

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

RICARDO SOARES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO ATERRO SANITÁRIO DE
CARATINGA-MG.**

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CARATINGA

2013

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

RICARDO SOARES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO ATERRO SANITÁRIO DE
CARATINGA-MG.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia como parte das exigências para a conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil e como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. João Moreira de Oliveira Junior.

CARATINGA

2013

RICARDO SOARES OLIVEIRA

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO ATERRO SANITÁRIO DE
CARATINGA-MG.**

Monografia submetida à comissão examinadora designada pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de bacharel.

Prof. João Moreira de Oliveira Junior (Orientador e coordenador do curso de Engenharia Civil)

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Prof. José de Arimatéia

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Prof. Ricardo Botelho Campos

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Caratinga, 02/12/2013

“Dedico este trabalho a toda a minha família que sempre estiveram ao meu lado durante toda essa etapa da minha vida, ao meu pai Edimaldo Jose de Oliveira que me incentivou a todo o momento a continuar a busca ao conhecimento sendo essa a maior herança que um pai pode deixar para um filho, a minha mãe Maria das Dores Soares de Oliveira pelo constante apoio e incentivo, aos meus irmãos Luciano Soares Oliveira, Edimaldo Soares Oliveira e Luciana Soares Oliveira que me deram total apoio nos momentos mais difíceis”.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente por ter permitido a realização desse trabalho estando a meu lado nas horas mais difíceis e solitárias.

E importante destacar que neste caminho percorrido, muitas foram as pessoas que participam de alguma forma, merecendo o meu reconhecimento e gratidão, por isso, quero lhes agradecer pela presença, palavras, incentivo e um abraço amigo, fazendo com que fosse possível a realização deste trabalho:

Agradeço a Secretaria de Serviços Urbanos, Transporte e Meio Ambiente de Caratinga-MG pela parceria nesta pesquisa .

Aos meus queridos amigos e colaboradores que me ajudaram nesta pesquisa:

Secretario Álvaro Tápias Chinchila, Superintendente Wilson Acácio, Wellington Monteiro Silva, Valdirene, Saulo Soares, Otávia Sturzenequer, Thais Rodrigues da Costa, Maria Aparecida Ferreira e a Maria Ângela Araujo Gomes.

Ao meu orientador, Coord. João Moreira de Oliveira Junior, por sua paciência e atenção durante toda a realização deste trabalho, a sua colaboração foi fundamental. Muito obrigado;

A os professores que se mostraram acessíveis a todo tempo Prof. Vagner Bravos Valadares, Prof. Fausto Rogério Esteves e a Prof^a. Aline Rodrigues Soares.

A todos os colegas do curso de Engenharia Civil pela amizade e colaboração. Agradeço ao Instituto Doctum de Educação e Tecnologia por oferta o curso de Engenharia Civil e pelo atendimento que tem prestado nesses cinco anos de curso.

Por fim agradeço a todos que participarão desta análise.

*“E Jesus tomou os pães e, havendo dado graças,
Repartiu-os pelos discípulos, e os discípulos pelos que estavam assentados, e
igualmente também dos peixes, quando eles queriam.
E, quando estavam saciados, disse aos seus discípulos:
Recolhei os pedaços que sobejaram, para que nada se perca”.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Geração de RSU no Brasil.....	19
Figura 02: Coleta de RSU no Brasil.....	20
Figura 03: Esquema de aterro sanitário.....	27
Figura 04: Esquema de aterro controlado.....	28
Figura 05: Caratinga-MG.....	34
Figura 06: Descarga dos resíduos correspondentes a dois caminhões.....	38
Figura 07: Mistura do monte e enquadramento.....	39
Figura 08: Coletados cinco pontos do monte (topo e quatro laterais).....	39
Figura 09: Quatro bombascoletadas totalizando 800l.....	40
Figura 10: Cada bombona deveria ser pesada separadamente.....	40
Figura 11: Homogeneização do monte oriundo das quatro bombonas.....	41
Figura 12: Mistura do lote homogeneizado.....	41
Figura 13: Primeiro quarteamento.....	42
Figura 14: Primeiro descarte vis-à-vis.....	42
Figura 15: Segundo quarteamento.....	42
Figura 16: Segundo descarte vis-à-vis.....	42
Figura 17: Pesada a amostra de 200l.....	43
Figura 18: Feita uma leira.....	43
Figura 19: Separação dos resíduos por categoria.....	43
Figura 20: Resíduos amostrados.....	43
Figura 21: Esquema de uma usina de triagem e compostagem 25t/dia.....	47
Figura 22: Esquema de uma usina de triagem e compostagem 50t/dia.....	48
Figura 23: Esquema de uma usina de triagem e compostagem 100t/dia.....	49
Figura 24: Entrada do aterro sanitário.....	54
Figura 25: Representação do percentual de cada material amostrado.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Participação dos principais materiais.....	20
Quadro 02: Amostra 01.....	55
Quadro 03: Amostra 02.....	56
Quadro 04: Amostra 03.....	57
Quadro 05: Determinação da massa global das amostras.....	58
Quadro 06: Estimativa da receita diária referente a comercialização de recicláveis.....	63
Quadro 07: Estimativa da receita com a comercialização do composto orgânico....	63
Quadro 08: Categorias de itens amostrados.....	74-75

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01: Cálculo da composição gravimétrica.....	35
Equação 02: Área da seção para um triângulo.....	50
Equação 03: Área da seção para um trapézio.....	50
Equação 04: Calculo do volume da leira.....	51
Equação 05: Calculo do comprimento da leira.....	51
Equação 06: Calculo da base da leira.....	51
Equação 07: Calculo da área de folga para reviramento da leira.....	51
Equação 08: Calculo da área útil.....	52
Equação 09: Calculo da área extra devido ao fator de segurança.....	52
Equação 10: Calculo da área total do pátio.....	52

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública

CEMPRE: Compromisso Empresarial para Reciclagem

FEAM: Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIEMG: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT: Instituto de Pesquisa e Tecnologia

RS: Resíduo Sólido

RSU: Resíduos Sólido Urbano

RSUD: Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares

Sisnama: Sistema nacional do meio ambiente

SNVS: Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

Suasa: Sistema unificado de atenção à sanidade agropecuária

UTC: Usina de Triagem e Compostagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	16
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	17
2.1RESÍDUOS SÓLIDOS.....	17-18
2.2PANORAMA DOS RS NO BRASIL.....	19-21
2.3INTRODUÇÕES A LEI 12.305/2010 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	21-25
2.4 DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO A LEI 12.305/10 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	25-26
2.5DEFINIÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO E ATERRO CONTROLADO.....	26-28
2.6 RECICLAGEM.....	29
2.7COMPOSTAGEM.....	29-31
2.8USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM (UTC).....	31-32
3METODOLOGIA.....	33
3.1DELINEAMENTO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	33-34
3.2CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARATINGA, MINAS GERAIS...34-35	
3.3METODOS ESTUDADOS.....	35-37
3.4 ANÁLISE GRAVIMETRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO ATERRO SANITÁRIO DE CARATINGA-MG.....	37-38

3.5PREPARO DA AMOSTRA E APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE QUARTEAMENTO EM CAMPO.....	38-44
3.6 ESTUDO ECONÔMICO SOBRE O FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS NO ATERRO SANITARIO.....	44
3.7 ESTUDO SOBRE POSSIVEIS PROPOSTAS DE USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM PARA O ATERRO SANITÁRIO.....	45
3.7.1 LOCALIZAÇÃO DA UTC.....	45
3.7.2 PROPOSTAS DE UTC.....	45-49
3.7.3PÁTIO DE COMPOSTAGEM.....	49-52
4RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO ATERRO SANITÁRIO DE CARATINGA-MG.....	53-54
4.2-DISCUSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE GRAVIMETRICA.....	55
4.2.1 AMOSTRA 01.....	55
4.2.2 AMOSTRA 02.....	56
4.2.3 AMOSTRA 03.....	57
4.2.4 DETERMINAÇÃO E DISCUÇÃO DA MASSA GLOBAL DAS AMOSTRAS.....	58-60
4.3 RESULTADOS DOS METODOS.....	61-62
4.4 ESTUDO ECONÔMICO SOBRE O FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS DIARIAMENTE NO ATERRO SANITÁRIO.....	62-64
4.5 APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA PARA QUE SE POSSA ADEQUAR AO MAXIMO O ATERRO SANITÁRIO NO QUE TANGE OS PARÂMETROS DE DESTINAÇÃO FINAL ESTABELECIDOS PELA LEI 12.305/2010.....	64-65
5CONCLUSÃO.....	66

6REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67-69
ANEXOS.....	70
ANEXO I.....	70
ANEXO II.....	71-72
ANEXO III.....	73
ANEXO IV.....	74-75

RESUMO

OLIVEIRA, Ricardo Soares. **Análise Gravimétrica dos resíduos sólidos: estudo de caso do aterro sanitário de Caratinga-MG,2013**,Monografia(Bacharelado em Engenharia Civil)- Instituto Doctum de Tecnologia,2013.

Partindo da problemática em torno dos resíduos sólidos gerados nos municípios brasileiros é de suma importância a gestão racional e a destinação final dos mesmos. Para isto, a composição gravimétrica do aterro sanitário de Caratinga-MG teve como objetivo a identificação dos principais elementos presentes, com intuito de apresentar uma proposta que vise adequar o aterro sanitário aos parâmetros da legislação atual no que tange a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A segregação dos materiais e o cálculo das devidas porcentagens foram obtidas após o uso da técnica de quarteamento estabelecida pela NBR 10007/2004, com adaptações feitas por PESSIN, N. *et al.*(2006) ,em que serão amostrados resíduos provenientes da montante total diária que e disposta no aterro sanitário de Caratinga-MG , estes resíduos possuem suas origens das regiões urbanas e rurais que compõem o perímetro territorial do município , a análise será feita a partir do descarte vis-à-vis de um total de 800 litros de resíduos, devidamente homogeneizados, que resultaram em uma amostra de 200 litros para caracterização do material presente como descrito na metodologia a ser aplicada. A composição gravimétrica apresentou 52,0% para matéria orgânica putrescível, 31,0% para materiais com maior potencial de reciclagem e 17,09% de rejeitos. Para analisar a metodologia proposta neste trabalho de pesquisa, foi simulado um estudo de caso no aterro sanitário de Caratinga-MG, tendo enfatizado como alternativa de adequação a lei 12.305/2010 a proposta de uma usina de triagem compostagem ,que possa obter retorno econômico ,ganho de vida útil para este empreendimento e o máximo de adequação aos parâmetros de destinação final estabelecidos pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, composição gravimétrica, Política Nacional dos resíduos Sólidos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ricardo Soares. **Gravimetric Analysis of solid waste: case study of the landfill Caratinga, MG, 2013** Monograph (BS Civil Engineering) - Doctum Institute of Technology, 2013.

