



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DO
MUNICÍPIO DE SÉRIO/RS COM VISTA À INTEGRAÇÃO
CONSORCIADA COM OUTROS MUNICÍPIOS**

Roberto Gonzatti

Lajeado, junho de 2012

Roberto Gonzatti

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DO
MUNICÍPIO DE SÉRIO/RS COM VISTA À INTEGRAÇÃO
CONSORCIADA COM OUTROS MUNICÍPIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário Univates, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Odorico Konrad

Lajeado, junho de 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, força e coragem.

À toda minha família, em especial meus pais, Imério e Nair, pelo carinho, incentivo, ajuda e compreensão em todos os momentos.

À minha namorada Juliana pelo amor, apoio, compreensão e paciência.

Ao orientador, amigo, prof. Dr. Odorico Konrad, pelos ensinamentos, orientação e colaboração deste trabalho.

Ao governo municipal do município de Sério/RS, em especial André da Rocha Castro, pela colaboração e ajuda na busca de resultados para elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso.

À UNIVATES pela oportunidade e ensino de qualidade que me proporcionou.

Aos amigos pela compreensão e incentivo.

Aos colegas de faculdade pela amizade, coleguismo de ajuda mútua mostrada durante a graduação.

E a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo fazer um diagnóstico dos resíduos sólidos domésticos no município de Sério, no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. Por ser um município rural e de pequeno porte, as peculiaridades ambientais e sociais dessa região requerem grande atenção na pesquisa. Considera-se que o problema da geração de resíduos sólidos domésticos não é tratado com devida atenção, pois são poucas as políticas e investimentos públicos concedidos a esse setor. A execução de políticas ambientais eficazes se faz necessária para que a gestão desse problema se torne efetiva. Para proceder ao diagnóstico, primeiramente foi realizado o levantamento de dados referentes à caracterização dos resíduos. Após, efetuou-se a triagem dos resíduos, o que incluiu classificá-los e quantificá-los. Um dos dados diagnosticados foi a porcentagem de 13,25% de materiais orgânicos do total dos resíduos, uma quantidade considerável por se tratar de um município basicamente rural. Outro dado significativo encontrado foi de 37,79% dos resíduos com potencial para reciclagem e o restante com características que necessitam de uma disposição final. Outros levantamentos foram essenciais para visualizar uma proposta de destinação adequada e integrada para o município de Sério e para os demais municípios que fazem parte do G8 - grupo de municípios vizinhos que tem por objetivo construir alianças, reunir forças em busca de recursos financeiros e usufruir desses em conjunto. O G8 possui características semelhantes e por isso podem ser incluídos na mesma proposta de gestão.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Domésticos. Reciclagem. Caracterização de Resíduos Sólidos Domésticos. Destinação Final de Resíduos Sólidos Domésticos.

ABSTRACT

The current study have the goal to do a domestic solid waste management, in a city called Sério, located in Vale do Taquari, Rio Grande do Sul state. As this is a small and countryside place, the peculiarities of environment and social need manifest in the research. Considering that problem of production domestic solid waste not receive needed attention, because are a few environment policies and money resource from government in this area. The execution of environment politicians effective is needed for the management of this problem really happen. One of dates find out was 13,25% of this waste is organic, this amount is really big in a countryside region. Another important date found was 37,79% of the waste that could be recycled and the rest with characteristics that make needed a final destination. Other studies was essential to see one propose of correct and integrate destination for the city of Sério and for others city which are part of G8 – group of neighbors cities with the same goal to build partnership join forces in order to get money and use then together. The group has similar characteristics because this can be included in the same management propose. The G8 have similar characteristics and because that they can to be included in de same propose for the region.

Keywords: Domestic Solid Waste. Recycling. Characterization of Domestic Solid Waste. Final Destination of Domestic Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por municípios no Brasil.	20
Figura 2 – Política dos 3 R.	27
Figura 3 – Localização do município de Sério e municípios de divisa. Coordenadas: 29°23'01.87" S e 52°16'12.15" O.	39
Figura 4 – Localização da sede municipal, garagem ocupada para a separação dos resíduos sólidos domésticos e o centro urbano municipal. Coordenadas: 29°23'01.87" S e 52°16'12.15" O.	40
Figura 5 – Lixeira coletiva para disposição dos resíduos sólidos domésticos.	41
Figura 6 – Caminhão responsável pela coleta dos resíduos sólidos domésticos.	42
Figura 7 – Resíduos Sólidos Domésticos descarregados do caminhão coletor sobre a Geomembrana.	43
Figura 8 – Tambor utilizado para coleta das amostras dos resíduos sólidos domésticos.	44
Figura 9 – Rejeito dos resíduos sólidos.	46
Figura 10 – Separação dos resíduos sólidos domésticos.	47
Figura 11 – Ensacando os resíduos sólidos domésticos já classificados após triagem.	47
Figura 12 – Pesagem do material classificado.	48

Figura 13 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Novembro de 2011.	50
Figura 14 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Janeiro de 2012.....	51
Figura 15 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Fevereiro de 2012..	52
Figura 16 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Março de 2012.....	53
Figura 17 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Abril de 2012.....	54
Figura 18 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área rural do município de Sério/RS de Dezembro de 2011..	56
Figura 19 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos da área urbana do município de Sério/RS representada mês a mês conforme as cores.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Peso das amostras separadas por tambor com volume de 200 litros.....	61
Tabela 2 – Volume em m ³ das coletas do dia da triagem de cada mês, números de coletas, volume total em m ³ de cada mês e quantidade total do mês kg.	62
Tabela 3 – Geração diária dos resíduos sólidos domésticos da população urbana do município de Sério/RS.....	63
Tabela 4 - A quantidade e porcentagem dos materiais separados conforme suas classificações.....	71
Tabela 5 – Municípios participantes do G8, total da população, divididos em áreas urbanas e rurais e seu percentual.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRE	Associação Brasileira de Embalagens
°C	Graus Celsius
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
FM	Frequência de rádio
G8	Consórcio municipal formado pelos municípios de Boqueirão do Leão, Progresso, Sério, Canudos do Vale, Marques de Souza, Forquetinha, Santa Clara do Sul e Cruzeiro do Sul.
HAB	Habitantes
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
kg	Quilograma
km ²	Quilômetros quadrados
m ³	Metro cúbico
NBR	Norma brasileira
Nº	Número
PCS	Programa coleta seletiva
PET	Polietileno tereftalato
pH	Potencial Hidrogênico

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RS	Rio Grande do Sul.
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
3 R	Reduzir, reutilizar e reciclar.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Definições dos resíduos sólidos	17
3.2 Classificação dos resíduos	18
3.3 Panorama nacional da geração de resíduos sólidos domésticos	19
3.4 Panorama Estadual dos resíduos sólidos domésticos – RS.....	21
3.5 Peso específico	22
3.6 Gerenciamento de resíduos sólidos domésticos.....	22
3.7 Métodos de tratamento e destinação de resíduos sólidos domésticos	26
3.7.1 Aterro sanitário.....	27
3.7.2 Reutilização	30
3.7.3 Reciclagem	30
3.7.4 Compostagem.....	32
3.8 Legislação.....	35
3.8.1 Legislação Federal	35
3.8.2 Legislação Estadual	36
3.8.3 Legislação Municipal	37

4 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1 Descrição do Município de Sério/RS	38
4.2 Procedimentos metodológicos.....	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1 Quantificação dos Resíduos Sólidos Domésticos do município de Sério/RS	60
5.2 Proposta de destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério/RS	63
5.3 Proposta de gerenciamento integrado com municípios participantes do G8	66
6 CONCLUSÃO	70
6.1 Sugestões para trabalhos futuros	71
REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

O consumo do mundo capitalista, aliado à urbanização e ao crescimento industrial, são fatores que contribuem para a geração ascendente de lixo. A relação do homem com a natureza era mais harmônica no passado, já que a atividade de subsistência estava mais presente em seu dia-a-dia. Com o passar do tempo, o aumento do consumo de produtos descartáveis proporcionou o aumento da geração de resíduos (CUNNINGHAM *et al.*, 2005).

Porém, as atuais políticas e investimentos públicos não cobrem a demanda da elevada quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil. Observa-se que há um longo caminho a se trilhar, onde a capacitação técnica e a conscientização da sociedade são fatores determinantes. Esses fatos dizem respeito, também, às regiões menores que compõem o nível nacional, visto que, uma eficiente maneira de administrar os resíduos gerados pela população, deve ser instalada e mantida pelo órgão público responsável. Nesse sentido, a gestão integrada dos resíduos sólidos tem sido uma ferramenta eficaz nesse contexto (SUZUKI; GOMES, 2009).

A gestão integrada insere uma imagem singular no que diz respeito à sistematização da disposição dos resíduos, pois através do gerenciamento integrado entre pequenos municípios, as ações se centralizam, gerando menores despesas financeiras e impactos ambientais (SUZUKI; GOMES, 2009).

A gestão dos resíduos sólidos domésticos enfrenta dificuldades tanto nos grandes centros urbanos, quanto nos municípios de pequeno porte. Os municípios com menor população, ainda que produzam menor quantidade de resíduos, também sofrem com a degradação ambiental e social relacionada a uma gestão inadequada da geração local dos resíduos sólidos. A maioria dos municípios de pequeno porte possui limitações de ordem financeira, como orçamentos insuficientes, fluxos de caixa desequilibrados, tarifas desatualizadas, arrecadação insuficiente e inexistência de linhas de crédito específicas, além da má capacitação técnica e profissional, descontinuidade política e administrativa e ausência de política ambiental (LIMA, 2005).

A prática da gestão integrada dos resíduos sólidos domésticos nesses municípios deveria demandar das políticas públicas uma maior atenção. Essas detêm a autoridade de, por exemplo, reger a utilização de recursos e formular planejamentos regionais. Para que esse planejamento se efetive e atenda as demandas que o problema carrega, deve ter como foco a implementação de propostas aliada às peculiaridades ambientais e sociais da região (SUZUKI; GOMES, 2009). Considerando tais peculiaridades, esse modelo de gestão municipal poderia atuar juntamente com práticas de desenvolvimento sustentável, articulando a administração e a comunidade.

O processo de gestão integrada de resíduos sólidos domésticos entre municípios que possuem características semelhantes, deve ser pensado e realizado em todas as suas etapas de forma conjunta. Ou seja, nenhum dos estágios deve ser realizado de forma isolada, individual. Os pontos em comum levam justamente a uma resolução única, como se todos os municípios formassem apenas um órgão administrativo público para agir juntos nessa questão (SUZUKI; GOMES, 2009).

Pequenas quantidades de rejeitos, sobras de um processo que já não pode mais ser reaproveitado de nenhuma forma, acabam sendo destinados ao aterro sanitário na etapa final de deposição. Tal destino exige tanto a demanda de custos elevados quanto limitações técnicas para seu processo de finalização e tratamento do lixiviado. A gestão compartilhada pelas administrações municipais para o tratamento final poderia viabilizar projetos adequados técnica e ambientalmente (SUZUKI; GOMES, 2009).

Para tanto, esse trabalho tem como objetivo diagnosticar os resíduos sólidos domésticos em municípios de menor porte, visando à integração consorciada com outros municípios. O projeto piloto será baseado no levantamento gravimétrico dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério, localizado no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, com população total de 2.281 habitantes. Desses 2.281 habitantes, 1.751 são moradores da zona rural e 530 da zona urbana (IBGE, 2010). Esse município é participante do Consórcio Público Intermunicipal Para Assuntos Estratégicos do G8.

O G8 é um grupo de municípios do Vale do Taquari e do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, formado pelos municípios: Boqueirão do Leão, Progresso, Sério, Canudos do Vale, Marques de Souza, Forquetinha, Santa Clara do Sul e Cruzeiro do Sul. Todos são municípios de pequeno porte, que se uniram para atingir notabilidade no cenário estadual e nacional, buscando recursos que não seriam destinados a um município individualmente. A formulação de um plano de gestão integrada de resíduos sólidos domésticos se enquadraria na petição advinda de um trabalho conjunto intermunicipal.

A realização deste estudo é uma demanda importante por se tratar de contexto municipal, uma vez que há uma carência deste tipo de dados nos municípios de pequeno porte, caso do G8. Com esse intuito, a Prefeitura Municipal do município do projeto piloto – Sério - se comprometeu a auxiliar no processo de obtenção de dados referentes aos resíduos sólidos domésticos gerados pela comunidade, rural e urbana, disponibilizando equipamentos para pesagem, espaço físico, sacos para armazenagem do material separado, mão-de-obra na triagem e EPI's.

O estudo apresenta a seguinte estrutura: o capítulo 2 apresenta os objetivos gerais e específicos; o capítulo 3 traz a revisão bibliográfica, panorama Nacional e Estadual sobre os resíduos sólidos, destinação e alternativas em disposição (aterro sanitário, reutilização, reciclagem e compostagem) e questões legais; o capítulo 4 apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho, enquanto o capítulo 5 expõe os resultados e discussões referentes à classificação dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério/RS e a visualização dos

materiais encontrados, sugerindo uma possível integração entre os municípios de G8 para gerenciar o resíduo. Por fim, o capítulo 6 traz as conclusões.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento de dados, diagnosticando a geração e quantificação dos resíduos sólidos domésticos no município de Sério, visando à integração consorciada com outros municípios.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar de forma gravimétrica os resíduos sólidos domésticos do município de Sério – RS;
- Quantificar todos os resíduos sólidos domésticos gerados no município de Sério – RS;
- Visualizar uma destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério – RS;
- Propor um possível gerenciamento consorciado dos resíduos sólidos domésticos com os municípios participantes do G8.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os resíduos sólidos domésticos podem ser definidos quanto à sua origem ou fonte, quanto ao seu grau de periculosidade em relação a determinados padrões de qualidade ambiental e saúde pública, e, ainda, conforme métodos de tratamento adequado e disposição final (LOPES, 2003).

3.1 Definições dos resíduos sólidos

Segundo Sewell (1978) a palavra lixo é definida como materiais indesejados pelo homem que não podem entrar em contato direto com rios ou liberados diretamente para o ar. Esse resíduo pode ser gerado através do uso de manufaturas, construção, indústria, preparo de alimentos entre outras atividades que usam os materiais e posteriormente deles se descartam. Os resíduos são classificados em sólidos e/ou líquidos. Os resíduos líquidos são basicamente efluentes ou sobras de um processo industrial. Na categoria de resíduos sólidos, objeto deste trabalho, pode-se enquadrar as sobras de materiais como detritos, refugos de atividades agrícolas, comerciais ou comunitárias.

O termo “lixo” é qualquer resíduo descartado pelo homem diariamente mediante alguma atividade, sendo composto basicamente por: plásticos, trapos,

restos de comida, latas, vidros, entre outras substâncias descartadas pelo homem no meio Ambiente (LIMA, 2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da ABNT 10.004:2004 - Conceitua resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades 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 da rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

3.2 Classificação dos resíduos

A classificação dos resíduos sólidos domésticos baseia-se nos riscos que podem apresentar à saúde pública e ao meio ambiente, devido às suas propriedades físicas, químicas ou bacteriológicas. Essas são consideradas características de periculosidade dos resíduos. Elementos reconhecidamente perigosos e com padrões de concentração de poluentes que podem ser citados entre a classe I, classe II A e Classe II B.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004) divide os resíduos da seguinte forma:

- **Resíduo classe I – Perigosos:** São os resíduos que apresentam, devido às suas características intrínsecas, periculosidade ao homem e ao meio ambiente. Possuem pelo menos uma das propriedades a seguir: patonicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade ou inflamabilidade;
- **Resíduo Classe II – Não perigosos:**
 - **Resíduo Classe II A – Não inertes:** São os resíduos que não se enquadram como perigosos e podem apresentar propriedades como: solubilidade em água, biodegradabilidade ou combustibilidade;
 - **Resíduo Classe II B – Inertes:** Quaisquer resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico e estatístico como água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, segundo a (ABNT NBR 10007) e (ABNT NBR 10006), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

3.3 Panorama nacional da geração de resíduos sólidos domésticos

Conforme dados obtidos da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008), referente aos municípios brasileiros, 50,8% dos resíduos sólidos tem como destinação vazadouros a céu aberto (lixões), 22,5% aterros controlados e 27,7% aterros sanitários. Outros dados retirados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico indicam que as regiões situadas no Nordeste e Norte do país registram as maiores proporções de destinação dos resíduos sólidos em lixões, apresentando uma porcentagem de 89,3% e 85,5% respectivamente, diferentemente da região Sul e Sudeste que apresentam menores proporções: 15,8% e 18,7%. Podemos também visualizar, de uma melhor forma, a destinação dos resíduos conforme a Figura 1.

