#### **4.2.2 Composição Gravimétrica**

A primeira caracterização dos resíduos nos bairros Dona Flor, Caminho das Águas e São Vicente foram realizados em outubro de 2013, quando não havia nenhuma iniciativa de coleta seletiva nos bairros e a segunda em junho de 2014, após iniciado o processo de coleta seletiva pela ACAMAR.

A coleta dos RSD foi feita por caminhão basculante, sem compactação pela empresa SHF Conservação e Construção Ltda., em outubro de 2013 e pela empresa Viasolo Engenharia Ambiental S/A, em junho de 2014, ambas contratadas pela Prefeitura Municipal de Lavras à época. A primeira caracterização foi realizada na terça-feira (21/10/2013) e na quarta-feira (22/10/2013). A escolha do meio de semana se justifica para que não houvesse influência da população flutuante, além de se adequar ao itinerário de coleta da Prefeitura Municipal (Tabela 7).

Tabela 7 Horário da coleta de resíduos sólidos urbanos, durante a semana, nos bairros Caminho das Águas, Dona Flor e São Vicente na cidade de Lavras - MG

Bairros	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Caminho das Águas	18h40min	-	18h40min	-	18h40min	-
Dona Flor	7h45min	-	7h45min	-	7h45min	
São Vicente	-	8h15min	-	8h15min	-	8h15min

Fonte: Lavras (2014a).

Na sequência, o caminhão foi conduzido para o vazadouro municipal onde o resíduo foi descarregado sobre uma lona plástica e feito o quarteamento na seguinte sequência (Figura 1):

- a) Primeiramente os resíduos foram homogeneizados com o auxílio de pás e enxadas, até se obter um único lote homogêneo, rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes e outros materiais utilizados no acondicionamento dos resíduos;
- b) Em seguida foi separado um volume de, aproximadamente, 8 m<sup>3</sup> de RSD não compactado (solto);
- c) Os resíduos homogeneizados foram divididos em quatro partes (quarteamento), selecionando dois quartos opostos entre si, que foram novamente misturados e homogeneizados;
- d) Esse procedimento foi repetido até que o volume final atingisse, aproximadamente, 1 m<sup>3</sup>;
- e) Um dos quartos foi separado e disposto em cinco tambores de 200 litros de capacidade, previamente pesados, a fim de se determinar a tara, os quais foram pesados;



Figura 1 Diferentes etapas do quarteamento e caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de diferentes bairros de Lavras: (A) início do processo de quarteamento dos resíduos sobre lona plástica, (B) início da separação dos resíduos, (C), (D) e (E) separação dos plásticos, matéria orgânica e embalagens tetra pak, (F) pesagem individual de cada componente dos resíduos sólidos

- f) Os RSD foram separados e divididos em: papel, papelão, plástico mole, plástico duro, PET, vidros, madeira, metal, matéria orgânica,

tecido, rejeitos e o restante dos materiais encontrados foram classificados como “outros”;

- g) Cada componente foi pesado separadamente em balança eletrônica com capacidade para 300 kg e resolução mínima de 10 g;
- h) Para determinação do peso específico de cada amostra foi utilizada a equação 3;

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (3)$$

Em que:

$\rho$  - peso específico ( $\text{kg m}^{-3}$ );

M - massa da amostra (kg);

V - volume da amostra ( $\text{m}^3$ ).

- i) A determinação do peso específico foi feita tanto para amostra como um todo quanto para cada componente separadamente;
- j) Depois de determinado o peso específico de cada amostra em separado, foi pesado cada material separadamente dividindo-se pelo peso total da amostra toda e determinando, assim, a composição gravimétrica em termos percentuais.

A segunda caracterização foi realizada nos dias 03 e 04 de junho de 2014. No intervalo de tempo entre as duas avaliações (outubro de 2013 e junho de 2014), a ACAMAR começou a realizar a coleta seletiva nos bairros pesquisados, às terças-feiras e quintas-feiras. Assim, a segunda avaliação da composição gravimétrica dos RSD foi realizada para verificar a evolução da

participação da população no processo de separação e destinação adequada dos RSD.

A coleta foi realizada em junho de 2014 nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado. Para o estudo foram caracterizados apenas os resíduos sólidos domiciliares (RSD), não sendo caracterizados os resíduos da limpeza urbana. A caracterização foi feita por meio da análise gravimétrica.

Atualmente a ACAMAR faz a coleta de materiais recicláveis (papel, papelão, vidro, metais e plásticos) nos bairros Jardim Eldorado e Monte Líbano às segundas e sextas-feiras, e no Condomínio Flamboyants às terças e quintas-feiras. Enquanto a Prefeitura Municipal faz, por meio de empresa terceirizada, a coleta dos resíduos sólidos às terças-feiras, quintas-feiras e aos sábados nos dois primeiros bairros e, no último, às segundas, quartas e sextas-feiras (Tabela 8).

Tabela 8 Horário da coleta de resíduos sólidos urbanos durante a semana nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado na cidade de Lavras - MG

Bairros	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Cond. Flamboyants	10 h	ACAMAR	10 h	ACAMAR	10 h	-
Monte Líbano	ACAMAR	8 h	-	8 h	ACAMAR	8 h
Jardim Eldorado	ACAMAR	8 h	-	8 h	ACAMAR	8 h

Fonte: Lavras (2014a).

A coleta dos RSD foi feita por caminhão basculante, sem compactação, pela empresa Viasolo Engenharia Ambiental S/A, a qual era contratada pela

Prefeitura Municipal de Lavras à época, realizadas na terça-feira (03/06/2014) e na quarta-feira (04/06/2014). A escolha do meio de semana se justifica para que não houvesse influência da população flutuante, além de se adequar ao itinerário de coleta da Prefeitura Municipal (Tabela 8).

Na sequência, o caminhão foi conduzido para o vazadouro municipal onde o resíduo foi descarregado sobre uma lona plástica e feita a composição gravimétrica de acordo com o descrito no item 4.2.1.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas análises apresentadas, são mostrados os resultados, trazendo a relação da disposição dos RSD na cidade de Lavras-MG, nos quais se observa que, quanto ao hábito de descarte dos materiais com potencial para reciclabilidade, dá-se pelo fato de maior instrução e conscientização por parte da população, podendo-se ainda notar que por volta de 60% de todo o resíduo coletado nos bairros estudados é matéria orgânica, mostrando um grande potencial para implantação da compostagem. Além da eficiência apresentada nos resultados, ainda, deve-se considerar alguns aspectos importantes na disposição dos RSD, tendo a necessidade de melhores artifícios tecnológicos, bem como pode ser observados nos resultados apresentados abaixo.

### **5.1 Bairros com implantação recente da coleta seletiva**

Os Bairros com implantação recente da coleta seletiva são os bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas.

#### **5.1.1 Aplicação do questionário socioeconômico e de hábitos de descarte de resíduos**

Com base na aplicação do questionário de avaliação socioeconômica, verificou-se que apenas o bairro Dona Flor apresentou população das classes econômicas A e D. Os bairros São Vicente e Caminho das Águas apenas população das classes B e C, com predomínio da Classe C (Figura 2).

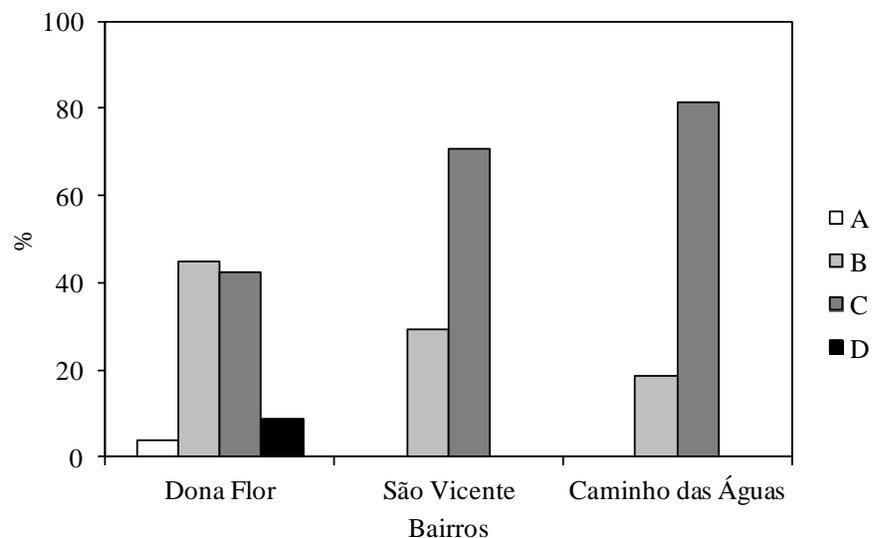


Figura 2 Distribuição da população por classe socioeconômica nos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas

Acredita-se que, por estar localizado em uma região mais central da cidade de Lavras, o bairro Dona Flor tenha apresentado um percentual da classe A e maior percentual total da classe B. Os demais bairros estão localizados em área periférica, tendo grande predominância da classe C.

Ao se questionar a população sobre o conhecimento da existência de coleta de resíduos sólidos no bairro, apenas 1,5% dos entrevistados do bairro Caminho das Águas disse não haver coleta no bairro, o que pode implicar na disposição inadequada, como em córregos e lotes vagos. Os demais tinham conhecimento da existência de tal atividade.

A maior parte das pessoas entrevistadas nos três bairros sabia o que é coleta seletiva, porém não participavam, e mais de um terço da população não sabia o que é coleta seletiva (Figura 3). A aplicação do questionário foi antes de a ACAMAR iniciar o processo de coleta seletiva, o que indica a necessidade de

uma campanha efetiva de conscientização para que a coleta seletiva prospere a partir da participação em massa da população no processo.