Leaving the issues surrounding solid waste generated in the municipalities is critical to sound management and disposal of the same. For this, the gravimetric composition of landfill Caratinga - MG was aimed at identifying the main elements present, in order to present a proposal to adapt the landfill to the parameters of the current with respect to National Solid Waste legislation. The segregation of materials and the calculation of the requisite percentages were obtained after using the quartering technique established by NBR 10007/2004, with adjustments made by PESSIN, N. et al. (2006), in which residues from the total amount that daily and disposed in landfill Caratinga - MG will be sampled, these residues have their origins in urban areas is rural land that make up the perimeter of the municipality, the analysis will be done from the disposal *vis-à-vis* a total of 800 liters of waste properly homogenized, resulting in a sample of 200 liters for characterization of materials as described in this methodology to be applied. The gravimetric composition showed 52.0 % for putrescible organic matter, 31.0 % for materials with greater potential for recycling and waste of 17.09%. To analyze the methodology proposed in this research was a case study simulated landfill Caratinga - MG, and emphasized as an alternative fitness for law 12.305/2010 the proposal of a sorting plant and composting, you can get economic returns gain useful for this venture life and maximum suitability to final destination parameters established by the National Solid Waste Policy.

Keywords: Solid waste, gravimetric composition, National Policy of Solid Waste.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é cada vez maior a discussão acerca da questão dos resíduos sólidos em nível mundial, em especial nos países em que se observa um crescimento populacional mais acelerado. Isso porque a maior demanda por bens de consumo faz crescer o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, principalmente sob a forma de produtos industrializados e descartáveis.

Porém, o ritmo de produção e consumo de mercadorias vem superando a capacidade natural do meio de assimilar os restos de tais atividades, fazendo com que a geração de resíduos seja hoje um dos maiores problemas enfrentada pela civilização moderna.

Com o crescimento acelerado de Caratinga-MG percebe-se a necessidade de uma política de gestão ambiental de resíduos sólidos para o município, tratando-se de todo rejeito de produto que é gerado e disposto no aterro sanitário visando a recuperação da receita perdida com o uso de técnicas de tratamento que possibilitem ganho de vida útil ao mesmo.

Partindo desse ponto sabe-se que o aterro sanitário já se encontra estabelecido e apresenta condições adequadas de disposição final.

Neste sentido a análise gravimétrica veio como uma forma de obter os dados percentuais da composição do fluxo de resíduos sólidos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG que servirão para propor métodos de tratamento de resíduos sólidos que possuem o foco em reduzir o problema de gestão econômica do aterro sanitário é atender as legislações atuais com o uso de técnicas de tratamento prévio .

Com o intuito de se obter dados sobre o fluxo de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG para que se possa propor um método de tratamento que vise como resultado adequar o aterro sanitário nos parâmetros de destinação final da lei 12.305/2010 e que proponha retorno econômico para o município, este projeto segue o seguinte conceito de Monteiro (2001, p.34) “A composição gravimétrica identifica o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada”.

1.1 JUSTIFICATIVA

A análise gravimétrica veio como uma forma de propor técnicas de tratamento que visem diminuir os problemas no aterro sanitário do município de Caratinga-MG que e o local de destinação final dos resíduos do município, problemas estes oriundos da disposição de RS sem tratamento prévio que estão causando prejuízo econômico para o município e não atendem a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Essa análise forneceu dados que servirão para propor métodos sobre técnicas mitigadoras que visem o tratamento prévio dos resíduos sólidos o que tem por consequência promover ganhos econômicos para o município e dar conformidade à legislação vigente mais especificamente a lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Utilizar a análise da composição gravimétrica para quantificar e qualificar os resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter os dados percentuais da composição do fluxo de resíduos sólidos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG.
- Realizar um comparativo entre a participação dos principais materiais encontrados no lixo Brasileiro em 2012 com a composição do fluxo de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG.
- Adequar ao máximo o aterro sanitário de Caratinga-MG no que tange os novos parâmetros de destinação final estabelecidos pela Lei 12.305/2010 Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Baseando-se em estudos na literatura é possível encontrar diversas definições para resíduos sólidos (RS), bem como as classificações, uma vez que depende dos objetivos desejados. Segundo a norma brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos, são definidos como:

Resíduos sólidos são 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 na rede pública de esgoto ou corpos de água [...].

A mesma norma classifica os resíduos em três classes:

- “Classe I ou perigosos: são aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade, ou ainda os inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.
- Classe II A - Não Inertes: são os aqueles que não se enquadram na classe I que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos classe I ou classe II B;
- Classe II B – Inertes: são aqueles que quando ensaiados segundo o teste de solubilização apresenta pela NBR 10.006/2004, não apresenta qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto (ABNT,2004b).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, instituída pela lei nº 12.305/2010 define os resíduos como:

Qualquer material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação se procede, se propõe proceder ou se estar obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semi-sólidos, bem como cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água ou exijam para isto soluções técnicas ou economicamente inviáveis em fase da melhor tecnologia disponível.

Esta mesma lei classifica os resíduos quanto a origem como:

- a) Resíduos Sólidos domiciliares (RSD);
- b) Resíduos de limpeza;
- c) Resíduos sólidos urbanos (RSU) englobados em i e ii;
- d) Resíduos provenientes do comércio e de prestadores de serviço;
- e) Resíduos provenientes da indústria;
- f) Resíduos provenientes de serviço de saúde (RSS);
- g) Resíduo da construção civil (RCC);
- h) Resíduos provenientes de atividades agrossilvopastoris;
- i) Resíduos de serviços de transporte;
- j) Resíduos provenientes de mineração.

Outro aspecto importante seria a caracterização dos resíduos que possui os seguintes segmentos de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004):

Características Físicas:

- Geração per capita;
- Composição gravimétrica;
- Peso específico aparente;
- Teor de umidade;
- Compressividade;
- Características Químicas;
- Poder calorífico;
- Potencial hidrogeniônico (ph);
- Composição química.

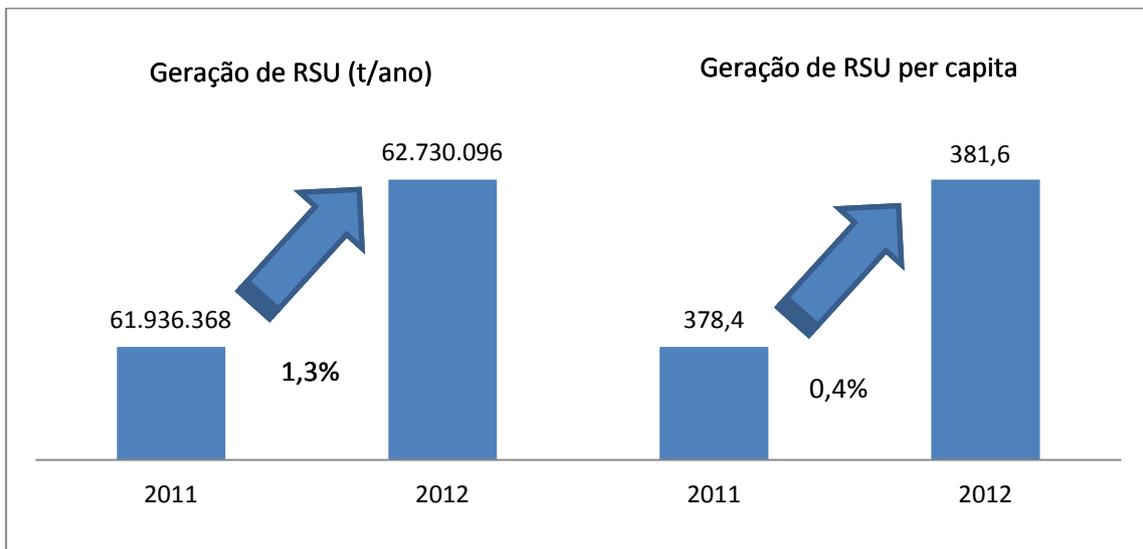
(Mais informações consultar ANEXO I)

2.2 PANORAMA DOS RS NO BRASIL

Atualmente o panorama dos RS no Brasil indicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012, p.28), mostra que a quantidade de RS gerados no ano de 2012 foi de 62,7 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 1,3% de 2011 para 2012, esse índice que é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país no período, que foi de 0,9%.

Os dados registrados para a geração total e per capita são apresentados na Figura 01 e conforme já observado em anos anteriores, apesar de superar o índice de crescimento populacional, tiveram um declínio na sua intensidade. A comparação da quantidade total gerada e o total de resíduos sólidos urbanos coletados, indicado na Figura 01, mostram que 6,2 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) deixaram de ser coletados no ano de 2012 e, por consequência, tiveram destino impróprio. Esta quantidade é cerca de 3% menor do que a constatada em 2011.

Figura 01



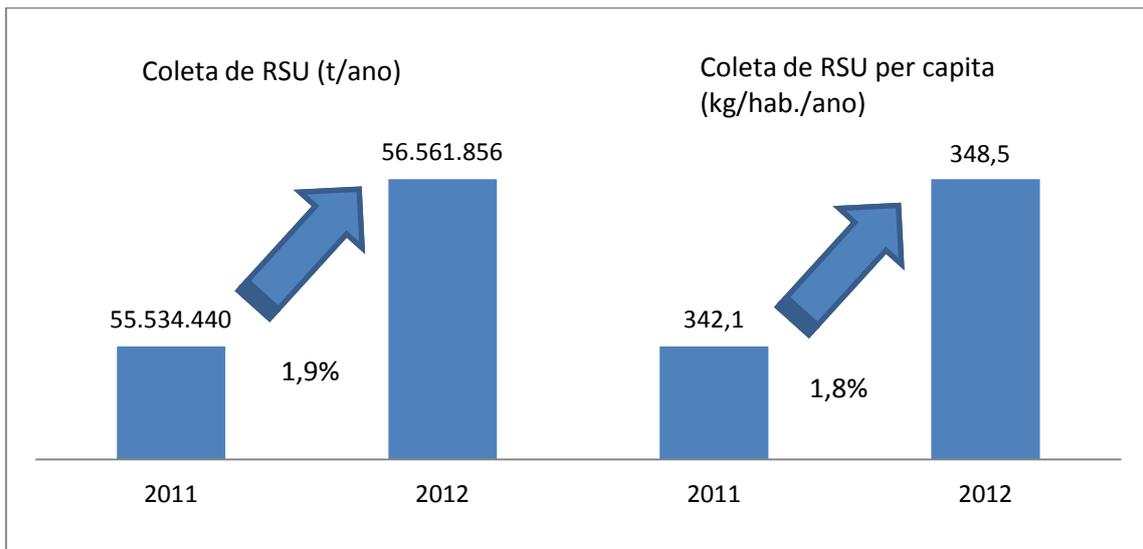
Fonte: adaptado da ABRELPE (2012, p.29)

Conforme ABRELPE (2012, p.29) o volume de RS coletados no Brasil foi de 56,6 milhões de toneladas (Figura 02), sendo este volume equivalente a 90,17% da

cobertura total coletada, logo os 9,83% restantes acabam sendo despejados em terrenos baldios, córregos, lagos e praças.