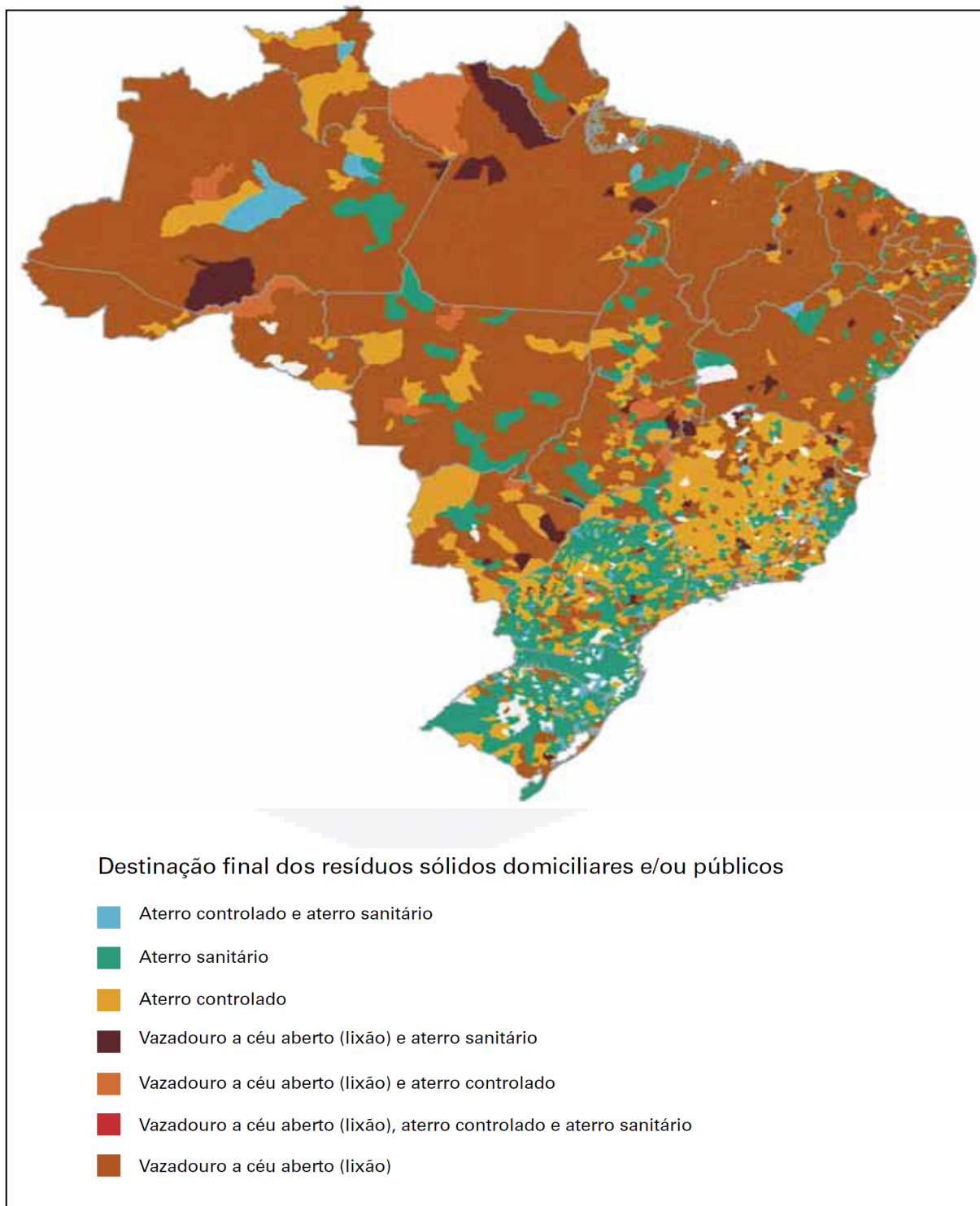
Conforme pesquisa realizada pelos catadores no Rio de Janeiro, matéria orgânica, plástico e papel, representam mais de 90% do lixo domiciliar da cidade; matéria orgânica putrescível 55,02%, plástico 19,11% e papel 16,46%. O restante, com menos de 10%, é constituído de vidro, metal inerte, folha, borracha, pano, couro, entre outros. Também se constatou que, nas áreas mais nobres, a quantidade de lixo orgânico era menor comparado a áreas onde as classes tinham menor renda. Entende-se, portanto, que as classes com maior poder aquisitivo consomem mais alimentos processados, descartando mais lixo do tipo seco (PEDROSA, 2011).

O equilíbrio entre produção e consumo, necessário para a reprodução do sistema produtivo, é alcançado por meio da geração de um consumo artificial, e em grande velocidade, de imensas quantidades de mercadorias, descartando-se prematuramente os bens consumidos. Até mesmo a aquisição dos chamados bens de consumo duráveis é manipulada no sentido de que sejam descartados muito antes de esgotada a sua vida útil. A tendência a favor do consumo imediato, denominada "tendência da taxa decrescente de utilização", é considerada na teoria econômica como uma característica intrínseca do avanço produtivo (ZANETTI *et al.*, 2009).

Se tratando de São Paulo, a pesquisa revelou que na classe alta a quantidade de resíduos sólidos é maior comparada à do Rio de Janeiro. O lixo apresenta a característica de possuir objetos em bom estado de conservação, inclusive de material usado, como calçados e roupas. Alimentos encontrados nos lixos dessas casas ainda poderiam ser consumidos, pois, em épocas de escassez de um determinado item, a classe alta faz uma espécie de reserva desse alimento em falta.

Sendo assim, esses últimos podem ser encontrados com frequência no lixo, pois são adquiridos em quantidade maior que o consumo, gerando sobras (PEDROSA, 2011).

Figura 1 – Destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por municípios no Brasil.



Fonte: PNSB (2008).

3.4 Panorama Estadual dos resíduos sólidos domésticos – RS

No Estado do Rio Grande do Sul, a população Urbana, em 2011, era de 9.102.637 habitantes. A coleta diária era de 7.457 toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que equivale a 0,81 kg/hab./dia com um aumento de 1,8% em relação ao ano de 2010. Sua destinação final se divide em aterro sanitário 70%, aterro controlado 17,4% e ainda 12,6% em lixões (ABRELPE, 2011).

O município de Estrela, localizado no Vale do Taquari - RS registra uma situação privilegiada frente ao panorama nacional (PNSB, 2008). Apresenta em sua cadeia de gerenciamento de resíduos, desde a coleta, transporte, segregação dos materiais recicláveis, compostagem do material orgânico até o destino final dos rejeitos em aterro sanitário. As etapas de segregação dos materiais recicláveis, compostagem do material orgânico e destinação para aterro sanitário, são realizadas na central de triagem do município, a qual opera desde o ano de 2000, tratando 100% dos resíduos sólidos domésticos gerados no município de Estrela.

Outro município que pode ser citado no Vale do Taquari – RS é Lajeado, que possui um aterro sanitário para a destinação de seus resíduos domésticos. Opera nessa cidade uma central de triagem de resíduos recicláveis, contando com duas modalidades de coleta, a regular e a seletiva. As pesagens são realizadas no aterro sanitário de Lajeado. A Secretária Municipal do Meio Ambiente indicou que no ano de 2009 foram coletadas 1.300 toneladas por mês, o que representa, diariamente, 43 toneladas para uma população de 72.208 habitantes, correspondendo a uma média de 0,6 kg/hab./dia de resíduos domésticos coletados (KONRAD *et al.*, 2010).

Através da caracterização dos resíduos sólidos domésticos encaminhados ao aterro sanitário de Lajeado, por meio da coleta regular (KONRAD *et al.*, 2010), pôde-se observar que o material que correspondeu ao maior percentual em relação ao peso foi a matéria orgânica com 46% do peso total. Após esse valor, os maiores percentuais foram das fraldas 11%, plástico filme 9% e papel higiênico 8%. Os resíduos da coleta regular que encontravam-se em bom estado, com poder de reciclagem, totalizavam cerca de 20% dos resíduos da coleta.

3.5 Peso específico

O peso específico aparente é o peso do resíduo não compactado dividido pelo seu volume. Dados relativos ao peso específico são necessários para determinar o total de massa e volume de resíduo a ser gerenciado, permitindo um correto dimensionamento dos equipamentos e instalações necessárias para destinação dos resíduos (FARIAS; JUCÁ, 2000).

3.6 Gerenciamento de resíduos sólidos domésticos

Cidades de pequeno porte, como o município de Sério/RS, que foi projeto piloto deste trabalho, também sofrem com problemas decorrentes dos resíduos sólidos domésticos. Dentre esses problemas, destacam-se os relativos à sua geração, coleta, tratamento e disposição final (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

Brasileiro e Lacerda (2008) ressaltam que, no Brasil, a responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos domiciliares compete aos municípios. Um exemplo das dificuldades do setor é o despreparo técnico das pessoas designadas para acompanhar todas as etapas que a questão dos resíduos sólidos exige. Nas cidades de menor expressão, os sistemas de limpeza pública são operados com soluções locais. No entanto, essas soluções acabam sendo dificultadas por condições existentes, como uma limitação financeira advinda de uma confecção de orçamentos inadequados e arrecadação insuficiente. Em muitas situações, isso faz com que haja uma redução da cobertura do serviço de coleta de lixo.

A gestão e a disposição inadequada dos resíduos sólidos causam impactos socioambientais, tais como degradação do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final. Com o crescimento e a longevidade da população aliados à intensa urbanização e à expansão do consumo de novas tecnologias acarretam a produção de imensas quantidades de resíduos (JACOBI; BESEN, 2011).

Conforme o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT, 1996) a resolução dos problemas voltados aos resíduos depende de políticas ambientais eficazes com uma sociedade alerta, consciente, mobilizada e participativa. Todas essas ações devem

ser permeadas por uma prática de gerenciamento dos resíduos sólidos que seja condizente com as necessidades dessa questão.

O crescimento demográfico da população mundial influencia no uso de reservas do planeta para a produção de bens e conseqüentemente para a geração de lixo. O fator econômico também está ligado à geração de resíduos sólidos domésticos, já que essa população prima pela comodidade, provinda da criação de novas tecnologias e de meios que facilitam a agilidade do dia-a-dia (IPT, 1996)

Segundo Tränkler *et al.* (2005), o aumento da geração de lixo não está ligado somente ao crescimento populacional, com mais pessoas gerando lixo, mas também aos padrões de consumo da sociedade atual, à busca pela praticidade, pelo desenvolvimento cada vez maior de novos produtos que contribuem de forma significativa para o aumento do consumo, que tem por consequência direta a geração de resíduos. Além disso, é importante observar que a sociedade incentiva de forma excessiva o consumo através dos diferentes meios de comunicação que, por sua vez, estão presentes diariamente nos meios sociais. Diante dessa realidade, para haver um enfoque integral e sistêmico das políticas ambientais, é necessária a união de elementos políticos, institucionais, tecnológicos, econômicos e jurídicos que visem uma sensibilização e educação para uma gestão de resíduos.

De acordo com Silva *et al.* (2011), um dos principais desafios dos centros urbanos deste século diz respeito ao correto manejo dos resíduos sólidos, pois a quantidade de lixo produzido e coletado é um indicador, tanto de saúde pública como da proteção ao meio ambiente.

Nesse sentido, considerando as questões tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais que envolvem as ações necessárias num adequado gerenciamento dos resíduos, torna-se necessário envolver também os mais variados setores públicos, privados e seguimentos organizados da sociedade civil (SAVI, 2005).

A gestão de resíduos sólidos urbanos e sua prática por meio de planos de gerenciamento deve se apoiar em diretrizes que visem à integração das atividades de limpeza urbana e dessas com as demais atividades de saneamento ambiental; a participação social e a adoção de estratégias técnicas e operacionais para a redução do consumo de recursos naturais e prevenção da poluição (ZANATA *et al.*, 2006).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, contribuirá para o aumento do número de municípios com programa de coleta seletiva (PCS). A lei incorpora conceitos modernos e indutores, tais como responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos a logística reversa, pressupondo o envolvimento dos gestores públicos, empresas privadas e a sociedade civil organizada (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011).

Para a realização de uma gestão dos resíduos sólidos eficiente, é importante conhecer tanto a quantidade de resíduos produzidos quanto a classificação dos mesmos. Disso advém a importância de caracterizá-los e quantificá-los. Inúmeros fatores interferem nas características dos resíduos gerados, diferentes culturas, níveis de renda e até mesmo o clima de uma determinada região. Observa-se também que distintos grupos populacionais apresentam diferentes qualidades e quantidades de resíduos. Ainda, em países desenvolvidos, o descarte de resíduos com potencial para a reciclagem é superior do que em países em desenvolvimento (BIDONE; POVINELLI, 1999).

O lixo nosso de cada dia também revela hábitos, crenças, diferenças sociais, comportamento que variam conforme as estações climáticas, os dias da semana as datas comemorativas, a cultura e também as oscilações da economia do país (PEDROSA, 2011).

Quando se fala em gerenciamento de resíduos, deve-se considerar tanto a ação dos setores públicos, privados e a comunidade em geral, quanto à dos catadores. Nas ruas, eles beneficiam a limpeza urbana e, por vezes, passam despercebidos. Assim, eles coletam resíduos recicláveis antes do caminhão da coleta comum da prefeitura, reduzindo os gastos com a limpeza pública. Além disso, os catadores fazem uma seleção dos resíduos por tipo que lhe interessem para uma futura comercialização. A comercialização é feita através da negociação com um intermediário. Na transação da venda, é possível que se estabeleça uma valorização do trabalho do catador, possibilitando a sua sobrevivência como troca da continuidade do seu trabalho. Após, o intermediário encaminha o material adquirido do catador para a indústria. Essa indústria se beneficiará, pois utilizará tal material para a produção de novos produtos, poupando recursos naturais (JARDIM, 1996).

Conforme afirma Lima (2001), os resíduos sólidos são um problema sanitário grave se não forem gerenciados adequadamente. A solução no tratamento dos

resíduos visa, assim como outras medidas de saneamento, a prevenir doenças. Também aponta como alvo da coleta seletiva materiais recicláveis, como plásticos, vidros e metais, o que soma 38% do peso dos resíduos, mas representa em volume uma parcela ainda maior. O volume é o espaço que tais materiais ocupam em um aterro. Se todos os materiais fossem minuciosamente separados, a maior parte dos resíduos seria reaproveitável.

A usina de triagem é o local onde os resíduos de coleta normal e, sobretudo, os resíduos de coleta seletiva são separados, a fim de que os materiais recicláveis possam ser encaminhados à indústria de reciclagem. Somente os resíduos que não são reaproveitáveis é que deverão, então, ir para a disposição final (LIMA, 2001).

Ainda, Lima (2001), diz que a população tem responsabilidade com a usina de triagem em um sistema de uma coleta seletiva, pois é ela que deve separar os resíduos dos domicílios e estabelecimentos. Caberia aos funcionários da usina terminar essa separação, sem a necessidade de triagem completa do material. Segundo o autor, do resíduo que chega a uma usina de triagem, recupera-se em média 3% de recicláveis. Porém materiais como papel e papelão são geralmente não passíveis de reciclagem por estarem sujos com matéria orgânica ou misturados com papel sanitário. Dentro de uma coleta seletiva, dos materiais triados, recupera-se cerca de 90% de recicláveis, sendo os 10% restantes rejeitos. Já na coleta normal, os rejeitos representam 42% dos resíduos em média.

O lixo mal acondicionado é um dos grandes causadores da poluição, sendo fator de risco para a população. As aves, os insetos, os ratos e os microorganismos criados nesse ambiente ao entrarem em contato com a população, podem causar o aparecimento de doenças como: dengue, febre amarela, disenterias, febre tifóide, cólera entre outras (SISINNO; OLIVEIRA, 2000). Esse conjunto de fatores ainda pode provocar efeitos maléficos através de:

- Agentes físicos – lixo acumulado em margens dos cursos de rios, lagos ou canais de drenagem e de encostas, provocando assoreamentos e deslizamentos se tornando um risco à população.
- Agentes químicos – poluição atmosférica causada pela queima do lixo a céu aberto ou gases liberados por deposição incorreta de resíduos; contaminação do solo e do lençol freático por substâncias químicas presentes na massa dos materiais.

