

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CAMPO MOURÃO
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ANA CARLA FERNANDES GASQUES

**CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E GRAVIMÉTRICA DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CAMPO
MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

ANA CARLA FERNANDES GASQUES

**CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E GRAVIMÉTRICA DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CAMPO
MOURÃO - PR**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Engenharia Ambiental da Coordenação de Ambiental – COEAM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel de Engenharia Ambiental.

Orientadora: Dr^a. Flavia Medeiros
Co-orientadora: Dr^a. Cristiane Kreutz

**CAMPO MOURÃO
2013**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão

Nome da Diretoria
Nome da Coordenação
Nome do Curso



TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO - PR

por

ANA CARLA FERNANDES GASQUES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de março de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Flavia Medeiros
Prof^a Dr^a. Orientadora

Membro titular da Banca Examinadora
José Hilton Bernardino de Araújo

Membro titular da Banca Examinadora
Thiago Morais de Castro

Dedico este trabalho as pessoas que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada, pela constante motivação e ensinamentos transmitidos na luta para realização dos meus sonhos e por sempre estarem presentes em todos os momentos. Aos meus pais, João e Nilsabet, e a minha irmã Elisabet.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado oportunidades e permitido que eu chegasse até aqui, me guiando pelo caminho do bem.

Aos meus pais, Nilsabet e João Carlos por estarem sempre do meu lado durante todos os momentos da minha vida, pelo apoio, força, amor e dedicação incondicional que me oferecem sempre.

A minha irmã, Elisabet Gabrieli, que juntamente com meus pais, esteve sempre me apoiando, incentivando e ajudando no que estava ao alcance.

As professoras Flávia Medeiros e Cristiane Kreutz pela orientação, e juntamente com a professora Márcia Aparecida de Oliveira Seco pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade e pela ajuda nos momentos de dúvidas. A todos os professores da Coordenação de Engenharia Ambiental pelos ensinamentos.

À empresa Seleta e à Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente pela autorização e apoio para realização desta pesquisa. Marquinhos, Kelly, Ale, mãe e irmã pela ajuda (indispensável) na parte prática. Ao Gustavo Suzano Pascon, em especial, pela paciência e por sempre atender com dedicação quando solicitado.

A todos os meus amigos e colegas de sala, que estiveram presentes nas alegrias e nas angústias no decorrer do curso em especial a Jordana Dorca, Katia Miyuki Ito, Nilessa Farinelli e Pamella Rolim Silva, somos tão diferentes, mas estivemos sempre juntas nos trabalhos e nas madrugadas de estudo, a vocês, meu muito obrigada pela amizade!

A um grupo especial de amigos, que desde as dificuldades do pré vestibular e mesmo distantes, estiveram presentes apoiando e torcendo positivamente para que tudo ocorresse da melhor forma possível.

Enfim, aos amigos, colegas e todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para que este trabalho acontecesse. Àqueles que acreditaram em mim, muito obrigada!

RESUMO

GASQUES, A. C. F. **Caracterização quantitativa e gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Campo Mourão – PR.** 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo caracterizar quantitativa e qualitativamente os RSU gerados no município de Campo Mourão - PR. Para isso, além da descrição do sistema atual de coleta, fez-se a análise quantitativa e gravimétrica dos resíduos gerados e sua geração *per capita*. A análise quantitativa foi feita a partir da pesagem dos caminhões coletores antes e depois da descarga dos resíduos enquanto a análise qualitativa foi obtida a partir do procedimento de quarteamento, estabelecido na norma ABNT NBR 10.007:2004 (ABNT, 2004). Ambos os procedimentos de caracterização dos RSU foram realizados no período compreendido pelos meses de julho a setembro de 2012, totalizando 30 (trinta) pesagens efetuadas em dias alternados. O conhecimento destas características é de suma importância durante o planejamento da gestão dos resíduos sólidos urbanos. A partir da caracterização qualitativa constatou-se que a geração *per capita* de RSU do município de Campo Mourão é aproximadamente de 0,97 kg/hab.dia. A caracterização gravimétrica indicou valores de materiais orgânicos em aproximadamente 46%, resíduos potencialmente recicláveis em aproximadamente 39% e rejeitos cerca de 15%.

Palavras-chave: Resíduo Sólido. Gerenciamento. Análise quali-quantitativa.

ABSTRACT

GASQUES, A. C. F. **Gravimetric and quantitative characterization of municipal solid waste in the municipality of Campo Mourao - PR.** 2013. 48p. Completion of Course Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technology University - Parana. Campo Mourão, 2013.

Ajustar abstract com base na alteração do resumo

This Completion of Course Work aimed to characterize quantitatively and qualitatively the MSW at Campo Mourão - PR. For this, besides the description of the current system of collection, it was made qualitative and quantitative analysis of waste generated and also waste generation *per capita*. Quantitative analysis were done by weighing garbage trucks before and after unloading waste while qualitative analysis was obtained by quartering procedure established in ABNT NBR 10.007:2004 (ABNT, 2004). Both procedures characterization of MSW were performed in the period from July to September 2012, totaling thirty (30) weighings done on alternate days. This characteristic knowledge is very important during the management of municipal solid waste planning. From the qualitative characterization found that the per capita generation of MSW in the municipality of Campo Mourão is approximately 0.97 kg/inhab.day. The characterization indicated gravimetric values of organic material by approximately 46%, potentially recyclable waste by approximately 39% and tailings around 15%.

Keywords: Solid waste. Management. Qualitative and quantitative analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do corte esquemático de um aterro controlado.	29
Figura 2 -Esquema de um aterro sanitário.	30
Figura 3 - Localização do município de Campo Mourão no estado do Paraná..	31
Figura 4 – Vista lateral do caminhão coletor dos resíduos sólidos urbanos.	32
Figura 5 – Procedimento de recolha e análise de amostra para realização da técnica de quarteamento.....	34
Figura 6 – Resíduos sólidos após a descarga do caminhão coletor.	35
Figura 7 – Processo de segregação da amostra de resíduos sólidos urbanos..	35
Figura 8 – Resíduos sólidos separados para realização da pesagem de cada tipologia.....	36
Figura 9 – Vista do Aterro Sanitário Municipal de Campo Mourão.....	39
Figura 10 – Croqui de localização do Aterro Sanitário Municipal de Campo Mourão	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mercado de serviços de limpeza urbana no Brasil e por região (R\$ milhões/ano).....	18
Gráfico 2 -Distribuição da quantidade total de RSU coletada (%).	21
Gráfico 3 - Existência de iniciativas de Coleta Seletiva por faixas de população.	26
Gráfico 4 - Formas de disposição final dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	30
Gráfico 5: Valores médios obtidos na caracterização quantitativa dos resíduos sólidos urbanos no município de Campo Mourão	42
Gráfico 6 - Composição gravimétrica dos RSU gerados no município de Campo Mourão	44
Gráfico 7: Comparação da composição gravimétrica dos RSU em Campo Mourão e no Brasil	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos horários referentes a coleta convencional de resíduos sólidos em Campo Mourão	38
Tabela 2 – Quadro de distribuição dos horários referentes a coleta seletiva ...	41
Tabela 3 – Produção per capita de lixo domiciliar em kg/dia, segundo os extratos populacionais dos municípios brasileiros.....	43
Tabela 4 – Dados referentes a análise qualitativa dos RSU do município de Campo Mourão - PR	44
Tabela 5 – Comparação dos resultados percentuais obtidos em outros estudos realizados.....	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEAMA	Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	15
3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	17
3.3.1 Caracterização	19
3.3.2 Acondicionamento	21
3.3.3 Coleta e Transporte.....	23
3.3.4 Coleta Seletiva	25
3.3.5 Formas de tratamento	26
3.3.6 Disposição final	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 DESCRIÇÃO DO ATUAL SISTEMA DE COLETA DE RSU.....	31
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RSU	32
4.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ATUAL DE COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	37
5.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	41
5.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	43
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Toda e qualquer atividade antrópica gera resíduos sólidos, e estes por sua vez, tornaram-se um dos grandes problemas ambientais enfrentados na atualidade, além de ser um desafio a ser enfrentado pela administração pública, também podem, causar problemas ambientais e de saúde pública (BARCIOTTE, 1994).

Devido ao avanço tecnológico, onde os produtos estão com sua vida útil reduzida, o uso de descartáveis é frequente e a cada dia gera-se mais resíduos sólidos com características mais complexas, tornando difícil seu manejo, tratamento e disposição final (MORAES, 2011).

De acordo com Silva (2000), o crescimento populacional no país, interligado à concentração urbana, vem agravando a capacidade natural de o Planeta Terra absorver o lixo produzido. Em qualquer nível da produção *per capita* de resíduos, mais pessoas significa mais resíduos, conseqüentemente, mais gastos com as operações de coleta, tratamento e locais adequados para sua disposição final.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), estima-se que são gerados no Brasil aproximadamente 61.936.368 toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por ano. A geração de RSU no Brasil registrou crescimento de 1,8%, de 2010 para 2011, índice percentual superior à taxa de crescimento populacional urbano do país, que foi de 0,9% no mesmo período (ABRELPE, 2011).

Além disso, o tipo de resíduo produzido se deve aos hábitos de consumo, atividade na qual está em um acentuado crescimento, e ao estilo de vida das pessoas, ou seja, em países mais industrializados, onde grande parte da população possui alto poder aquisitivo, um cidadão produz até dois quilos de resíduos sólidos por dia, já no Brasil cada habitante produz cerca de um quilo do mesmo em tal período (BERTÓI, 1998).

Frente à quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados nas cidades e os problemas por eles originados, necessita-se de uma atenção diferenciada em relação a esta questão. Portanto, a gestão integrada destes define as decisões, ações e procedimentos que devem ser adotados em conjunto para

indicar um destino correto e seguro aos resíduos, evitando danos ao meio ambiente (CHERNICHARO et al., 2007).

Uma das exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é que todos os municípios elaborem seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), sendo que este deverá ter em seu conteúdo o diagnóstico da situação quanto à geração no respectivo território, indicando a origem, o volume, a caracterização e as formas de destinação e disposição final (BRASIL, 2010a).