Ainda segundo ABRELPE (2012, p.29) de todo volume coletado, o Sudeste representa cerca de 52,5%,Nordeste 22,1%,Sul 10,9%,Centro-Oeste 8,1% e Norte 6,4%,cabe levar em consideração que as regiões Sudeste e Nordeste representam 74,6% de todo lixo do território nacional.

Figura 02



Fonte: adaptado da ABRELPE (2012, p.28)

Outro fator importante e a participação dos principais materiais no total de RSU coletados no Brasil em 2012 conforme apresenta o quadro 01 apresenta:

Quadro 01

Materiais	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Metais	2,9	1.640.294
Papel,Papelão e TetraPak	13,1	7.409.603
Plástico	13,5	7.635.851
Vidro	2,4	1.357.484
Matéria Orgânica	51,4	29.072.794
Outros	16,7	94.458.30
Total	100,0	56.561.856

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2012, p.30)

A participação dos RSU coletados no Brasil teve como destaque a matéria orgânica que representou 51,4% do total de RSU coletado no Brasil,os resíduos que correspondem os recicláveis mas precisamente papel,papelão e

tetrapak,plástico,metais e vidro tiveram 31,9% no total RSU coletado e a parcela de outros elementos de difícil identificação ou que não fizeram parte da lista de materiais selecionados na pesquisa representaram 16,7% do total.

2.3 INTRODUÇÃO A LEI 12.305/2010 POLÍTICA NACIONAL DOS RS

Mediante a necessidade de estabelecer parâmetros para gerenciar e manusear a questão de resíduos sólidos no Brasil a lei 12.305/2010 veio com a seguinte função:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Algumas mudanças aconteceram mediante a lei 12.305/2010 Política Nacional dos RS que são listadas abaixo, para maiores informações consultar ANEXO II:

- Lixões a céu aberto e aterros controlados ficam proibidos;
- Fabricantes, distribuidores e comerciantes, organizados em acordos setoriais, ficam obrigados a recolher e destinar para a reciclagem as embalagens de plástico, papel, papelão, de vidro e as metálicas usadas;
- O setor de construção civil fica obrigado a dar destinação final ambientalmente adequada aos RCD, não podendo mais encaminhá-los aos aterros;
- A responsabilidade pelo lixo passa a ser compartilhada;
- As administrações municipais, no prazo máximo de 2(dois) anos, devem desenvolver um PGRS;
- As empresas e demais instituições públicas e privadas devem desenvolver um PGRS;
- Os municípios terão de implantar um sistema de coleta seletiva;
- As cooperativas de catadores terão prioridade na coleta seletiva;
- Deve-se ser designar para execução e monitoramento do PGRS um técnico habilitado.

Conforme a lei 12.305 (2010, Art. 1º. § 1o) são feitas algumas observações perante as responsabilidades e responsáveis mediante a gestão de resíduos e forma de o gerenciamento dos mesmos:

Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Essas obrigações são mais especificada no Capítulo III da lei 12.305/2010, onde se estabelecem as responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público:

Art. 25. O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento.

Conforme a lei 12.305/2010 fica estendido aos produtos comercializados:

§ 1o Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no caput serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

Outra responsabilidade apresentada pela lei 12.305/2010 esta em relação a logística reversa e obrigações a cumprir perante os seguintes resíduos :

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigosas observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Segundo a lei 12.305/2010 fica esclarecido que a obrigatoriedade da logística reversa exigirá, para seu efetivo sucesso, a estruturação de um complexo sistema de rotas de reversão e de profundas readequações nas cadeias produtivas de vários segmentos industriais, que demandarão em curtos e médios prazos:

- Capacidade de articulação entre indústrias, distribuidores, comércio operadores logísticos, associação de catadores e prefeituras;
- Existência de indústrias de reciclagem, a jusante da cadeia, com capacidade instalada para absorver o grande volume de entrada de matéria-prima, proveniente dos fluxos reversos estabelecidos
- Disponibilidade de tecnologias nacionais, adequadas para processamento de recicláveis, principalmente os constantes da obrigatoriedade de logística reversa.
- Viabilidade dos mercados demandantes de itens recicláveis.

Conforme a lei 12.305/2010 que indica que em princípio, a responsabilidade sobre os serviços de manejo de resíduos sólidos é da administração municipal, porém somente no que concerne aos resíduos domiciliares e os provenientes da limpeza urbana, no que tange às atividades industriais, comerciais e de serviços privados, esta responsabilidade é do próprio gerador do resíduo que possui em destaque para as pessoas físicas :

“Art. 27. As pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente na forma do art. 24.

§ 1º. A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas referidas no art. 20 da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos.”

Mediante o recolhimento dos resíduos inclusive os assemelhados aos resíduos domiciliares for executado pelo serviço municipal de limpeza urbana, devemos observar que esta prática deve cessar, sendo ilegal a continuidade dessas ações por parte das administrações municipais sem remuneração, conforme dispõe a lei 12.305 (§ 7º do Art.33).

Cabe ressaltar que segundo a lei 12.305/2010 perante o descumprimento da lei a prefeitura pode atuar da seguinte forma conforme o “Art. 29. Cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que

tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos.”

De acordo com casos mais extremos a lei 12.305/2010 estabelece que os órgãos de fiscalização podem até valer-se de medidas mais drásticas :

Art. 51. Sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa, reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos desta Lei ou de seu regulamento sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”, e em seu regulamento.

Conforme a lei nº 9.605 Art. 56. Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

§ 1º Nas mesmas penas incorre quem

I - abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

II - manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento.

§ 2º Se o produto ou a substância for nuclear ou radioativa, a pena é aumentada de um sexto a um terço.

§ 3º Se o crime é culposo:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Mediante as diferenças estabelecidas entre o conceito de resíduos e rejeitos, sendo o primeiro considerado pela Lei 12.305/2010 como “um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania” e a forte carga que a Lei faz na proibição da disposição de resíduos aproveitáveis em aterros sanitários, aliados à obrigatoriedade da compostagem dos rejeitos orgânicos, eliminará paulatinamente a existência de grandes aterros sanitários, propiciando a expansão da sua vida útil, tendo como conseqüências esperadas em médio prazo:

- A readequação das atividades industriais de destinação final de resíduos sólidos;
- O crescimento das atividades industriais de reciclagem;
- A inclusão sócio-econômica dos catadores de resíduos, organizados em cooperativas.

Conforme os parâmetros apresentados pela a lei 12.305/2010 e de entendimento que esta lei institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e dispõe os seus princípios, objetivos e instrumentos e estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis deixando claro que estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

2.4 DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS SEGUNDO A LEI 12.305/2010 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Entre os parâmetros apresentados pela lei 12.305/2010 destacasse os de destinação e disposição final, ou seja, a forma de se tratar os resíduos e a forma de dispor os resíduos.

Segundo a lei 12.305/2010 entendesse que destinação final ambientalmente adequada:

VII – destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

De acordo com a lei 12.305/2010 entende-se que “disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.”

Desta forma fica estabelecido pela lei 12.305/2010 que para ser destinar resíduos antes é preciso tratar previamente, é para dar disposição final aos rejeitos que sobram do tratamento dos resíduos é preciso observa as normas específicas de

modo evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos, com esses critérios fica estabelecido a forma de se lidar com os resíduos sólidos.

2.5 DEFINIÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO E ATERRO CONTROLADO

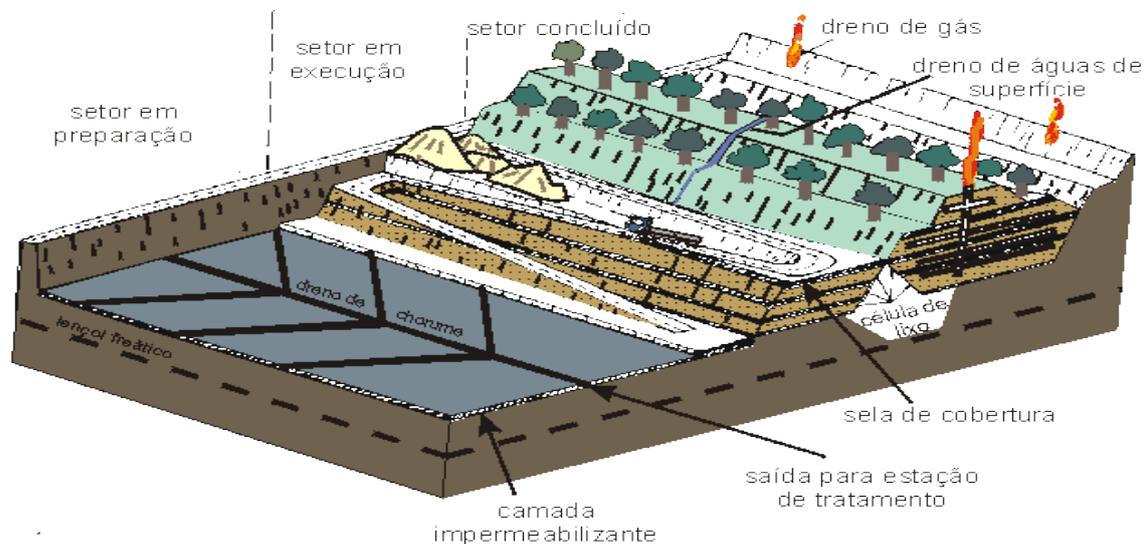
Entre os métodos de disposição final destacam os aterros sanitários e os aterros controlados, sendo que para a NBR 8419 (ABNT, 1992) estabelece a seguinte definição para ambos:

Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo [...], método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada ou intervalos menores se for necessário. Já o aterro controlado consiste apenas na disposição dos resíduos no solo que recebem camadas diárias de matéria inerte.

Outra definição é dada por D´Almeida e Vilhena (2000, p.252) “aterro sanitário, conforme ilustrado na Figura 03, é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que é fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção pública .”

Entre aterros sanitários e controlados se destacam os sanitários devido a sua maior segurança e cuidado com o meio ambiente e importante destacar que devido a lei 12.305/2010 Plano Nacional de Resíduos Sólidos a técnica de aterro controlado está sendo substituída pela implantação de aterro sanitário.

Figura03



Fonte: D´Almeida e Vilhena (2000,p.252).

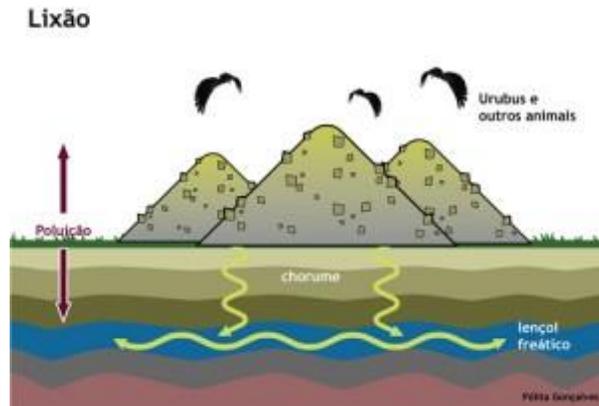
Conforme a NBR 8.849/1985 (ABNT, 1985) o aterro controlado é técnica de disposição final de RSU no solo, que minimiza danos ou riscos à saúde pública, à segurança e ao ambiente. Este método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na menor área possível, prevendo seu recobrimento com camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Mediante a condição de dispor os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) diretamente no solo existe a preocupação apresentada por Bruschi (2011 p.54-55) perante esta forma de disposição:

Essa forma de disposição produz, em geral, poluição localizada já que a falta de impermeabilização de base e de sistemas de tratamento de percolado, além da dispersão descontrolada dos gases gerados ampliam a possibilidade dos efluentes gerados pela decomposição dos resíduos comprometer a qualidade do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas. Esse método é preferível ao lixão, mas apresenta potencial para minimização de impactos inferior ao dos aterros sanitários e é considerado solução paliativa para gestão dos RSU não passível de regularização ambiental.