- Agentes biológicos – resíduo depositado em locais inadequados, que por sua vez se torna local propício para proliferação de vetores, transmissores de doenças.

Ainda no contexto relacionado aos resíduos sólidos domésticos, existem maneiras para diminuir o dano causado pelo resíduo mal acondicionado. Conforme Salinas e Vázquez (2006), entre as mais simples, está a regra dos 3 R: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Essa política consiste em promover uma economia de energia, trabalho e recursos ambientais, o que consiste em diminuir a quantidade de lixo na sua origem.

A redução da quantidade de lixo não é uma tarefa muito fácil, principalmente por estarmos inseridos em um padrão de consumo pouco sustentável, em meio a muitas ofertas e políticas consumistas. Esse padrão aumenta o uso de recursos naturais para fabricação de produtos em questão e produz uma imensa quantidade de resíduos gerados (SALINAS; VÁZQUEZ, 2006).

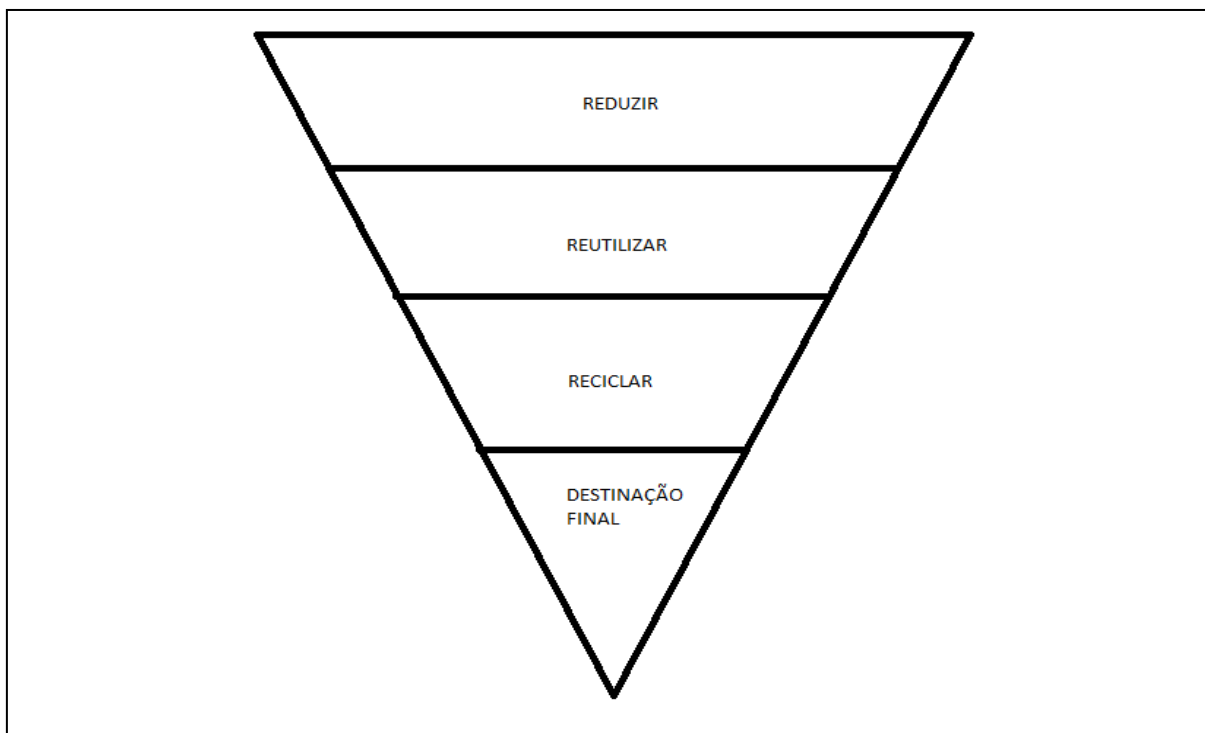
Segundo Salinas e Vázquez (2006), a reutilização é uma maneira de diminuir o volume dos descartes, a serem encaminhados a uma destinação correta. Podemos citar o vidro como um dos objetos com maiores características para reuso, na comercialização de refrigerante e cerveja, por exemplo. Contudo, reciclar é a tarefa mais complexa, pois parte da consciência individual, passando por todas as esferas da sociedade, ou seja, a reciclagem já parte da separação do resíduo em nossa casa, no comércio, na indústria, e em outras esferas da sociedade

Esta lógica de produção e destinação de resíduos na política dos 3 R é demonstrada pela Figura 2.

3.7 Métodos de tratamento e destinação de resíduos sólidos domésticos

Entre os métodos de tratamento e destinação dos resíduos abordados nesse trabalho, enquadram-se a disposição final em aterro sanitário, a reutilização dos materiais coletados em meio aos resíduos, a destinação para reciclagem e o tratamento através do processo de compostagem.

Figura 2 – Política dos 3 R.



Fonte: Adaptado de SALINAS e VÁZQUEZ (2006).

3.7.1 Aterro sanitário

Pode-se definir aterro sanitário como a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem prejuízo à saúde pública e à segurança, oferecendo riscos mínimos ao meio ambiente. Esse método utiliza os princípios de engenharia para confinar, em menor área possível, os resíduos sólidos, diminuindo seu volume ao máximo e cobrindo-os com uma camada de terra ao término de cada jornada de trabalho ou intervalos menores se necessário. Essa é uma definição técnica apresentada pela NBR 8.419 (ABNT, 1992).

Quando a capacidade de um aterro sanitário está esgotada, precede-se ao seu encerramento. Nessa fase, os resíduos devem receber uma cobertura que os isole efetivamente, reduzindo qualquer possibilidade de erosão ou infiltração. A estabilização do solo construído como componente ambiental pode levar décadas, pois a decomposição dos materiais continua por vários anos após o encerramento. (DALMIRO *et al.*, 2011).

Conforme Tenório e Espinosa (2004), em aterro sanitário, há drenos que conduzem os gases para a atmosfera. No interior do aterro, a população de microorganismos presentes multiplica-se transformando o material biodegradável em massa parcial ou totalmente bioestabilizada. Isso gera gases em seu processo de decomposição anaeróbia, fazendo com que a válvula de escape “dreno” funcione. O funcionamento da válvula faz com que os gases gerados dentro da célula não causem a ruptura da camada de cobertura e, juntamente, minimizem o risco de combustão no aterro.

Gerado nos aterros sanitários, o lixiviado tem como característica principal a grande quantidade de matéria orgânica e necessita de tratamento adequado a fim de se evitar a contaminação, principalmente, dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Um dos desafios do tratamento do lixiviado é a variação de vazão do efluente, que entra para a planta de tratamento, uma vez que os aterros sanitários permanecem grande período de tempo expostos ao ambiente sem nenhum tipo de cobertura. Monteiro e Mansur (2006) observam três fatores climáticos que influenciam sazonalmente na variação do lixiviado: a temperatura ambiente, precipitação pluviométrica e evapotranspiração.

A disposição incorreta ou o manuseio indevido de resíduos sólidos estão gerando ou podem gerar sérios problemas para o ambiente, inclusive provocando grande impacto nas águas subterrâneas. Aterros sanitários bem construídos (impermeabilizados e com drenos de coleta de lixiviados), operados com eficiência (com cobertura de solo ao final de cada período de serviço) e em localização correta (onde a vulnerabilidade do aquífero subjacente não tenha índices altos) são alternativas seguras para muitos resíduos, mas não para todos.

Vários estudos de poluição das águas subterrâneas mostram que todo lixão provoca algum tipo de poluição nas mesmas; desta forma, é de se presumir que também muitos aterros sanitários, mal construídos, poderão estar alterando a qualidade dos aquíferos. Assim, preocupações como a contaminação do solo e dos recursos hídricos, das plantas, dos animais e do homem, decorrente da presença de elementos metálicos provenientes da inadequada disposição de resíduos sólidos, conduzem pesquisadores a direcionar seus objetivos de pesquisa a estes problemas (OLIVEIRA; PASQUEM, 2004).

Considerando diferentes níveis populacionais e territoriais, a construção de um aterro sanitário é considerada uma das maneiras mais adequadas para destinação final do resíduo. Dessa maneira, esse método de disposição final de rejeito seria compatível com as características previstas no município que faz parte do projeto piloto deste trabalho - Sério - pois, juntamente com os municípios

vizinhos, G8¹, possibilita a viabilização de rateio de custos operacionais e administrativos. Além disso, a implementação de um aterro sanitário traria ganhos em escala, possibilitando a contratação de serviços profissionais de operação do aterro, a otimização do uso de máquinas e equipamentos, a redução do número de áreas utilizadas e de possíveis focos de contaminação ambiental e, ainda, a concentração das ações de fiscalização do órgão ambiental competente. Esse método foi proposto no estado do Paraná conforme descrito por Suzuki e Gomes (2009). A realização resultou na identificação de 58 sedes operacionais que centralizaram a destinação final dos resíduos sólidos urbanos de 377 municípios mediante a formação dos consórcios intermunicipais, compreendendo 97,3% do total da população urbana do Estado.

Tratando-se de aterro sanitário, deve-se levar em conta que o mesmo precisa apresentar uma vida útil considerável, superior a dez anos. Após o fechamento do aterro, a área não poderá ser usada para fins de construção. O plantio de gramíneas e vegetação rasteira é a mais aconselhada para se realizar sobre o aterro. Ao redor do aterro, deverá ser implantada uma cerca verde, de preferência com vegetação nativa. Além disso, deve ser efetuado um monitoramento ambiental da área na qual a célula está construída, tanto referente à análise de águas superficiais e subterrâneas, quanto à análise do solo. O aterro sanitário é a única opção aceita atualmente para a destinação dos resíduos que não podem ser reciclados ou compostados. Entretanto, os mesmos muitas vezes recebem inadequadamente resíduos reaproveitáveis e recicláveis. Essa realidade determina que os aterros tenham a sua vida útil reduzida, sendo necessária a construção de um novo aterro em menos tempo, o que é oneroso e ocupa grandes espaços (PECORA, 2006).

¹ Grupo de municípios do Vale do Taquari e do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, formado pelos municípios de Boqueirão do Leão, Progresso, Sério, Canudos do Vale, Marques de Souza, Forquetinha, Santa Clara do Sul e Cruzeiro do Sul. São municípios de pequeno porte, que se uniram para atingir notabilidade no cenário estadual e nacional.

3.7.2 Reutilização

A reutilização de material coletado em meio ao rejeito, advindo da coleta seletiva, é uma das maneiras de diminuir a quantidade de material que será encaminhado a um aterro sanitário ou outro destino. Se esse material não for reutilizado, necessitará de um tratamento adequado, que gerará custos altos para a manutenção desse processo (IPT, 1996).

Podemos citar o vidro como sendo um dos principais materiais que são reutilizados. Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, (IPT, 1996) o vidro é um material não poroso que resiste a temperaturas de até 150 °C (vidro comum) sem perder nenhuma de suas propriedades físicas e químicas. Por essa razão, o vidro pode ser reutilizado várias vezes com a mesma finalidade.

A possibilidade de poder lavar e esterilizar embalagens de vidro faz com que essas embalagens retornem várias vezes ao mercado, sendo usadas basicamente para conter cervejas, refrigerantes e água. Assim, as embalagens de vidro apresentam certas vantagens sobre as não retornáveis, desde que o processo de esterilização seja feito de forma segura e por equipe capacitada (IPT, 1996).

Importante enfatizar que somente as embalagens de vidro retornáveis, projetadas especificamente para serem reutilizadas, devem ter essa finalidade. Todas as outras, por exemplo, lâmpadas, devem, obrigatoriamente, ser quebradas e encaminhadas para reciclagem (IPT, 1996).

3.7.3 Reciclagem

Os resíduos sólidos, os quais são comumente enviados à reciclagem, são considerados, nessa nova etapa, parte da matéria prima que pode ser transformada em novos materiais. Entretanto, de acordo com Gominho *et al.* (1996), durante anos não se pensou na destinação correta dos rejeitos desse processo de produção, que, por vezes, eram simplesmente descartados.

Através desse trabalho, foi possível visualizar a quantidade de resíduo doméstico gerado no município de Sérgio/RS, podendo, a partir disso, traçar um plano

para reaproveitar parte do material. A reciclagem é uma das opções de aproveitamento. Essa proposta possibilita a venda do material reciclado, como, também, o não encaminhamento direto a um aterro sanitário, onde demoraria décadas ou até mesmo centenas de anos para se decompor. Essa percepção faz com que prefeituras se habilitem aos incentivos governamentais, os quais dão suporte à implantação de projetos no campo do saneamento ambiental e tratamento dos resíduos sólidos domésticos para melhor gerenciá-los (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007).

A escassez de matérias-primas não renováveis e o acúmulo de lixo descartado no meio ambiente, tornaram imperativo que se pensasse numa forma de se reutilizar os resíduos, que eram simplesmente descartados no meio ambiente. Com isso, começou-se a criar técnicas capazes de coletar, separar e processar esses materiais para que pudessem ser reusados como matéria-prima (GOMINHO *et al.*, 1996).

Explica Quercus (1998) que na Europa, onde a atividade de catadores de papel é regulamentada, cerca de 20% de todo lixo é reciclado. No Brasil, onde a coleta é feita por catadores informais, esse índice fica em torno de 17,5%. O Rio Grande do Sul, em particular, ocupa lugar de destaque dentre os estados brasileiros, ficando com o primeiro lugar no ranking com 27,6% de reciclagem de todo lixo que gera.

Conforme a Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2010), na reciclagem do vidro, economizam-se matérias-primas como a areia e o calcário, e em seu processo de reciclagem nenhum material é desperdiçado e não existe riscos de poluição ao meio ambiente. O Brasil recicla cerca de 46% de todo vidro utilizado. Tratando-se de embalagens longa vida, tetra pak, o Brasil recicla 25%, as quais são reutilizadas na fabricação de papel Kraft e para a obtenção de fibras de plástico e alumínio, utilizadas na fabricação de vassouras, canetas, placas, telhas.

Segundo a ABRE (2010), juntando o aço proveniente de latas de aço, eletrodomésticos, carros velhos e outras embalagens, chega-se a um percentual de 70% de reciclagem desse tipo de material no país. O Brasil é um dos maiores recicladores de alumínio do mundo. Em 2007 reciclou 96,5% de todo alumínio que

consumiu ficando na frente dos EUA com 51,6% e do Japão com 90,9%. Ao ser reciclado, o alumínio não perde suas propriedades originais, podendo ser reutilizado para diversas outras aplicações, por exemplo, embalagens para produtos alimentícios.

Tratando dos plásticos, eles podem ser encaixados em diferentes tipos, de diferentes composições químicas. Esse material deve ser identificado e separado antes de passar pelo processo de reciclagem. O Brasil ocupa o 4º lugar no ranking de países que mais reciclam seus plásticos rígidos e filmes, atingindo o percentual de 16,5%. Com esses números, fica atrás apenas da Alemanha, da Áustria e dos EUA. A falta de informações sobre a reciclagem e o valor econômico da garrafa PET, além da ineficácia do sistema de coleta seletiva, faz com que apenas 51,3% desse material seja reciclado no Brasil, mesmo assim, o país é líder mundial na reciclagem da PET. Dessa reciclagem, consegue-se matéria-prima para a produção de fibras de poliéster, resinas para tintas, vernizes, adesivos, tubos, etc. (ABRE, 2010).

Referindo-se ao papel e papelão, 49,5% do papel utilizado no Brasil são reciclados. A maior parte é reutilizada pela indústria de embalagem. Assim como o plástico, o papel também passa por uma etapa de triagem e classificação antes de ir para a reciclagem. (ABRE, 2010).

3.7.4 Compostagem

A compostagem é uma técnica aplicada há muitos anos, principalmente por agricultores que se encontram na zona rural. Justamente por se encontrar em um meio rural, onde é possível estabelecer facilmente lugares para compostagem, lugares isolados e de fácil manuseio pelo agricultor, tal técnica ajuda de forma abundante a melhorar a qualidade da terra. O processo consiste na produção de um composto orgânico a partir de restos de alimentos, vegetais ou qualquer tipo de material orgânico. Os materiais mais compostáveis e comuns são: casca e bagaço de frutas, grama roçada, cinzas, resto de alimentos, legumes, ovos entre outros. Conforme Kiehl (2004), essa técnica é recomendada para cidades com população abaixo de 200 mil habitantes.