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos é indispensável na implementação de programa de coleta seletiva, reciclagem e/ou compostagem. A reciclagem é uma prática que vem crescendo nos países de primeiro mundo, embora nos países subdesenvolvidos ainda seja realizada de forma rudimentar e pouco organizada. Esta prática se tornou um fator econômico importante, pois além de gerar renda, coloca um resíduo descartado novamente no mercado e não traz desvantagens ao meio ambiente (RIBEIRO; LINS, 2000).

Para Povinelli e Gomes (1991) a heterogeneidade encontrada na composição dos resíduos sólidos urbanos é muito grande e varia em função das características da cidade e principalmente com as variações climáticas e sazonais. Varia ainda com as alterações que ocorrem com a população que o produz, ou seja, os resíduos diferem de composição, em razão dos hábitos e nível econômico da cidade.

Assim, o procedimento de caracterização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é de grande importância para o planejamento da gestão dos resíduos sólidos pela administração pública, além de oferecer subsídios para a melhoria do sistema de coleta pública municipal já existente, bem como elaboração de novos projetos visando a otimização do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Portanto, o presente trabalho de conclusão de curso objetivou caracterizar quantitativa e qualitativamente os resíduos sólidos urbanos gerados no município de Campo Mourão, cuja população urbana é de aproximadamente 82.757 habitantes (IBGE, 2010).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar quantitativa e qualitativamente os resíduos sólidos urbanos gerados no município de Campo Mourão – PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o atual sistema de coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, adotado no município de Campo Mourão – PR;
- Realizar pesagens periódicas dos resíduos sólidos urbanos do município para sua determinação quantitativa no período de julho a setembro de 2012;
- Determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município;
- Analisar a geração *per capita* do município de Campo Mourão – PR.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a, p. 3), que define a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo 3º, inciso XVI, define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Enquanto a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 10.004 (2004, p.1) especifica que:

Os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e 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 o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) por meio da NBR 10.004/2004 classifica os resíduos por seus riscos potenciais à saúde pública ou ao ambiente, em:

- Resíduos Classe I – Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem apresentar risco à saúde pública ou ao ambiente, como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;

- Resíduos Classe II A – Não inertes: aqueles que não se enquadram entre os resíduos perigosos ou inertes, e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Resíduos Classe II B – Inertes: aqueles cujos constituintes não estejam solubilizados às concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Essa classificação foi realizada a partir da identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao ambiente é conhecido (ABNT NBR 10.004, 2004).

Os resíduos sólidos urbanos são caracterizados como aqueles resíduos gerados na área urbana cuja gestão é de responsabilidade do poder público municipal. Segundo a Abrelpe (2011) os RSU compreendem todos os resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos de saúde, industriais e dos portos, aeroportos e zonas de fronteira e ainda aqueles estabelecidos em legislação específica de responsabilidade exclusiva de seu gerador.

Devido aos diversos problemas encontrados com relação aos RSU, em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, fundamentada na Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), regulamentada por meio do Decreto nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b), na qual reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos mesmos. Responsabiliza também as empresas pelo recolhimento de produtos descartados (logística reversa), estabelece a integração de municípios na gestão dos resíduos e responsabiliza toda a sociedade pela geração de resíduos sólidos.

A PNRS, em seu artigo 13, alínea C, classifica como resíduos sólidos urbanos os resíduos domiciliares e de limpeza pública, como os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010a).

3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema completo de gerenciamento, com a adoção do ponto de vista integral, deve incluir: prevenção (mudanças de hábitos de produção e consumo); responsabilização das empresas quanto aos destinos das embalagens e dos resíduos gerados na extração dos recursos; redução, reutilização e reciclagem; valorização orgânica e energética dos resíduos, eliminação (aterros e incineração) (ZANETI; SÁ, 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº. 12.305/2010, em seu Art. 3º. inciso XI (BRASIL, 2010a) define a gestão integrada de resíduos sólidos como o conjunto de ações 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.

Para Monteiro et al (2001), as ações prioritárias de qualquer modelo de gestão e gerenciamento integrado do lixo devem ser:

1. Coletar os resíduos sólidos urbanos gerados, de responsabilidade da prefeitura.
2. Dar um destino final adequado para todo o resíduo coletado.
3. Buscar formas de segregação e tratamento, observando os aspectos ambientais, sociais e econômicos.
4. Programas e campanhas voltados a sensibilização e participação da população na limpeza da cidade.
5. Incentivar medidas que visem diminuir a geração dos resíduos sólidos.

Os sistemas de limpeza urbana fazem parte da competência da prefeitura municipal, e engloba os resíduos sólidos domiciliares, comercial e público (varrição, capina, poda, etc.). Os resíduos dos serviços de saúde, industrial, portos, terminais ferroviários e rodoviários, agrícola e entulho ficam sob a responsabilidade dos respectivos geradores (ANDRADE; PRADO, 2004).

O mercado de serviços de limpeza urbana superou a casa dos 21 bilhões de reais, o que demonstra a importância desse setor para a economia

do país e revela uma significativa participação no produto interno bruto (PIB). O Gráfico 1, indica que o setor cresceu em todas as regiões do país (ABRELPE, 2011).

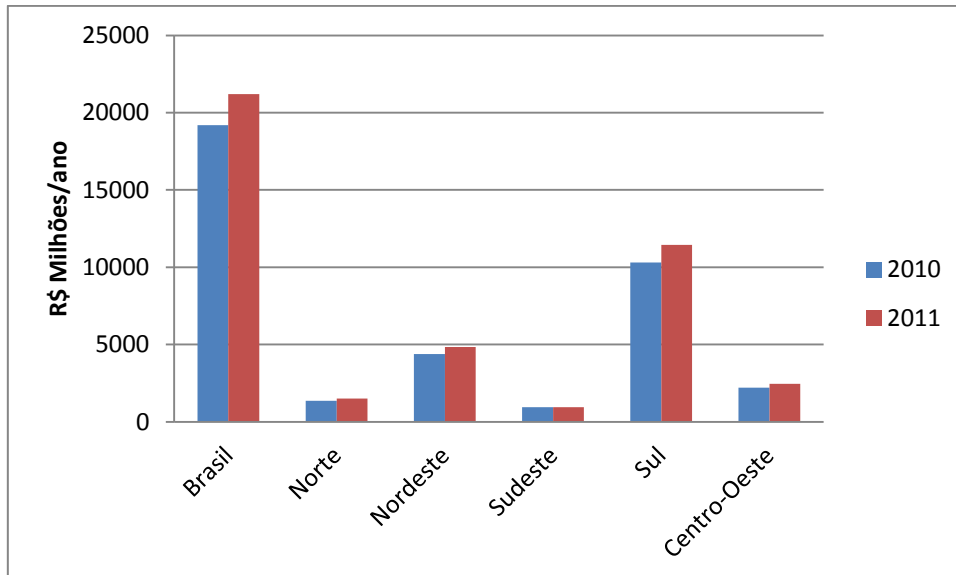


Gráfico 1 - Mercado de serviços de limpeza urbana no Brasil e por região (R\$ milhões/ano)

Fonte: Adaptado de Abrelpe (2011).

Um sistema de gerenciamento ideal é aquele que objetiva minimizar a quantidade gerada de resíduo, levando em conta o atendimento das necessidades sociais e buscando a sustentabilidade do sistema. Vinculado a isso, têm-se a utilização de processos de tratamento dos resíduos como a incineração, a reciclagem e a compostagem, a escolha de um método de disposição menos agressivo ao ambiente e de acordo com a situação do município e principalmente, a conscientização e participação efetiva da comunidade para garantir o sucesso gerenciamento. Neste contexto, também mostra-se importante a implantação de programas de coleta seletiva e de educação ambiental para sensibilização da comunidade (MAGALHÃES, 2008).

O fluxo dos RSU em um sistema de gerenciamento integrado envolve as seguintes etapas: caracterização, acondicionamento, coleta e transporte, segregação e tratamento.

3.3.1 Caracterização

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ANB – NBR 10.007, 2004), caracterização consiste na determinação dos constituintes e suas respectivas porcentagens em peso, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico.

A caracterização dos RSU é um dos passos pelo qual se inicia a gestão e o gerenciamento, pois suas características sofrem a influência de vários fatores tais como: número de habitantes do município, poder aquisitivo da população, hábitos e costumes da população, nível educacional, condições climáticas entre outros (CONSONI et al., 2010).

Definem-se as características dos resíduos sólidos de acordo com sua composição, podendo variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as sociedades e as próprias cidades. A importância desta definição está relacionada à escolha da melhor tecnologia para o manuseio, tratamento e/ou aproveitamento e destinação final dos resíduos sólidos (BARROS et al., 2007).

A etapa de caracterização além de ser um importante instrumento de gestão, pode indicar a possibilidade de aproveitamento de resíduos para a reciclagem, sendo que a escolha dos componentes da composição gravimétrica deve ser feita em função do estudo que se pretende realizar (IBAM, 2001).

Tanto Bidone e Povinelli (1999) quanto Monteiro et al (2001) e Consoni et al. (2010) também concordam que a caracterização dos RSU é uma etapa fundamental para o planejamento do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), devendo envolver a geração per capita, a composição física, química e biológica. A partir dessas informações é possível planejar todo o sistema do GRSU, como o dimensionamento dos equipamentos e instalações necessárias, e também a tecnologia apropriada e o reaproveitamento por meio da reciclagem e compostagem.

Independente de a coleta ser comum ou coletiva, estudos sobre a caracterização são importantes para os aspectos sanitários sociais e podem

fornecer uma ideia de quanto material pode ser separado, de modo a verificar a viabilidade econômica do processo (MANCINI, 2001).

De modo geral, não há nenhuma indicação a respeito do tamanho apropriado e o número de amostras para o procedimento de caracterização entretanto, como regra geral, recomenda-se um número mínimo de amostras igual a 10 se o tamanho é de 100 kg ou maior (DAHLEN; LAGERKVIST, 2008).

O conhecimento das características dos resíduos sólidos, dentre elas a biodegradabilidade, peso específico, composição, umidade e poder calorífico, é de grande importância quando da definição dos procedimentos do tipo de coleta e de disposição final. A diferença das características dos resíduos verifica-se entre os municípios e os seus bairros, bem como em diferentes períodos do ano (CHERUBINI, 2008).