Um esquema do que seria um aterro controlado é apresentado na figura 04:

Figura 04:



Fonte: WWW.territorioaoextremo.com.br

Desta forma entende que o aterro sanitário seria uma forma mais segura de dispor resíduos sólidos uma vez que dispõe de sistema de impermeabilização e com isso protege o solo e o lençol freático quando o aterro controlado não possui impermeabilização com isso polui diretamente o solo e o lençol freático.

Algumas considerações feitas pela NBR 8.418/1992 em relação a classe dos aterros :

No aterro Classe I podem ser dispostos resíduos como lodos de estação de tratamento de efluentes e galvânicos, borras de retífica e de tintas, cinzas de incineradores, entre outros.

Em aterros Classe I são contemplados de sistema de impermeabilização com argila e dupla geomembrana de PEAD - que protege o solo e os lençóis de água subterrâneas do contato com os resíduos e com o efluente gerado, que ao ser captado pelo sistema de drenagem é encaminhado para tratamento.

Nos aterros classe II e destinado à disposição de resíduos industriais não-perigosos e não-inertes, e também para a disposição de resíduos domiciliares.

Os Aterros Classe IIA possuem as seguintes características: impermeabilização com argila e geomembrana de PEAD, sistema de drenagem e tratamento de efluentes líquidos e gasosos e completo programa de monitoramento ambiental.

Devido à característica inerte dos resíduos dispostos, o Aterro Classe IIB dispensa a impermeabilização do solo. Esse aterro possui sistema de drenagem de águas pluviais e um programa de monitoramento ambiental que contempla o acompanhamento geotécnico (movimentação, recalque e deformação) do maciço de resíduos.

2.6 RECICLAGEM

Uma importante forma de destinação adequada aos parâmetros da lei 12.305/2010 e a reciclagem que proporciona aos resíduos sólidos tratamento prévio que possui foco em separar os materiais recicláveis dos rejeitos que compõe os RS desta forma reciclagem possui a seguinte definição segundo Monteiro (2001, p.120):

Denomina-se reciclagem a separação de materiais do lixo domiciliar, tais como papéis, plásticos, vidros e metais, com a finalidade de trazê-los de volta à indústria para serem beneficiados, esses materiais são novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo.

Outra definição é dada por D´Almeida e Vilhena (2000,p.81) a “ reciclagem é o resultado de uma série de atividades, pela qual matérias que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados ,separados e processados para serem usados como matéria prima na manufatura de novos produtos.”

Mediante Monteiro (2001, p.120) a reciclagem propicia as seguintes vantagens:

- preservação de recursos naturais;
- economia de energia;
- economia de transporte (pela redução de material que demanda o aterro);
- geração de emprego e renda;
- conscientização da população para as questões ambientais.

Desta forma pode-se concluir que a reciclagem é uma forma de separar e agregar valor ao resíduo sólido e ao mesmo tempo proporcionar tratamento prévio com geração de retorno econômico.

2.7 COMPOSTAGEM

Para o tratamento da matéria orgânica que é um constituinte dos resíduos sólidos o meio mais comum utilizado é a compostagem como forma de tratamento de materiais orgânicos mediante essa técnica defini Monteiro (2001, p.124):

“Define-se compostagem como o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura); de origem animal e vegetal, pela ação de microorganismos. Para que ele ocorra não é necessário adição de qualquer componente físico ou químico à massa do lixo.”

Perante o uso do composto orgânico que o produto da compostagem destaca Monteiro (2001, p.126) “O composto orgânico pode ser utilizado em qualquer tipo de cultura associado ou não a fertilizantes químicos. Pode ser utilizado para corrigir a acidez do solo e recuperar áreas erodidas.”

Em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares (RSUD) o composto orgânico possui a seguinte indicação dada por D´Almeida e Vilhena (2000,p.117) ,“O composto orgânico produzido a partir de resíduos sólidos urbanos domiciliares, pode apresentar características variáveis em função da decomposição da fração orgânica do lixo e da operação da usina.”

De acordo com a função e importância do composto orgânico indica D´Almeida e Vilhena (2000,p.93) que:

Há muito tempo a compostagem é praticada no meio rural, utilizando-se de restos vegetais e esterco animal. Pode-se, também, utilizar a fração orgânica do lixo domiciliar, mas de forma controlada, em instalações industriais chamadas usinas de triagem e compostagem. No contexto brasileiro, a compostagem tem grande importância, uma vez que cerca de 50% do lixo municipal é constituído por matéria orgânica.

Outro fator que deve ser considerado para o composto orgânico são suas vantagens que segundo D´Almeida e Vilhena (2000,p.93) são :

- economia de aterro;
- aproveitamento agrícola da matéria;
- reciclagem de nutrientes para o solo;
- processo ambientalmente seguro;
- eliminação de patógenos;
- economia de tratamento de efluentes.

Outro fator importante sobre a compostagem e o húmus que segundo Recesa (2007, p.36) indica que “o composto orgânico produzido tem como principais

características a presença de húmus e nutrientes minerais e sua qualidade é função da maior ou menor quantidade destes elementos.”

Ainda conforme Recesa (2007, p.36),

o húmus torna o solo poroso, permitindo a aeração das raízes, retenção de água e dos nutrientes, os nutrientes minerais podem chegar a 6% em peso do composto e incluem o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro, que são absorvidos pelas raízes das plantas.

De acordo com essas informações percebe-se que a compostagem é a melhor forma de se tratar os resíduos orgânicos presentes nos RSU e por sua vez é muito vantajosa uma vez que ocupa 50% da constituição do lixo municipal mostrando ser um método vantajoso de se tratar os RSU e diminuir o que precisa ser disposto com isso se consegue gerar economia de aterro para o município que faz uso da técnica de compostagem.

2.8 USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM (UTC)

Uma forma de se propor tratamento aos RS e a UTC que se trata da separação dos recicláveis da parcela de rejeitos do RS e do tratamento da parcela orgânica em uma única estrutura chamada usina de triagem e compostagem(UTC) que segundo a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM,2006,p.15) fica esclarecido que :

normalmente as usinas implantadas em áreas apropriadas e licenciadas pela FEAM compõem-se de um conjunto de estruturas físicas edificadas como galpão de recepção e triagem de lixo, pátio de compostagem, galpão para armazenamento de recicláveis, unidades de apoio (escritório, almoxarifado, instalações sanitárias/vestiários, copa/cozinha, etc).

Ainda segundo a FEAM (2006, p.15) fica esclarecido que “as usinas geralmente possuem outras unidades, como valas de aterramento de rejeitos e de resíduos de saúde, unidades para tratamento dos efluentes gerados, tanto na operação como na higienização, que podem ser nas modalidades de fossa/filtro/sumidouro ou lagoa de tratamento.”

De acordo com Junkes (2002, p.48), as instalações de uma usina de triagem e compostagem podem ser agrupadas em seis setores, conforme descrição:

- 1º Setor - recepção e expedição;
- 2º Setor – triagem;
- 3º Setor - pátio de compostagem;
- 4º Setor - beneficiamento e armazenagem de composto;
- 5º Setor - aterro de rejeitos;
- 6º Setor - sistema de tratamento de efluentes;

(Para maiores informações consultar ANEXO III.)

Conforme o funcionamento de uma UTC segundo Magalhães (2008, p.26) fica esclarecido que:

Cabe ressaltar que o pleno funcionamento de uma usina de triagem e compostagem conta com a efetiva participação da comunidade, que tem importante papel na segregação dos resíduos na fonte, diminuindo, assim, os riscos de contaminação dos resíduos orgânicos a serem compostados. Como já mencionado, uma das preocupações neste aspecto é a contaminação por metais pesados e substâncias tóxicas presentes, por exemplo, em pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes.

Segundo D´Almeida e Vilhena (2000,p.112), “a qualidade de um produto gerado em um processo industrial é resultado da contribuição de todas as etapas envolvidas, desde o projeto das instalações até sua utilização pelo consumidor.”

Por fim entende-se que uma usina de triagem como sendo um equipamento de limpeza pública composto de vários dispositivos que visam a separação e a aproveitamento das parcelas recicláveis dos resíduos sólidos propondo então um tratamento prévio dos resíduos sólidos.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia a ser adotada na pesquisa e o estudo de caso que tem como objeto o aterro sanitário de Caratinga-MG cabe ressaltar que para este tipo de estudo Gil (2007, p.72) apresenta que “(...) é caracterizado pelo estudo exaustivo de um ou de poucos objetos de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado (...)”.

Coube esta pesquisa fazer uso de técnicas de amostragem definidas pela NBR 10.007/2010, mas precisamente a “amostra representativa: parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total”. Conforme a necessidade de se estabelecer uma forma de se retirar as amostras para esta pesquisa foi preciso escolher o método de quarteamento que segundo a NBR 10.007/2010 possui a seguinte definição:

Quarteamento: Processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado.

De acordo com Monteiro (2001, p.42), “a coleta de amostras, assim como a medição do lixo encaminhado ao aterro, jamais deve ser realizada num domingo ou numa segunda-feira.”, este fato acontece devido esses dias serem mais volumosos que outros da semana devido ao fato de ser final do final de semana haver uma maior produção de resíduos e a segunda – feira receber resíduos do domingo que não a coleta então e escolhido para esta pesquisa os dias neutros da semana como terça-feira, quarta-feira e quinta-feira, ou seja, os dias que sofrem com nenhuma possível interferência no fluxo diário de resíduos coletados.

De acordo com o apresentado anteriormente este trabalho tem como foco o aterro sanitário de Caratinga-MG, por isso a escolha do sujeito foi intencional, com o

enfoque estratégico participa da pesquisa a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, Transportes e Meio Ambiente responsável pela coordenação do aterro sanitário e toda sua equipe que vão desde o secretário, superintendente, funcionários técnicos a estagiários.

Os participantes da pesquisa foram escolhidos e designados por acessibilidade, conveniência e por serem pessoas que dispõem de informações e recursos relevantes a essa pesquisa no caso da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, Transportes e Meio Ambiente o principal recurso relevante para esta pesquisa e o aterro sanitário e a informação mais relevante disposta pela secretaria seria o fluxo médio diário disposto no aterro sanitária que e uma montante diária media de 40t/dia.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CARATINGA, MINAS GERAIS

Segundo IBGE (2010) omunicípio de Caratinga - MG, esta localizado na Bacia do Rio Doce, no bioma Mata Atlântica ao leste da capital do estado de Minas Gerais. Tem como municípios limítrofes Inhapim, Imbé de Minas, Piedade de Caratinga, Ubaporanga, Iapu, Ipaba, Santana do Paraíso, Ipatinga, Timóteo, Bom Jesus do Galho, Vargem Alegre, Entre Folhas, Raul Soares, Santa Rita de Minas, Santa Bárbara do Leste, Simonésia e Ipanema, estando aproximadamente 311 km de Belo Horizonte, capital do estado.