Para a aplicação da técnica de compostagem, Kiehl (2004) são feitas pilhas triangulares, trapezoidal ou monte com este resíduo, também chamado de leira (previamente impermeabilizado e, se necessário, com cobertura para a chuva), onde ocorre o processo de decomposição aeróbia ou anaeróbia, dependendo das condições disponíveis e/ou desejadas. A compostagem é definida como ato ou 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.

Entre alternativas de processos para compostagem, a mais simples e barata é aquela que contém o processo manual, recomendada para municípios com até 60 mil habitantes, onde se enquadra o município de Sério. Deve-se ressaltar aqui as vantagens da compostagem em relação ao aterro sanitário. Essa condição de compostar resíduos orgânicos está diretamente ligada à diminuição do volume do material que seria destinado ao aterro. O material composto serve como adubo para jardins, gramados ou para uso em geral (MARIN, 2011).

Conforme Marin (2011), o método da compostagem passa por diversos procedimentos e processos naturais até virar um composto útil para o solo. Alguns desses processos são:

Separação dos resíduos: A separação do material orgânico dos demais resíduos do lixo pode ser efetuada na fonte (separação doméstica e coleta seletiva) ou na usina de triagem e compostagem. Dependendo da quantidade gerada, a separação é realizada por uma esteira, fixa ou móvel, ou ainda de forma manual. São utilizados, nesse processo, equipamentos de proteção individual, luvas, óculos e máscaras. Nessa seção, a matéria-prima é separada para utilização na compostagem, considerada um processo físico.

Formulação: Na formação das pilhas ou leiras, a mistura de diferentes tipos de resíduos, com a combinação de materiais frescos e secos, proporciona uma melhor reação no processo de compostagem e permite a aceleração da ação da bactéria para decompor os materiais.

Degradação: O processo é caracterizado por manter o controle da umidade, temperatura, vetores e maus odores na mistura dos componentes orgânicos. Para

que a degradação ocorra com melhor eficiência são necessários alguns cuidados nos procedimentos.

Na degradação ocorre o processo da pasteurização, o que elimina patógenos nocivos à saúde humana, animal ou vegetal. Consiste no aumento natural da temperatura do composto pela ação de determinadas bactérias, conhecidas como termofílicas, que se reproduzem nesta temperatura, a qual fica em torno de 55°C. Manter a temperatura diminui o tempo de compostagem e favorece a pasteurização (MARIN, 2011).

Aeração: O oxigênio que infiltra no processo de decomposição age junto com a degradação, evitando maus odores. A mistura frequente das leiras, juntamente com a umidade correta, proporciona uma melhor condição na deterioração que fica entre 40% e 60%. A drenagem ou encharcamento das leiras são realizadas somente quando necessário.

Segundo Lima (2004), a temperatura onde se encontram as melhores condições para que o processo da compostagem tenha maior eficiência (segura) está entre 23°C e 70°C, sendo que temperaturas inferiores a 37°C tornam o processo mais lento e não eliminam por completo possíveis patógenos. No momento em que a temperatura se encontra acima de 60°C, os processos podem ser inibidos ou acessados rapidamente.

Maturação: Após a digestão completa, a massa é levada para o pátio de maturação, onde é lentamente transformada em composto curado. Nos eventos aeróbios, a maturação pode ocorrer entre 60 a 120 dias, enquanto nos processos anaeróbios o tempo de maturação do composto excede 180 dias (LIMA, 2004). Para uma posterior comercialização, o composto é peneirado para a retirada de eventuais partículas não orgânicas (plásticos, vidros, metais, entre outros).

Podem-se citar benefícios do composto advindo da compostagem (MARIN, 2011):

- ✓ Melhoria da estrutura do solo, tornando-o poroso e agregando suas partículas que se transformam em grânulos;
- ✓ Aumento da capacidade de absorção e retenção da água no solo;
- ✓ Aumento da estabilização do pH do solo;

- ✓ Retenção dos macronutrientes, impedindo seu arrastamento pela água das chuvas;
- ✓ Maior retenção de nutrientes no solo.

Os proveitos do processo de compostagem podem ser utilizados pela administração pública em parques, jardins e praças para uma melhor fertilização de flores e gramados; em escolas e entidades na construção de hortas para enriquecer a alimentação dos estudantes na rede pública; na comercialização dos produtos dos agricultores de pequeno porte, a fim de melhorar sua produtividade (KIEHL, 2004).

3.8 Legislação

O problema dos resíduos sólidos abrange todo o Brasil (estados e municípios). A seguir, são citadas leis pertinentes ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos, começando pela Legislação Federal, passando pela Estadual e finalizando pela Municipal.

3.8.1 Legislação Federal

Tratando-se da legislação federal referente aos resíduos sólidos, citam-se alguns artigos da lei que trata dos deveres e responsabilidades dos poderes públicos e entidades competentes para um gerenciamento integrado com a comunidade. A incorporação possui o intuito de destinar de forma correta todo resíduo gerado na reutilização, reciclagem e compostagem dos materiais. Conforme é citado na Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Art. 3º Para os efeitos da Lei nº 12.305, entende-se por:

VII - destinação final ambientalmente adequada: Encaminhando o resíduo final para a reutilização, a reciclagem, a compostagem, recuperando seu potencial energético, com normas operacionais específicas, para evitar qualquer risco à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

X - Gerenciamento de resíduos sólidos: considerado uma ação em conjunto, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta seletiva, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente correta, de acordo

com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, exigidos na forma desta lei;

XIV - Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos com uma separação adequada do material com potencial de reciclagem, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes;

XVIII - Reutilização: considerado o aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.

3.8.2 Legislação Estadual

Conforme Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993, referente à gestão dos resíduos sólidos, designa aos órgãos competentes e comunidade o reaproveitamento de todo o material possível, minimizando ao máximo a quantidade que será encaminhada à disposição final.

Art. 1º - A segregação dos resíduos sólidos na origem, com separação prévia dentro de casa, visando seu reaproveitamento otimizado, é de responsabilidade de toda a sociedade, em escolas, setor público entre outros e deverá ser implantada gradativamente nos municípios, mediante programas educacionais e projetos de sistemas de coleta seletiva.

Parágrafo 1º - Os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta do Estado ficam obrigados à implantação da coleta seletiva interna dos seus resíduos sólidos.

Parágrafo 2º - A priorização dos processos de reaproveitamento dos resíduos sólidos, através da coleta seletiva ou da implantação de projetos de triagem dos recicláveis e o reaproveitamento da fração orgânica, após tratamento (compostagem), na agricultura, utilizando formas de destinação final, preferencialmente para os rejeitos desses procedimentos.

Art. 3º - Os sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos terão como instrumentos básicos planos e projetos específicos de coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final. Deve-se aperfeiçoar todas as etapas, reutilizar e reciclar todo material possível, tratando a matéria orgânica em uma compostagem. Assim licenciados pelo órgão ambiental do Estado, tendo como metas a redução da quantidade de resíduos gerados e o perfeito controle de possíveis efeitos ambientais.

Parágrafo 1º - Fica vedada a descarga ou depósito de forma indiscriminada de resíduos sólidos no solo e em corpos de água. Em lugares inadequados para disposição final.

Parágrafo 2º - A acumulação temporária de resíduos sólidos de qualquer natureza somente será tolerada, caso não ofereça risco de poluição ambiental, mediante autorização prévia do órgão ambiental do Estado.

3.8.3 Legislação Municipal

Conforme o órgão responsável pelo Departamento do Meio Ambiente do município de Sérgio/RS, não consta nenhuma lei municipal específica se referindo à gestão dos resíduos sólidos domésticos. Portanto, para exercer a função da gestão dos resíduos, o município baseia-se na Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993 e na Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que responsabilizam a administração municipal de coletar os resíduos, reaproveitando do lixo tudo que for possível, reciclando, reutilizando e compostando.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir é feita uma breve descrição do Município de Sério/RS e dos resíduos sólidos domésticos gerados pela comunidade. A caracterização dos resíduos resultou na obtenção de dados mais específicos quanto à geração, classificação e quantização dos mesmos. Posteriormente são apresentados os materiais e métodos utilizados para a execução das tarefas.

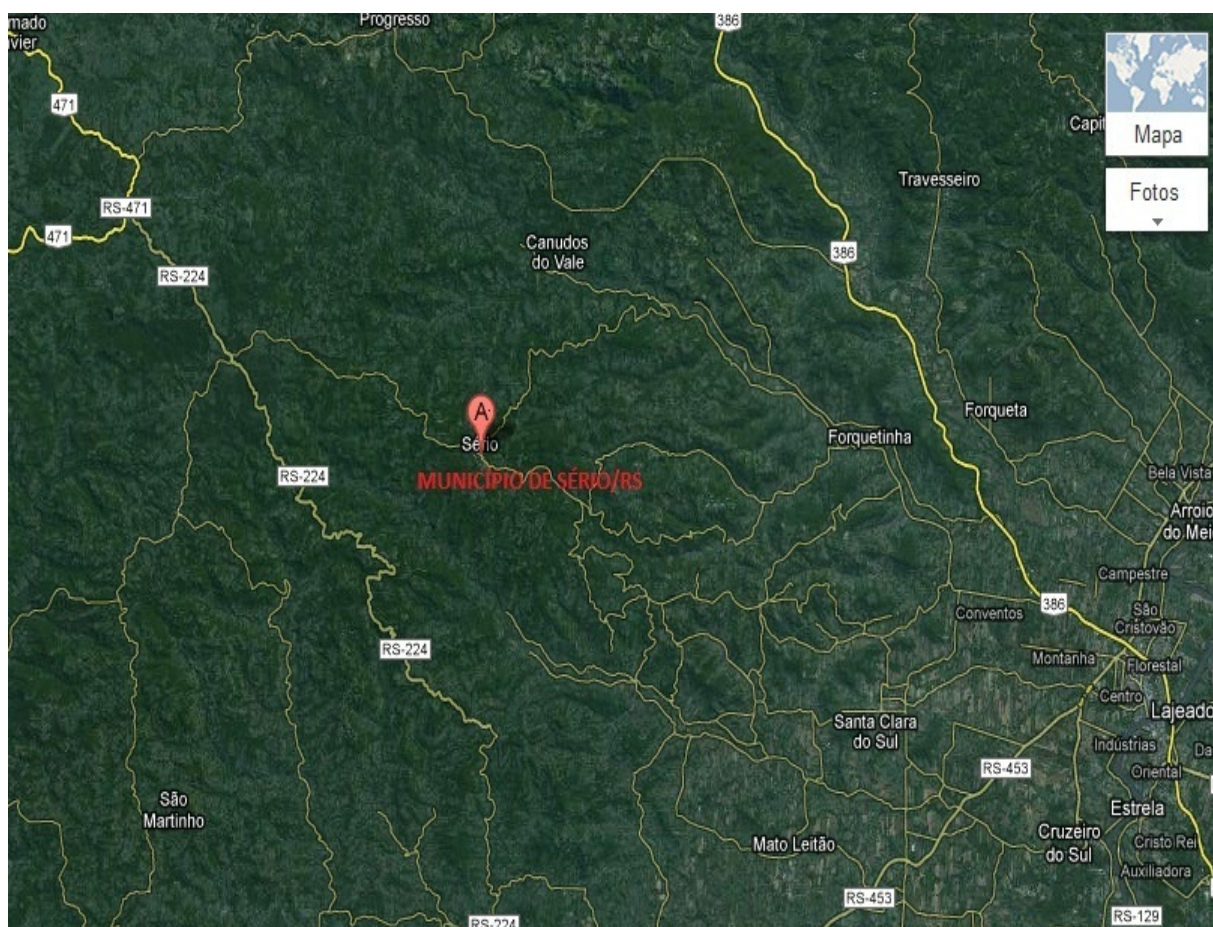
4.1 Descrição do Município de Sério/RS

O município de Sério/RS foi criado em 20 de março de 1992 pela Lei Estadual nº 9.594. Está localizado no Vale do Taquari, distante 164 km de Porto Alegre e 45 km da cidade de Lajeado. Faz divisa com os municípios de Forquetinha, Santa Clara do sul, Venâncio Aires, Boqueirão do Leão e Canudos do vale. Sua área territorial é de 99,627 km² e sua população é de 2.281 habitantes (IBGE, 2010).

A história do município está diretamente ligada às atividades praticadas por imigrantes, como a agricultura e a pecuária. Hoje, essas atividades permanecem juntamente com a atividade industrial, trazendo o desenvolvimento para o município. As principais atividades desenvolvidas na área rural de Sério são a agricultura, silvicultura e pecuária.

Podemos visualizar, na Figura 3, a localização do município de Sério e de seus municípios vizinhos do Vale do Taquari e Rio Pardo.

Figura 3 – Localização do município de Sério e municípios de divisa. Coordenadas: 29°23'01.87" S e 52°16'12.15" O.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2012).

4.2 Procedimentos metodológicos

Este estudo foi elaborado/organizado através do levantamento de dados sobre a composição, caracterização e quantificação gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos gerados no município de Sério/RS. Com vistas a determinar formas de gerenciamento e disposição final. Atualmente o resíduo é recolhido pela prefeitura por um caminhão caçamba, e mantido nesse até a chegada de outro veículo dessa natureza pertencente a uma empresa terceirizada. Esse último caminhão recolhe o resíduo e dá a ele uma destinação final. A empresa terceirizada recebe um valor fixo mensal por se responsabilizar pela destinação final. O valor atual mensalmente pago é R\$ 6.700,00, conforme informações da própria prefeitura municipal, tornando-se um gasto fixo e significativo ao município.

A administração municipal considera importante conhecer a quantidade de resíduo gerado, para gerenciá-lo. Esse gerenciamento pode destinar parte dos resíduos para reutilização, reciclagem e compostagem, desembocando em uma destinação final correta do rejeito com custos menos significativos. Para a destinação do rejeito, é necessário um local propício para depositá-lo (aterro sanitário). Contudo, esse passo elevaria o custo financeiro do processo.

A execução do trabalho foi realizada conjuntamente com a prefeitura municipal de Sério, que, ciente da relevância deste estudo, se dispôs a auxiliar, com mão de obra, equipamento e espaço físico. Tendo em vista que o resultado deixa a possibilidade de reaproveitar parte do material recolhido junto ao resíduo. O galpão foi o espaço físico cedido para o desenvolvimento do trabalho. O galpão serve diariamente como garagem para os veículos públicos e se caracteriza por ser um lugar protegido do sol e da chuva, proporcionando, por isso, melhores condições àqueles que executavam as tarefas. A triagem dos resíduos foi realizada em dias específicos dos meses que ocorreu o estudo.

O local que foi realizada a triagem se encontra ao lado do centro administrativo municipal, dentro do território da própria prefeitura no perímetro urbano da cidade, conforme Figura 4.

Tradicionalmente os resíduos domésticos são acondicionados em sacolas plásticas, embalagens de papel ou papelão, e dispostos em lixeiras coletoras posicionadas em frente às residências ou em pontos estratégicos de coleta, onde ocorre a maior circulação de pessoas, como feiras, praças ou outros estabelecimentos públicos, de acordo com a ilustração da Figura 5. Existem lixeiras individuais e lixeiras comunitárias, normalmente dispostas em quadras/lotas ou em localidades rurais, as quais abrigam os resíduos de fontes geradoras até que ocorra a coleta. Outra prática de disposição do lixo é posicioná-lo para recolhimento na calçada ou na proximidade das estradas (em caso de vias rurais). Tal prática está atrelada ao fato de não existir número suficiente de lixeiras e/ou atrelada às características socioculturais da região, fazendo com que o acúmulo de lixo esteja disposto de forma incorreta, ainda que por breve período.

CENTRO URBANO DO MUNICÍPIO

SEDE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SÉRIO/RS

GARAGEM OCUPADA PARA A SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Figura 5 – Lixeira coletiva para disposição dos resíduos sólidos domésticos.



Fonte: do autor (2011).

Os resíduos sólidos domésticos são recolhidos duas vezes por semana, terça-feira e quinta-feira, no centro urbano do município, e uma vez a cada seis meses no interior. Para essa coleta específica dos resíduos sólidos do interior, a prefeitura divulga, pela rádio comunitária local, *Sentinel FM*, o dia em que o caminhão responsável pela coleta irá recolhê-los. Desse modo, os habitantes rurais armazenam o lixo em sacos e deixam-no na beira da estrada onde passa o veículo. Se houver feriado no dia que comumente se faz a coleta, a mesma é antecipada ou adiada conforme necessidade e disponibilidade da equipe que realiza essa atividade.