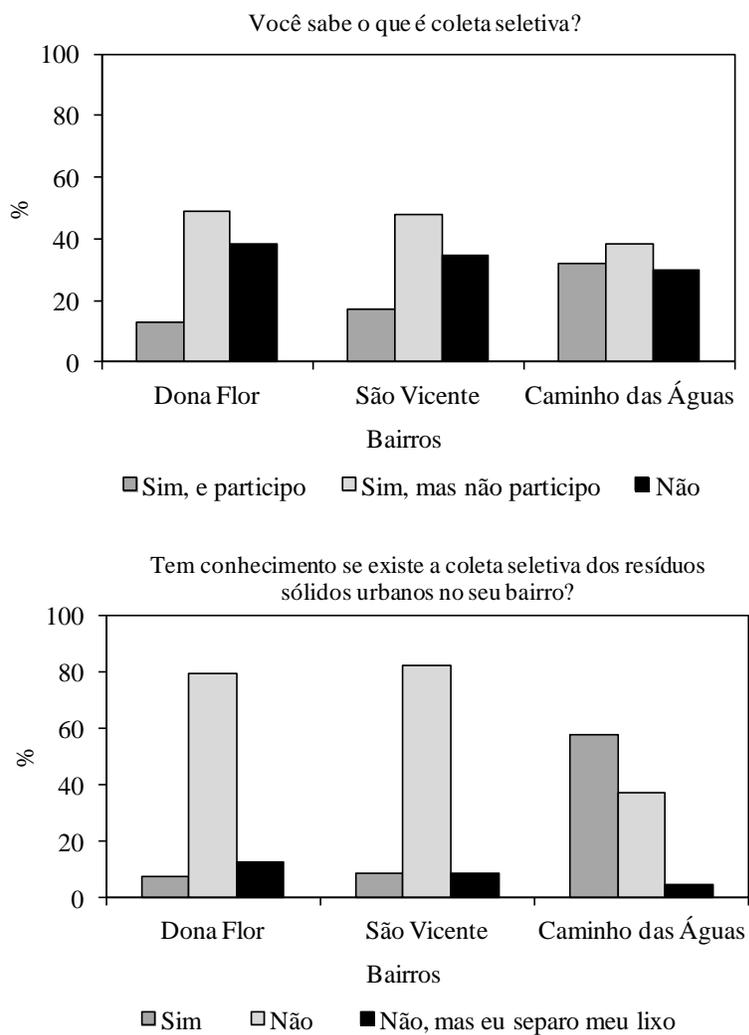


Figura 3 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre o conhecimento do processo de coleta seletiva

O fato de a maioria da população dos três bairros não ter conhecimento sobre ou não participar da coleta seletiva, reflete no pequeno índice de separação dos resíduos em casa (Figura 4). Reafirmando a necessidade de uma campanha de esclarecimento e conscientização junto à população dos três bairros para participação efetiva na separação dos resíduos passíveis de reciclagem e coletados pela ACAMAR.

Entre o pequeno percentual da população que separa os seus resíduos, deve-se destacar a separação do alumínio, que pode estar relacionado à venda do material pela própria população, em função do valor pago por este material ser atrativo em relação aos demais materiais recicláveis.

A grande maioria dos habitantes dos bairros pesquisados disse ter disposição para realizar a separação dos resíduos para a reciclagem. Assim, nota-se que, se incentivada e informada, a população poderia contribuir para a implantação da coleta seletiva nos bairros. Almeida (2012) e Bringhenti e Günther (2011) verificaram que, sem conhecimento sobre o tema, a participação voluntária da população na coleta seletiva é baixa.

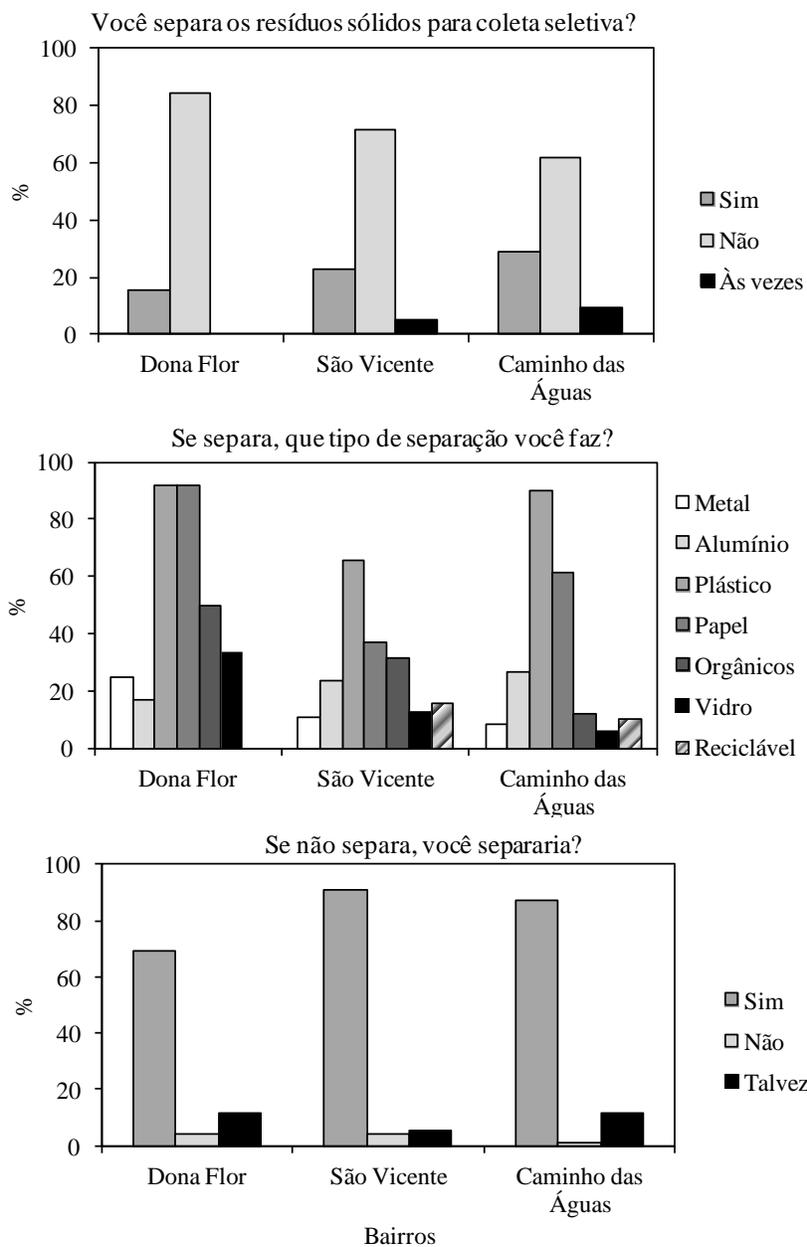


Figura 4 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre a separação dos resíduos sólidos domiciliares

Outro ponto a ser observado pela municipalidade é a gestão dos resíduos domiciliares especiais que não devem ser destinados junto com os resíduos comuns (Figuras 5 e 6).

Verifica-se que os resíduos de serviços de saúde gerados nos domicílios são descartados em sua maioria juntamente com o lixo comum. Apesar de alguns dizerem que a destinação se dá em separado, a coleta é realizada conjuntamente, e a mistura com o lixo comum faz com que o percentual de material vinculado à área de saúde seja ainda maior. Entre os outros destinos deste tipo de resíduos estão o vaso sanitário e a queima do material. Uma pequena parcela alegou não descartar este tipo de resíduo (Figura 5).

Deve-se destacar aqui que a população, muitas vezes, não tem conhecimento sobre os diferentes componentes que fazem parte da gama de resíduos considerados de serviços de saúde. Além disso, o atendimento domiciliar aumentou significativamente por profissionais da estratégia de saúde da família. Nesse tipo de assistência, admite-se a permanência do paciente no domicílio com a utilização de alguns recursos hospitalares que garantam a assistência médica, o acompanhamento de equipe multidisciplinar, além da participação da família no cuidado (CONSONI; SIQUEIRA, 2007).

Alves et al. (2012), ao analisarem o manejo dos resíduos gerados pela assistência à saúde nos domicílios, observaram inadequações que estão relacionadas às dificuldades inerentes ao manejo dos resíduos de serviços de saúde. E mesmo que essa atividade seja feita por profissionais da área da saúde, foi verificada a necessidade de qualificação do profissional e dos moradores e cuidadores.

Quanto ao óleo de cozinha, nota-se que a maioria da população dos três bairros não destina este resíduo no lixo comum, nem mesmo em separado, mas faz outros usos deste material, tais como: descarte na pia da cozinha, descarte no esgoto, fabricação de sabão ou ainda destina no solo (Figura 5). Destaque deve

ser dado ao percentual que o reutiliza para fabricação de sabão caseiro, sendo 48,7%, 40,7% e 45,3% nos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas.

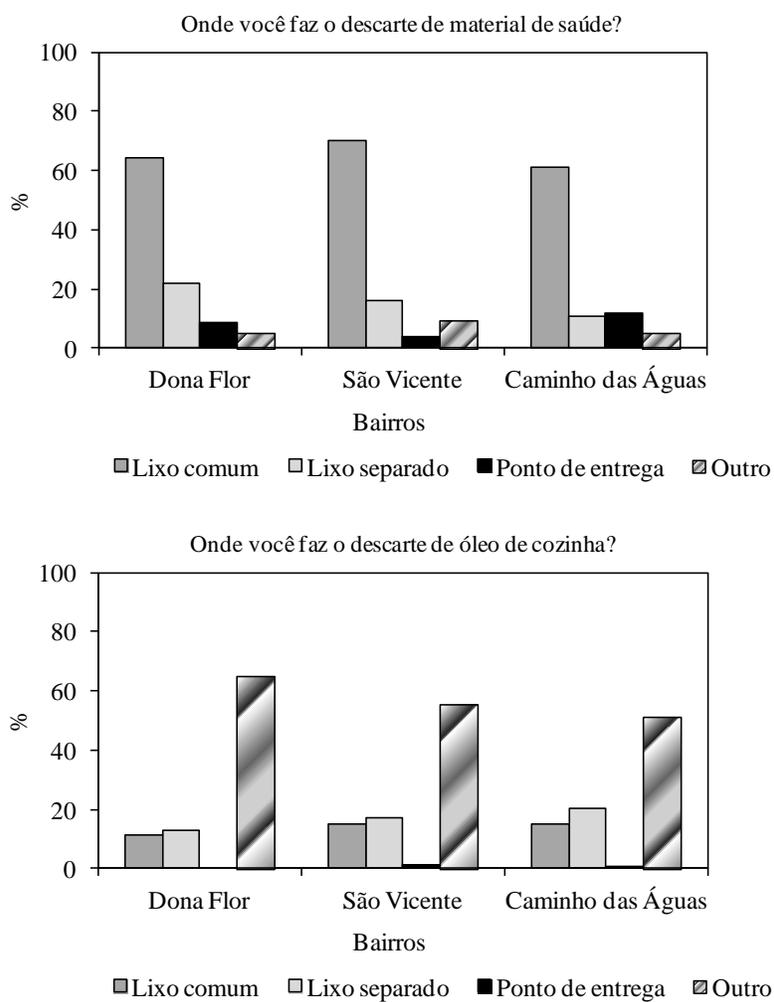


Figura 5 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre o descarte de resíduos de serviços de saúde e óleo de cozinha gerados nas residências

A atividade de fabricar sabão, a partir do óleo de cozinha usado, vai ao encontro de uma tendência nacional, em que tal atividade tem sido incentivada em diferentes cidades brasileiras no intuito de reduzir a poluição e de promover a cidadania e o desenvolvimento social e econômico de populações de baixa renda (PEREIRA; LEWANDOWISK, 2013).