Figura 05



Fonte : WWW.Google.com.br

De acordo com o IBGE (2010), o município ocupa uma área de aproximadamente 1.259 km², com uma população de 85.239 habitantes, sendo que desta população total Caratinga possui uma densidade demográfica de 67.72 Hab/km².

Sua população apresenta um rendimento mensal variando de meio salário a vinte salários mínimos, deste total 4,57% possuem rendimentos de até meio salário mínimo, 33,37 % de meio até um salário mínimo, 17,87 % de um até 2 salários mínimos, 8,64 % de dois até cinco salários mínimos, 1,99% de cinco a 10 salários mínimos, 0,39% de dez a vinte salários mínimos, 0,08 % mais de vinte salários mínimos e 33,06% não declararam sua renda.

3.3 MÉTODOS ESTUDADOS

O primeiro método a ser estudado foi o da composição gravimétrica aonde foi adotado a definição de MONTEIRO (2001, p.34), “A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso da amostra de lixo analisada.”

$$CG = P\% \times PAM \quad (\text{Equação 1})$$

CG= Composição gravimétrica

P% = percentual de cada componente

PAM = Peso da amostra

O segundo método é o do peso específico a ser adotado no caso do aterro sanitário que já possui balança rodoviária e com isso conhecimento de sua massa diária média servirá para pesquisa somente para dimensionar equipamentos essa importância é dada por Monteiro (2001, p.35) que define que “sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações”.

Ainda segundo Monteiro (2001, p.35) o “peso específico aparente é o peso do lixo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em Kg/m³.”

Devido ao fator dos caminhões que fazem o serviço de coleta de resíduos em Caratinga-mg serem compactadores fica impossível se obter o peso específico aparente para isso esta pesquisa segue a seguinte linha de raciocínio de Monteiro (2001, p.35) que afirma que: “na ausência de dados mais precisos, podem-se utilizar os valores de 230 kg/m³ para o peso específico do lixo domiciliar, de 280 kg/m³ para o peso específico dos resíduos de serviço da saúde e de 1.300 kg/m³ para peso específico de entulho de obras”, desta forma e adotado o peso específico do lixo domiciliar nesta pesquisa uma vez que o aterro não recebe os resíduos do serviço da saúde e nem entulho de obra .

O terceiro método a ser estudado nesta pesquisa foi a geração *per capita* que de acordo com Monteiro (2001, p.33), “geração *per capita*” relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região.”

É importante levar em consideração que o aterro sanitário recebe somente os resíduos domésticos, comerciais e públicos com isso a geração *per capita* retirada do fluxo do aterro sanitário não inclui os entulhos e nem só de serviço da saúde.

Segundo Monteiro (2001, p.34), “um erro muito comum cometido por alguns técnicos é correlacionar a geração *per capita* somente ao lixo domiciliar (doméstico + comercial) , em lugar de correlacioná-la aos resíduos urbanos (domiciliar + público + entulho, podendo excluir os resíduos de serviço da saúde).”

A pesquisa da geração *per capita* do fluxo de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário serviu para indicar qual seria a produção de resíduos domésticos de Caratinga-MG junto com o volume de resíduos públicos .

O quarto método foi a estimativa da população futura de Caratinga-MG com base em dados do IBGE (2010), como a taxa de crescimento populacional em anos e a população estimada para 2013, a estimativa da população futura foi considerada para o ano de 2023 a partir do ano de 2013.

O quinto método a ser estudado foi a determinação da quantidade diária e futura de massa orgânica e da massa de recicláveis para isso foi feita uma relação da porcentagem de massa orgânica e massa de materiais recicláveis apresentada

no estudo gravimétrico em relação a media de 40t./dia do fluxo de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário com a população futura de resíduos sólidos.

3.4 ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RS DO ATERRO SANITÁRIO DE CARATINGA-MG

Para execução da análise gravimétrica dos RS do aterro sanitário de Caratinga foram analisadas 3 amostras (A1-realizada dia 20 de junho de 2013, A2-realizada no dia 18 de julho de 2013 e A3-realizada no dia 13 de agosto de 2013) e foi coletados RS referentes ao fluxo dos turnos da manhã, tarde e noite.

Para a realização da análise gravimétrica foram utilizadas amostras representativas, extraídas a partir do processo de quarteamento estabelecido pela NBR 10007/2010 e adaptada na proposta de PESSIN, N. *et al.*(2006), as principais etapas foram às seguintes:

- Descarga dos resíduos e rompimento dos sacos para homogeneização da amostra universal;
- Preenchimento de quatro bombonas de 200l com a retirada de amostras de cinco pontos (topo e quatro laterais) do monte;
- O conteúdo dos tonéis foi despejado sobre a lona plástica e iniciado o processo de homogeneização da amostra;
- De um montante de 800l foram efetuados dois quarteamentos (com descarte *vis-à-vis*) até a obtenção de uma amostra de 200l.

Os Principais elementos escolhidos para a amostragem na pesquisa foram usados por PESSIN N .*et al.*(2002) e estão dispostos em ANEXO IV.

Para a execução da análise gravimétrica dos RS do aterro sanitário de Caratinga-MG foi utilizado uma balança com capacidade de 150 quilogramas, quatro tambores plásticos de 200 litros, duas enxadas, uma pá, equipamentos de proteção individual como luvas e máscaras, uma lona plástica de 32 m² e materiais para anotação, as atividades foram executadas na área do aterro sanitário, mas próximas

possíveis da área de atividade do aterro foi tomado cuidado para não interferir na frente de serviço do aterro.

3.5 Preparo da amostra e aplicação da técnica de quarteamento em campo

O processo de quarteamento teve início na descarga dos materiais coletados por dois caminhões coletores compactadores que trabalham em turnos da manhã, tarde e noite e possuem capacidade volumétrica de 15 m³ cada um.

Cabe ressaltar que os dois caminhões trabalham juntos e fazem a disposição no aterro sanitário com a diferença de 15 min. um do outro o que possibilita trabalhar os resíduos dos dois caminhões.

Outra parte importante do preparo prévio da análise que começa com a escolha da área onde será feita as análises, esta área deve ser a mais plana possível para que a balança funcione normalmente, não deve ter pedregulhos pois podem perfurar a lona e contamina os experimentos e a equipe precisa passar por um treinamento antes que vise o uso certo dos EPI's e estabeleça total conhecimento sobre o que será feito na coleta das amostras.

Figura 06



Fonte: Acervo do pesquisador

Montante de resíduos provenientes do volume de dois caminhões coletores que trabalham no mesmo turno.

Figura 07



Fonte: Acervo do pesquisador

Mistura do monte correspondente ao montante de dois caminhões e enquadramento do monte para que se possa retirar resíduos dos cinco pontos do monte (topo e quatro laterais) e importante destacar o uso correto dos EPI'S.

Figura 08



Fonte: Acervo do pesquisador

A descarga realizada o monte homogeneizado e enquadrado para que se possa dar inicio a coleta das quatro bombonas referentes aos 800 litros retirados do topo e das quatro laterais do monte com isso se da inicio a técnica quarteamento.

Figura 09



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 10



Fonte: Acervo do pesquisador

Após a retirada das quatro bombonas e pesada elas separadamente e subtraído o peso da bombona vazia da bombona cheia para se conseguir o peso de RS que foi coletado.

Figura 11



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 12



Fonte: Acervo do pesquisador

Feita a homogeneização do conteúdo das bombonas encima da lona para que não haja contaminação e feita então a mistura o material homogeneizado para que se possa dar início a técnica de quarteamento.

Figura 13



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 14



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura15



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura16



Fonte: Acervo do pesquisador

De um montante de 800l foram efetuados dois quarteamentos (com descarte *vis-à-vis*) até a obtenção de uma amostra de 200l para que se possa dar início a análise gravimétrica.

Figura17



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura18



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 19



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura20



Fonte: Acervo do pesquisador

Feita a pesagem da bombona de 200l e feita uma leira com os resíduos e começa a separação por categoria, os materiais escolhidos para separar foram (matéria orgânica putrescível, plástico, papel e papelão, vidro, metalferroso, metal não ferroso, panos, trapos, couro e borracha, contaminante químico, contaminante

biológico, pedra, terra e cerâmica e diversos) no fim da análise gravimétrica tendo estudo os turnos diurnos e noturnos tense uma percepção gravimétrica do fluxo de resíduos depositados no aterro diariamente.

3.6 ESTUDO ECONÔMICO SOBRE O FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS NO ATERRO SANITARIO

O estudo econômico sobre o fluxo de resíduos dispostos no aterro sanitário foi determinado mediante a venda de recicláveis e compostos orgânicos aonde foi estimado a media dos preços praticados na região do vale do aço relacionados ao mês de outubro do ano de 2013 e estão dispostos no site da Federaçãodas Industrias do Estado de minas Gerais (FIEMG) na área relativa ao programa bolsa de resíduos, foi adotado os preços mínimos de venda.

No programa da FIEMG não possui preço de vidro para a região do vale do aço para isto foi feito uma entrevista por meio de conversas com grupos de catadores informais de materiais recicláveis de Caratinga-MG aonde eles informaram que o preço do vidro sem beneficiamento e com beneficiamento no caso do nosso estudo de caso será adotado o preço sem beneficiamento.

Para determinação do peso do composto orgânico a ser comercializado foi considerado redução de 50% de sua massa bruta ALBUQUERQUER (2012, et al,p.4).

Para o composto orgânico foi feita uma pesquisa no site do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2013) aonde referencia que o preço mínimo do composto orgânico sendoR\$ 100,00 por tonelada.

3.7 ESTUDO SOBRE POSSÍVEIS PROPOSTAS DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM PARA O ATERRO SANITÁRIO

3.7.1 LOCALIZAÇÃO DA UTC

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2010, p.53), para implantação de unidades de triagem e compostagem é necessário que o município se disponha de área necessária e adequada, no caso de Caratinga-MG cabe ressaltar que o próprio aterro dispõe da área adequada para a implantação da UTC uma vez que se torna estratégico a área do aterro devido à estrutura que já possui que possibilita o uso da balança rodoviária para a pesagem dos caminhões, lagoa de tratamento de chorume com isso já possui toda a tecnologia para dispor o rejeito de uma UTC tornando menos oneroso o dimensionamento e tratamento dos resíduos sólidos que serão encaminhados a usina de triagem e compostagem.