O veículo responsável pela coleta dos resíduos sólidos domésticos do município é um caminhão caçamba da própria prefeitura municipal de Sério, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Caminhão responsável pela coleta dos resíduos sólidos domésticos.



Fonte: do autor (2011).

Durante o período de seis meses, de novembro de 2011 a abril de 2012, a separação gravimétrica foi realizada. Após o recolhimento dos resíduos sólidos domésticos, e antes de descarregá-los para coletar as amostras e realizar a sua classificação e quantificação, colocou-se uma Geomembrana sobre o solo, no local

da triagem. A Geomembrana, como medida de prevenção, evitou qualquer contaminação do solo pelos resíduos advindos do caminhão. Ilustração na Figura 7.

Figura 7 – Resíduos Sólidos Domésticos descarregados do caminhão coletor sobre a Geomembrana.



Fonte: do autor (2011).

Para a caracterização, foi utilizado o método gravimétrico de resíduos sólidos domésticos, descrito por Consoni *et al.* (1995). Esse método consiste em retirar quatro amostras, uma do topo do monte de lixo e as outras três da base. As amostras retiradas foram colocadas em um tambor de 200 litros de volume, (Figura 8).

A divisão dos resíduos seguiu uma tabela de classificação previamente elaborada, contendo quatorze tipologias diferentes:

Figura 8 – Tambor utilizado para coleta das amostras dos resíduos sólidos domésticos.



Fonte: do autor (2012).

- ✓ **Materiais orgânicos:** Cascas de frutas, restos de erva-mate, restos de comida, folhas secas e todos resíduos suscetíveis de compostagem;
- ✓ **Fraldas:** Fraldas descartáveis e absorventes higiênicos;
- ✓ **Papel higiênico:** Qualquer tipo de papel sanitário, guardanapos de papel e toalhas de papel;
- ✓ **Plástico filme:** Sacolas plásticas e embalagens de alimentos;
- ✓ **Plástico rígido:** Embalagens de alimentos, garrafas plásticas (exceto garrafas pet), embalagens de produtos de limpeza e de higiene pessoal;
- ✓ **Pet:** (politereftalato de etileno): Garrafas plásticas de bebidas como refrigerante, água mineral e ainda embalagens plásticas que não apresentavam risco de contaminação, sobretudo de produtos de limpeza e de alimentos. Esse material poderia ter sido enquadrado

como plástico rígido, porém, em função do seu valor comercial significativo, optou-se por uma classificação exclusiva;

- ✓ **Papel/jornal:** Jornais, cadernos, quaisquer restos de papéis e embalagens de papel em geral que não apresentavam demasiada sujeira;
- ✓ **Papelão:** Restos de caixas de papelão, embalagens, capas de cadernos e qualquer outro tipo de papelão;
- ✓ **Tetra Pak:** Embalagens cartonadas como caixas de leite, creme de leite e de leite condensado, além de embalagens de suco de frutas industrializado;
- ✓ **Vidro:** Garrafas de bebida, embalagens de remédios e perfumes, além de cacos de vidro em geral;
- ✓ **Metal:** Latas de bebida e alimentos, independente de serem de metal ferroso ou não;
- ✓ **Trapos:** Restos de tecidos e roupas;
- ✓ **Madeira:** Palitos de picolé e/ou qualquer resto desse material;
- ✓ **Rejeito:** Resíduos que não se enquadravam em nenhuma outra classificação, como pilha, bateria, isopor, borracha, pneu.

É válido ressaltar que os materiais encontrados durante a triagem pertencentes aos resíduos recicláveis que apresentaram muita sujeira ou contaminação por óleo, gasolina, agrotóxico ou qualquer substância que possa comprometer sua qualidade, foram considerados rejeitos (Figura 9). Na imagem há também materiais de alta periculosidade, como lâmpadas, bateria, pilhas que, somados, representaram valor de volume significativo.

Figura 9 – Rejeito dos resíduos sólidos.



Fonte: do autor (2012).

Após a coleta e a disposição dos resíduos sobre a lona e após a pesagem das amostras, começou-se a abrir as sacolas plásticas. O conteúdo foi totalmente despejado sobre a Geomembrana e classificado item por item. É possível visualizar na Figura 10, o momento em que se executava a separação dos resíduos pesquisados.

Em seguida, depois de já realizada a separação e a classificação dos materiais, começou-se a ensacar os resíduos seguindo a tabela de classificação elaborada. O conteúdo selecionado foi acomodado em sacos plásticos de cor preta, com 100 litros de volume, para posterior pesagem, conforme Figura 11. Dessa forma, soube-se a porcentagem em relação ao peso, de quanto cada material representava da amostra total.

Figura 10 – Separação dos resíduos sólidos domésticos.



Fonte: do autor (2012).

Figura 11 – Ensacando os resíduos sólidos domésticos já classificados após triagem.



Fonte: do autor (2012).

Com os materiais já separados de acordo com suas características e ensacados de forma individual, pesou-se cada resíduo conforme sua classificação. Para isso usou-se uma balança com capacidade de pesagem de 300 kg, a qual permaneceu sobre o solo e possui uma base de madeira que facilita a pesagem do material (FIGURA 12).

Figura 12 – Pesagem do material classificado.



Fonte: do autor (2012).

Depois da realização do trabalho, com os resíduos completamente separados, ensacados e pesados, o material foi deixado junto com o resto do lixo que estava recolhido para que a empresa terceirizada, responsável pela coleta, recolhesse e desse a destinação final.

O cálculo do peso específico dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério aconteceu da seguinte forma: nos dias da triagem dos resíduos, que foi uma vez ao mês, pesavam-se as amostras do tambor de volume de 200 litros, que corresponde a $1/5 \text{ m}^3$. Ao término do período da triagem dos resíduos, pegou-se a média do peso dos tambores e multiplicou-se por 5, correspondendo ao peso do volume de 1 m^3 . Esse resultado está presente no capítulo a seguir.

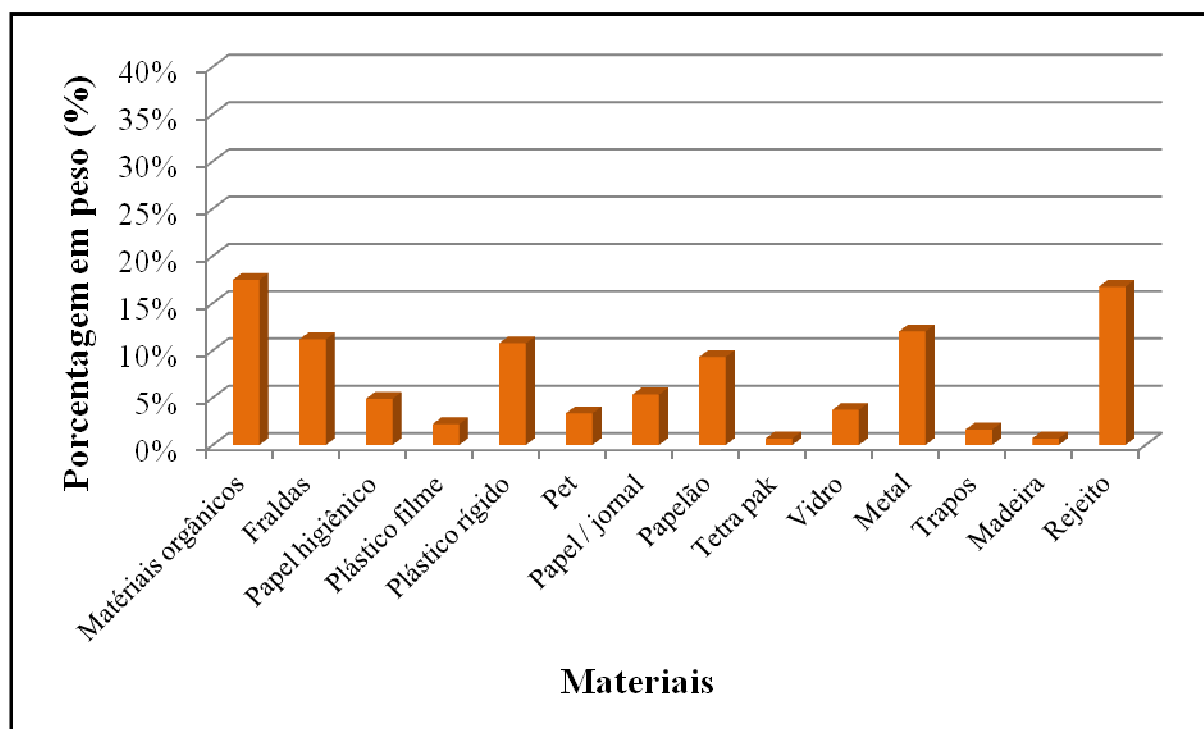
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A discussão dos resultados obtidos nos seis meses do estudo será explanada nessa seção, como também a descrição dos números mensalmente coletados. Os resultados obtidos no primeiro mês do estudo, novembro de 2011, estão apresentados no gráfico da Figura 13. Os dados se referem à classificação dos resíduos do município de Sério/RS, relacionando sua porcentagem em relação ao peso.

Na análise da figura 13 destaca-se a presença do material orgânico, que esteve presente de forma significativa, 17,47%, na separação dos resíduos sólidos domésticos do município. Sendo Sério uma cidade de pequeno porte, quase a totalidade dos moradores possui uma área para cultivo de flores, frutas ou verduras. Dessa maneira, o material orgânico poderia ser colocado e misturado junto a terra, transformando-se em humos, ao invés de ser simplesmente descartado na lixeira.

Percebeu-se ainda a presença de materiais indesejados, papel higiênico, fraldas e rejeito. Observou-se que o percentual desses materiais foi significativo: papel higiênico 4,89%, fraldas 11,18% e rejeito 16,74%. Quanto aos materiais potencialmente recicláveis, plástico filme, papel/jornal, plástico rígido, vidro, papelão, pet, metal e tetra pak, verificou-se que, juntos, somam 47,40% dos resíduos sólidos domésticos recolhidos na coleta regular na área urbana da cidade.

Figura 13 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Novembro de 2011.



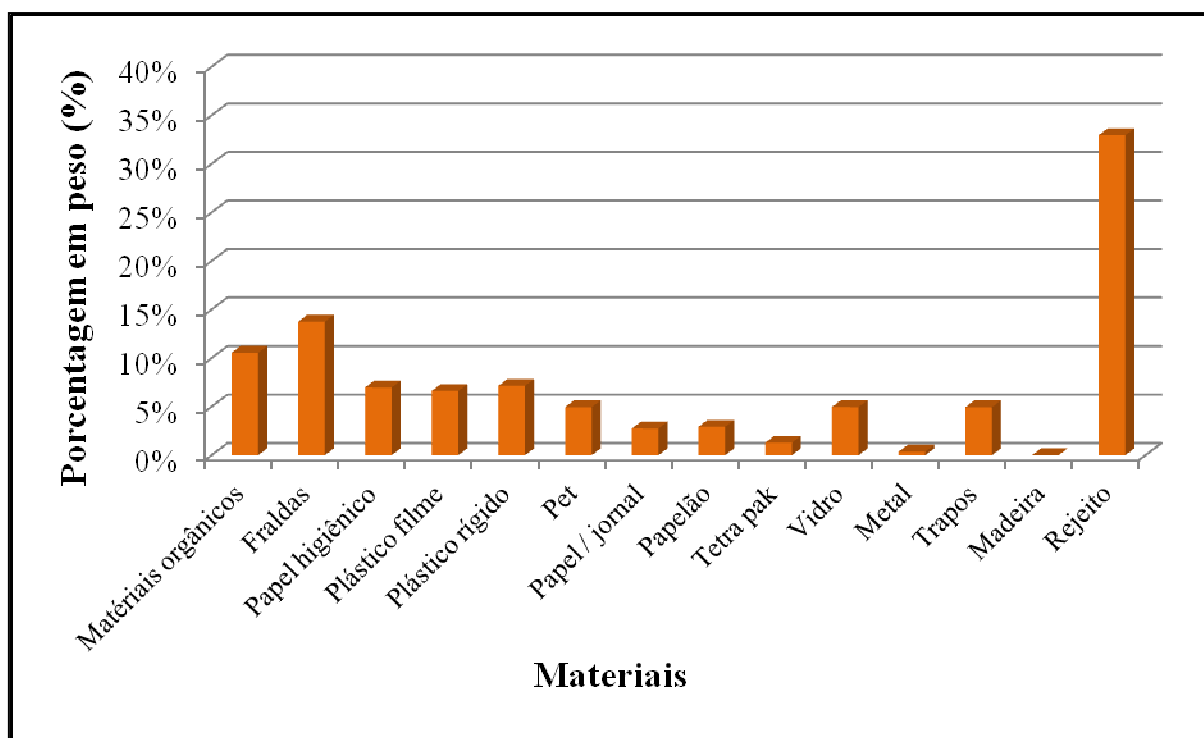
Fonte: do autor (2012).

O rejeito constitui-se, nesse trabalho, em um grupo de materiais descartados. Porém, deve-se levar em conta que os itens encontrados poderiam ser classificados individualmente e formar uma nova categoria, por exemplo, isopor, pilhas, lâmpadas e borracha. Ainda nos rejeitos, encontram-se materiais, por exemplo, embalagens de yogurtes, que seriam classificadas como plástico rígido. Porém, se essa embalagem estiver contaminada de óleo ou junto com ela estiver objetos como baterias e/ou lâmpadas fluorescente quebradas, ela deixa de pertencer à categoria plástico rígido e passa a ser classificada como rejeito.

A soma das porcentagens dos materiais, papel/jornal e papelão, resultou em 14,66%. Essa porcentagem seria menor se existissem, no município, catadores desse material. Infere-se que a baixa quantidade e a difícil comercialização dos mesmos não são atrativos para esse tipo de atividade.

A Figura 14 apresenta os resultados obtidos no mês de Janeiro de 2012, calculados da mesma forma que os anteriores, pela classificação dos resíduos sólidos domésticos recolhidos do perímetro urbano do município.

Figura 14 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Janeiro de 2012.



Fonte: do autor (2012).

Na avaliação dos dados referentes ao mês de Janeiro de 2012 (Figura 14) comparados aos dados do mês de Novembro de 2011, percebeu-se uma redução de 6,92%, da matéria orgânica presente nos resíduos. Em compensação, os rejeitos apresentaram um aumento de 16,22%, ocupando 32,96% do peso total das amostras coletadas. Destaca-se que nas amostras foram encontrados muitos materiais misturados com sujeira, como vasos de flor composto por cerâmica.

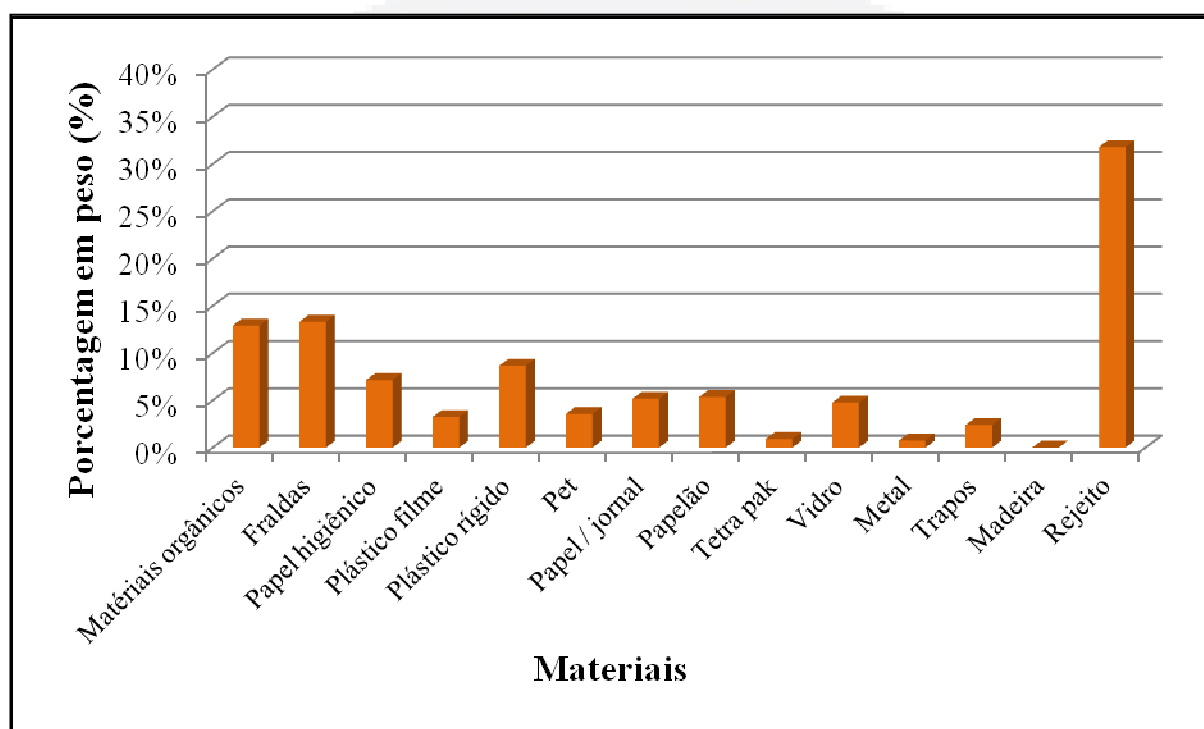
Os materiais como fraldas descartáveis e papel higiênico se mantiveram presentes nos resíduos coletados com um pequeno aumento 3,66%, em relação aos dados comparados ao mês de Novembro de 2011. Já os materiais com poder de reciclagem estiveram presentes com uma variação negativa de 16,41%, apresentando um total de 30,99%.