As quantidades de resíduos sólidos gerados pela população são bastante variáveis, pois são influenciadas por fatores como poder aquisitivo, época do ano, modo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana, assim como os novos métodos de acondicionamento de mercadorias consumidas e o uso de produtos descartáveis (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

A geração de resíduos é uma característica típica da comunidade que gera, pois diversos são os fatores interferentes: características socioeconômicas, estações do ano, eficiência na coleta, tipo de coleta; hábitos e costumes; graus de desenvolvimento e industrialização; número de habitantes, sazonalidade, dentre outros (SARTORI, 1995).

A quantidade de RSU coletados em 2011 cresceu em todas as regiões, em comparação ao dado de 2010. A região sudeste continua respondendo por mais de 50% dos RSU coletados e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta no país (Gráfico 2) (ABRELPE, 2011).

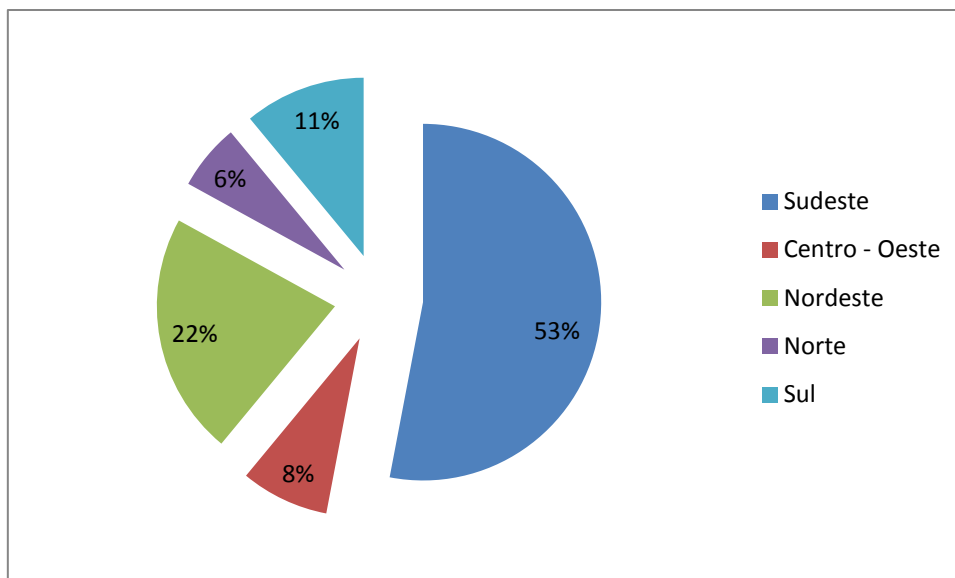


Gráfico 2 - Distribuição da quantidade total de RSU coletada (%).
Fonte: Adaptado de Abrelpe (2011).

No Brasil, de acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010, a geração média per capita é de 0,93 kg/hab.dia, variando de 0,79 kg/hab.dia na região Sul até 1,40 kg/hab.dia na região Centro-Oeste. No Estado do Paraná a geração média per capita é de 0,83 kg/hab.dia (MCIDADES/SNSA, 2010).

Vários estudos de caracterização de resíduos sólidos foram realizados no mundo e no Brasil. Na região de Campo Mourão, pode-se citar os trabalhos desenvolvidos em Engenheiro Beltrão, Janiópolis, Campina da Lagoa e Boa Esperança (GIMENEZ, 2010; SILVA, 2007; SILVESTRIN, 2009; SANTOS, 2004).

3.3.2 Acondicionamento

Acondicionar os resíduos sólidos urbanos quer dizer deixá-los preparados de forma adequada sanitariamente para a coleta, como ainda compatível com o tipo e a quantidade do resíduos. Esta atividade é de responsabilidade do gerador, porém a administração municipal deve estabelecer regulamentação e efetuar a fiscalização visando assegurar

condições sanitárias, ambientais e operacionais adequadas (PARRA et al., 2010).

A importância do acondicionamento adequado está em: evitar acidentes, evitar a proliferação de vetores, minimizar impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade bem como facilitar a etapa da coleta. Monteiro et al. (2001) salienta que a qualidade da operação de coleta e transporte dos RS depende da forma do seu acondicionamento e armazenamento.

A escolha do recipiente mais adequado deve ser orientada em função da característica, da quantidade gerada de RS, da frequência de coleta, do tipo de edificação e do preço do recipiente. Os resíduos devem ser colocados em recipientes que permitam o manuseio de uma quantidade acumulada. As embalagens devem apresentar bom desempenho para acondicionamento local e estático dos resíduos (MORAES, 2011).

Segundo Veloso e Mesquita Junior (2001) a forma de acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos deverá levar em conta: sua natureza intrínseca; o destino a lhes ser dado; a maneira segundo a qual será feito seu recolhimento; as características do veículo a ser utilizado em seu transporte.

Para Martinho e Gonçalves (2000), os recipientes mais comuns utilizados para acondicionar os resíduos domiciliares, urbanos, institucionais e de serviço de saúde são os sacos plásticos ou de papel, caixas empilháveis, baldes ou contentores de pequena dimensão. Os sacos plásticos em geral, são empregados nos RSU devendo estar posicionados em recipientes rígidos de modo a permitir sua retirada ou esvaziamento para um recipiente maior.

De acordo com Parra et al. (2000), os coletores de resíduos urbanos, comunitários e institucionais, podem ser:

- Coletores pequenos e médios: Podem ser fixos ou móveis, devendo ser colocados nas ruas em posições adequadas e quantidades que facilitam o uso.
- Coletores grandes: Coletores comunitários fixos são os que recebem o lixo de diversas conjuntos habitacionais e devem ficar próximos do ponto de passagem do caminhão.

- Coletores para Coleta Seletiva: Existem duas formas básicas: através de grupos (seco/úmido) e por materiais (coleta multi-seletiva). Em postos de entrega voluntária podem ser dispostos um coletor para cada tipo de resíduo ou então, pode-se adotar um coletor para cada um dos três tipos (orgânicos, não reciclável e reciclável).

3.3.3 Coleta e Transporte

A etapa da coleta de RS significa recolher os resíduos acondicionados por quem o produz, para encaminhá-los por transporte apropriado, para tratamento e à disposição final (MONTEIRO et al., 2001).

A coleta de resíduos e o seu transporte para tratamento ou disposição final são atividades do poder público local. O bom gerenciamento e otimização trazem economia significativa dos recursos públicos, além da satisfação da população. Entretanto, para que isso ocorra é necessário um fluxo permanente de informações que subsidiem seu planejamento e gerenciamento (PARRA et al., 2010).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 12.980/93 classifica os diferentes tipos e define as atividades de coleta em:

- Coleta domiciliar: coleta dos resíduos domiciliares, (formado por resíduos gerados em residências e estabelecimentos comerciais), industriais, públicos e de prestação de serviços.
- Coleta ambulatorial: coleta regular dos resíduos produzidos nas farmácias, centros de saúde, laboratórios, ambulatórios, clínicas veterinárias e estabelecimentos congêneres, executada por veículos apropriados.
- Coleta especial: coleta destinada a remover e transportar resíduos especiais não recolhidos pela coleta regular, em virtude de suas características próprias, tais como: móveis velhos, restos de limpeza e de poda de canteiros, praças e jardins, entulhos, animais mortos de pequeno, médio e grande porte e similares.

- Coleta hospitalar externa: coleta dos resíduos de serviços de saúde gerados em estabelecimentos hospitalares. Esta coleta é executada por veículos exclusivos, de forma a não ocorrerem problemas de espalhamento de resíduos e derramamento de líquidos nas vias públicas ou problemas de contato manual.
- Coleta particular: coleta de qualquer tipo de resíduo sólido urbano pela qual pessoas físicas ou empresas, individualmente ou em grupos limitados, executam-na ou pagam a terceiros.
- Coleta de resíduos de feiras, praias e calçadões: coleta regular dos resíduos oriundos da limpeza e varrição de feiras, praias e calçadões.
- Coleta de resíduos com riscos para saúde: coleta regular que remove resíduo proveniente de estabelecimentos que apresentam riscos de contaminação, tais como: presídios, portos, aeroportos internacionais e similares.
- Coleta seletiva: coleta que remove os resíduos previamente separados pelo gerador, tais como: papéis, latas, vidros e outros.
- Coleta de varredura: coleta regular dos resíduos oriundos da varrição de vias e logradouros públicos.

Quanto aos horários de coleta, para redução de custos e otimização da frota deve ser realizada em dois turnos. Nos bairros residenciais a coleta deve ser preferencialmente realizada no horário diurno, pois a coleta noturna traz transtornos devido aos ruídos do veículo, do acionamento da compactação, assim como os ruídos dos coletores. Nas áreas centrais onde o movimento é intenso durante o dia, e a noite as ruas têm pouco movimento, a coleta pode ser realizada no horário noturno (MONTEIRO et al., 2001).

Os veículos utilizados para a coleta e transporte podem ser de dois tipos: compactadores, com carregamento traseiro e lateral e sem compactação, com fechamento na carroceria por meio de portas corrediças. A escolha do veículo para realização da coleta está condicionada aos seguintes fatores: quantidade de resíduos, forma de acondicionamento e condição de acesso ao ponto de coleta (PARRA et al., 2010).

3.3.4 Coleta Seletiva

A coleta seletiva passa a ser um dos instrumentos da PNRS (BRASIL, 2010a), atribuindo valor econômico e social aos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis, classificando esta atividade como fonte de trabalho. Segundo D'almeida e Vilhena, (2000) coleta seletiva é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como, papel, plástico, vidros, metal e “orgânicos”, previamente separados na fonte geradora.

De acordo com Simonetto e Borenstein (2004), a separação pode ser feita por tipos de materiais, ou seja, individualizando-se os materiais recicláveis e acondicionando-os em recipientes diferenciados ou agrupando-os em um único recipiente. Um dos métodos de separação utilizados consiste em:

a) Resíduos orgânicos ou úmidos: composto por resíduos de pré e pós preparo de alimentos e materiais não recicláveis, como papéis higiênicos, fraldas descartáveis, absorventes e outros. São acondicionados em único contêiner, que deve ser colocado para a coleta de resíduo domiciliar regular.

b) Resíduos recicláveis ou secos: composto por papéis, metais, vidros, plásticos, embalagens longa vida e outros, passíveis de reciclagem, desde que não contaminados.