3.7.2 PROPOSTAS DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

Para atender a execução dessas atividades relacionadas à técnica de reciclagem será preciso utilizar para dimensionar o centro de triagem a seguinte linha de raciocínio estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente (2010, p.47) que indica que “Para triagem de 1 tonelada de resíduos são necessários aproximadamente 300 m² de área no galpão de pequeno porte, 650 m² de área no galpão de médio porte, para 2t/dia, e necessários 1.200 m² de área no galpão para processamento de 4 t/dia”.

Segundo o Ministério das Cidades (2008, p.25), “definição do número de funcionários necessários na operação da unidade de triagem, tem como base o volume de resíduos que esta será processados diariamente pela unidade de triagem, desta forma temos que para cada 200 quilogramas de material a processar

(por dia), será necessário 01 triador; e para cada 20 tiradores um administrador; bem como para cada 05 triadores se faz necessário uma pessoa para deslocamento dos tambores. Cada enfardador processa 600 quilogramas de material por dia .”

Para o processo de dosagem do fluxo de resíduos nas linhas de triagem será usado como exemplo os equipamentos descritos por Monteiro (2001, p.122) “os equipamentos de dosagem de fluxo mais utilizados são as esteiras transportadoras metálicas, conhecidas também como chão movediço, e os tambores revolventes. Os tambores são mais apropriados para usinas de pequeno porte com capacidade por linha, de até 10t/h.”

Conforme Monteiro (2001, p.122) “as esteiras de triagem devem ter velocidade entre 10m/min a 12m/min, de forma a permitir um bom desempenho dos trabalhadores que fazem a catação manual.”

Mediante a operação com as esteiras transportadoras Monteiro (2001,p.122) afirma que:

Os catadores devem ser posicionados ao longo da esteira de catação, ao lado de dutos ou contêineres, separando no início da esteira os materiais mais volumosos como papel, papelão e plástico filme para que os materiais de menor dimensão (latas de alumínio, vidro etc.) possam ser visualizados e separados pelos catadores no final da linha. Geralmente a primeira posição é ocupada por um “rasga-sacos”, a quem também cabe a tarefa de espalhar os resíduos na esteira de modo a facilitar o trabalho dos outros catadores.

Mediante D’Almeida e Vilhena (2000,p.101) referente a triagem :

O equipamento principal é a esteira de triagem, revestida com borracha, que desliza por roletes, movimentando o lixo de uma extremidade à outra permitindo, assim a retirada dos materiais recicláveis. Este material é descartado em carrinhos ou vagonetes de rodas e levado para as baias de recicláveis ou para o seu beneficiamento.

Segundo D’Almeida e Vilhena (2000,p.108) para permitir o funcionamento adequado da usina segue como exemplo as seguintes instalações :

- instalações elétricas ;
- instalação hidráulica, com depósito elevado para limpeza e sistema contra incêndio;
- portaria, para controle de entrada e saída de pessoal, veículos e materiais;
- refeitório, vestiário e sanitários;
- escritório administrativo;
- oficina mecânica e almoxarifado;

- galpão, para beneficiamento e armazenamento de fardos de papel e papelão;
- baias descobertas, para os demais recicláveis.

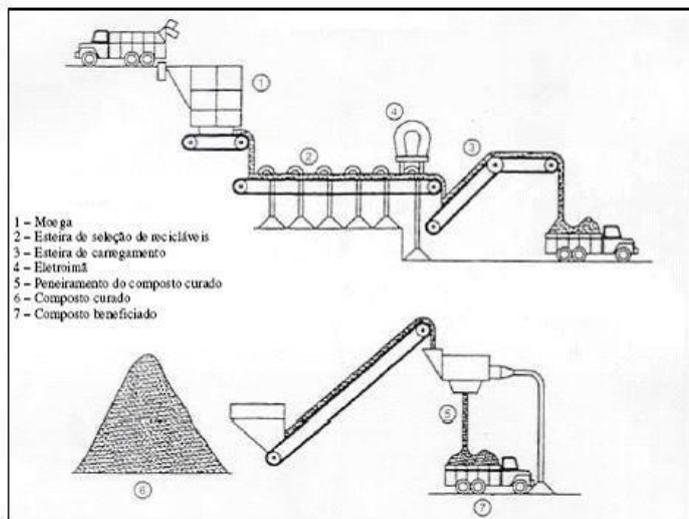
Algumas formas de usina de triagem e compostagem são citadas por D'Almeida e Vilhena (2000,p.115-117) :

- Usinas de processamento de até 25t/dia

Tratasse e um usina simples e pequena, e está esquematizada na figura, descarrega-se o lixo diretamente numa moega, que alimenta a esteira de triagem de onde retiram os recicláveis, deve haver um dispositivo magnético no final da esteira para remover metais, os resíduos não separados rico em material orgânico, vão para o pátio de compostagem, onde deverá permanecer por cerca de 90 dias em leiras revolvidas periodicamente; denominado compostagem artesanal.

Figura 21

Esquema de uma usina de triagem e compostagem 25t/dia



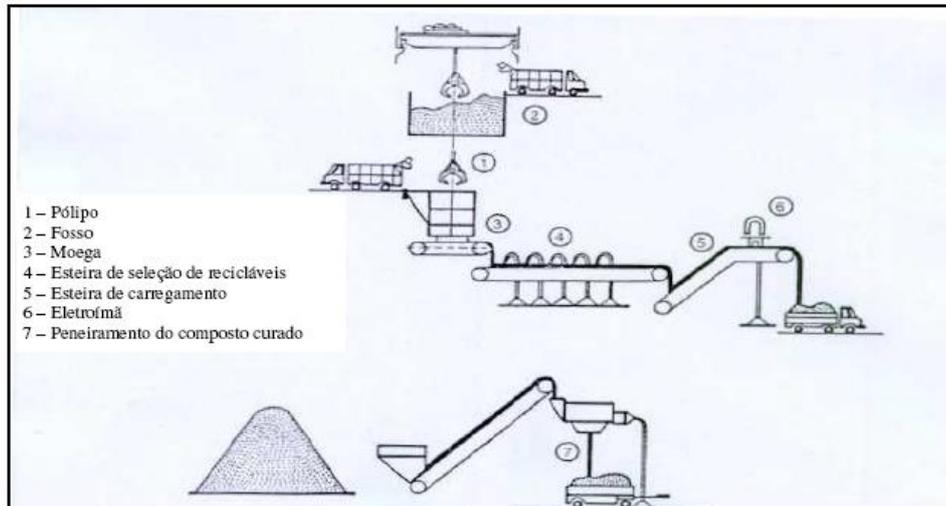
Fonte: D'Almeida e Vilhena (2000,p.97)

- Usinas de processamento de até 50t/dia

Referes-se a uma usina um pouco maior que a anterior conforme ilustração da figura, neste caso, a recepção consta de um fosso que serve como pulmão que alimenta, por meio de um póliplo com braço articulado ou outro tipo de transportador,

uma moega, que por sua vez, alimenta a esteira de triagem; denominado no processo de compostagem com reviramento mecânico.

Figura 22



Fonte: IPT (1993).

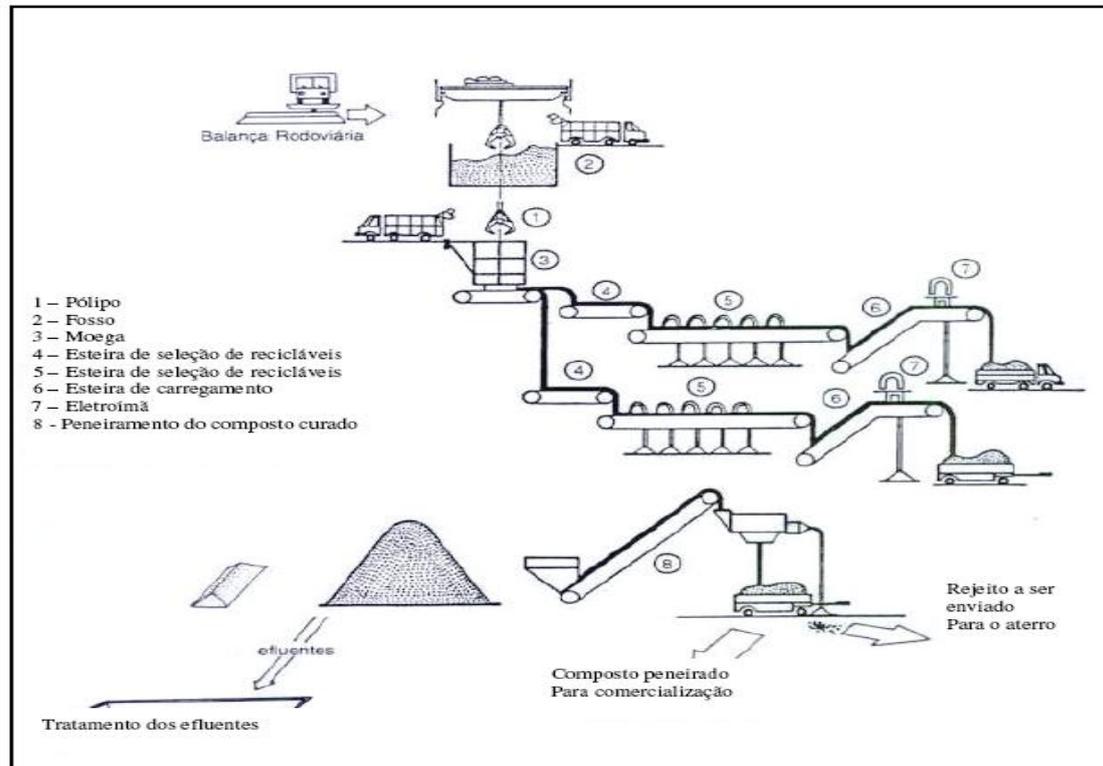
- Usinas de processamento de ate mais de 100t/dia

Nesta usina os equipamentos são os mesmos do caso anterior, mas a linha de triagem é duplicada, observe a ilustração da figura 23, com isso, evita-se a necessidade de esteiras excessivamente compridas e tem-se a vantagem da não paralisação total no caso de problemas em uma das linhas. São as pilhas estáticas com aeração forçada.

Ainda segundo D´Almeida e Vilhena (2000,p.113),cabe ressaltar que nestas usinas segue seguinte distribuição de funcionários, para uma usina que processa cerca de 100t/dia, com uma esteira dupla de 18 m de comprimento cada uma:

- 01 Gerente
- 03 Administrativos
- 01 a 02 Técnicos de nível médio
- 02 Motoristas
- 02 a 03 operadores de maquina
- 40 a 55Mão-de-obra não-qualificada

Figura 23



Fonte: IPT (1993).

3.7.3 PATIO DE COMPOSTAGEM

Para se proceder com o uso da técnica de compostagem primeiro e preciso projetar o elemento principal que é o pátio de compostagem que segundo Recesa (2007, p.56), “para dimensionar pátios de compostagem devemos ter em mãos dados sobre o município, tais como: numero de habitantes e geração diária de resíduos orgânicos.”

Ainda segundo Recesa (2007, p.56), “outra informação relevante seria a forma geométrica a ser adotada para a decomposição dos resíduos: se pilha ou leira.”