A madeira, por sua vez, foi o único item dos classificados que não esteve presente nos materiais coletados. Ela é um material que serve para outros fins, utilizada geralmente para queima, pois muitas famílias possuem fogão a lenha. Fazendo uso da madeira, economizam-se botijões de gás de cozinha, que são

geralmente comprados na cidade. Tratando-se dos trapos, percebeu-se um aumento de 3,32% em relação ao gráfico anterior.

Seguindo nosso trabalho em busca dos dados referentes aos resíduos sólidos domésticos do município de Sérgio/RS, se discutirá os resultados do mês de Fevereiro de 2012. Informações presentes no gráfico da Figura 15.

Figura 15 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sérgio/RS de Fevereiro de 2012.



Fonte: do autor (2012).

No mês de Fevereiro de 2012, a matéria orgânica esteve presente com um pequeno acréscimo de 2,36% em relação ao mês de janeiro de 2012, o que pode ser considerado um aumento não muito relevante. Já os materiais indesejados, como as fraldas descartáveis e papel higiênico, mantiveram-se praticamente estáveis em relação ao mês anterior, mas, mesmo assim, somaram 20,46% do resíduo total do mês.

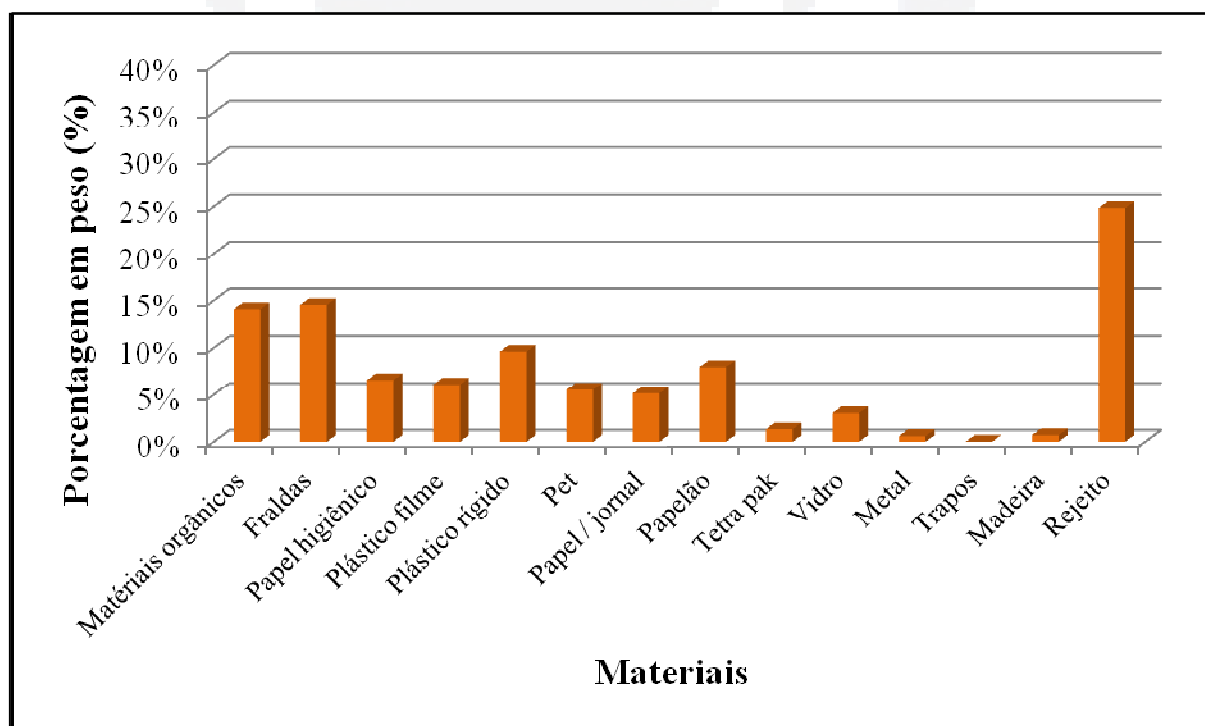
Os materiais recicláveis estiveram presentes pelo terceiro mês consecutivo, apresentando um resíduo em destaque em relação dos demais: o plástico rígido, ocupando a porcentagem de 8,66% do total dos materiais separados. Juntamente

com o plástico rígido, os outros materiais recicláveis resultaram em uma soma de 32,45%. Expõe-se a soma dos resíduos recicláveis, pois esses poderiam ser reaproveitados como matéria-prima para o desenvolvimento de outro material com valor econômico agregado e por que não deveriam ser simplesmente jogado no lixo como se não tivessem nenhum valor.

Os materiais considerados rejeitos novamente apareceram em destaque, com pequena diminuição de 1,17% em relação ao mês de janeiro de 2012. Da mesma forma, exibiram um volume considerável de 31,79% do peso total. Os trapos apareceram com uma porcentagem menor em relação ao mês de janeiro 2012, com 2,56% de diferença. A madeira pelo segundo mês consecutivo não foi encontrada na triagem das amostras.

Março de 2012 pode ser considerado o mês que houve maior movimentação no comércio da cidade, justificada pelo início das aulas no colégio estadual Pedro Albino Muller. Os alunos se deslocam diariamente de diversos pontos do interior com o objetivo de estudar no centro urbano do município. O aumento nos resíduos pode ser visualizado conforme Figura 16.

Figura 16 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Março de 2012.



Fonte: do autor (2012)

Percebeu-se que a matéria orgânica teve um acréscimo de 1,14% em relação ao mês de Fevereiro de 2012, juntamente com outros materiais indesejados, como as fraldas que aumentaram 1,21%. Ainda se tratando dos materiais indesejados, observou-se que, em relação ao mês anterior, os resíduos de papel higiênico e rejeito tiveram uma diminuição em relação ao seu peso. Salienta-se o fato que os rejeitos apresentaram uma diminuição de 6,95%.

Em relação aos materiais recicláveis, pode-se perceber que houve um aumento em relação ao mês de fevereiro de 2012, que possuía valor registrado de 32,45%. Em março de 2012, esse número subiu para 39,32%, comprovando um aumento de 6,87% em relação ao seu peso. Os materiais que podem ser destacados entre os recicláveis são o plástico rígido, com 9,6%, e o papelão, com 7,96% do peso total. Conforme já citado acima, o retorno das aulas pode ter contribuído com o aumento desses resíduos.

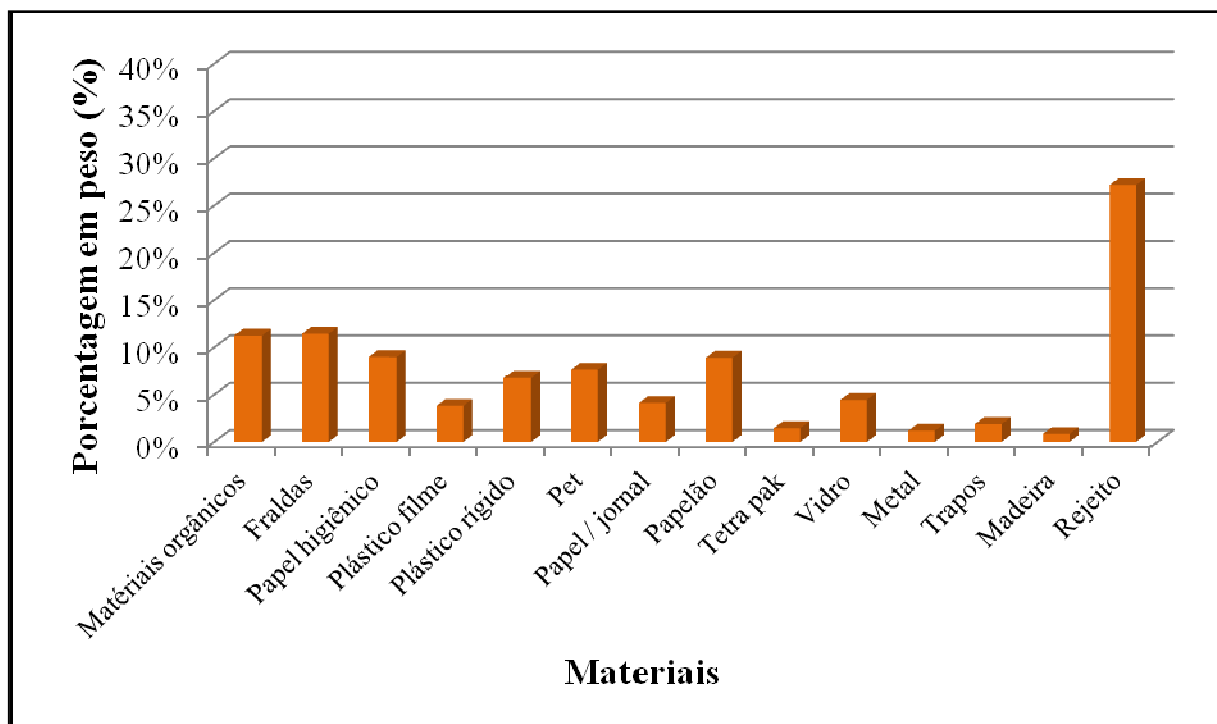
Tratando-se de trapos e madeira, foi possível visualizar que a madeira continuou coerente aos números já levantados, preenchendo a porcentagem de 0,71% em relação ao peso total. Os trapos não foram encontrados em nenhuma das amostras coletadas.

No sexto mês da triagem, abril de 2012, último mês do levantamento das medidas gravimétricas, obteve-se as informações presentes no gráfico da Figura 17 a seguir.

Em Abril, pôde-se perceber que todos os materiais separados estiveram presentes, sem muita alteração em comparação aos quatro meses anteriores. Os materiais orgânicos conservaram sua regularidade, diminuindo 2,08%, em relação ao mês de março de 2012. O mesmo fato estendeu-se às fraldas descartáveis, exibindo um decréscimo de 3,07%. O papel higiênico mostrou uma variação de acréscimo de 2,43%, em relação ao mês de março de 2012.

Os materiais recicláveis, presentes em todos os meses de estudo, somaram 38,39% do peso total. Põem-se em relevo os números apresentados pelo papelão, plástico rígido e pet, atingindo uma soma de 23,3% do volume total do mês de abril 2012.

Figura 17 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS de Abril de 2012.



Fonte: do autor (2012).

A classificação dos plásticos rígidos e filme realizou-se de forma separada do material pet. Esse fato ocorreu devido à valorização da reciclagem do resíduo pet em relação aos outros. No mês de abril de 2012, o resíduo em questão apresentou o valor de 7,64% em relação aos resíduos sólidos domésticos do município de Sério/RS.

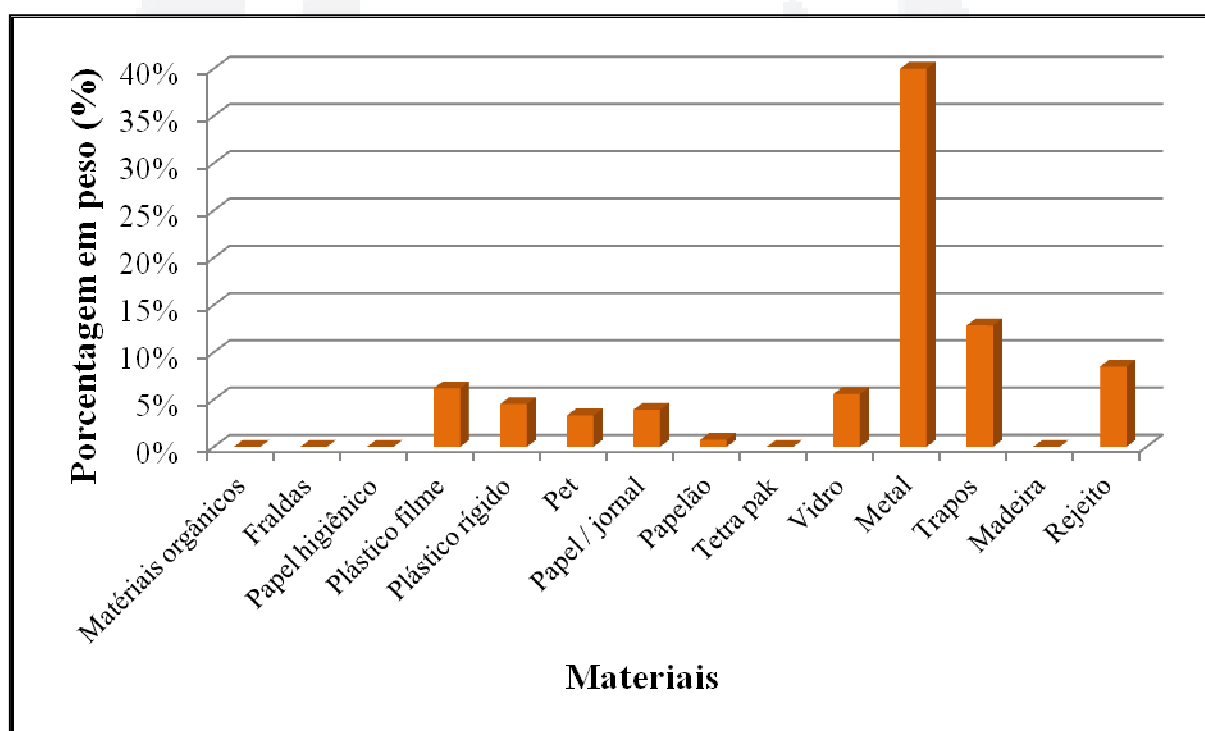
Quanto aos trapos e à madeira, os dados mantiveram-se com pequenas alterações em relação aos outros meses, expondo uma porcentagem de 1,90% de trapos e 0,84% de madeira. Ambos foram os únicos materiais não encontrados em todos os meses nas triagens realizadas.

No mês de abril, os rejeitos continuaram representando um número relevante em relação aos outros resíduos separados e mantiveram praticamente o mesmo percentual encontrado nos outros meses, 27,18%. Levando em conta que o rejeito apresenta diversos tipos de materiais que poderiam ser separados de forma individual ao invés de conjuntamente. Por exemplo, se em meio a um corpo de rejeito, encontra-se um objeto de isopor, esse poderia ser classificado não como rejeito, mas como isopor propriamente.

Parte-se, nesse momento, para a avaliação dos dados coletados dos resíduos sólidos domésticos advindos do interior do município de Sério/RS. Como já descrito, a coleta acontece semestralmente, sendo que o presente estudo foi executado no mesmo período. Dessa forma, teve-se apenas uma coleta disponível para levantar os dados necessários. Os resultados obtidos foram de muita importância, pois os resíduos gerados na área rural também fazem parte do lixo produzido no município de Sério/RS.

No gráfico da Figura 18, estão apresentados os resultados apanhados no mês de novembro de 2011, na triagem das amostras dos resíduos sólidos domésticos coletados das comunidades rurais do município.

Figura 18 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área rural do município de Sério/RS de Dezembro de 2011.



Fonte: do autor (2012).