De acordo os dados do Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos publicados pela Abrelpe (2011), projetam-se que 2.535 municípios (Gráfico 3), representando 56,6% do total de municípios brasileiros, contam com iniciativas de coleta seletiva em 2011 sendo que a maior porcentagem (80,1%) encontra-se na região sudeste seguido pela região sul (78,8%).

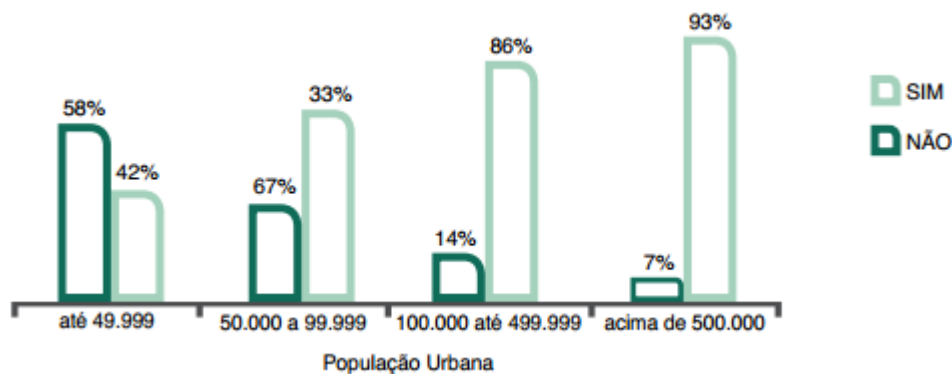


Gráfico 3 - Existência de iniciativas de Coleta Seletiva por faixas de população.
 Fonte: ABRELPE (2011).

Segundo Castilho Junior (2006) a coleta seletiva é essencial para o reaproveitamento adequado tanto da matéria putrescível dos resíduos (por meio da compostagem) quanto dos materiais reaproveitáveis (pela reciclagem).

3.3.5 Formas de tratamento

Existem vários procedimentos para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, visto que cada um tem características físicas e químicas diferentes. As técnicas de tratamento são destinadas a reduzir o potencial poluidor dos mesmos, buscando minimizar os impactos ao meio ambiente (CARDOSO, 2004).

Os principais tipos de tratamentos aplicados aos RSU são: incineração, compostagem e reciclagem.

A incineração é uma técnica de eliminação de resíduos que existe há mais de cem anos. Os incineradores sempre foram associados a instalações que imitem forte odor e fumaça preta característica, visava unicamente à redução do volume dos resíduos, atualmente é utilizado para eliminar resíduos tóxicos e perigosos, provocando sua combustão e gerando como subprodutos escórias, gases e cinzas volantes (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

Os incineradores de resíduos sólidos urbanos mais comuns são unidades totalmente fechadas e controladas, podem ser localizados próximos aos sistemas de coleta, evitando o transporte desnecessário dos resíduos à

grande distância. São, também, unidades mais compactas (menor requisito de área) em relação aos processos de compostagem e, principalmente, de aterro sanitário (CETESB, 1997).

A compostagem pode ser definida como a ação de transformar os resíduos orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria biogênica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras (LIMA, 2004). De acordo com Jardim (1995), a produção de um composto de boa qualidade depende das condições físicas e químicas adequadas, que podem ocorrer de duas maneiras:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é disposta em leiras em um pátio, onde a aeração é feita por revolvimentos periódicos do material para que ocorra sua decomposição. Este processo pode variar de três a quatro meses;
- Método acelerado: a aeração é feita de forma forçada. Pode ser realizada, utilizando-se tubulações perfuradas sobre as quais são colocadas as leiras de material orgânico ou por meio de reatores, dentro dos quais os resíduos orgânicos avançam no sentido contrário ao da corrente de ar. Ali, os resíduos permanecem cerca de quatro dias e, em seguida, são dispostos em pilhas. Este processo pode variar de dois a três meses.

A reciclagem consiste em um processo na qual um produto ou material descartado é recuperado e reintroduzido ao processo produtivo e transformado em um novo produto, permitindo o reaproveitamento ou uma nova utilização (LIMA, 2004).

A importância ambiental da reciclagem pode ser elucidada pelo próprio conceito de resíduo, distinguindo-o de recicláveis e reaproveitáveis. Tal distinção permite o entendimento de uma consciência ecológica em relação aos elementos recicláveis e reaproveitáveis com valor para a preservação do meio ambiente e dos recursos não renováveis e, ainda, a instauração de uma cultura antidesperdício (DONHA, 2002).

O tratamento dos RSU por meio da reciclagem recebeu importância devido ao fato da reciclagem promover a preservação dos recursos minerais e energéticos, bem como proporcionar aumento da vida útil dos aterros, fatores

fundamentais para o desenvolvimento sustentável (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004).

3.3.6 Disposição final

Em meio as opções de destinação final de resíduos sólidos, destacam-se: aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Conforme a ABNT NBR 8.419 os resíduos sólidos urbanos devem ser dispostos em aterros sanitários, porém existem outras formas de disposição final inadequadas, como o lixão e o aterro controlado, que vem sendo praticadas no Brasil (ABNT, 1992).

Nos lixões, o resíduo coletado é lançado diretamente no solo sem qualquer controle ou cuidado ambiental, o que se torna altamente prejudicial à saúde pública e ao meio ambiente. Dentre os sistemas de disposição dos resíduos sólidos, são os que apresentam maiores preocupações, pois não apresentam nenhuma preparação do solo, assim o chorume, produzido pela putrefação (apodrecimento) de materiais orgânicos, penetra no solo contaminando o mesmo e o lençol freático além de facilitar a proliferação de moscas, baratas, ratos e pássaros e a de pessoas que procuram, entre o lixo, o seu sustento (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 8.8493/95, aterro controlado é:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho a intervalos menores se for necessário (ABNT 8.419, 1992).

A disposição final de resíduos em aterros controlados (Figura 1) minimiza o impacto ambiental uma vez que ocorre a compactação e a cobertura do resíduo, porém, esta técnica de disposição final peca pela falta de impermeabilização do solo, ausência de tratamento de chorume e gases, pela falta de sistemas de drenagem, dentre outros (JUSTI; MOLITERNO, 2008).



Figura 1 – Ilustração do

corte esquemático de um aterro controlado.

Fonte: JUSTI; MOLITERNO (2008).

O aterro sanitário consiste em:

Técnica de disposição de resíduos sólidos no Solo após sua impermeabilização, sem causar danos à saúde pública e à segurança e minimizado os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário (ABNT 8.419, 1992).

Para construção de um aterro sanitário devem ser seguidas às especificações técnicas da NBR 8.419 (ABNT, 1992). Os principais componentes que constituem um aterro sanitário são: camada de impermeabilização inferior, sistema de coleta de chorume, sistema de captação dos gases, camada de impermeabilização superior, tratamento de chorume, monitoramento de águas superficiais e lençóis freáticos e drenagem de águas pluviais (Figura 2).

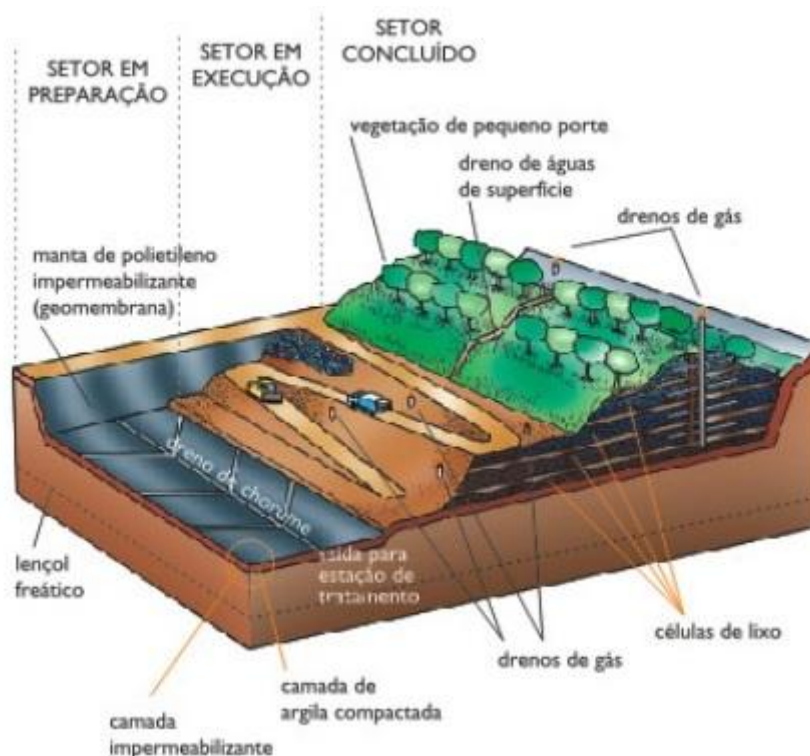


Figura 2 - Esquema de um aterro sanitário.
 Fonte: PROIN/CAPES; UNESP/IGCE (1999).

A situação da disposição dos resíduos sólidos no Brasil apresenta graves problemas, segundo dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2010), cerca de 173.583 toneladas de resíduos sólidos são coletadas por dia, sendo 57,6% dos resíduos são dispostos em aterros sanitários, 24,3% em aterros controlados e 18,1% em lixões (Gráfico 3).

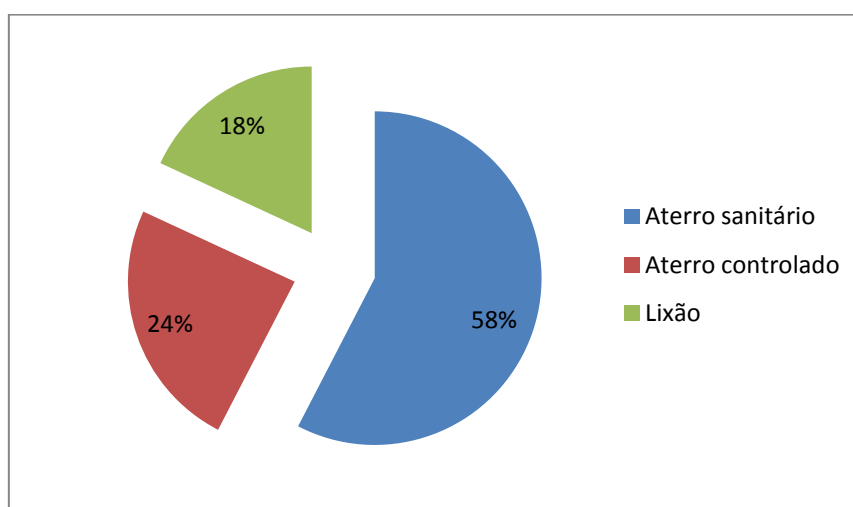


Gráfico 4 - Formas de disposição final dos Resíduos Sólidos no Brasil.
 Fonte: IBGE (2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO ATUAL SISTEMA DE COLETA DE RSU

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Campo Mourão/PR (Figura 3) que está localizado na mesorregião do Centro Ocidental Paranaense ($24^{\circ}02'38''\text{S}$ e $52^{\circ}22'40''\text{W}$). Abrange uma superfície de aproximadamente $763,64 \text{ km}^2$ (IPARDES, 2010), com altitude média de 585 m e uma população urbana de 82.757 habitantes (IBGE, 2010).