Conforme Recesa (2007, p.56), “as pilhas são indicadas quando a geração de resíduos orgânicos é baixa, geralmente a sua configuração se aproxima de um cone cujas dimensões recomendadas são: Raio(R) entre 0,75 e 1,0 m e altura em torno de 1,6 m.”

Mediante Recesa (2007, p.56), “já as leiras são indicadas quando a geração de resíduos orgânicos é alta, sua configuração aproxima-se de um prisma de seção triangular cujas dimensões recomendadas são: 2,0 a 4,0m de base e altura entre 1,4 e 1,8m.”

Conforme essas informações foi determinada a forma de disposição dos resíduos no pátio como leira.

De acordo com Recesa (2007, p.57) para se dimensionar um pátio e preciso levantar os seguintes dados:

- Número de habitantes;
- Quantidade gerada de resíduos orgânicos expresso em Kg - (Q)
- Adoção de forma geométrica: leira ou pilha
- Leira: adotar as dimensões da seção - (Base = B, Altura = H);
- Pilha: adotar as dimensões (diâmetro da pilha = π , raio = r e Altura = H);
- Adotar a densidade da mistura - (D);
- Período de compostagem medido em dias - (d);
- Adotar um fator de segurança (está em torno de 10%) - (f).

Para o tipo de disposição de resíduos no pátio escolhido que foi leira a Recesa (2007, p.57) afirma que primeiramente se deve :

Calculada área da seção:

- Para um triângulo:

$$As = \frac{(B \times H)}{2} \quad (\text{Equação 02})$$

As= área da seção

B= base

H= altura

- Para um trapézio :

$$AS = \frac{(B_{maior} + b_{menor}) \times H}{2} \quad (\text{Equação 03})$$

As= área da seção

Bmaior= base maior

Bmenor= base menor

H= altura

- Calculado volume da leira:

$$V = \frac{Q}{D} \quad (\text{Equação 04})$$

V1= Volume total de resíduo gerado (m³)

Q= Quantidade gerada de resíduos orgânicos (Kg/dia)

*Densidade da mistura(Kg/m³)

- Calculado comprimento da leira:

$$L = \frac{V}{AS} (\text{Equação 05})$$

V = volume da leira

AS= área da seção

- Calculada área da base da leira:

$$Ab = B \times L (\text{Equação 06})$$

B= largura

L= comprimento

- Calculada área de folga para reviramento da leira (processos manuais ou mecanização com tratores)

$$Af = Ab \quad (\text{Equação 07})$$

Ab = área da base da leira

- Calculada área útil

$$A_u = (A_b + A_f) \times d \quad (\text{Equação 08})$$

A_b = Área da base

A_f = Área de folga

d = Período de compostagem medido em dias

- Calculada área extra devido ao fator de segurança:

$$A_e = A_u \times f \quad (\text{Equação 09})$$

A_u = Área útil

f = Fator de segurança

- Calculada área total do pátio:

$$A_t = A_u + A_e \quad (\text{Equação 10})$$

A_u = Área útil

A_e = Área extra

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO O ATERRO SANITÁRIO DE CARATINGA-MG

O Aterro sanitário de Caratinga foi certificado com licença prévia de nº 110 atendendo ao artigo 9º do decreto 39.424 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) para a instalação da fase preliminar do planejamento do aterro sanitário, onde o mesmo conta com requisitos básicos a serem atendido periodicamente, que observa as legislações das esferas municipal, estadual e federal sob o uso e ocupação de solo, com condicionantes para requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, descritas no processo administrativo nº232/1992/007/2004 sendo decidido na câmara de atividades de infraestrutura em reunião do dia 30 de abril de 2004.

A área escolhida para implantação do aterro sanitário de Caratinga destinada à disposição final adequada dos RSU gerados por 100% da população da sede municipal possui área superficial total de aproximadamente 19,45 hectares, onde 3,50 hectares que corresponde a 17% do total corresponde as parcelas destinadas à preservação ambiental, situado no distrito de Sapucaia, o aterro se localiza a aproximadamente 7,5 km do centro urbano e o acesso se da pela rodovia intermunicipal Caratinga/Bom Jesus do Galho (MG-329), dotada de pavimentação asfáltica, seguida por mais 300m de via de terra em boas condições de trafego.

Atualmente segundo informações cedidas pela Secretaria de Serviços Urbanos ,Transportes e Meio Ambiente o aterro sanitário de Caratinga-MG recebe por dia uma media de 40ton./dia de resíduos sólidos que são feito por dia sete disposições no aterro cada caminhão carrega em media 5,7ton./ por viagem ao aterro, cada caminhão possui capacidade 15m³,esses caminhões trabalham em turnos da forma que para cada turno dois caminhões trabalham a cidade juntos esses turnos são compostos de período diurno e noturno sendo que para o período

da noite não é feita a disposição no aterro sanitário pois ele não se encontra operacional.

Tratasse de um aterro Classe IIA equipado com balança rodoviária, lagoas de tratamento de chorume, células de disposição de resíduos impermeabilizadas, sistema de drenagem, estacionamento para as máquinas e caminhões e sede administrativa.

Atualmente o aterro opera de segunda ao sábado não funcionando aos domingos .

Figura 24



Fonte: Acervo do pesquisador

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE GRAVIMÉTRICA

4.2.1 AMOSTRA 01

Composição gravimétrica relativa dos caminhões que correspondem aos turnos diurno e noturno e a um volume total de 60m³ do dia 20/06/2013.

Quadro 02

Categoria	A1 (Kg)	A2 (Kg)	A1 + A2 (Kg)	(%)
Matéria orgânica putrescível	15,4	11,1	26,5	52,8
Plástico	2,8	5,8	8,6	17,1
Papel e papelão	1,5	5,0	6,5	12,9
Vidro	-	0,2	0,2	0,40
Metal ferroso	0,1	-	0,1	0,20
Metal não ferroso	0,1	0,3	0,4	0,80
Panos, trapos, couro e borracha	0,2	0,6	0,8	1,60
Madeira	0,1	-	0,1	0,20
Contaminante químico	0,1	-	0,1	0,20
Contaminante biológico	2,3	3,4	5,7	11,3
Pedra, terra e cerâmica	0,2	0,4	0,6	1,20
Diversos	0,5	0,1	0,6	1,20
Total	23,3	26,9	50,2	100

FONTE :Acervo do pesquisador (massa líquida da amostra A1)

4.2.2 AMOSTRA 02

Composição gravimétrica relativa dos caminhões que correspondem aos turnos diurno e noturno e a um volume total de resíduos coletados de 90 m³ do dia 18/07/2013.

Quadro 03

Categoria	A1 (Kg)	A2 (Kg)	A3 (kg)	A1+A2+A3 (kg)	(%)
Matéria orgânica putrescível	20,6	18,5	23,8	62,9	52,2
Plástico	4,6	5,0	6,4	16,0	13,3
Papel e papelão	6,0	3,4	7,1	16,5	13,7
Vidro	0,4	0,1	1,4	1,9	1,58
Metal ferroso	0,1	0,1	0,05	0,25	0,20
Metal não ferroso	1,6	0,4	0,6	2,6	2,16
Panos, trapos, couro e borracha.	1,3	0,7	2,3	4,3	3,57
Madeira	0,3	0,2	0,05	0,55	0,45
Contaminante químico	1,2	0,6	0,4	2,2	1,82
Contaminante biológico	3,2	2,6	3,4	9,2	7,63
Pedra, Terra e cerâmica	0,4	1,2	0,5	2,1	1,74
Diversos	0,9	0,5	0,6	2	1,66
Total	40,6	33,3	46,6	120,5	100

FONTE :Acervo do pesquisador (massa líquida da amostra A2)

4.2.3 AMOSTRA 03

Composição gravimétrica relativa dos caminhões que correspondem aos turnos diurno e noturno e a um volume total de resíduos coletados de 60 m³ do dia 13/08/2013.

Quadro 04

Categoria	A1 (Kg)	A2 (Kg)	A1+A2 (kg)	(%)
Matéria orgânica putrescível	24,8	10,3	35,1	51
Plástico	5,7	5,6	11,3	16,3
Papel e papelão	4,3	3,8	8,1	11,7
Vidro	0,2	0,1	0,3	0,43
Metal ferroso	0,4	0,6	1,0	1,45
Metal não ferroso	0,3	0,2	0,5	0,72
Panos, trapos, couro e borracha.	2,9	1,9	4,8	6,95
Madeira	0,1	0,3	0,4	0,58
Contaminante químico	0,3	0,4	0,7	1,01
Contaminante biológico	3,2	1,6	4,8	6,95
Pedra, Terra e cerâmica	0,3	0,4	0,7	1,01
Diversos	1,0	0,3	1,3	1,90
Total	43,5	25,5	69	100

FONTE: Acervo do pesquisador (massa líquida da amostra A3)

4.2.4 DETERMINAÇÃO E DISSCUÇÃO DA MASSA GLOBAL DAS AMOSTRAS

Determinação da massa global das amostras dos dias 20/06, 18/07 e 13/08/2013.

Quadro 05

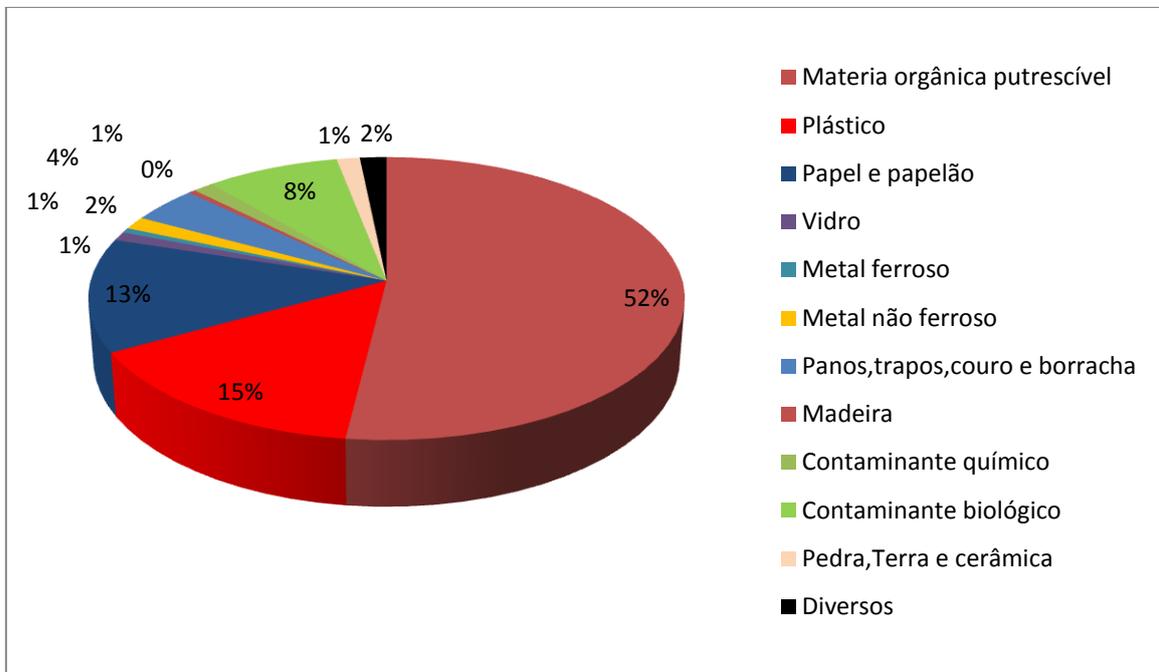
Categoria	A1 (Kg)	A2 (Kg)	A3 (kg)	A1+A2+A3 (kg)	(%)
Matéria orgânica putrescível	26,5	62,9	35,1	124.5	52
Plástico	8,6	16,0	11,3	35.9	15,0
Papel e papelão	6,5	16,5	8,1	31.1	13,0
Vidro	0,2	1,9	0,3	2.4	1.0
Metal ferroso	0,1	0,25	1,0	1.35	0.56
Metal não ferroso	0,4	2,6	0,5	3.5	1.46
Panos, trapos, couro e borracha.	0,8	4,3	4,8	9.9	4.13
Madeira	0,1	0,55	0,4	1.05	0.44
Contaminante químico	0,1	2,2	0,7	3.0	1.25
Contaminante biológico	5,7	9,2	4,8	19.7	8.22
Pedra, Terra e cerâmica	0,6	2,1	0,7	3.4	1.42
Diversos	0,6	2	1,3	3.9	1.63
Total	50,2	120,5	69	239.7	100