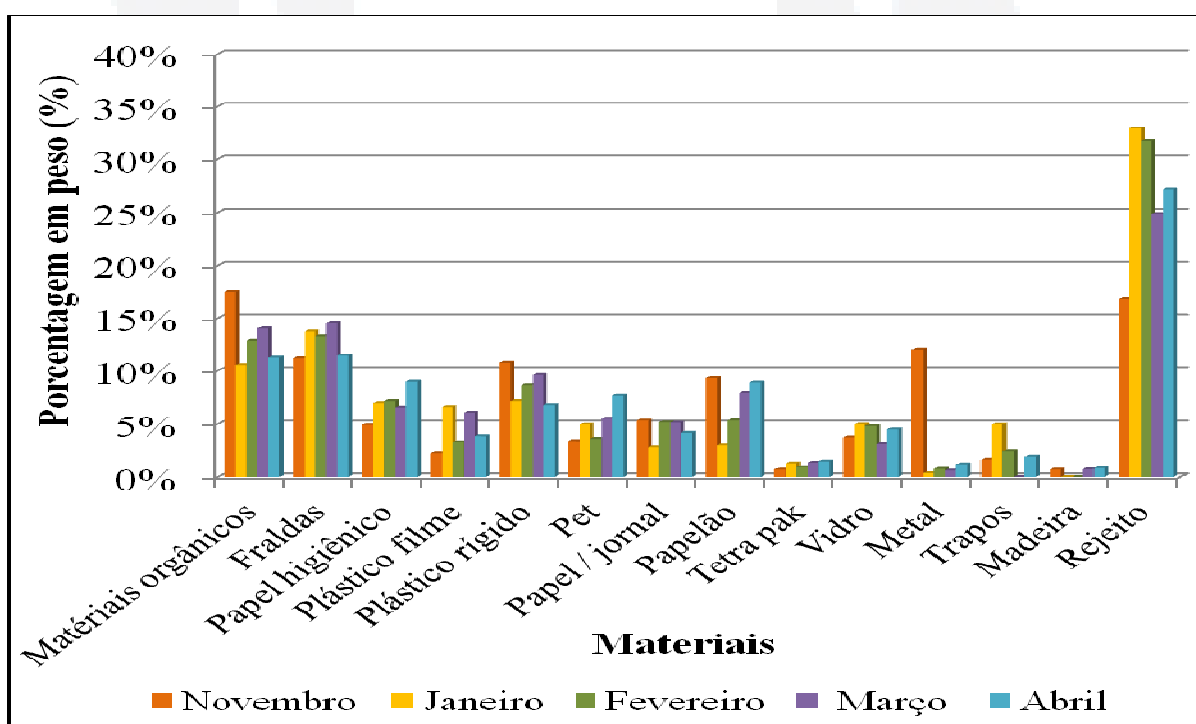
Os materiais como fraldas descartáveis e papel higiênico são eliminados de outra forma, possivelmente queimados, pois ninguém os armazenaria durante seis meses à espera da coleta.

Os materiais com potencial reciclável tiveram uma variação em relação às amostras estudadas do perímetro urbano. Os materiais recicláveis ocuparam um volume de 78,68% do total. O tetra pak foi o único item não encontrado na série.

O resíduo metal, em particular, esteve presente de maneira significativa com a quantidade de 54,38% da totalidade da amostra em relação ao seu peso. O alumínio foi incorporado a esse item e a esse valor. Ressalta-se, contudo, que a quantidade do metal era superior á de alumínio. Tendo em vista tais números, conclui-se que os metais encontrados na coleta advinda da área rural, foram superiores à quantidade dos metais encontrados na coleta do centro urbano do município.

A Figura 19 apresenta os resultados de forma conjunta. Encontram-se no mesmo gráfico, os diferentes meses, divididos por distintas cores.

Figura 19 – Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na área urbana do município de Sério/RS representada mês a mês conforme as cores.



Fonte: do autor (2012).

Konrad *et al.* (2010) realizou um estudo de caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domésticos na cidade de Lajeado. Trata-se de uma cidade urbanizada, com vários edifícios moradia e empresas. Mesmo contendo

características diferentes do município de Sério, Lajeado foi a única cidade encontrada que possui resultados a serem comparados com o estudo feito no município de Sério/RS. Municípios menores e com características semelhantes a Sério/RS não apresentam dados referentes a essa espécie de estudo. Portanto, a explanação dos resultados do gráfico da Figura 19 é comparada aos resultados obtidos por Konrad *et al.* (2010), referentes ao estudo realizado na cidade de Lajeado.

Na avaliação dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério/RS, observou-se que o material orgânico esteve presente em todas as triagens dos resíduos realizadas, com uma média de 13,25% do peso total. Konrad *et al.* (2010) apresenta a porcentagem de 46,1% de material orgânico em relação ao peso total, com uma diferença de 32,25%. Comparando os dados, percebe-se que Sério apresenta uma quantidade menor de materiais orgânicos coletados. Disso infere-se uma explicação: o município de Sério é basicamente agrícola. Mesmo a população que mora na zona urbana possui um espaço para depositar esse material.

Os materiais considerados indesejáveis, como as fraldas e o papel higiênico, estiveram presentes em todas as coletas das amostras com uma média de 12,84% e 6,91% respectivamente. O município de Lajeado apresentou uma porcentagem de 10,9% de fraldas, exibindo uma variação de apenas 1,94% em relação ao município de Sério. O papel higiênico conforme Konrad *et al.* (2010), ocupou 8,3% do montante, diferenciando-se do município de Sério em 1,39%.

Os materiais como plástico filme tiveram uma média de 4,39% no município de Sério. Já em Lajeado, esse número passa a ser de 8,6%, representando um aumento de 4,21%. Essa diferença pode ser explicada pelo menor consumo de produtos comercializados em embalagens plásticas, que consequentemente, geram uma menor quantidade deste resíduo.

Os plásticos rígidos - que podem ser embalagens de alimentos, garrafas plásticas (exceto garrafas pet), embalagens de produtos de limpeza e de higiene pessoal - estiveram presentes com uma média de 8,59% em relação ao peso total. Comparados com os resultados de Konrad *et al.* (2010) que traz o número de 4,59%

do montante do plástico rígido, a diferença foi calculada em 4% a mais para o município de Sério.

As garrafas pet - que foram separadas de forma individual por apresentarem um maior valor agregado ao serem recicladas - estiveram presentes nos resíduos do município de Sério com 5% do volume total. Confrontados com o resultado de 1,5% de Konrad *et al.* (2010), a variação foi de 3,5%. Esse fato justifica-se, pois no município de Lajeado existem vários catadores de garrafas pet, diminuindo a quantidade recolhida na coleta regular, enquanto que o município de Sério não possui catadores.

Na separação do material papel/jornal, o município de Sério apresentou uma média de 4,51% do volume total que, comparada ao resultado de 5,6% encontrado por Konrad *et al.* (2010), mostra uma diferença de 1,09%.

Já o papelão, outro material muito visado pelos catadores de rua, esteve presente nos resíduos do município de Sério com um volume de 6,89% em relação ao peso total, que comparados aos resultados encontrados no município de Lajeado por Konrad *et al.* (2010), com 2,8%, do peso total, apresentaram uma diferença de 4,09%. O que também pode ser justificado pela ausência de catadores no município de Sério.

As embalagens tetra pak estiveram presentes com uma média de 1,14% em relação ao volume dos resíduos sólidos do município de Sério que, comparado ao resultado de 1,4% do município de Lajeado, apresenta uma pequena diferença de apenas 0,26% entre os municípios.

O vidro esteve presente em todas as amostras coletadas para triagem e, de forma muito regular, apresentou uma média de 4,19% do volume dos resíduos do município de Sério que, comparado ao resultado de 2,6% obtido por Konrad *et al.* (2010) exibe uma diferença de 1,59% a menos em relação ao município de Sério.

O metal é outro material que possui um valor de reciclagem considerável, também bastante visado por catadores. Nos resíduos do município de Sério, o metal ocupou 2,98% do peso total. Confrontando com o número de 1,6% dos resíduos do

município de Lajeado, conforme Konrad *et al.* (2010), percebe-se a diferença de 1,38%.

Seguindo os resultados do gráfico da Figura 19, os trapos marcaram presença com 2,17% em relação ao volume total. Enquanto que no município de Lajeado esse material representou 3,9% do montante, sendo possível perceber um aumento de 1,73% em relação à cidade de Sérgio.

A madeira foi um material que por duas vezes não esteve presente na triagem dos resíduos sólidos domésticos do município de Sérgio. Contudo seu volume, mesmo considerado pequeno, 0,34% do volume total, foi comparado ao resultado de 0,3% referente à madeira do resíduo do município de Lajeado, percebendo-se uma pequena diferença entre os municípios.

De maneira mais significativa, o rejeito foi o material que apresentou a maior porcentagem no total se comparados aos demais itens classificados. Pois, conforme já descrito, todos os materiais que não se enquadram pelo método usado para a triagem, foram considerados rejeitos. Esse material esteve presente nos resíduos do município de Sérgio com uma média de 26,70%, sendo significativo se comparado com os rejeitos encontrados nos resíduos sólidos domésticos do município de Lajeado que apresentou o valor de 1,8% segundo Konrad *et al.* (2010). A diferença entre os resultados finais dos rejeitos traduzem as principais características dos municípios: Sérgio, um município basicamente agrícola, onde as garrafas pet são utilizadas como embalagens para colocar combustível, óleo e apresentam maiores quantidades de poeira e de barro; Lajeado, município basicamente urbano, que simplesmente descarta as garrafas pet.

5.1 Quantificação dos Resíduos Sólidos Domésticos do município de Sérgio/RS

Para quantificar os resíduos sólidos domésticos do município de Sérgio/RS, foram retiradas quatro amostras do monte de lixo e a seguir foram pesadas. Cada amostra corresponde a um tambor com volume de 200 litros, ou seja, 1/5 de 1m³.

As amostras começaram a ser pesadas de forma individual a partir do mês de janeiro de 2012 até o mês de abril de 2012, resultando quatro meses de pesagem.

Foram somadas as quatro amostras de cada mês e depois o resultado dessa soma foi dividido pelo número de amostras. Obteve-se, assim, o valor médio daquele mês conforme está ilustrado na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Peso das amostras separadas por tambor com volume de 200 litros.

Tambores de amostras (kg)	Meses			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
T1	26,400	19,800	23,000	19,800
T2	23,200	24,000	21,800	24,600
T3	29,500	21,100	26,300	28,000
T4	21,600	29,700	20,900	25,500
Média final tambor das amostragens (kg)	25,175	23,650	23,000	24,475

Fonte: do autor (2012).

Ao analisar a Tabela 1, observa-se que cada mês tem uma média um pouco diferente da outra, portanto, para obter-se uma média final, somou-se a média de cada mês e depois dividiu-se pelo número de médias, obtendo o volume de **24,07 kg** por tambor, o que corresponde a 1/5 de 1 m³.

No objetivo de saber qual é o peso específico correspondente a 1m³, pegou-se o peso médio final das amostragens - que é 24,075 kg - e multiplicou-se por 5 para corresponder a 1 m³, encontrando assim o peso específico de **120,37 kg/m³** dos resíduos sólidos domésticos coletados no município de Sério/RS.

Para calcular o volume mensal em m³ dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério, fez-se uso dos volumes encontrados nos dias em que foram feitas as coletas e triagem dos resíduos, conforme os dados da Tabela 2, que correspondem aos meses de janeiro a abril de 2012.

Para se obter o volume em m³ do mês de Janeiro, utilizou-se o peso total da carga dos resíduos sólidos domésticos coletados no município de Sério e dividiu-se pelo peso específico por m³, calculado anteriormente. No mês de janeiro, a carga da coleta dos resíduos pesou 653 kg, que, dividido pelo peso específico de 120,37

kg/m³, correspondeu ao volume de 5,42 m³, conforme consta na Tabela 2. Da mesma forma, calculou-se os demais volumes de cada mês.

Tabela 2 – Volume em m³ das coletas do dia da triagem de cada mês, números de coletas, volume total em m³ de cada mês e quantidade total do mês kg.

	Meses			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Volume da coleta da amostra (m ³)	5,42	4,18	3,54	3,91
Número de Coletas no mês	9	8	9	8
Volume total do mês (m ³)	48,78	33,44	31,86	31,28
Total de resíduos sólidos coletados no mês em kg	5.871	4.025	3.834	3.765

Fonte: do autor (2012).

Depois de calcular o volume de cada mês, fez-se uma média, somando os volumes dos quatro meses e dividindo pelo número de meses, resultando em 4,26 m³. Essa é a média do volume das cargas dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério coletados em área urbana.

A frequência na coleta mostra uma variação de 8 a 9 coletas mensais. Para calcular o volume total de cada mês dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério, multiplicou-se o número de coletas pelo volume médio das coletas, resultando no volume total de cada mês.

Em busca da quantidade em peso dos resíduos gerados em área urbana no município de Sério a cada mês, multiplicou-se o volume coletado mensalmente pelo peso específico calculado anteriormente. No mês de janeiro o volume mensal de 48,78 m³ foi multiplicado pelo peso específico de 120,37 kg/m³, correspondendo a 5.871 kg de resíduos. Seguindo essa lógica, foram calculados os resultados dos meses seguintes conforme estão presentes da Tabela 2.

Depois de calculado o peso total dos meses de janeiro a abril de 2012, pode-se fazer uma média desse período de quatro meses, para se obter uma projeção anual da geração dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério. A média

mensal dos resíduos gerados em área urbana é de 4.373 kg que, multiplicados pelos 12 meses do ano, resulta em uma geração anual de 52.476 kg de resíduos sólidos domésticos em área urbana. Não se pode esquecer de realizar a soma da geração dos resíduos em área rural, que, somados aos urbanos, apresenta um pequeno acréscimo em relação ao peso anterior de 52.476 kg.

Para calcular a geração diária dos resíduos sólidos domésticos da população urbana do município de Sério/RS, usou-se o peso total nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, conforme a tabela anterior, dividiu-se pelo número de dias do mês e pela população urbana do município. Dessa forma, encontrou-se a geração média de **0,27 kg/hab./dia**, conforme Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Geração diária dos resíduos sólidos domésticos da população urbana do município de Sério/RS.

	Meses			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Peso total do mês kg	5.871	4.025	3.834	3.765
N° de dias	31	29	31	30
População urbana	530	530	530	530
Geração kg/hab./dia	0,35	0,26	0,23	0,23
Geração Média kg/hab./dia	0,27	0,27	0,27	0,27

Fonte: do autor (2012).

Se comparada à geração diária de 0,6 kg/hab./dia no município de Lajeado, conforme Konrad *et al.* (2010), percebeu-se que a geração de 0,27 kg/hab./dia pela população urbana do município de Sério/RS é menor, podendo ser explicada por Sério ser considerado um município agrícola e parte da população - mesmo sendo urbana – cultiva a maioria dos alimentos que consomem, deixando de comprar produtos industrializados, gerando menos resíduos.

5.2 Proposta de destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério/RS

Depois de tomar conhecimento do que realmente são formados os resíduos sólidos domésticos do município de Sério, pode-se fazer uma projeção de

destinação correta, reaproveitando o máximo possível dos resíduos gerados, agindo de forma respeitosa aos recursos naturais e buscando a sustentabilidade.

Os materiais com características orgânicas estiveram presentes com 13,25% do total dos resíduos no município de Sério. Esse material tem o poder de ser reaproveitado como composto orgânico (humos), desde que para isso passe pelo processo de compostagem, obedecendo as necessidades do tempo e condições para que o material possa decompor, transformando-se em adubo.

Municípios em que o número de habitantes não chega a 60 mil, é recomendado que o processo de compostagem seja manual, tornando-se mais viável economicamente. Mas, independente da forma que for realizado o processo, é importante ressaltar as vantagens que esse procedimento tem perante aos recursos econômicos e naturais. A compostagem da matéria orgânica faz com essa seja tratada de forma correta e não, simplesmente, encaminhada a um aterro sanitário, onde ocuparia espaço físico, demandaria custo para dispor e tratar, além de não ser utilizada como composto orgânico em áreas de cultivo agrícola (MARIN, 2011).

Quanto aos materiais indesejáveis como papel higiênico e fraldas descartáveis, não se tem muitas opções para dispor esses itens. Devendo ser encaminhados para um aterro sanitário, que, nesse caso, seria a opção mais indicada.