A maioria das pessoas descarta as pilhas e baterias e as lâmpadas fluorescentes no lixo comum, mesmo acondicionando-os em separado (Figura 6). Entre os outros tipos de descarte das pilhas e baterias encontram-se: a queima, o enterramento em casa, e o acúmulo em casa (guarda o resíduo) sem saber ao certo para onde destinar. Provavelmente, após acumular uma grande quantidade em casa, essa é destinada de forma errada no ambiente. Já, as lâmpadas fluorescentes sem uso são queimadas ou enterradas pela maior parte da população que não destina ao lixo comum. Deve-se destacar que 14% da população entrevistada no bairro Caminho das Águas disseram não fazer uso desse tipo de lâmpada.

Talvez em função do custo inicial das lâmpadas fluorescentes, uma parcela da população dos bairros, que tem menor poder aquisitivo, pode não utilizá-las. Entretanto, como não estão sendo fabricadas mais lâmpadas incandescentes de maior potência no país, o uso das lâmpadas fluorescentes deverá aumentar e, conseqüentemente, a geração deste tipo de resíduo.

Quanto aos eletroeletrônicos, verifica-se a destinação no lixo comum e os outros tipos de destinação destacando-se: a não geração deste tipo de resíduo (6,4%, 23,7 e 16,4%) ou então os que guardam este tipo de subproduto (39,7, 7,4% e 12,5%, nos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas, respectivamente).

Franco e Lange (2011) relataram que um dos fatores do sucesso dos sistemas de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em países desenvolvidos se deve ao fato de a legislação vigente adotar o princípio da

responsabilidade estendida do produtor, cobrando, entre outras atitudes, a logística reversa. Tendo em vista a recente legislação brasileira sobre a logística reversa, é de se pensar que a gestão só terá sucesso no Brasil daqui a alguns anos, baseada em leis e resoluções completares que norteiem situações específicas da logística reversa de eletroeletrônicos.

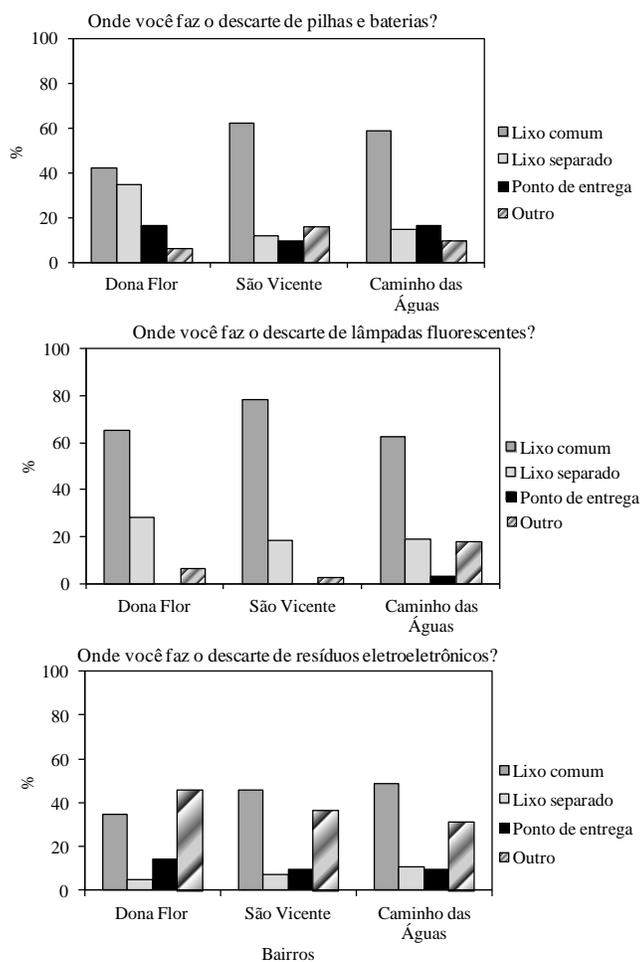


Figura 6 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Dona Flor, São Vicente e Caminho das Águas sobre destinação dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes

### 5.1.2 Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD)

A caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares foi realizada antes de se iniciar a coleta seletiva, em 2013, e um ano após o início da mesma pela ACAMAR, em 2014, nos bairros Caminho das Águas, Dona Flor e São Vicente (Figura 7).

Pode-se observar que, depois de iniciada a coleta seletiva nos bairros Caminho das Águas e São Vicente, a porcentagem (Figura 8) e a quantidade de resíduos (Tabela 9) como papelão, PET e metal aumentou no vazadouro municipal em relação à porcentagem antes da implantação da coleta seletiva. No bairro Dona Flor os materiais papel, papelão, plástico mole e PET também apresentaram aumento após a implantação da coleta seletiva.

Uma das explicações seria a ineficiência da separação seletiva por parte da população local que, mesmo após a implantação, continuou não separando os resíduos como acontecia antes da implantação da coleta seletiva (Figura 7).

Outro fator é a falta de informação da importância da cooperação da população quanto às vantagens dos custos da coleta seletiva e as vantagens ambientais. Apesar de terem avaliado a capital de um estado brasileiro, Vitória-ES, que apresenta população e hábitos diferentes do ambiente do presente trabalho, Bringhenti e Günther (2011) verificaram que o principal fator de incentivo à participação na coleta seletiva foi a questão ambiental (33%). A motivação em participar apresenta-se relacionada ao exercício da cidadania, à melhoria da limpeza do bairro, ao problema dos resíduos sólidos, do ambiente e, em menor escala, à geração de empregos. A organização do programa de coleta seletiva também aparece associada à participação.

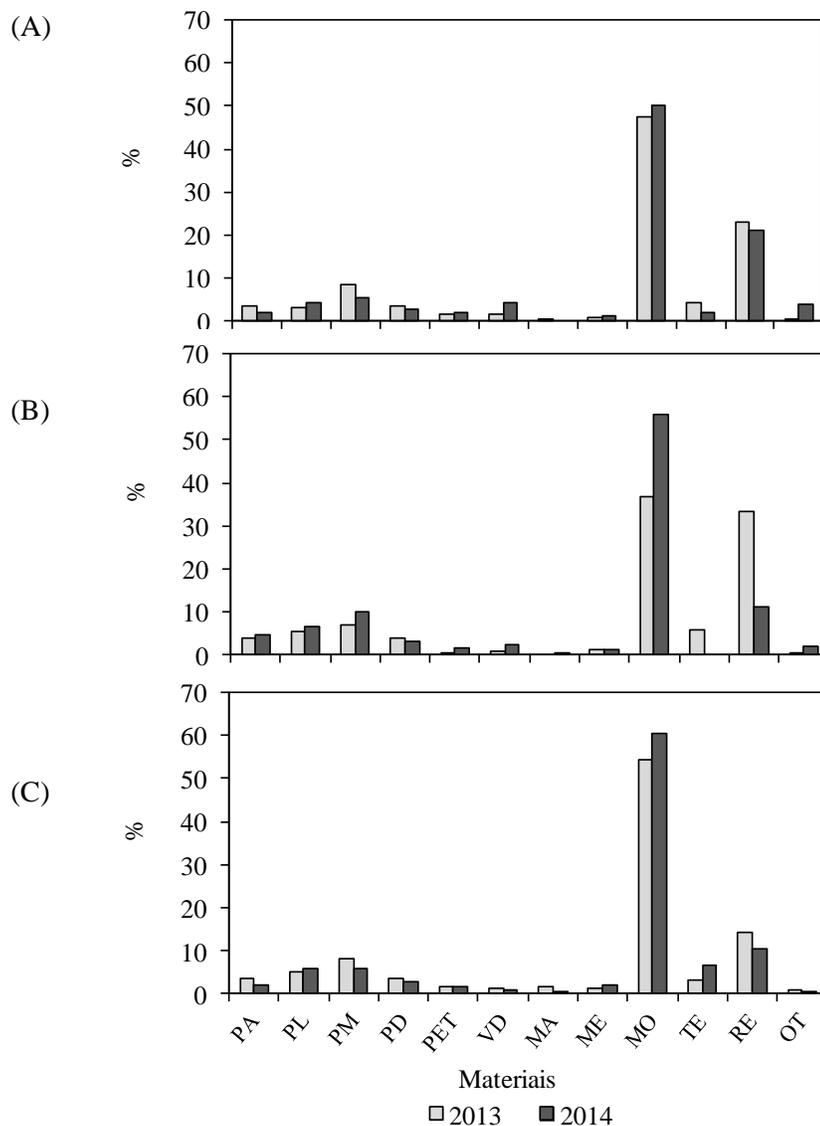


Figura 7 Caracterização gravimétrica dos RSD: PA (papel), PL (papelão) PM (plástico mole), PD (plástico duro), PET (politereftalato de etileno), VD (vidro), MA (madeira), ME (metal), MO (matéria orgânica), TE (tecido), RE (rejeito) e OT (outros), antes (2013) e depois (2014) da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR dos bairros Caminho das Águas (A), Dona Flor (B) e São Vicente (C)

Tabela 9 Quantidade das diferentes frações dos resíduos sólidos domiciliares (kg) coletadas pela prefeitura em junho de 2013 e outubro de 2014, antes e depois da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Caminho das Águas, Dona Flor e São Vicente em Lavras-MG

Materiais	Bairros					
	Caminho das águas		Dona Flor		São Vicente	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Papel	5,95	3,98	5,34	5,75	5,44	2,60
Papelão	5,12	8,81	7,41	8,00	7,82	7,35
Plástico mole	13,65	10,87	9,56	12,46	12,32	7,50
Plástico duro	5,75	5,75	5,10	4,21	5,44	3,30
Pet	2,57	3,88	0,41	2,23	2,37	2,30
Vidros	2,62	8,45	1,07	3,04	2,19	1,23
Madeira	0,81	0,00	0,00	0,20	2,84	0,10
Metal	1,73	2,74	1,95	1,51	2,18	2,50
Matéria orgânica	74,60	99,10	48,86	68,88	82,11	74,82
Tecido	7,14	4,45	7,74	0,00	4,86	8,23
Rejeitos	36,00	41,84	44,16	14,04	21,76	13,18
Outros	1,03	7,68	0,77	2,75	1,57	0,46
Total	156,94	197,55	132,36	123,07	150,87	123,57

Assim, a falta de logística adequada para a prestação de serviço de coleta seletiva por parte do ACAMAR pode ser um fator decisivo na participação no programa de coleta seletiva. O fato de a coleta não ser realizada em todas as ruas do bairro, pode ser um redutor da participação popular.