Figura 3 - Localização do município de Campo Mourão no estado do Paraná. Fonte: IBGE (2012).

Para a descrição do atual sistema de coleta foram realizadas observações a campo para análise da metodologia de trabalho dos colaboradores responsáveis pela coleta, além de questionários junto aos funcionários e responsáveis da empresa que atualmente possui a concessão dos serviços de limpeza urbana de Campo Mourão.

A coleta convencional, objeto de descrição deste trabalho, envolve a coleta dos resíduos domiciliares, comerciais, públicos e de feiras livres, de aproximadamente 100% da área urbanizada e engloba também, a região da Usina Mourão e do Parque do Lago Azul, bem como o distrito de Piquirivaí.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RSU

Para a caracterização quantitativa foram realizadas 10 (dez) pesagens mensais, no período compreendido pelos meses de julho a setembro de 2012, totalizando trinta pesagens, realizadas em turnos e dias da semana alternados, variando entre caminhão proveniente da coleta dos bairros e no caminhão referente a coleta dos resíduos da região central, no período compreendido pelos meses de julho a setembro de 2012.

O processo de caracterização deu-se através da pesagem dos caminhões coletores (Figura 4) dos RSU, antes da coleta (caminhão vazio) e depois da coleta (caminhão cheio), utilizando-se a balança digital existente no aterro municipal, para que, com a diferença das pesagens fosse registrado a coleta média diária, em toneladas, de RSU gerados no município de Campo Mourão.



Figura 4 – Vista lateral do caminhão coletor dos resíduos sólidos urbanos.

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A caracterização qualitativa foi realizada utilizando-se a técnica do quarteamento, estabelecido na norma ABNT NBR 10.007: 2004 – Amostragem dos Resíduos Sólidos – Procedimentos (ABNT, 2004), a qual descreve o procedimento para determinação de sua composição percentual, em peso, de cada tipo de material encontrado no lixo triado, seguindo o método de quarteamento.

Este método consiste em um processo de divisão de uma amostra pré-homogeneizada em quatro partes iguais, sendo que duas partes opostas são tomadas para constituir uma nova amostra, descartando-se as partes restantes para então, serem misturadas totalmente e repetir o processo de quarteamento até obter o volume desejado (ABNT, 2004).

Foram realizadas trinta amostragens, sendo dez análises mensais, realizadas em turnos e dias da semana alternados, variando entre caminhão proveniente da coleta dos bairros e no caminhão referente a coleta dos resíduos da região central, no período compreendido pelos meses de julho a setembro de 2012.

A amostragem foi desenvolvida a partir de quatro etapas (Figura 5): 1) Coleta de resíduos para amostra; 2) Obtenção da amostra; 3) Pesagem da amostra e, 4) Separação e pesagem por componentes.

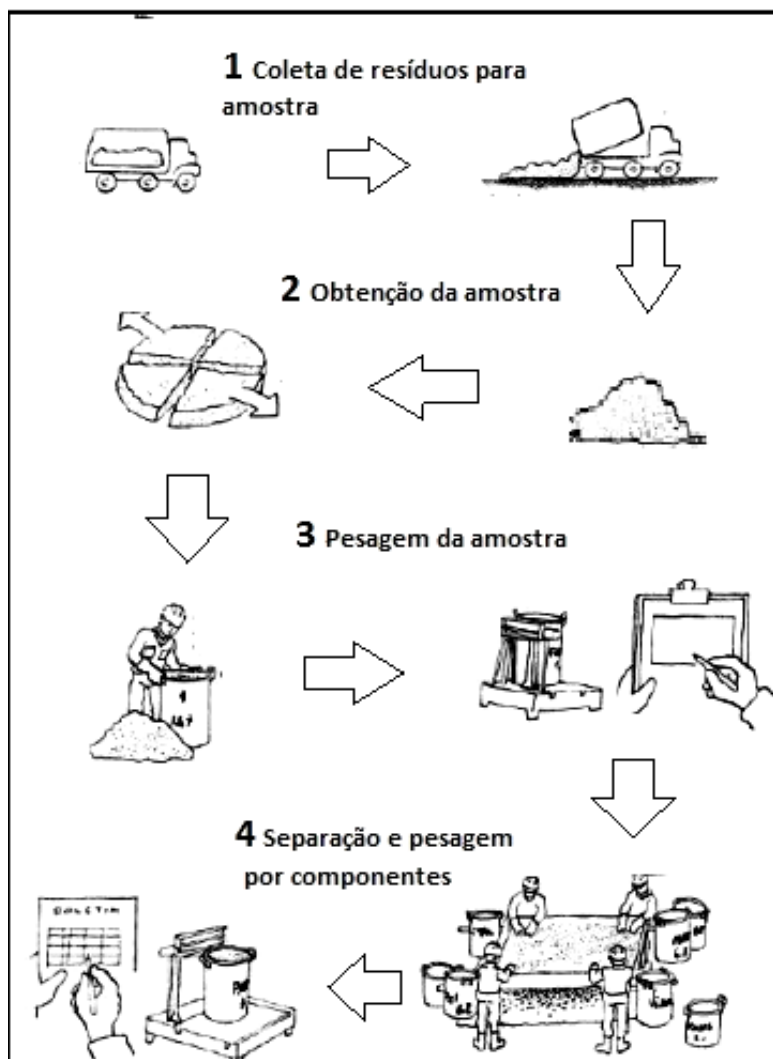


Figura 5 – Procedimento de recolha e análise de amostra para realização da técnica de quarteamento.

Fonte: Adaptado de Martinho e Gonçalves (2000, p. 48)

Após a descarga dos resíduos pelo caminhão coletor (Figura 6), foi realizado o primeiro quarteamento, traçando-se imaginariamente duas linhas, dividindo a pilha em quatro quadrantes, sendo que duas partes opostas em diagonal foram descartadas. As partes restantes foram colocadas em recipiente de 200 L para pesagem.



Figura 6 – Resíduos sólidos após a descarga do caminhão coletor.

A etapa seguinte ao quarteamento consistiu na caracterização qualitativa, que foi feita a partir da segregação e classificação por tipologia de resíduos (Figura 7). Para facilitar o processo de classificação, os RSU foram agrupados em seis categorias, sendo elas: (i) papel (misto, branco, papelão e longa vida); (ii) plásticos (acrílico, *pet*, branco, misto); (iii) metais (ferrosos e não ferrosos); (iv) vidros; (v) matéria orgânica putrescível e (vi) rejeitos (tecidos, couros, borracha, entre outros).



Figura 7 – Processo de segregação da amostra de resíduos sólidos urbanos.

Cada componente foi separado e colocado em sacos plásticos e pesados separadamente (Figura 8). Então, dividiu-se o peso de cada categoria pelo peso total da amostra, obtendo-se assim, a gravimetria em porcentagem. Os dados coletados foram organizados em tabelas e a partir destas foram elaborados gráficos para análise e discussão dos resultados obtidos.



Figura 8 – Resíduos sólidos separados para realização da pesagem de cada tipologia.

A produção per capita de resíduos sólidos urbanos de um local pode ser obtida pela divisão da quantidade total de resíduos coletados pela população atendida (JARDIM, 2000). A partir dos resultados obtidos com a caracterização quantitativa fez-se a análise da geração per capita dos resíduos, em massa (kg e ton).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA ATUAL DE COLETA E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O serviço de limpeza pública do município de Campo Mourão atualmente é terceirizado e a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente (SEAMA) é a responsável pelo acompanhamento e verificação dos serviços prestados pela empresa privada.

A empresa possui sede na zona central do município, com área equivalente a 3.020 m² e uma estrutura funcional interna de nove funcionários sendo: um engenheiro civil, um assistente administrativo, um almoxarife, um técnico ambiental, um encarregado de serviços, dois vigias e dois lavadores. Como infraestrutura externa a empresa possui também lavadores, oficina mecânica, borracharia localizados junto à sede administrativa.

Para a limpeza das vias públicas a empresa conta com oitenta e cinco funcionários, sendo dez para atividades de roçada e capina e sessenta e cinco para varrição das vias. Quanto à infraestrutura que envolve os trabalhos concernentes à gestão de resíduos sólidos, o quadro de funcionários conta com vinte e oito para coleta domiciliar e comercial e oito para coleta seletiva.

A empresa dispõe diariamente de cinco caminhões coletores com capacidade de 18 m³, sendo que às segundas-feiras são realizadas quatro viagens noturnas e seis diurnas e nos demais dias da semana são realizadas duas viagens noturnas e cinco diurnas. A frequência de coleta é diferenciada, conforme apresentado na Tabela 01.

A descarga dos resíduos no aterro municipal, proveniente dos bairros é realizada de segunda a sábado em dois horários: as 12h00min e as 16h:00min. Já a descarga dos resíduos coletados na região central é feita em dois horários na segunda-feira: as 23h00min e as 03h30min devido ao acúmulo de resíduos durante o fim de semana, e de terça a sábado é feita as 00:h30min.