Os resíduos sólidos domésticos do município de Sério apresentaram uma quantidade de materiais recicláveis considerável, com 37,68% do peso total dos resíduos. Podendo ser reutilizados, caso das garrafas de vidro, (refrigerante, cerveja) ou reciclados, caso do papel, papelão, plástico, garrafas pet, entre outros que servem como matéria-prima para a produção de um novo material.

Quanto aos materiais considerados trapos, presentes com 2,17%, devem ser encaminhados a um aterro sanitário. É um material que apresenta pouco volume e não causa maiores problemas para sua disposição final. A madeira foi um material que não esteve presente em todas as amostras coletadas para triagem, e, quando presente, em quantidade pequena.

Na caracterização dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério, os materiais considerados rejeitos apresentaram 26,71% do volume total, uma quantidade significativa. Ao analisar de forma mais minuciosa os componentes desses materiais, percebeu-se a presença de resíduos perigosos, como pilhas, baterias, lâmpadas ou até embalagens de agrotóxico, objetos que não deveriam ser simplesmente descartados em lixeiras públicas. Esse material deveria ser coletado de forma exclusiva pelo órgão público responsável e destinado corretamente, pois se trata de material perigoso que, mal acondicionado, compromete o meio ambiente e a saúde pública do município. O destino correto desses resíduos seria encaminhá-los a uma empresa licenciada para tratar desses materiais considerados perigosos. E somente o rejeito que não possuir nenhuma utilidade deve ser destinado a um aterro sanitário.

Outros materiais também fazem parte dos rejeitos, como pneus, vaso de cerâmica, embalagens de plástico rígido, que, por algum motivo, foram considerados rejeitos, estado físico com muita sujeira ou até mesmo contaminado com graxa e óleos.

Ao encontrarmos resíduos com essas características, mostra-se válida a implementação da coleta seletiva como um processo contínuo e ampliado gradativamente. O primeiro passo 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, evitando contaminação pelo contato com materiais perigosos. Posteriormente, deve-se elaborar um plano de coleta, definindo equipamentos, veículos, áreas e a periodicidade da mesma. Finalmente, é necessária a instalação de unidades de triagem para limpeza e separação dos resíduos e acondicionamento para a venda do material a ser reciclado (SIMONETTO; BORENSTEIN, 2006).

Seguindo a ideia de Simonetto e Borenstein (2006), após coletados, os resíduos devem ser transportados para uma unidade de triagem, equipada com lugares para catação, para que seja feita uma separação mais criteriosa dos materiais, visando à comercialização deles. É importante que a população seja devidamente orientada para que somente separe como lixo seco os materiais que

possam ser comercializados, evitando-se despesas adicionais com o transporte e manuseio de rejeitos.

Após a implantação da coleta seletiva, o poder público deve manter a população permanentemente mobilizada por meio de campanhas de sensibilização e de educação ambiental, para que as etapas componentes do processo de coleta seletiva, transporte, separação e comercialização permaneçam de forma contínua e sustentável.

5.3 Proposta de gerenciamento integrado com municípios participantes do G8

Após o estudo e resultados encontrados na classificação dos resíduos sólidos domésticos do município de Sérgio, percebeu-se que grande parte destes materiais pode ser reciclado, compostado e/ou reaproveitado (tabela 4), ao invés de terceirizar sua destinação final dos resíduos municipais, conforme atualmente está sendo feito.

Tabela 4 – A quantidade e porcentagem dos materiais separados conforme suas classificações.

Tipo de Resíduo	Peso/Ano	%	Volume m ³
Compostagem	6.953 kg	13,25	57,76
Recicláveis	19.831 kg	37,79	164,75
Rejeito	25.692 kg	48,96	213,44

Fonte: do autor (2012).

Com a visualização concreta do que compõem os resíduos sólidos domésticos no município de Sérgio/RS, pode-se propor um gerenciamento integrado entre municípios vizinhos que possuem características semelhantes, como é o caso do G8, constituído de oito municípios do Vale do Taquari e Vale do Rio Pardo. A Tabela 5, a seguir, mostra alguns números referentes aos municípios do G8.

Tabela 5 – Municípios participantes do G8, total da população, divididos em áreas urbanas e rurais e seu percentual.

Municípios	População	Urbana	%	Rural	%
Boqueirão do Leão	7.673	1.672	21,80%	6.001	78,20%
Canudos do Vale	1.807	411	22,74%	1.396	77,26%
Cruzeiro do Sul	12.331	7.478	60,64%	4.853	39,36%
Forquetinha	2.473	465	18,80%	2.008	81,20%
Marques de Souza	4.068	1.545	37,97%	2.523	62,03%
Progresso	6.161	1.871	30,36%	4.290	69,64%
Santa Clara do Sul	5.692	2.849	50,06%	2.843	49,94%
Sério	2.281	530	23,23%	1.751	76,77%

Fonte: IBGE (2010).

O G8 é o conjunto de municípios que tem como principal objetivo unir-se em busca de benefícios financeiros governamentais. Esse grupo já está organizado desde 2005 e, constantemente, reúne-se para discutir estratégias de investimentos. No momento, está sendo elaborado um plano integrado de gerenciamento dos resíduos sólidos para aquisição de equipamentos e estruturação do consórcio.

A união desses municípios de pequeno porte, aumenta o poder de diálogo e negociação dos municípios na resolução de problemas locais na busca por recursos públicos e por investimentos em prol do gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos, desde sua geração até disposição final. Por essas razões, a integração dos municípios participantes do G8 se torna atrativa e favorável a todos.

Com os dados da Tabela 5, percebe-se que o município de Cruzeiro do Sul tem o maior número de habitantes em área urbana, comparado aos da área rural. Em Santa Clara do Sul, a divisão entre moradores rurais e urbanos é praticamente igual. Nos demais municípios participantes do G8, a maior parte da população reside em áreas rurais, caso do município de Sério, com 1.751 habitantes em áreas rurais e apenas 530 em área urbana.

Os municípios do G8, de forma conjunta, somam 42.486 habitantes, com 16.821 residindo em áreas urbanas e 25.665 residindo em áreas rurais, o que corresponde a 60,40%.

Com essas informações é possível propor uma integração entre os municípios do G8 para gerenciar os resíduos sólidos domésticos. Primeiramente, deve-se informar a população que o objetivo da integração entre os municípios mostra a preocupação em gerenciar os resíduos sólidos domésticos de forma correta em prol da sustentabilidade, com vista à redução de custos.

Deve-se fazer com que a população assuma de forma conjunta a responsabilidade de melhor gerenciar os resíduos sólidos domésticos, separando os resíduos de forma correta. Após essa separação, vem a coleta seletiva que, segundo Konrad *et al.* (2010), proporciona um maior reaproveitamento dos materiais se comparados com a coleta regular.

Outro benefício que traz a coleta seletiva é a agilidade no processo da triagem dos resíduos, separando-os conforme suas classes e reaproveitando os materiais na reciclagem, compostagem ou reutilização. Dessa forma, somente os materiais considerados indesejados são encaminhados para disposição final adequada: o aterro sanitário.

A implantação dos aterros sanitários de modo algum deve ser uma iniciativa isolada na busca pelo gerenciamento eficaz dos RSU. A destinação final é apenas uma parte do ciclo, cujo gerenciamento adequado deve contemplar ações visando à redução, à reutilização e à reciclagem dos resíduos gerados. Quanto menos resíduos forem destinados ao aterro sanitário, por mais tempo ele poderá atender à necessidade de confiná-los de modo seguro, evitando a utilização de novas áreas e reduzindo riscos à saúde humana e ao meio ambiente (SUZUKI; GOMES, 2009).

Conforme apresentado na Tabela 5, a maior parte da população reside em área rural. Portanto as mesmas preocupações e precauções dadas aos resíduos sólidos domésticos urbanos também devem ser igualmente destinadas aos resíduos rurais. Outro dado que deve ser tratado com atenção, é a periculosidade do lixo advindo do interior dos municípios aqui caracterizados. Esses resíduos podem estar compostos de materiais como: embalagens de agrotóxicos, lâmpadas, baterias entre outros.

Dessa forma, a integração viabilizará o rateio dos custos operacionais e administrativos com ganhos de escala: contratação de serviços profissionais de operação do aterro sanitário; otimização do uso de máquinas e equipamentos; redução do número de áreas utilizadas; redução de possíveis focos de

contaminação ambiental e concentração das ações de fiscalização do órgão ambiental competente (SUZUKI; GOMES, 2009).



6 CONCLUSÃO

Através dos dados apresentados nesse trabalho, torna-se claro que os resíduos sólidos domésticos estão presentes em nosso meio tanto nos municípios de maior dimensão territorial e populacional quanto nos de menor população e território, apresentando características e composições diferentes. Em função disso, é preciso um gerenciamento adequado para tratamento e disposição final correta dos resíduos.

Os resultados obtidos na triagem dos resíduos sólidos domésticos do município de Sério apresentaram 13,25% de materiais orgânicos, 19,75% de fraldas e papel higiênico, 37,79% de materiais com potencial de reaproveitamento na reutilização ou reciclagem. Trapos e madeira somaram apenas 2,51%, enquanto os rejeitos somaram 26,70%, sendo que parte desses são materiais considerados perigosos, como bateria, lâmpadas, pilhas e materiais que poderiam se encaixar em outra classificação, mas por se encontrarem muito sujos ou contaminados, foram considerados rejeitos.

Depois da obtenção desses resultados, percebeu-se a possibilidade de reaproveitamento de parte dos resíduos na compostagem do material orgânico, na reutilização de garrafas de vidro e na reciclagem dos materiais não reutilizáveis. O município de Sério apresentou uma geração de 0,27 kg/hab./dia, que anualmente chega a 52.476 kg, em área urbana.

Percebe-se, que a integração com outros municípios se torna uma possibilidade, e de certa forma vantajosa, pois, para melhor gerenciar os resíduos gerados no município de Sério é preciso investimentos como: a compra de um veículo apropriado para coleta dos resíduos, hoje não existente, a construção de uma central para triagem dos materiais, prensa, esteira entre outros equipamentos úteis para a separação dos materiais, que se fossem adquiridos de forma conjunta entre os municípios, os mesmos poderiam servir para todos de forma conjunta, rateando as despesas.

Com a proposta da integração entre os municípios participantes do G8 no gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos, percebe-se a importância da implementação de uma coleta seletiva para que os materiais não cheguem até a triagem todos misturados, o que obviamente dificulta o trabalho. A coleta seletiva facilitaria a recuperação de materiais possíveis de serem reutilizados, reciclados ou recuperados. Essa coleta pode ser realizada de porta em porta com veículos coletores apropriados ou por meio de postos de entrega voluntária dos materiais segregados.

Com o objetivo de melhor gerenciar os resíduos sólidos domésticos dos municípios, o trabalho sugere que os resíduos sejam manuseados de forma diferentemente da habitual - que não sejam simplesmente recolhidos por uma empresa terceirizada, consequentemente custando valores significativos aos cofres públicos dos municípios. Portanto, com a recuperação de parte dos resíduos nos processos de compostagem, reciclagem e reaproveitamento, apenas seriam destinados a um aterro sanitário os materiais irre recuperáveis.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Concluído esse trabalho, sugere-se que se execute o mesmo estudo nos demais municípios participantes do G8 para a obtenção de um resultado mais minucioso de cada município. Dessa forma, poderão ser empregados, de forma mais segura, investimentos elevados no gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos. Tais investimentos podem ser a implementação de estruturas para um centro de

triagem, bem como maquinário necessário, áreas de compostagem e construção de aterros sanitários e lagoas para tratamento do lixiviado advindo do aterro.



REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Dados de mercado, 2010**. Disponível em: <http://www.abre.org.br/centro_dados.php>. Acesso em: 15 set. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 8.419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: Procedimento. Rio de Janeiro, abril, 1992. 7 p.

_____. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

AVI, J. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos em Adamantina - SP**: análise da viabilidade da usina de triagem de RSU com coleta seletiva. 2005. 236 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. 1. ed. São Carlos: EESC/USP, 120 p., 1999.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 02 nov. 2010.

BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, out./dez. 2008.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, out./dez. 2011.

CONSONI, A. J.; PERES, C. S.; CASTRO A. P. Origem e composição do lixo. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT; COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Lixo: manual de gerenciamento integrado**. 1. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

CUNNINGHAM, W. P.; CUNNINGHAM, M. A.; SAIGO, B. **Environmental Science: A Global Concern**. 8. th ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

DALMIRO R. S. D. et al. Caracterização do solo de cobertura de aterro encerrados com ferramentas (geo) estatísticas. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.16, n. 2, abr./jun. 2011.

FARIAS, A. B.; JUCA, J. F. T. **Propriedades físicas dos resíduos sólidos da Muribeca**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, Porto Alegre, 2000. **Anais**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-038.pdf>>. Acesso em out. 2011.

GOMINHO, J; PINTO, I. PEREIRA, H. A Reciclagem do Papel. **Revista Florestal**, v. IX, n. 4, out./dez., 1996, p. 57-65.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. (PNSB, 2008).

_____.Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **IBGE – Cidades**. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em 15/12/2011. (IBGE, 2010)
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo Municipal: Gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT, 1996.

JACOBI, P. R.; BESEN G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desavio da sustentabilidade. **Revista Estudos avançados**, v. 25, n. 71, jan./abr. 2011.

JARDIM, N. S. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem**. Maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Degaspari, 2004.

KONRAD, O.; CASARIL, C.; SCHMITZ, M. **Estudo dos resíduos sólidos domésticos de Lajeado/RS através de caracterização gravimétrica**. In: IV Congresso de Ciência e tecnologia de Vale do Taquari, Lajeado, Centro Universitário UNIVATES, 2010. **Anais...**

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos no Brasil**. João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Seção Paraíba, 2001.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. 3. ed. São Paulo: Humes, 2004.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP)**. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2003.

MARIN, V. **Produção de resíduos sólidos e perspectiva para implantação de uma usina de compostagem em Veranópolis - RS**. 2011. 51 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Geografia – Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MONTEIRO, J. H. P.; MANSUR, G. L. **Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales em cidades da América latina y el Caribe**. Rio de Janeiro: IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2006. 264p.

OLIVEIRA, S.; PASQUAL, A. Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, jul./set. 2004.

PEDROSA, F. O lixo de cada um. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, v. 19, n. 59, abr./jun. 2011.

PECORA, Vanessa. **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia Elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – Estudo de Caso** (Dissertação de Mestrado) – Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo São Paulo, 2006.

POLAZ, C. N.; TEIXEIRA, B. A. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, jul./set. 2009.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA F. G. Desenvolvimento operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n.1, jan./mar. 2007.

QUERCUS (1998). Processo Produtivo do Papel. In: **Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos** (CD-ROM). Centro de Informação de Resíduos da Quercus (CIR). Lisboa.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Lei nº 9.921, de 27 de julho de 1993**. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id479.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2011.

SALINAS, T. F.; VÁZQUEZ, A. C. **Manual de compostaje municipal: Tratamento de resíduos sólidos urbanos**. S y G Editores, 2006.

SEWELL, G. H. **Administração e controle de qualidade ambiental**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1978

SILVA, S. W. et al. Avaliação dos benefícios da coleta de lixo em Palmas, Tocantins: uma aplicação do método de avaliação contingente. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, abr./jun. 2011.

SIMONETTO, E. O. ; BORENSTEIN, D. Gestão Operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos – abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão. **Revista Gestão e Produção**, v. 13, n. 3, set./dez. 2006.

SISINNO, C. S.; OLIVEIRA, R. M. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde – Uma revisão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

SUZUKI, J. A. N.; GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, abr./jun 2009.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Controle Ambiental de resíduos. In: PHILIPPI, J. A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Manole, 2004. p. 155-211.

TRÄNKLER, J. et al. Influence of tropical seasonal variations on landfill leachate characteristics – Results from lysimeter studies. **Waste Management**, v. 25, n. 10, p.1013-1020, 2005.

ZANATA, Viviana M. et al. Resíduos Sólidos, Saúde e Meio Ambiente: Impactos Associados aos Lixiviados de Aterro Sanitário. In: CASTILHOS JUNIOR, Armando B. de (Org.). **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.

_____. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Domésticos. **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. Florianópolis – Santa Catarina 2003.

ZANETI, I. C. et al. Insustentabilidade e produção de resíduos: a face oculta do sistema do capital. **Revista Sociedade e Estado**, v. 24, n. 1, jan./abr. 2009.