Apesar de condições de pesquisa diferentes daquelas elencadas no presente trabalho, Clarke e Maantay (2006), em estudo sobre as razões da existência de diferentes taxas de participação na coleta seletiva, entre bairros da cidade de Nova Iorque, constataram que fatores como a falta de compreensão do

programa por parte dos moradores e a qualidade da infraestrutura e dos serviços de limpeza pública prestados podem afetar negativamente a taxa de participação social.

Nos três bairros, a quantidade de matéria orgânica gerada pelos moradores aumentou; fato que era de se esperar, pois a ACAMAR não coleta esse tipo de resíduo. A porcentagem de rejeito diminuiu, o que pode ter ocorrido em virtude da conscientização da população quanto à redução e reutilização dos resíduos sólidos domiciliares. Assim, a população, provavelmente, passou a desperdiçar menos e consumir apenas o necessário.

Segundo Franco (2012), a maior parcela do RSD do Sul de Minas Gerais é composta por restos de comida, com 62% do total gerado no inverno e 56% no verão. A autora obteve 20% para os materiais recicláveis. Resultados que corroboram com o presente estudo, em que se observou a média de 24% nos três bairros avaliados. Já, para os rejeitos, Franco (2012) verificou cerca de 15%, neste trabalho, foram observados percentuais mais elevados, sendo 30% em 2013, e 20% em 2014.

## **5.2 Bairros com coleta seletiva**

Os bairros com coleta seletiva já implantada são os bairros Eldorado, Monte Líbano e Condomínio Flamboyants.

### **5.2.1 Aplicação do questionário socioeconômico e de hábitos de descarte de resíduos**

Com a aplicação do questionário socioeconômico, verificou-se que a população residente no Condomínio Flamboyant é composta pelas classes A e B.

A Classe B é predominante nos bairros Monte Líbano e Jardim Eldorado. Enquanto a classe D não foi observada nos bairros avaliados (Figura 8).

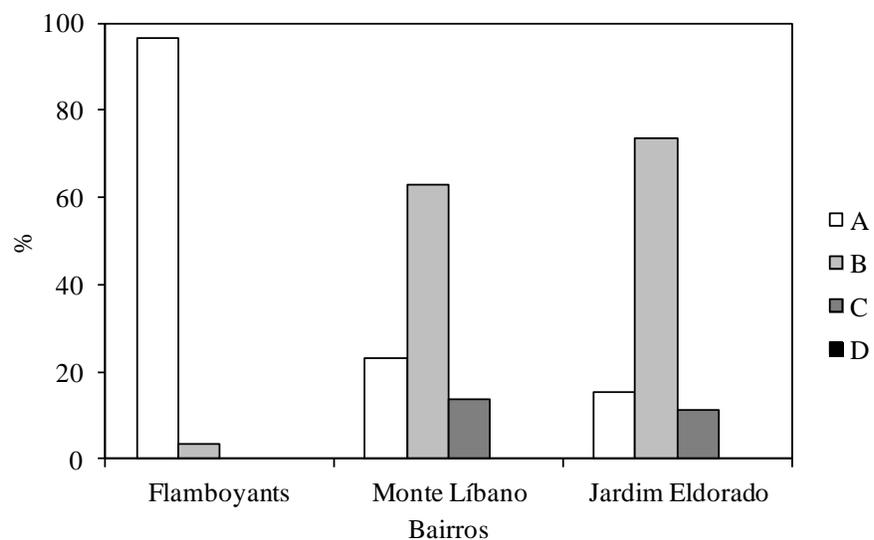


Figura 8 Distribuição da população por classe socioeconômica nos bairros Condomínio Flamboyant, Monte Líbano e Jardim Eldorado

Na população pesquisada, foi constatado que toda ela tinha conhecimento sobre a coleta de resíduos sólidos no bairro. E apenas uma pequena parcela da população desconhecia o conceito de coleta seletiva nos bairros Monte Líbano e Jardim Eldorado. Nos três bairros, mais de 75% da população participa da coleta seletiva, e mais de 90% da população tem conhecimento da coleta seletiva no bairro em que reside (Figura 9).

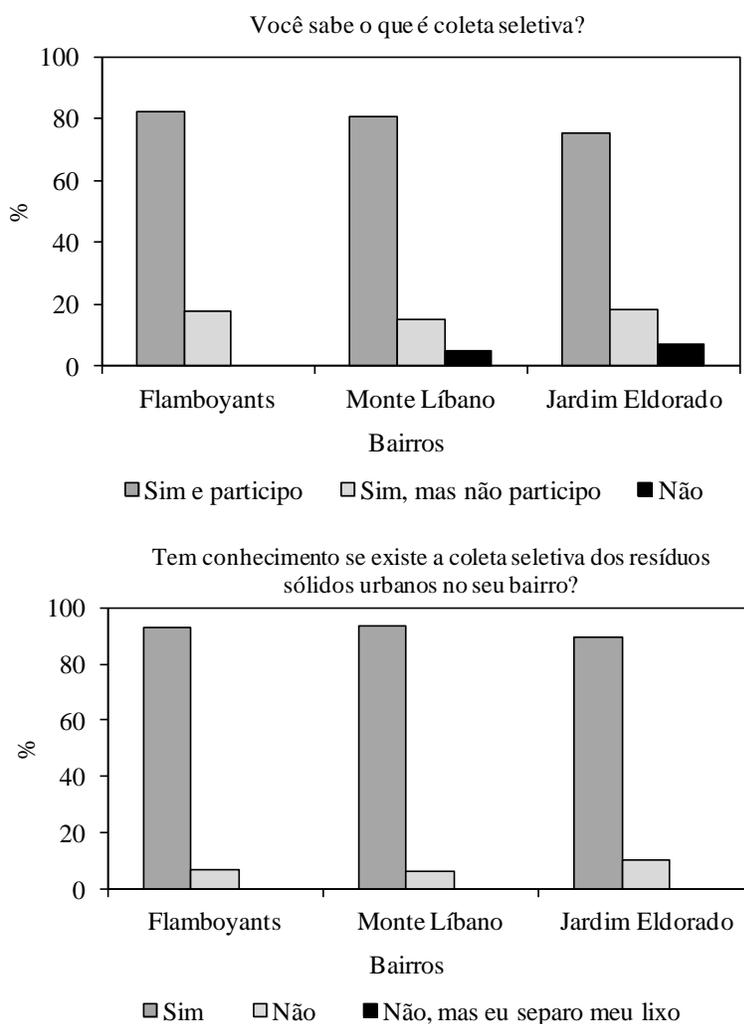


Figura 9 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre o conhecimento do processo de coleta seletiva

O fato de boa parte de a população ter conhecimento sobre e participar da coleta seletiva reflete em alto índice de separação de resíduos (Figura 10). Entretanto, apesar de um elevado índice de habitantes dos bairros Condomínio Flamboyant, Monte Líbano e Jardim Eldorado terem relatado a participação na

coleta seletiva (82%, 81% e 75%), os percentuais da população que separa os resíduos é inferior a estes valores, sendo, respectivamente, iguais a 76%, 78% e 67%. A diferença se dá, provavelmente, à população que, às vezes, separa (6%, 7% e 15%) e, às vezes, não separa os resíduos.

Cornieri e Fracalanza (2010) chamam a atenção para a diferenciação entre os termos coleta seletiva e reciclagem, que, muitas vezes, são considerados como sinônimos por boa parte da população. Muitas vezes as pessoas declaram estar fazendo a reciclagem em suas casas, quando, na verdade, o que fazem é apenas separar previamente o lixo que será coletado. Assim, parte da população pode ter respondido que sabia o que é coleta seletiva, porém sem saber realmente do que se trata.

Verifica-se que, entre os que separam os resíduos (Figura 10), a separação é feita de acordo com os materiais recicláveis tradicionais (papel, plástico, metais, vidro) e a matéria orgânica. Entre as pessoas que não separam os resíduos, todas do Condomínio Flamboyants separariam, e do Jardim Eldorado e Monte Líbano a maioria separaria ou talvez separasse os resíduos. Tal fato implica uma maior investida em trabalhos de conscientização ambiental, explicitando a importância do processo para o ambiente e para a cidade de uma forma geral.

Destaque deve ser dado a uma pequena parcela da população dos bairros Monte Líbano (1% da população do bairro) e Jardim Eldorado (3% da população do bairro) que não tem interesse em participar do processo de gestão de resíduos sólidos domiciliares por meio da separação dos resíduos para a coleta seletiva.

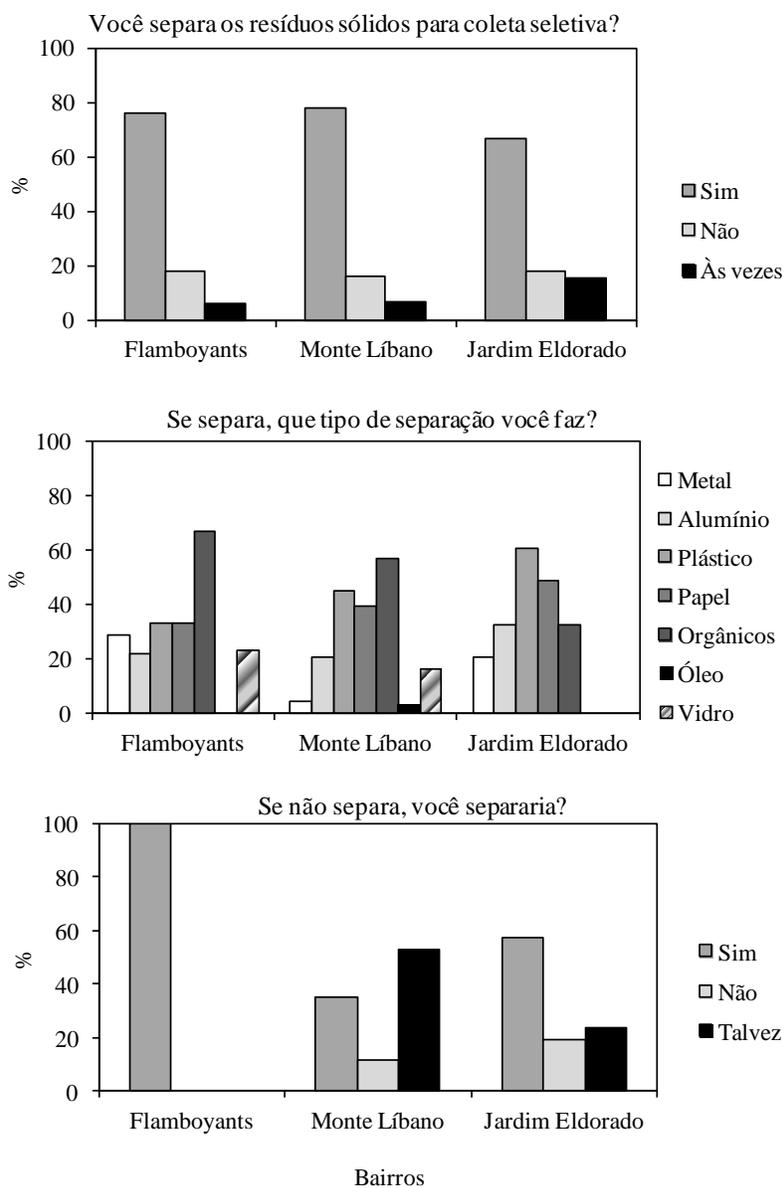


Figura 10 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre a separação dos resíduos sólidos domiciliares