Tabela 1 - Distribuição dos horários referentes a coleta convencional de resíduos sólidos em Campo Mourão

Setor	Dia da semana	Início da coleta	Bairros atendidos
Noturno	Segunda	23h00min 3h30min	Centro, São Pedro, Curitiba, São Sebastião, Santa Nilce I, Urupês, Zoraide, São João, Paraíso do Campo, Joana D'Arc, Aurora, Ana Elisa, Constantino e Antônio Toledo Silveira.
	Terça a sábado	00h30min	
	Quarta e sexta	14h30min	
Diurno	Terça	12h00min 16h00min	Conrado, Isabel, Três Marias, Trombini, Maria Clara, Ilha Bela, Brasília, Corinthians, Nossa Senhora Aparecida, Albuquerque, San Marino, Kimberlim, Village das Hortênsias, Cidade Nova, Santa Nilce II, Verdes Campos, Alvorada, Bandeirantes, Piacentini, Cidade Alta, Antilhas, Primavera, Modelo, Santa Cruz, Batel, Mario Figueiredo, Esperança, José Rixa, Parigot de Souza, Paulista, Aeroporto, Flor do Campo, Condor, Vila Nova, Montes Claros, Diamante Azul, Tropical I e II, Avelino Piacentini, América e Silvana.
	Quinta e sábado	14h30min	
	Sexta	14h30min	
Setor Alternado	Segunda	12h00min 16h00min	Usina Mourão e Parque Lago Azul

São coletados aproximadamente 2338,6 ton/dia de resíduos sólidos e o sistema utilizado para disposição final provenientes da coleta convencional é o aterro. O Aterro Sanitário Municipal de Campo Mourão (Figura 9) foi criado em 2001, teve sua operação iniciada em 2002 possui área total de 251.401,44 m² e está localizado a noroeste do município, na zona rural, no lote A-1, subdivisão da Fazenda Indaiá, distante 12 km do centro do município (Figura 10).



Figura 9 – Vista do Aterro Sanitário Municipal de Campo Mourão.

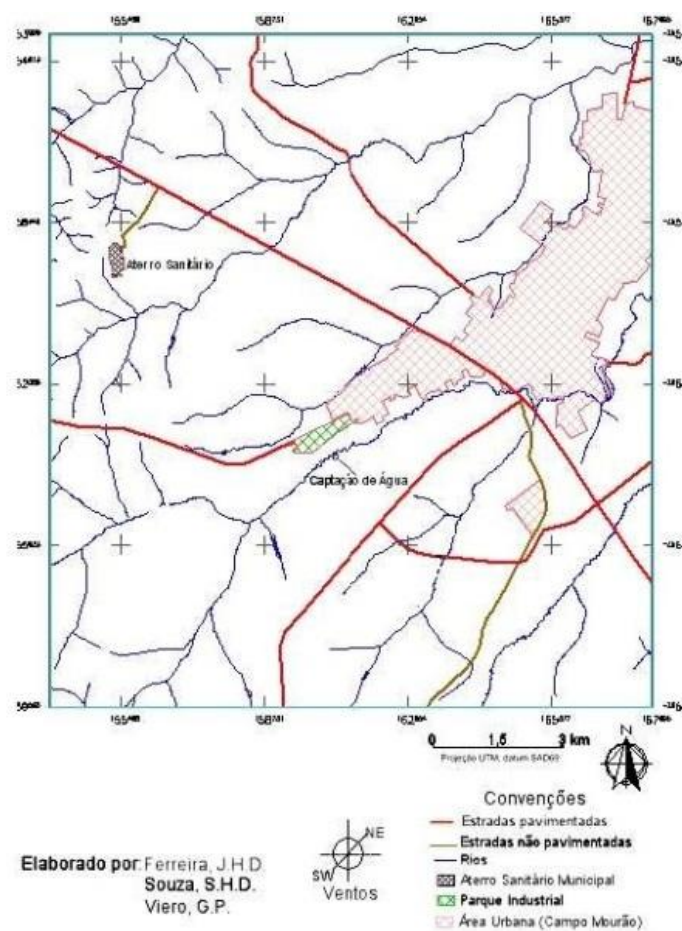


Figura 10 – Croqui de localização do Aterro Sanitário Municipal de Campo Mourão.
Fonte: LIMA, 2008.

O aterro sanitário municipal foi projetado inicialmente para receber três células com previsão total de vinte e um anos e sete meses de vida útil. A capacidade da primeira e segunda célula foi esgotada aproximadamente em dois anos e dois meses de uso em cada célula. A terceira célula começou a operar em setembro de 2006 e sua capacidade foi esgotada no ano de 2012, quando a quarta célula foi implantada e tem previsão de vida útil de dois anos.

A etapa seguinte a coleta consiste na descarga dos resíduos nas células, após os caminhões coletores serem pesados em uma balança localizada na entrada do aterro, de modo a quantificar a quantidade de resíduo que entra. Nas células, os resíduos são cobertos diariamente com terra e compactados por meio de trator de esteira.

Com a degradação dos resíduos, há geração de chorume, que é drenado nas células e carregado para os sistemas de coleta dos líquidos percolados e encaminhados para o sistema de tratamento de efluentes, composto de uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa, uma lagoa de polimento e o sistema de infiltração do efluente tratado no solo.

Além da produção do chorume, há a formação de gases e para a coleta destes há um dreno de gás, uma construção cilíndrica em concreto, feita em pontos estratégicos do aterro para dissipar estes na atmosfera.

A coleta seletiva realizada no município abrange todos os bairros e é realizada duas vezes por semana, conforme a programação apresentada na Tabela 2. São coletados aproximadamente 2,5 ton/dia, os quais são destinados a duas associações de catadores de materiais recicláveis locais que fazem o processo de triagem e venda desses materiais.

A geração per capita de resíduos potencialmente recicláveis coletados (30g/hab/dia) encontra-se abaixo dos valores encontrados para a cidade de Londrina, com aproximadamente 80 g/hab/dia e Curitiba, com cerca de 50 g/hab/dia, de acordo com a Pesquisa Ciclossoft de 2012 (CEMPRE, 2012).

O sistema de destinação adotado no município segue o modelo utilizado por 69,7% dos estados da região Sul do país e 69,1% dos municípios do estado do Paraná (ABRELPE, 2011).

Tabela 2 - Quadro de distribuição dos horários* referentes a coleta seletiva.

Setor	Dia da semana	Horário	Bairros atendidos
1	Quarta sábado		Centro, São Pedro, Curitiba, São Sebastião, Santa Nilce I, Urupês, Zoraide, São João, Paraíso do Campo, Joana D'Arc, Aurora, Ana Elisa, Constantino e Antônio Toledo Silveira, Distrito de Piquirivai e Vila Guarujá.
2	Segunda e sexta	A partir das 08h00min	Conrado, Isabel, Três Marias, Trombini, Maria Clara, Ilha Bela, Brasília, Corinthians, Nossa Senhora Aparecida, Albuquerque, San Marino, Kimberlim, Village das Hortênsias, Cidade Nova, Santa Nilce II, Verdes Campos, Alvorada, Bandeirantes, Piacentini, Cidade Alta, Antilhas, Primavera, Modelo, Santa Cruz, Batel, Mario Figueiredo, Esperança, José Richa, Parigot de Souza, Paulista, Aeroporto, Flor do Campo, Condor, Vila Nova, Montes Claros, Diamante Azul, Tropical I e II, Avelino Piacentini, América e Silvana.
3	Terça e quinta		Laura, Flórida, Country Clube Vila Teixeira, Lourdes, Shangrilá, Flora I e II, Gutierrez, Vitória Régia, Residencial do Lago, Araucária, Casali, Botânico, Marino Emer, Maia I e II, Capricórnio, Copacabana, Orly, Vila Rio Grande, Tomasi, Lopes, Voidelo, Ione, Alcântara, Horizonte, J. Kennedy, Cidade Verde, Vitória, Lar Paraná, Vila Cândida, Indianópolis, Pio XII, Cj. Milton Luiz Pereira, Tancredo Neves, Mendes, Parque Verde, Acácias, Maria Barleta, Ipê, Damasco, Fernando, Paulino, São Luiz e Parque Industrial.

*Coleta com início a partir das 8h00min

5.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Com base nos dados apresentados no Gráfico 5, a média diária de resíduo destinado ao aterro é de 77,9 toneladas. A coleta seletiva é responsável por coletar aproximadamente 2,5 ton/dia de resíduos, o que resulta em 80,4 toneladas de resíduos sólidos originados no município por dia.

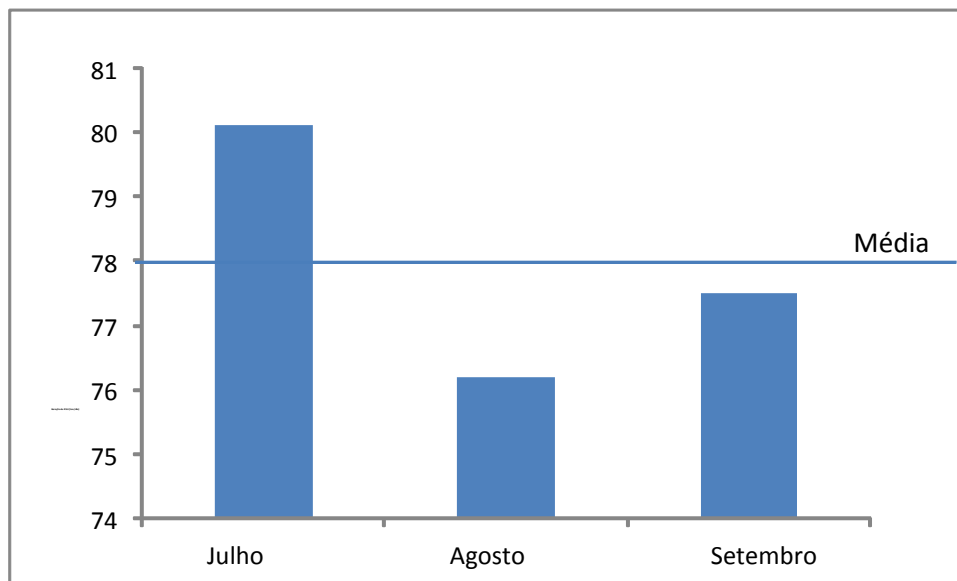


Gráfico 5: Valores médios obtidos na caracterização quantitativa dos resíduos sólidos urbanos no município de Campo Mourão.

Este valor indica que a produção diária de resíduos sólidos urbanos em Campo Mourão ficou acima da média da região Sul e abaixo da média nacional que, segundo dados da Abrelpe (2011) é de 20,45 ton/dia e 173.583 ton/dia respectivamente.