Nos bairros Jardim Eldorado, Monte Líbano e no condomínio Flamboyant a iniciativa de coleta seletiva pela Acamar foi iniciada no início do ano de 2009, que justifica a participação de maior parte da população no processo. Cornieri e Fracalanza (2014) verificaram que, em Santo André-SP, mesmo após 10 anos de implantação da coleta seletiva, e toda a área urbana coberta por coleta seletiva porta a porta e com pontos de entrega voluntária, apenas cerca de 3% dos resíduos sólidos urbanos do município não eram destinados ao aterro sanitário municipal. Os autores concluíram que se deve mudar o paradigma, ou seja, ter coleta seletiva não significa só oferecer o serviço, mas, sim, coletar seletivamente com a participação dos munícipes.

Rezende et al. (2013), ao avaliarem a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares em diferentes períodos de tempo, 2001 e 2010, em dois bairros da cidade de Jaú-SP, verificaram que, mesmo após a implantação da coleta seletiva em 2001, foi observada a presença de resíduos recicláveis no montante a ser aterrado, mostrando que os resultados do programa de coleta seletiva iniciado em 2001 foram temporários.

Com base nas experiências relatadas por Cornieri e Fracalanza (2014) e Rezende et al. (2013), apesar de ambientes de estudos diferentes da cidade de Lavras-MG, evidencia-se a importância da continuidade das estratégias, não só da coleta seletiva, mas também de educação ambiental e de marketing para obtenção de sucesso no processo de coleta seletiva.

Os resíduos domiciliares especiais, tais como os resíduos de serviços de saúde gerados em casa, o óleo de cozinha, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos, muitas vezes são destinados de forma inadequada nos bairros onde existe o processo de coleta seletiva há algum tempo (Figuras 11 e 12). Quase metade dos entrevistados nos bairros Condomínio Flamboyants e Monte Líbano declararam descartar os resíduos de serviço de saúde em lixo separado. Porém, apesar da aparente conscientização desta parte

da população, é preocupante o destino destes resíduos, os quais, provavelmente, são encaminhados ao vazadouro municipal. Já, no bairro Jardim Eldorado, a maioria da população descarta no lixo comum, sendo, obrigatoriamente, destinado ao vazadouro municipal. Subentende-se aqui que o ponto de entrega seja nas farmácias comunitárias ou mesmo a destinação em farmácias que recolhem as sobras e, ou, os medicamentos vencidos. E outro tipo de destinação é a disposição no solo (jardim/quintal) ou o vaso sanitário.

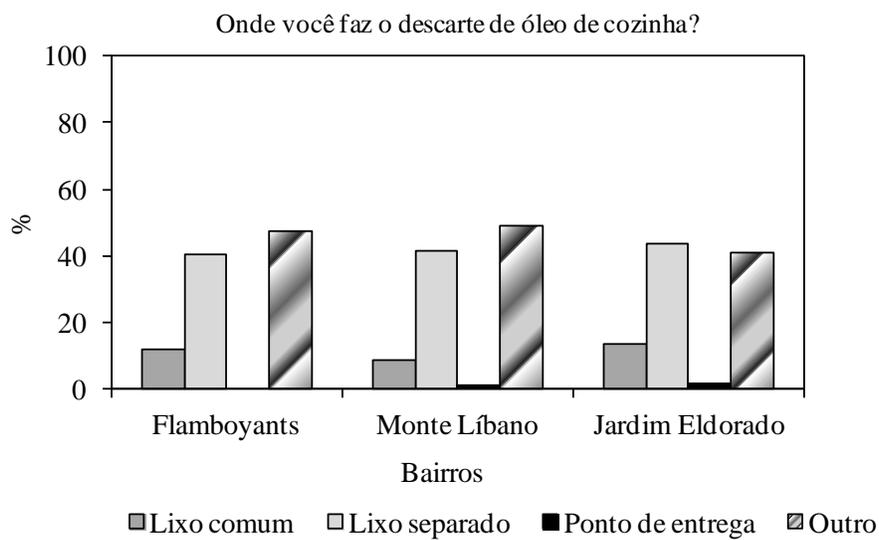
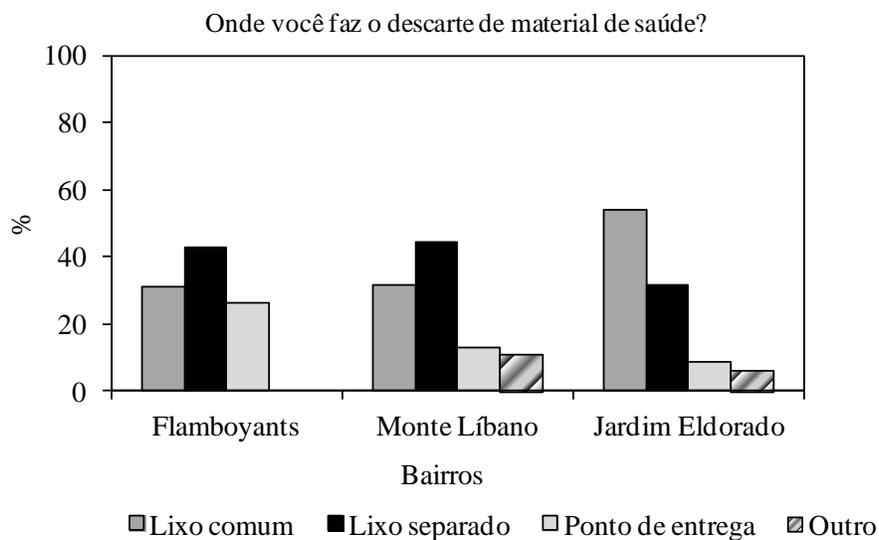


Figura 11 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre o descarte de resíduos de serviços de saúde e óleo de cozinha gerados nas residências

Em relação ao óleo de cozinha, cerca de 40% destinam este resíduo em separado (Figura 11), a Acamar, quando faz este tipo de coleta, destina o óleo para a fabricação de biodiesel na UFLA. Um grande percentual da população, nos três bairros avaliados, dá outro tipo de destinação final ao resíduo. Em que se destacam a fabricação de sabão ou doação para a fabricação de sabão (38%, 31% e 24%) e a destinação no solo (6%, 7% e 2% nos bairros Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado, respectivamente).

A destinação de pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes é realizada por boa parte da população dos bairros avaliados em separado (Figura 12). Porém, a discussão é a mesma referente aos resíduos de serviços de saúde, em que não há coleta específica, acredita-se que o vazadouro municipal seja o destino final de tais resíduos. Diferente dos resíduos eletroeletrônicos que a Acamar tem coletado quando disposto separadamente junto aos resíduos tradicionalmente coletados no processo de coleta seletiva.

Baseado na Figura 12, deve-se destacar o início do processo de logística reversa de pilhas e baterias já instituído pela Resolução do Conama n° 257 desde 1999 (BRASIL, 1999), alterada pelas Resoluções Conama n° 401 de 2008 (BRASIL, 2008) e confirmada pela PNRS (BRASIL, 2010). Na cidade existem pontos de coleta em algumas revendedoras de aparelhos celulares, posto central dos correios (atualmente desativado) e em uma drogaria localizada na região central da cidade. A existência de pontos de coleta facilita a destinação adequada pelos moradores. E, como a produção geralmente é esporádica, torna fácil o armazenamento temporário na residência e a destinação posterior adequada dos resíduos. A falta de uma exigência legal anterior a PNRS faz com que a mesma iniciativa não seja observada para as lâmpadas fluorescentes e os eletroeletrônicos, pois não há pontos de coleta específicos na cidade, apesar de a PNRS obrigar quem fabrica ou comercializa a recolher o material. Porém, a forma de se fazer ainda não foi regulamentada.

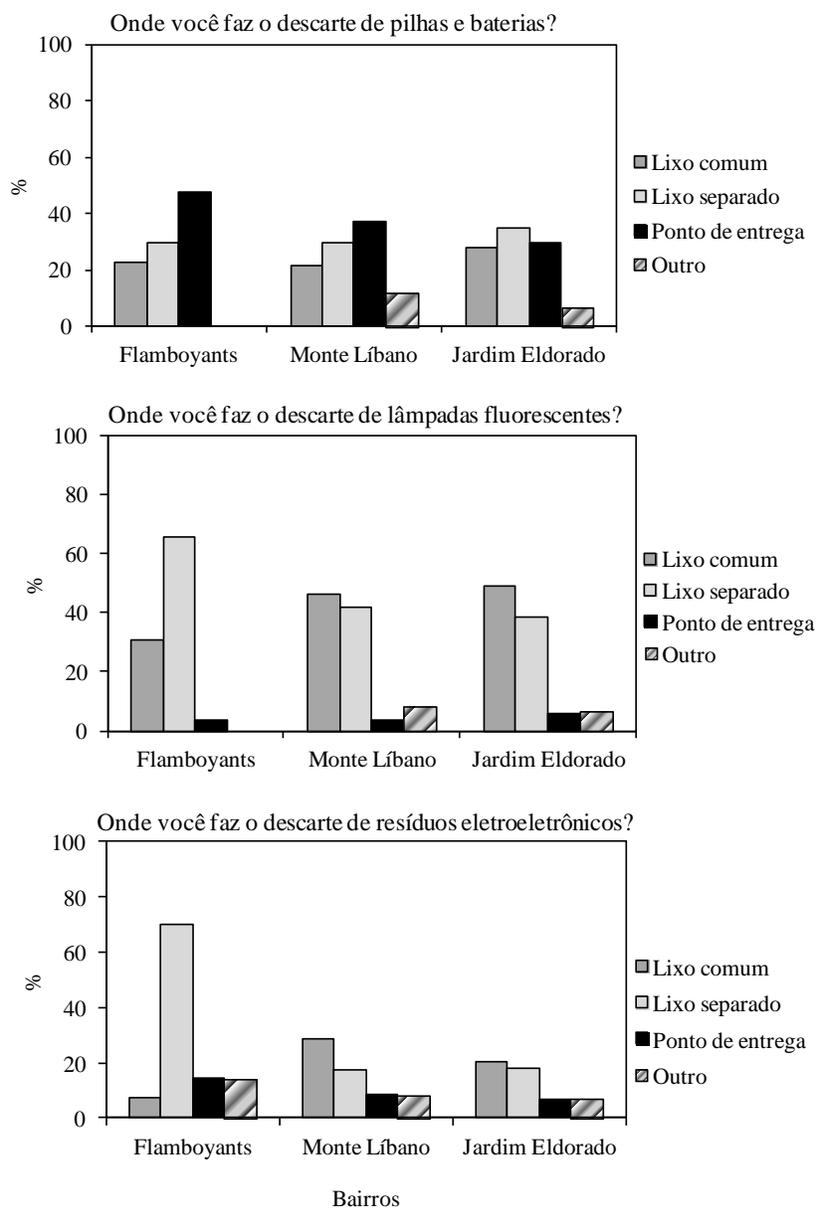


Figura 12 Resultado da pesquisa realizada junto à população dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado sobre destinação dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes

A questão de a população separar os resíduos recicláveis e não separar alguns resíduos que devem ter acondicionamento e destinação diferenciada pode estar relacionada à falta de conhecimento (educação ambiental) da população relacionada aos resíduos sólidos e à importância da gestão dos mesmos para a saúde pública e para o ambiente. Apesar de a maior parte da população dos três bairros participarem da coleta seletiva, o maior incentivador de participação no processo pode ter sido o próprio ambiente do bairro, a conversa com os vizinhos e, não necessariamente, o entendimento da importância da gestão dos resíduos sólidos domiciliares. Este é um fato preocupante e que deve ser considerado pela municipalidade no que tange à continuidade de um processo de coleta seletiva eficaz nos bairros estudados.

### **5.2.2 Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares (RSD)**

Na Figura 13 está apresentada a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares que chegam ao vazadouro municipal, provenientes dos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado, que foram divididos por tipo de material. Pode-se observar que nos três bairros a produção de matéria orgânica é, significativamente, maior em relação aos demais componentes. Destaca-se o Condomínio Flamboyant com mais de 80% de produção desse tipo de sobras, onde o resíduo de varrição de rua e poda de árvores é feita pelo próprio condomínio e não pela prefeitura, e estes são descartados juntamente ao RSD, gerando maior porcentagem de material orgânico, quando comparado aos demais bairros, que apresentaram, em média, 65% e a prefeitura é responsável por recolher a varrição das ruas, bem como podas de árvores.

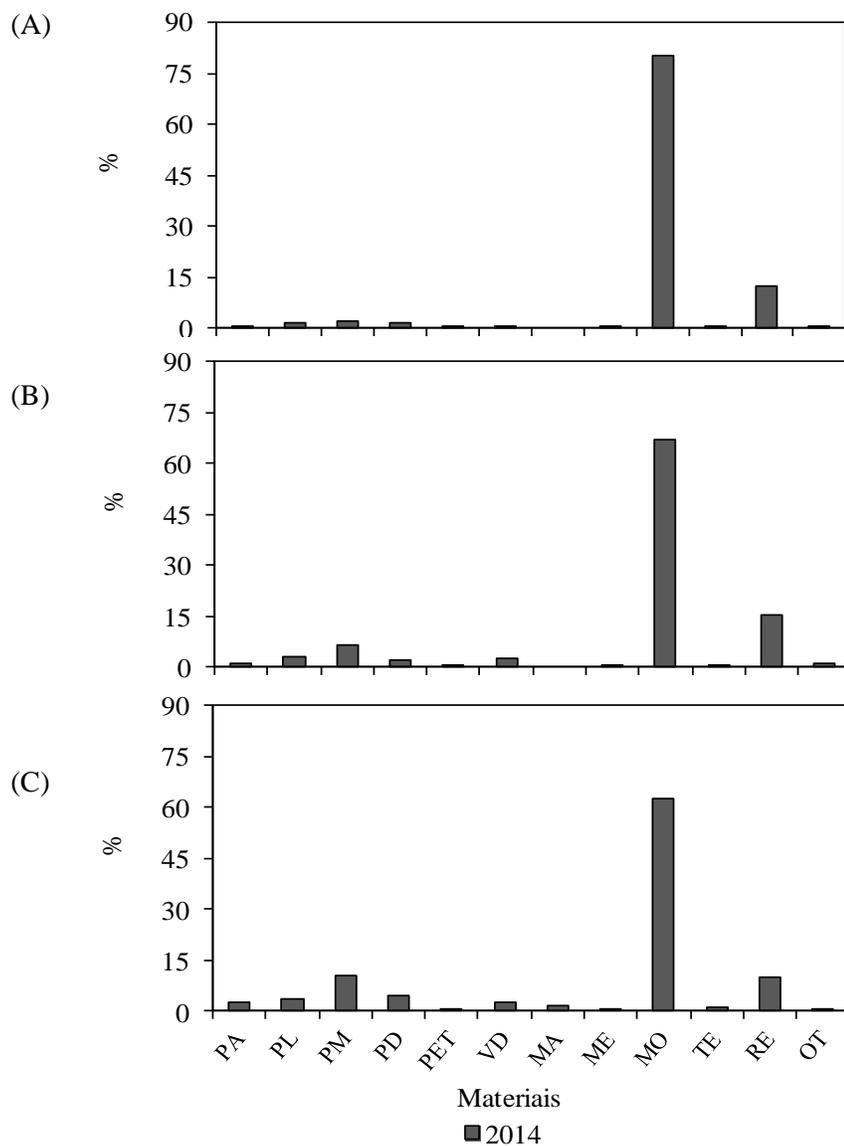


Figura 13 Caracterização gravimétrica dos RSD: PA (papel), PL (papelão) PM (plástico mole), PD (plástico duro), PET (politereftalato de etileno), VD (vidro), MA (madeira), ME (metal), MO (matéria orgânica), TE (tecido), RE (rejeito) e OT (outros), depois implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Condomínio Flamboyants (A), Monte Líbano (B) e Jardim Eldorado (C)

Observa-se, também, na Figura 13 e na Tabela 10 que, apesar de consolidada a coleta seletiva nos três bairros antes do presente estudo, os materiais passíveis de serem reciclados, ainda, são observados nos resíduos destinados ao vazadouro municipal, tal como observado por Rezende et al. (2013).

Tabela 10 Quantidade das diferentes frações dos resíduos sólidos domiciliares (kg), coletadas pela prefeitura no ano de 2014, depois da implantação da coleta seletiva pela ACAMAR nos bairros Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado em Lavras - MG

Materiais	Bairros		
	Flamboyants	Monte Líbano	Jardim Eldorado
Papel	0,49	1,91	3,91
Papelão	2,92	5,35	5,21
Plástico mole	4,45	11,24	15,25
Plástico duro	2,88	3,33	6,54
PET	0,65	0,27	0,35
Vidros	0,55	4,24	3,70
Madeira	0,00	0,00	2,31
Metal	0,72	0,33	0,34
Matéria orgânica	156,68	114,60	90,49
Tecido	0,80	0,88	1,92
Rejeitos (não aproveitáveis)	24,08	26,78	14,36
Outros (Materiais não descritos aproveitáveis)	1,50	2,00	0,32
<b>Total</b>	<b>195,72</b>	<b>170,93</b>	<b>144,70</b>

A partir dos dados elencados na Tabela 10, pode-se constatar que 6,5%, 15,6% e 24,4% dos resíduos gerados no bairro Condomínio Flamboyant, Monte Líbano e Jardim Eldorado são passíveis de serem reciclados, ou seja, deveriam estar sendo coletados pela Acamar, porém, estão sendo destinados ao vazadouro municipal. Destaca-se, aqui, que Franco (2012) verificou, para a região Sul de Minas Gerais, que o percentual de materiais reciclados nos RSD é, em média, de 20%, valor este menor que o observado no bairro Jardim Eldorado.

Algumas considerações podem ser feitas a este respeito. Primeira é a abrangência da coleta seletiva no bairro. Talvez a coleta pela ACAMAR não seja feita em todas as ruas dos bairros, o que limita a participação da população. Em alguns acompanhamentos do caminhão de coleta do ACAMAR foi observado que a população só colocava seus resíduos para serem reciclados nas principais ruas do bairro, apesar de no dia do acompanhamento da coleta o caminhão passar na maioria das ruas. Segunda, a participação da população, apesar de declarada, não tenha sido efetiva com a separação total dos resíduos, o que pode estar ocorrendo por falta de orientação técnica.

Outro fator a ser considerado é a falta de um acompanhamento efetivo de educação ambiental / conscientização da população, por parte dos gestores públicos e, ou, pela Acamar, o que pode proporcionar uma separação por conveniência (tipo de material), por falta tempo, por falta de interesse em função de acontecimentos esporádicos e, ou, cotidianos que interferem no processo de separação residencial. Ainda, em função do desconhecimento da importância do processo, muitos podem se acomodar com a rotina e passar a separar apenas um pequeno percentual. Bringhenti e Günther (2011) verificaram situação semelhante para a descontinuidade do processo de coleta seletiva em alguns bairros da cidade de Vitória-ES.

O percentual de rejeito foi, em média, de 14,6% para os três bairros. O reaproveitamento do vidro em agregado para concreto e pavimentação, e o

aproveitamento energético da madeira, podem ser incentivados já que não são gerados apenas por domicílios, mais por comércios e pela construção civil.

### 5.3 Quantidade de material passível de reciclagem nos bairros

Na Figura 14 estão apresentados, pelos diferentes bairros estudados, os percentuais dos materiais com potencial para reciclagem pela Acamar e que são enviados à destinação final, os percentuais de matéria orgânica, que pode ser compostada, como enfatiza a PNRS, e o rejeito que deve ser destinado ao ambiente de forma correta.