Sendo assim, o município de Campo Mourão gera aproximadamente 28.093,2 ton/ano de resíduos sólidos urbanos. Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, o Brasil produziu quase 61 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2011, o que significa uma média de 378 kg de lixo por ano para cada brasileiro.

Com base nos dados obtidos, pode-se afirmar que a geração *per capita* de RSU do município de Campo Mourão é de aproximadamente 0,97 kg/hab.dia, considerando o número de habitantes da zona urbana que, segundo dados do IBGE (2010), é de 82.757 habitantes. Este valor encontra-se acima da média da região Sul (0,90 kg/hab.dia) e abaixo da média nacional que, segundo dados da Abrelpe (2011) é de 1,213 kg/hab.dia.

A produção per capita dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros oscila entre 0,46 a 1,29 Kg. De acordo com a Tabela 3 verifica-se que a tendência é da quantidade de resíduos produzidos tende a ser equivalente ao tamanho da população, ou seja, quanto maior a comunidade, maior a produção de resíduos.

Tabela 3 - Produção per capita de lixo domiciliar em kg/dia, segundo os extratos populacionais dos municípios brasileiros.

População (hab)	Produção de RSU (kg/hab.dia)
Até 9.999	0,46
De 10.000 a 19.000	0,42
De 20.000 a 49.000	0,48
De 50.000 a 99.999	0,56
De 100.000 a 199.999	0,69
200.000 a 499.999	0,78
500.000 a 999.999	1,29
Acima de 1.000.000	1,16

Fonte: IBGE (2010).

O valor obtido para o município de Campo Mourão indica que a geração *per capita* de resíduos sólidos ficou acima da média da região Sul do Brasil (0,90 kg/hab.dia).

Sendo assim, nos grandes centros, há uma maior produção de materiais descartados, esses majoritariamente inorgânicos. A maior geração de resíduos em grandes centros relaciona-se à maior acessibilidade aos bens de consumo, maior poder aquisitivo e menor tempo disponível para diferentes tarefas.

5.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os dados obtidos na caracterização qualitativa dos RSU gerados no município de Campo Mourão estão apresentados na Tabela 4.

A análise gravimétrica dos RSU do município de Campo Mourão (Gráfico 6) mostrou que em média 46% são resíduos orgânicos. Aproximadamente 15% dos resíduos foram considerados rejeitos (roupas, sapatos, isopor, entre outros).

Os componentes inorgânicos de maior valor comercial e com potencial para a reciclagem, sendo eles o papel, plástico, vidro e metal, somados

constituem um percentual de aproximadamente 39% do total de resíduos sólidos gerados. É importante ressaltar que boa parte destes resíduos, já são separados, doados ou encaminhados para comercialização pela população antes da coleta convencional.

Tabela 4 - Dados referentes a análise qualitativa dos RSU do município de Campo Mourão – PR.

Categoria	Julho		Agosto		Setembro		Média Mensal	
	Peso (ton/mês)	%	Peso (ton/mês)	%	Peso (ton/mês)	%	Peso (ton/mês)	%
Matéria Orgânica	1.054	49	923	40	1.110	48	1.029	46
Papel	569	26	420	18	325	14	438	19
Plástico	124	6	305	13	363	16	264	12
Metal	124	6	62	3	92	4	93	4
Vidro	78	4	156	7	46	2	93	4
Rejeitos	206	10	420	18	388	17	338	15
Total	2.153	100	2.287	100	2.325	100	2.255	100

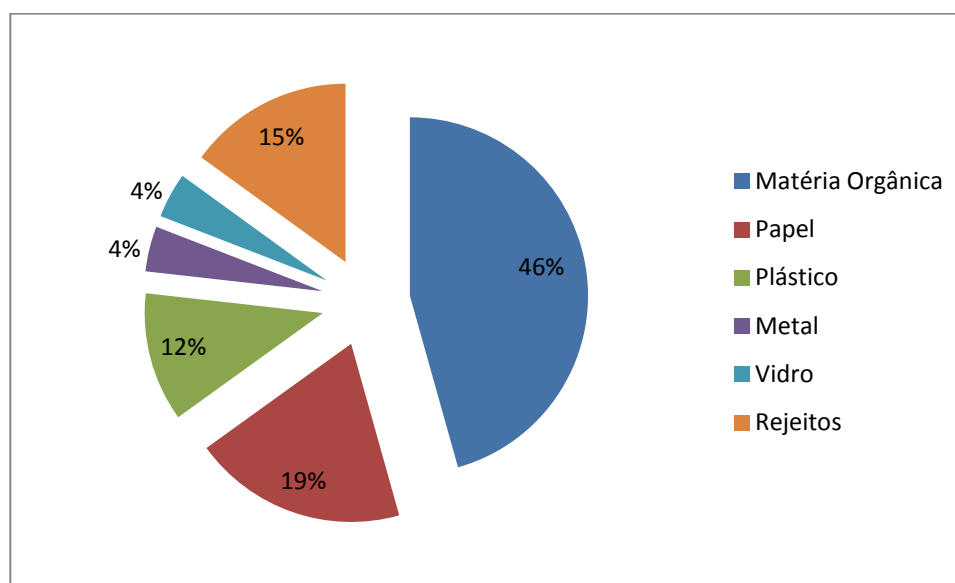


Gráfico 6 - Composição gravimétrica dos RSU gerados no município de Campo Mourão.

Gimenez (2010); Silva (2007); Silvestrin (2009); Santos (2004) realizaram estudos de caracterização de resíduos sólidos urbanos em municípios da região de Campo Mourão, sendo eles, respectivamente, Engenheiro Beltrão, Janiópolis, Campina da Lagoa e Boa Esperança. Apesar de percentuais diferentes aos obtidos no município de Campo Mourão, todos apontam a fração orgânica como a de maior porcentagem, já que esta tende a

ser maior em municípios menos desenvolvidos pelo baixo consumo de produtos industrializados destes (Tabela 5).

Tabela 5 - Comparação dos resultados percentuais obtidos em Campo Mourão com outros estudos realizados.

Categoria	Campo Mourão (2012)	Engenheiro Beltrão (2010)	Janiópolis (2007)	Campina da Lagoa (2007)	Boa Esperança (2004)
Matéria Orgânica	46	61	47	43*	44
Papel	19	6	14	23	7
Plástico	12	13	22	15	5
Metal	4	1	6	12	3
Vidro	4	2	0	7	7
Rejeitos	15	20	12	-	34

*Matéria Orgânica e Rejeitos foram analisados juntos.

** Todos os resultados estão expressos em porcentagem (%)

Os resultados obtidos nesse trabalho mostraram percentuais de matéria orgânica (46%) superior aos obtidos por Mattei e Escosteguy (2007) que foi de 34% e Souza e Guadagnim (2009) cuja fração orgânica em seus estudos representou 37% da totalidade amostrada. No entanto, a geração de resíduos orgânicos em Campo Mourão ficou abaixo da média nacional reportada por Pereira Neto (2007), que é de aproximadamente 64% e também abaixo dos resultados apontados por Frescá (2007) que em seu trabalho foi de 59,08%.

O percentual de papel (19%), plástico (12%), metal e vidro (4% cada) encontrados neste estudo, mostraram-se superiores aos resultados apresentados por Albertin et al. (2010), que foram de 6,59%; 2,72%; 0,73%; 1,08%, respectivamente. Já em termos de rejeitos, a média do município de Campo Mourão ficou aproximadamente 1% acima dos resultados obtidos por Albertin et al., de aproximadamente 14%.

Ao comparar os dados obtidos com a média nacional, observa-se que a média do município encontra-se 0,5% a menos que a nacional, segundo dados da Abrelpe (2011). Os percentuais de plástico e rejeitos também foram inferiores enquanto papel, metal e vidro mostraram-se superiores a média nacional (Gráfico 7).

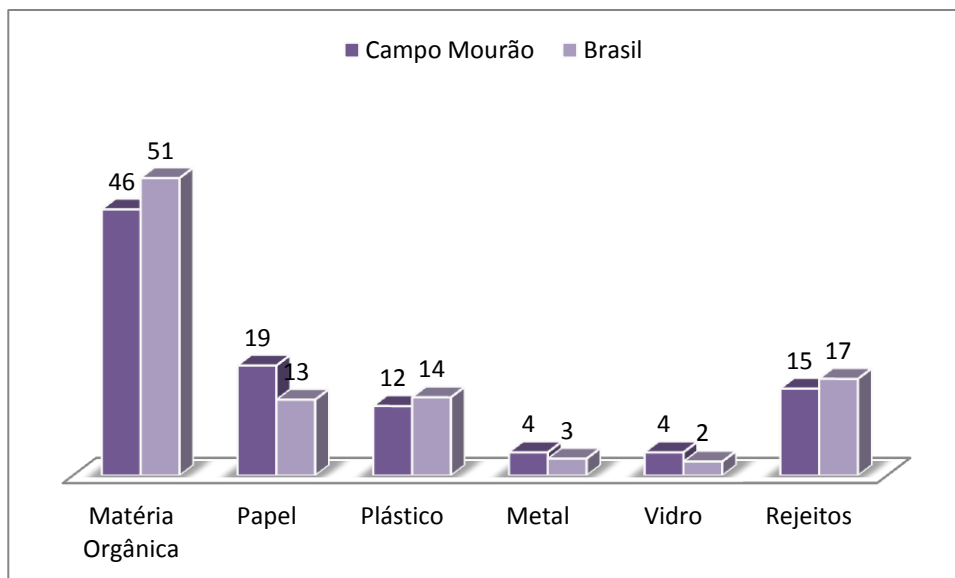


Gráfico 7: Comparação da composição gravimétrica dos RSU em Campo Mourão e no Brasil.

A referida composição gravimétrica é bastante diversificada nas diferentes regiões, uma vez que está diretamente relacionada com características, hábitos e costumes de consumo e descarte da população local.

6 CONCLUSÕES

O atual sistema de coleta do município é terceirizado e o sistema utilizado para disposição final provenientes da coleta convencional é o aterro sanitário, maneira mais segura de disposição final de resíduo, pois obedece a critérios específicos e rigorosos como coleta e tratamento de chorume, drenagem de gases, impermeabilização lateral e inferior e drenagem de águas pluviais.

Tanto a coleta convencional quanto a coleta seletiva abrangem todos os bairros, sendo coletados, diariamente aproximadamente 2338,6 ton de resíduos sólidos. Sendo assim, tem-se que a geração *per capita* de RSU do município de Campo Mourão é de aproximadamente 0,97 kg/hab.dia.

Os dados obtidos permitem concluir que, dos RSU produzidos, o componente predominante foi a matéria orgânica (46%), que poderia ser aproveitada em processos de compostagem, desde que submetidos a um processo de biodegradação no qual alguns parâmetros físico-químicos devem ser respeitados, de modo a permitir que microrganismos encontrem condições favoráveis para a transformação da matéria. Os componentes potencialmente recicláveis tais como papel, plástico, metal e vidro representaram 19%; 12%; 4% e 4%, respectivamente do total de resíduos gerados diariamente no município de Campo Mourão. Esses componentes somam 39% e representam a porção de RSU que poderia ser destinada a reciclagem, desde que não contaminados. Já os rejeitos representam um percentual de 15%.

Através da caracterização dos RSU da cidade Campo Mourão, pode ser determinado o percentual de cada componente analisado e as variações na geração desses resíduos durante o período amostral, de julho a setembro de 2012, possibilitando assim, quantificar o percentual de material orgânico e material potencialmente reciclável, servindo de dados qualitativos ao sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos do município.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Heber da Fonseca; PRADO, Marcelo Lemos do. **Caracterização dos resíduos sólidos domésticos no município de Caldas Novas – GO.**

Disponível em:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05425_Pasqualetto.pdf>.

Aceso em 07 maio 2012.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil – 2011.** São Paulo: Abrelpe, 2011.

ALBERTIN, Ricardo Massulo; MORAES, Eliene; NETO, Genero de Angelis; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos; CORVELONI, Elida; SILVA, Frederico Fonseca da. Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná. **Revista Agro@ambiente On-line.** V. 4, n.2, p. 118-125, jul-dez 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007:**

Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/45909538/NBR-10007-Amostragem-de-Residuos>>.

Acesso em 22 abr. 2012.

_____. **NBR 8.419:** Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento. Rio de Janeiro. 1992. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/61140879/NBR-8419-NB-843-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos>>. Acesso em 29 abr. 2012.

_____. **NBR 10.004:** Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em 08 mar. 2013.

BARCIOTTE, Maria Lúcia. **Coleta Seletiva e minimização de resíduos sólidos urbanos: uma abordagem integradora.** São Paulo: USP, 1994.

Disponível em: <[http://bases.bireme.br/cgi-](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=150075&indexSearch=ID)

[bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=150075&indexSearch=ID](http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=150075&indexSearch=ID)>. Acesso em 11 nov. 2012.

BARROS, R. T.; ASSIS, C. A.; BARROS, E. L.; SANTOS, F. N. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do Vale do Jequitinhonha (MG). **Anais: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** 2007.

BERTÓI, J. M. Reciclar é Preciso. **Ciência & Educação**. v.1, n.2, p.1011, jul./dez.,1998.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandy. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1. Brasília, terça feira, 03 agosto 2010. Disponível em:
<<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=03/08/2010&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=84.>> Acesso em: 25 abr. 2012.

_____. Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010b. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CARDOSO, Oséias. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Campo Mourão/PR**. 143 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2004.

CASTILHO JUNIOR, Armando. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 464 p. (Projeto PROSAB). Disponível em:
<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Prosab_lixo.zip>. Acesso em 29 abr. 2012.

CETESB -COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Resíduos Sólidos Domiciliares e de Serviços de Saúde: Tratamento e Disposição Final – texto básico**, São Paulo, CETESB 1997.

CHERNICHARO, C. A. L. et al.. **Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA**. Resíduos sólidos: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: nível 1 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007. Disponível em:
<http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/guia_20nucase_lixo_i.pdf>. Acesso em 28 Mar. 2012.

CHERUBINI, Ronaldo. **Avaliação Ambiental do sistema de coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município de Farroupilha – RS.** Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade de Caxias do Sul). Caxias do Sul, 2008.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Pesquisa Ciclosoft 2012:** Radiografando a Coleta Seletiva. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/Ciclosoft2012.pdf>>. Acessado em 22 jan. 2013.

CONSONI, Ângelo José; PERES, Clarita Schwartz; CASTRA, Alberto Pereira de. **Lixo Municipal:** Manual de Gerenciamento Integrado. Capítulo II – Origem e composição do lixo. 3ª ed. IPT/CEMPRE: São Paulo: 2010.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não linear de programação por metas. **Revista Gestão & Produção.** V.9, n.2, p.143-161, agosto, 2002.

D'ALMEIDA, M. L. O. e VILHENA A. **Lixo Municipal:** Manual de Gerenciamento Integrado. 2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 357p.

DAHLEN, L.; LAGERKVIST, A. Methods for household waste composition studies, *Waste Management*, Volume 28, Issue 7, 2008, Pages 1100-1112.

DONHA, Mauro Siqueira. **Conhecimento e participação da comunidade no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos:** o caso de Marechal Cândido Rondon/PR. 2002. 113 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2002.

FRESCÁ, Fábio Rogério Carvalho. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física.** 134f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GIMENEZ, Karina Pereira. **Gerenciamento dos resíduos sólidos do município de Engenheiro Beltrão-PR.** 2010. 51 f. : Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, Campo Mourão, 2010.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Cidades:** Campo Mourão. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=410430>>. Acesso em: 22 abr. 2012

_____. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 11 nov. 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Perfil do município de Campo Mourão.** Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/anuario_2010/index.html>. Acesso em: 28 abr. 2012.

JARDIM, N. S. **Lixo municipal:** manual de gerenciamento integrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)/CEMPRE, São Paulo, 363 pp, 2000.

JUSTI, J. G.; MOLITERNO, M. **Geração de energia elétrica por meio de biogás extraído do aterro sanitário Bandeirantes e o mecanismo de desenvolvimento limpo como induor de investimentos socioambientais.** 2008. 98 f. Monografia (Especialização em Gestão ambiental e negócios no setor energético) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

LIMA, L. M. Q. Lixo – Tratamento e Biorremediação. 3. ed. São Paulo: Hemus Editora, 2004

LIMA, S. B. de. **Pós-tratamento de chorume com wetlands construídos utilizando macrófitas aquáticas emergentes da região de Campo Mourão-PR.** 2008. 80 f. Tese (Doutorado em Ciências). – Universidade Estadual de Maringá, 2008.

MAGALHÃES, Deborah Neide de. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de dores de campos – MG.** 2008. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

MANCINI, S. D. **Estudos da hidrólise do PET pós – consumo no estado sólido visando a reciclagem química.** 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. Ciências e Engenharia de Materiais, São Carlos, 2001.

MARTINHO, M. G. M.; GONÇALVES, M. G. P. **Gestão de resíduos**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000. 281 p.

MATTEI, Greice; ESCOSTEGUY, Pedro Alexandre Varella. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 12, n.3. 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2007. Brasília: MCIDADES/SNSA, 2009.

MESQUITA JÚNIOR, J. M.; VELOSO, C. H. V. **Programa de educação a distância em gestão integrada de resíduos sólidos**: unidade de estudo 4: manejo integrado e diferenciado dos resíduos sólidos urbanos (2ª parte). coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual do gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAES, Eliane. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos de sete municípios da região metropolitana de Maringá, Paraná**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Eliene.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2012.

PARRA, Rogério et al. Capítulo III – Acondicionamento e coleta do Lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A (Coord.). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo; IPT/CEMPRE, 2010. 3ª Ed.

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

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Lixão**. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem/lixao.php>. Acesso em: 10 mar. 2013.

POVINELLI, J.; GOMES, L. P. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos da cidade de São Carlos – SP – Brasil. **Revista Bio**, p 63-68, 1991.

PROIN/CAPES e UNESP/IGCE. **Material Didático:** arquivos de transparências. Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999. Disponível em: <[HTTP://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/imagens/residuos/aterro.gif](http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/imagens/residuos/aterro.gif)>. Acesso em 10 mar. 2013.

RIBEIRO, T. G.; LINS, S.C. Coleta de Lixo Domiciliar: Estudo de Caso. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.1, n.2, p. 50-69, dez. 2000.

SANTOS, Rosimeire Saturnino dos. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no município de Boa Esperança - Pr.** 2004. 59 f.: Monografia (Graduação) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curso Superior de Tecnologia Ambiental. Campo Mourão, 2004.

SARTORI, Hiram J. F. **Discussão sobre a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares.** 1995. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, 1995.

SILVA, Jaime Ayres da. **Análise da Qualidade da Coleta e Disposição Final dos Resíduos Sólidos Domiciliares de Ivaiporã/PR.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Florianópolis/PR, 2000. Disponível em: <<http://www.sfipec.org.br/iel/bolsaderesiduos/teses/tese%2011.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2012.

SILVA, Tatiane da. **Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Campina da Lagoa - PR.** 2007. vi, 32 f.: Monografia (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Superior de Tecnologia Ambiental. Modalidade Meio Urbano. Campo Mourão, 2007.

SILVESTRIN, Silvio Antonio. **Avaliação do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos no município de Dois Vizinhos - PR.** 2009. viii, 36 f. : Monografia (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, Campo Mourão, 2009..

SIMONETTO, Eugenio de O.; BORENSTEIN, Denis. **SCOLDSS - Sistema de apoio à decisão aplicado ao Planejamento e distribuição da coleta seletiva de resíduos sólidos.** In: Anais ENEGEP 2004: XXIV Encontro Nac. de Eng. De Produção – Florianópolis, SC, 03 a 05 nov. 2004. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10446/000555832.pdf?sequence=1>>. Acesso em 07 maio 2012.

SOUZA, Gláucia Cardoso de; GUADAGNIM, Mario Ricardo. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares: O método de quarteamento na definição da composição gravimétrica em Cocal do Sul – SC. **Anais**. III Seminário Regional Sul de Resíduos Sólidos, 26 a 28 de agosto de 2009, UCS, Caxias do Sul – SC.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Controle Ambiental de Resíduos. **In**: PHILIPPI JR, A. ROMÉRIO, M. A.; BRUNA, G. C. (Edi.) Curso de Gestão Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004, p. 156

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, L. M. A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente. **In**: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 1., 2002, Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/sociedade_do_conhecimento/Zaneti%20-%20Mourao.pdf> Acesso em 12 nov. 2012.