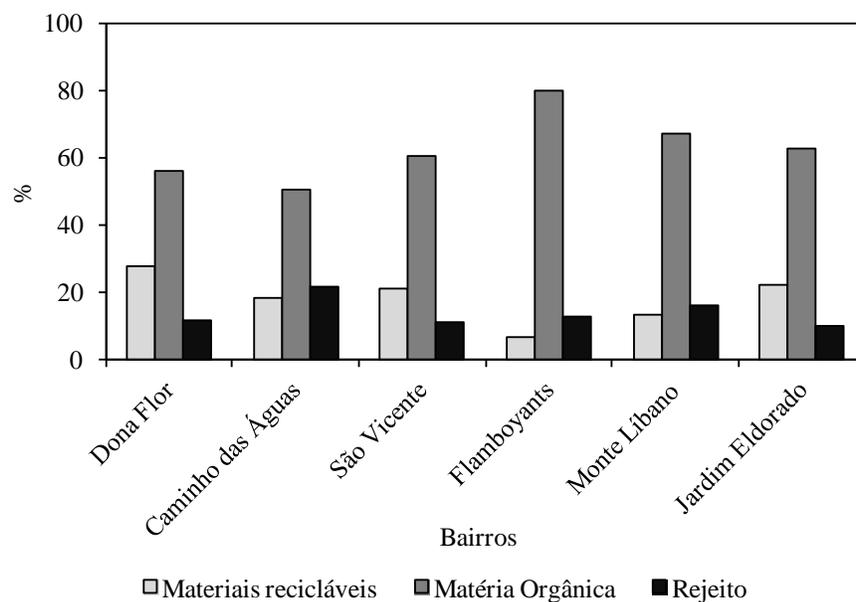


Figura 14 Percentuais de materiais com potencial para reciclagem, matéria orgânica e rejeito que são coletados nos bairros Dona Flor, Caminho das Águas, São Vicente, Condomínio Flamboyants, Monte Líbano e Jardim Eldorado, e são enviados à destinação final no vazadouro municipal

Pode-se observar que, no Condomínio Flamboyants, 6% do material com potencial para reciclagem é destinado ao vazadouro municipal de Lavras. Isso pode ser explicado pelo fato de maior instrução e conscientização, por parte dessa população, da importância da redução, reutilização e reciclagem do lixo. Já, o bairro Dona Flor apresenta menor potencial de aproveitamento de seu resíduo sólido domiciliar.

Pelas porcentagens observadas, em média, 18% dos resíduos sólidos domiciliares dos bairros estudados apresentam reciclabilidade, ou seja, a triagem e reciclagem podem ser instrumentos eficientes na redução da quantidade de material destinado de forma incorreta ao vazadouro municipal, pois poderia ser reciclado pela ACAMAR. Essa porcentagem se aproxima de estudos feitos por Franco (2012), na região Sul do estado de Minas Gerais, onde 20% da parcela dos RSD produzidos são constituídos de materiais recicláveis.

Pode-se observar, ainda, na Figura 14, que aproximadamente 60% de todo o resíduo coletado nos bairros estudados é matéria orgânica, mostrando um grande potencial para implantação da compostagem, visto que há possibilidade de aproveitar materiais com propriedades inadequadas, transformando resíduos crus em fertilizantes orgânicos. Tal atividade reduziria a quantidade de resíduos que são destinados ao vazadouro municipal de Lavras.

De todo o resíduo produzido pela população dos bairros avaliados (Figura 15), somente 14%, em média, não apresentam possibilidade de tratamento, recuperação por processos tecnológicos disponíveis e viáveis e não apresentam outra possibilidade a não ser o envio para o aterro controlado de Lavras. O valor é próximo aos 14,8% de rejeito relatado por Pereira Neto (2007) como média nacional.

Esses dados, também, corroboram com estudos feitos na região Sul de Minas Gerais, onde os rejeitos (mistura de materiais, resíduos de banheiros entre

outros não passíveis de reciclagem) representam, aproximadamente, 15% dos RSD e apenas estes deveriam ser descartados em aterros (FRANCO, 2012).

## 6 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu concluir que a falta de conscientização / educação da população é um dos fatores que contribuem para que os resíduos que chegam ao vazadouro municipal sejam compostos por materiais passíveis de serem reciclados.

A realização de um programa de educação ambiental junto à população dos bairros pode estimular a maior participação dos munícipes na separação dos materiais passíveis de serem reciclados, reduzindo os resíduos destinados ao vazadouro municipal.

Outro fator relacionado à grande quantidade de material destinado ao vazadouro municipal que poderia ser reciclado se deve à falta de logística adequada para a prestação de serviço de coleta seletiva por parte da ACAMAR em todas as ruas dos bairros estudados.

Pode-se concluir, ainda, que uma pequena porcentagem dos resíduos produzidos pela população dos bairros estudados realmente está sendo submetido a um conjunto de processos que visam à destinação adequada dos mesmos.

Com relação aos vidros, madeiras e borracha, verificados em menores parcelas nos RSD coletados neste trabalho, também, podem ser alvos de incentivo à reutilização ou reciclagem pela ACAMAR, bem como pelo município.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. A. de; RIGOLIN, T. B. **Geografia**. São Paulo: Ática, 2002. 358 p.

ALMEIDA, R. G. de. Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares urbanos do município de Caçador SC, á partir da caracterização física e composição gravimétrica. **Ignis**, Caçador, v. 1, n. 1, p. 51-54, jan./jun. 2012.

ALVES, S. B. et al. Manejo de resíduos gerados na assistência domiciliar pela Estratégia de Saúde da Família. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 65, n. 1, p. 128-134, 2012.

ARAUJO, S. M. V. G.; JURAS, I. A. G. M. Uma lei para a política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 11, n. 43, p. 115-132, jul./set. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE PESQUISA. **Critério de classificação econômica Brasil**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.abep.org/criterioBrasil.aspx>>. Acesso em: 2 set. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2010**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2012**. São Paulo, 2013. 114 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

BACELAR, V. S. Lixo urbano. **Revista Instituto de Pesquisas e Estudos da ITE**, Bauru, n. 44, p. 601-607, set./dez. 2005.

BARBOSA, S. **Classificação do lixo**. Pelotas: UCPel, 2000. Disponível em: <[http://www.lixo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=143&Itemid=250](http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=143&Itemid=250)>. Acesso em: 28 abr. 2010.

BARRETO, M.; KILLINGER, C. L.; REGO, R. de C. F. O que é lixo afinal?: como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1583-1592, nov./dez. 2002.

BRASIL. **Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**: agenda 21. Brasília, 1994.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2013.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília, 2006. 408 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **O Datasus**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=01>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 257, de 30 de junho de 1999. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 139, p. 28-29, 22 jul. 1999. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama n° 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 215, p. 108-109, 5 nov. 2008. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Reciclagem e reaproveitamento**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=125&idConteudo=8046>>. Acesso em: 10 nov. 2014a.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos**, 2012. Brasília: MCIDADES/SNSA, 2014b. 143 p.

BRINGHENTI, J. R.; GUNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 421-430, 2011.

BRUSCHI, D. M. **Análise do programa minas sem lixões: contribuição à gestão de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais, 2003-2010**. 2011. 331 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. et al. Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Santa Maria, v. 18, n. 11, p. 3115-3124, 2013.

CLARKE, M. J.; MAANTAY, J. A. Optimizing recycling in all of New York City's neighborhoods: using GIS to develop the REAP index for improved recycling education, awareness, and participation. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 46, n. 2, p. 128-148, 2006.

COELHO, M. F. **Percepção dos impactos ambientais causados pelos dejetos da suinocultura na área do CEFET - Rio Pomba/MG**. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

COLLARES, E. G. et al. Gestão integrada e participativa dos resíduos sólidos municipais. In: ABREU, M. H. N. G. de (Org.). **Ciências ambientais: uma abordagem multidisciplinar**. Belo Horizonte: Silveira, 2007. p. 87-124.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **CEMPRE Review 2013**. São Paulo, 2013. 39 p.

CONSONI, A. J.; SIQUEIRA, A. O. Considerações sobre resíduos sólidos de serviço de saúde na assistência domiciliar. **Revista em Gestão Integrada, Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2007.

CORNIERI, M. G.; FRACALANZA, A. P. Desafios do lixo em nossa sociedade. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 16, p. 57-65, jun. 2010.

CORNIERI, M. G.; FRACALANZA, A. P. Programa municipal de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Santo André, SP: um estudo a partir do ciclo da política (policy cycle). In: JACOBI, P. R. (Org.). **As múltiplas dimensões do desenvolvimento e os desafios de políticas sustentáveis**. São Paulo: Annablume, 2014. v. 1, p. 324-345.

CUSSIOL, N. A. M.; ROCHA, G. H. T.; LANGE, L. C. Gravimetric characterization of potentially infectious material in urban solid waste in southern Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1183-1191, jun. 2006.

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R.; RATHSAM, A. A. Gestão compartilhada dos resíduos sólidos: novos atores e conflitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004. p. 1286-1295.

FERNANDES, L. L. et al. Compensação e incentivo à proteção ambiental: o caso do ICMS ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 49, n. 3, p. 521-544, 2011.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. 902 p.

FRANCO, C. S. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos no descarte no sul de Minas Gerais**. 2012. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 73-82, 2011.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2012**. Belo Horizonte, 2013. 39 p.

GAMA, R. S. Aspectos da Política Nacional de Saneamento diante da transição democrática da sociedade e do Estado brasileiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 22, p. 141-152, 2010.

GARCIA, L. P.; ZANETTI-RAMOS, B. G. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 744-752, maio/jun. 2004.

GIATTI, L. L. et al. Exposição à água contaminada: percepções e práticas em um bairro de Manaus, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, v. 28, n. 5, p. 337-343, 2010.

GIUSTI, L. A review of waste management practices and their impact on human health. **Waste Management**, Oxford, v. 29, n. 8, p. 2227-2239, 2009.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

HISATUGO, E.; MARCAL JUNIOR, O. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 205-216, dez. 2007.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste**: a global review of solid waste management. Washington: Urban Development & Local Government Unit, World Bank, 2012. 98 p. (Urban Development Series, 15).

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Waste production must peak this century. **Nature**, London, v. 502, n. 7473, p. 615-617, Oct. 2013.

HYMAN, M.; TURNER, B.; CARPINTERO, A. **Guidelines for national waste management strategies**: moving from challenges to opportunities. Washington: United Nations Environment Programme, 2013. 108 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313820&search=mi-nas-gerais|lavras>>. Acesso em: 12 out. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_saneamento.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_saneamento.shtm)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1691&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos**: relatório de pesquisa. Brasília, 2012. 77 p.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

LAVRAS. Prefeitura Municipal. **Horário da coleta de resíduos sólidos urbanos**. Lavras, 2014a.

LAVRAS. Prefeitura Municipal. **Mapa da cidade de Lavras**. Lavras, 2014b.

LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2. ed. São Paulo: Harper & Row, 1987. 392 p.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 169-176, 2013.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

MESQUITA JÚNIOR, J. M. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p.

MILANI, P. H. **Relatório caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares do município de Santo André, 2008**. Santo André: SEMASA; DRS, 2008. 41 p.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008.

NYENJE, P. M. et al. Nutrient pollution in shallow aquifers underlying pit latrines and domestic solid waste dumps in urban slums. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 122, p. 15-24, June 2013.

OLIVEIRA, R. M. M. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: o programa de coleta seletiva da região metropolitana de Belém, PA**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano) - Universidade da Amazônia, Belém, 2012.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Informe regional sobre la evaluación de los servicios de manejo de residuos sólidos en la Región de América Latina y el Caribe**. Washington, 2005. 17 p.

PEREIRA, C. S. S.; LEWANDOWISK, H. Fábrica comunitária de sabão ecológico: ganhos ambientais e sociais. **Ambiência**, Guarapuava, v. 9, n. 3, p. 663- 672, 2013.

PEREIRA, L. C. **Resíduos: é preciso inverter a pirâmide: reduzir a geração**. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/residuos:\\_%E2%80%9Ce\\_preciso\\_inverter\\_a\\_piramide\\_%E2%80%93\\_reduzir\\_a\\_geracao%E2%80%9D!.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/residuos:_%E2%80%9Ce_preciso_inverter_a_piramide_%E2%80%93_reduzir_a_geracao%E2%80%9D!.html)>. Acesso em: 6 abr. 2010.

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 129 p.

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., 2006, Punta del Este. **Anais...** Punta del Este: AIDIS, 2006. p. 1-6.

PINHEIRO, L. R. et al. Sujeitos, políticas e educação ambiental na gestão de resíduos sólidos. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 535-556, 2014.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 52-61, 2007.

REZENDE, J. H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2013.

RIBEIRO, L. A. et al. Educação ambiental como instrumento de organização de catadores de materiais recicláveis na comunidade de Nossa Senhora Aparecida, Campina Grande-PB. **Biofar**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 59-72, 2011.

RITTER, E. et al. Contaminação de recursos hídricos: estudo de caso do lixão de São Pedro da Aldeia, RJ. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, v. 6, n. 2, p. 82-93, 2010.

ROCHA, A. C. et al. Gestão de resíduos sólidos domésticos na zona rural: a realidade do município de Pranchita, PR. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 5, n. 4, p. 699-714, set./dez. 2012. Edição especial.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012.

SANTOS, G. O. Interfaces do lixo com o trabalho, a saúde e o ambiente: artigo de revisão. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 10, n. 2, p. 26-35, 2009.

SANTOS, G. O. **Resíduos sólidos domiciliares, ambiente e saúde:** (inter)relações a partir da visão dos trabalhadores do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de Fortaleza/CE. 2008. 149 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SANTOS, L. C. dos. **A questão do lixo urbano e a geografia**. São Paulo: UNESP, 2008. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/simpgeo/1014-1028luiz.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

SANTOS, L. D. B. **Mudanças no papel do catador de materiais recicláveis na cadeia de gestão integrada de resíduos, em face das políticas públicas para o setor em um estudo de caso**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organização) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

SCHNEIDER, V. E. et al. A evolução da geração de resíduos sólidos no município de Bento Gonçalves-RS no período de 1993 à 2001. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28., 2002, Cancún. **Anais...** Cancún: AIDIS, 2002. 1 CD-ROM.

SERRANO, O. Lixo, dignidade e sustentabilidade socioeconômica. In: SEMINÁRIO LIXO E CIDADANIA: REGIÃO DO GRANDE ABC, 2001, Santo André. **Anais...** Santo André: Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, 2001. p. 34-40.

SILVA, E. M. da. **Avaliação de um sistema piloto para tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura**. 2007. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SIMONETTO, E. O.; BORENSTEIN, D. Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 449-461, set./dez. 2006.

SOUZA, G. A. D. B.; REIS, S. C. dos; RICHARTZ, T. **Manual de normatização**: trabalhos científicos. Varginha: UNIS, 2009. 72 p.

VELLOSO, M. P. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Santa Maria, v. 13, n. 6, p. 1953-1964, 2008.

VENTURA, K. S.; REIS, L. F. R.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 167-176, abr./jun. 2010.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, L. M.; ALMEIDA, V. G. Insustentabilidade e produção de resíduos: a face oculta do sistema do capital. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 173-192, 2009.

## ANEXOS

## ANEXO A - PESQUISA DE OPINIÃO PÚBLICA

**PESQUISA DE OPINIÃO PÚBLICA**

“Metodologia de Conscientização Ambiental como forma de auxílio na coleta seletiva dos RSU em três bairros no município de Lavras”

**PERFIL DO ENTREVISTADO**

Bairro: \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Rua: \_\_\_\_\_ N°: \_\_\_\_\_

**QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO**

Número de moradores fixos:				
POSSE DE ITENS	Quantidade			
Televisão de cores	1	2	3	4 +
Rádio	1	2	3	4 +
Banheiro (com vaso e privativo)	1	2	3	4 +
Automóvel (exceto de uso profissional)	1	2	3	4 +
Empregado (a) doméstico mensalista	1	2	3	4 +
Máquina de lavar (tanquinho não é considerado)	1	2	3	4 +
Vídeo cassete / DVD	1	2	3	4 +
Geladeira	1	2	3	4 +
Freezer (independente ou parte da geladeira)	1	2	3	4 +
GRAU DE INSTRUÇÃO DA PESSOA ENTREVISTADA	Pontos			
Analfabeto/primário incompleto (Até 3ª série)	0			
Primário completo (até 4ª série)	1			
Fundamental completo/ Ensino médio incompleto	2			
Ensino médio completo/ Superior incompleto	4			
Superior completo	8			

**Classificação Econômica (Soma Dos Pontos)**

<b>A</b>	<b>35-46</b>	<b>CLASSE ECONÔMICA:</b>
<b>B</b>	<b>23-34</b>	
<b>C</b>	<b>14-22</b>	

**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS****1. Há coleta de resíduos sólidos em seu bairro/comunidade?**

(1) Sim            (2) Não            (3) Não sei

- Se opção (1), quantas vezes por semana:

(1) Uma    (2) duas    (3) três    (4) mais de três

- Se opções (2) ou (3), o que é feito com os resíduos que não são coletados?

(1) são jogados em qualquer terreno    (2) são levados para algum local que existe coleta    (3) são queimados

(4) outro

(\_\_\_\_\_)

**2. Onde são acondicionados os resíduos antes de dispor para coleta?**

(1) Cesto de lixo (similar)    (2) Na rua    (3) outro

(\_\_\_\_\_)

**3. Como você dispõe o lixo para a coleta?**

(1) São colocados na rua no dia da coleta da prefeitura ou empresa.

(2) São colocados na rua independente do dia da coleta da prefeitura ou empresa.

(3) São colocados em pontos de despejo.

(4) São colocados para coleta seletiva.

(5) São coletados por catadores autônomos.

(6) Reutilizo e/ou reciclo parte dos resíduos sólidos urbanos em minha casa.

(8) Outros (\_\_\_\_\_)

**4. Você sabe qual a destinação dos resíduos sólidos urbanos coletados?**

(1) lixão    (2) aterro sanitário    (3) aterro controlado    (4) associação de catadores

(6) Não sei

(7) outro (\_\_\_\_\_)

**5. Você pensa na geração de resíduos quando vai comprar qualquer produto?**

(1) Sim    (2) Não    (3) Não sei    (4) Às vezes

**6. Você sabe a diferença entre reciclagem e reaproveitamento?**

- (1) Sim (2) Não (3) Não sei

**7. Você consome produtos recicláveis/reutilizáveis?**

- (1) Sim (2) Não (3) Não sei

**8. Você sabe o que é coleta seletiva?**

- (1) Sim e participo (2) Sim, mas não participo  
(3) Não

**9. Tem conhecimento se existe a coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos no seu bairro?**

- (1) Sim (2) Não  
(3) Não, mas eu separo meu lixo

**10. Você separa os resíduos sólidos para coleta seletiva?**

- (1) Sim (2) Não (3) Às vezes

- Se opção (1) ou (3), que tipo de separação você faz?

- (1) Metal (2) Alumínio (3) Papel (4) Plástico (5) Orgânico/molhados  
(6) Rejeitos (7) Recicláveis (8) Perigosos (9) Saúde (10)

Outros

- Se opção (2), você separaria?

- (1) Sim (2) Não (3) Talvez

**11. Você saberia me informar se existe ponto de entrega voluntária para a coleta seletiva?**

- (1) Sim e uso (2) Sim, mas não uso (3) Não, mas existe fora do bairro.  
(4) Não

**12. Você sabe qual a destinação dos resíduos sólidos urbanos da coleta seletiva?**

- (1) lixão (2) aterro sanitário (3) aterro controlado (4) associação de catadores  
(5) não sei (6) outro

(\_\_\_\_\_)

**13. Há catadores de materiais recicláveis no seu município?**

- (1) Sim (2) Não (3) Não sei

**14. Na sua opinião, qual a importância da coleta seletiva?**

- (1) Muito importante (2) Importante (3) Pouco importante (4) Não é importante  
(5) Não sei

**15. Você conhece o lixão de seu município?**

- (1) Sim (2) Não

**16. Onde você faz o descarte de material de saúde?**

- (1) Lixo comum (2) Lixo separado (3) Ponto de entrega (4) outro  
(\_\_\_\_\_)

**17. Onde você faz o descarte de pilhas e baterias?**

- (1) Lixo comum (2) Lixo separado (3) Ponto de entrega (4) outro  
(\_\_\_\_\_)

**18. Onde você faz o descarte de óleo de cozinha?**

- (1) Lixo comum (2) Lixo separado (3) Ponto de entrega (4) outro  
(\_\_\_\_\_)

**19. Onde você faz o descarte de resíduos eletroeletrônicos?**

- (1) Lixo comum (2) Lixo separado (3) Ponto de entrega (4) outro  
(\_\_\_\_\_)

**20. Onde você faz o descarte de lâmpadas fluorescentes?**

- (1) Lixo comum (2) Lixo separado (3) Ponto de entrega (4) outro  
(\_\_\_\_\_)

**Observação do entrevistador:**

---

---

---

---

---

---

---