FONTE: Acervo do pesquisador (massa global das amostras)

Feito a determinação da massa global das amostras dos três dias de amostragem da pesquisa podemos ter idéia do percentual de cada matéria que amostrado representa a composição gravimétrica do fluxo diário de RSU que e

disposto no aterro sanitário de Caratinga-MG conforme mostra a representação da figura 25 que representa o percentual de cada material amostrado:

Figura 21



FONTE: Acervo do pesquisador

A fração orgânica da composição gravimétrica do aterro sanitário representa 52% um pouco a mais que a média nacional que é 51,4%.

Fica esclarecido a importância de ressaltar que a compostagem é o tratamento mais adequado para o resíduo orgânico, podendo ser aproveitado na fabricação de adubo orgânico que pode ser usado como fonte de lucro, sendo uma alternativa de investimento no próprio aterro, permitindo assim a maior vida útil do mesmo.

Em relação aos materiais com maior potencial de reciclagem como papel e papelão 13,0%, plástico 15,0%, vidro 1,0% e metal 2,02% estes têm a representação de 31,0% da amostragem realizada no Aterro Sanitário do município de Caratinga-MG sendo uma média pouco mais baixa que a nacional que é 32,0%.

Essa média mais baixa pode caracterizar a necessidade de estruturar o sistema de coleta seletiva de forma que possa unir os catadores informais com os formais que agem em Caratinga-MG.

Outro ponto relevante deste trabalho foi a presença de panos, trapos, couro e borracha 4,13% e madeira 0,44% materiais que podem ser aproveitados mas não

possuem foco na triagem de recicláveis devido a falta de iniciativas que visem implantar estes materiais na lista de materiais recuperados por centros de triagem já o caso da madeira 0,44% a incidência foi de lascas de madeira e peças de armários sendo de pouca utilidade na reciclagem acaba que esses materiais entram no grupo de rejeitos uma vez que não possui foco no tratamento deles.

Um ponto relevante deste trabalho foi a representação da fração contaminante do fluxo de resíduos do aterro sanitário que ficou entre 9,47% que é constituída por contaminantes químicos 1,25% e contaminantes biológicos 8,22%.

Os materiais classificados como diversos possuem 1,63% e possuem uma relação baixa em comparação com a média nacional de outros que é 16,7% estes grupos compreendem os resíduos de difícil identificação esta média baixa se dá a forma que os grupos na pesquisa foram segregados com isso o grupo diversos possui um baixo valor em relação ao grupo outros que possui mais elementos com isso uma porcentagem representativa maior.

Os rejeitos representam aquilo não será recuperado e nem relacionado no grupo de orgânicos e recicláveis são compostos por pano, trapo, couro e borracha 4,13, madeira 0,44%, contaminante químico 1,25%, contaminante biológico 8,22%, pedra, terra e cerâmica 1,42% e diversos 1,63% juntos representam uma porcentagem de 17,09% da massa que é disposta no aterro sanitário de Caratinga-MG.

Foi indicado que na composição do fluxo de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário de Caratinga-MG existe um potencial de recuperação caracterizado pela soma das porcentagens de materiais recicláveis com o composto orgânico que representa 83,0% em seu total e uma taxa de rejeitos de 17,09%

4.3 RESULTADO DOS MÉTODOS

A composição gravimétrica esta apresentada no quadro 05 e representa a divisão de cada componente amostrado pelo peso total da amostra.

A geração per capita dos resíduos domiciliares, comerciais e públicos foi estimada através da relação da massa diária 40t/dia com a população cabe ressaltar que esse valor corresponde aos resíduos que são dispostos no aterro sanitário e foi estimado em 0,469 Kg/hab./dia.

O peso específico conforme a metodologia apresentada neste trabalho devido ao fator dos caminhões coletores serem compactadores foi adotado o valor do peso específico domiciliar de 280 Kn/m³ cabe ressaltar que é importante o seu estudo para se fazer a escolha das máquinas e instalações que irão tratar os resíduos.

Para determinação da população futura para o ano de 2023, foi levada em consideração a taxa de crescimento anual médio de 1,67% referente ao crescimento de 5,01% de 2010 a 2013 e a população de 2013 que se trata de 89.578 hab. com isso a população futura ao se passar 10 anos foi estimada em 104.537 habitantes.

A massa diária futura correspondente a os resíduos domiciliares, comerciais e públicos para o ano de 2023 foi dada pela relação da geração *per capita* de resíduos domiciliares, comerciais e público atual e a população futura com isso massa futura foi estimada em 49,0 t/dia.

A massa diária de recicláveis foi estimada como relação da porcentagem dos materiais amostrados com maior potencial reciclável e a massa de resíduos dispostos diariamente no aterro sanitário e foi estimada em 12,4 t/dia.

Para determinar a massa futura repete-se o mesmo processo só que desta vez em relação a massa de resíduos disposta no aterro referente ao ano de 2023 e foi determinada em sendo 15,2 t/dia de recicláveis.

Cabe ressaltar que os recicláveis com maior potencial reciclável referidos são plástico, papel e papelão, vidro e metais e juntos representam 31,0 % dos resíduos estudados .

A massa orgânica diária disposta no aterro sanitário foi estimada devida a relação da porcentagem encontrada de matéria orgânica putrescível e a massa

diária de resíduos disposta no aterro sanitário e foi determinada como sendo 20,8t/dia.

Para determinação da matéria orgânica putrescível futura foi feita uma relação da porcentagem encontrada na composição gravimétrica para a produção futura de resíduos sólidos que se trata de 49,0 t/dia foi estimado em 25,4t/dia de matéria orgânica futura disposta no aterro.

4.4 ESTUDO ECONÔMICO SOBRE O FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPOSTOS DIARIAMENTE NO ATERRO SANITÁRIO

O estudo econômico feito para este estudo de caso indica o que e perdido de receita por dia, mês e ano no aterro sanitário, encima de um fluxo médio de resíduos de 40 toneladas por dia em relação com os dados gravimétricos coletados in loco.

Os preços dos recicláveis foram relacionados encima dos preços da região do vale do aço referenciados pelo site da FIEMG somente o preço do vidro que não tinha referencia com isso o preço do vidro foi concedido devido uma entrevista por meio de dialogo com os catadores de recicláveis de Caratinga-MG que vendem o vidro sem beneficiamento a 0,02 centavos por kg.

Com os valores de mercado relacionados pela região do vale do aço, gerou-se uma media abordando os preços mínimos de mercado para os resíduos comercializáveis.

O preço mínimo do composto orgânico segundo o site da CEMPRE (2013) e estimado em R\$ 100,00 por tonelada, foi considerado a redução de volume de 50% da matéria orgânica segundo ALBUQUERQUER(2012,et al,p.4).

Quadro 06

CATEGORIA	(%)	PARA 40ton./dia	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
Plástico	15	6.0	400	2.400,00
Papel e papelão	13	5.2	150	780,00
Vidro	1.0	0.40	20	8,00
Metal ferroso	0.56	0.22	150	33,00
Metal não ferroso	1.46	0.58	2.500	1,450,00
RECEITA DIÁRIA DE RECICLÁVEIS				4.671,00

Fonte: Acervo do pesquisador

Para uma estimativa por mês de 30 dias teríamos R\$ 140.130,00 de recicláveis sendo perdidos mensalmente no aterro sanitário.

Anualmente o aterro perde de receita total de recicláveis sem tratamento algum do resíduo que é disposto no mesmo um valor de R\$ 1.681.560,00.

Quadro 07

CATEGORIA	(%)	PARA 40t/dia	REDUÇÃO DO VOLUME (50%)	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
MATÉRIA ORGÂNICA PUTRESCÍVEL	52,0	20,8	10,4	100	1.040,00

Fonte: Acervo do pesquisador

Estimando para um mês de 30 dias tense R\$ 31.200,00 em receita de composto orgânico perdido.

Anualmente a perda de receita de composto orgânico no aterro sanitário está avaliada em R\$ 374.400,00.

Cabe ressaltar que parte do composto orgânico poderia ser usada nos parques e jardins do município o que acarretaria uma economia com fertilizantes.

A soma das perdas de receita anual no aterro sanitário referente aos materiais recicláveis e aos compostos orgânicos é estimada em R\$ 2.055,960,00 e

levado em consideração que a maior perda de receita está relacionada aos materiais recicláveis.

4.5 APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA PARA QUE POSSA ADEQUAR AO MÁXIMO O ATERRO SANITÁRIO NO QUE TANGE OS PARÂMETROS DE DISPOSIÇÃO E DESTINAÇÃO FINAL ESTABELCIDOS PELA LEI 12.305/2010

Neste item deve-se analisar dentre as propostas existentes para o aproveitamento dos resíduos sólidos, a que for viável para a região em função dos resultados obtidos no levantamento das informações.

No caso de Caratinga-MG a melhor proposta apresentada foi a da usina de triagem e compostagem (UTC) de capacidade de 50t/dia que atende ao fluxo diário médio de resíduos sólidos de 40t/dia com uma margem de segurança de 25% a mais de capacidade de processamento o que traz segurança ao município quanto a aumentos futuros na geração de resíduos.

Mediante o investimento estima-se que o custo médio segundo D'Almeida e Vilhena(2000, et al ,p.111):

por tonelada diária de capacidade instalada de resíduos sólidos domiciliares urbanos numa usina de triagem e compostagem seria da ordem de US\$ 11 mil para o processo de compostagem natural, nesse valor não se leva em consideração o capital necessário para aquisição de terrenos, de terraplanagem e preparo do pátio.

Conforme D'Almeida e Vilhena em relação a os custos operacionais :

As informações sobre os custos operacionais são bastante imprecisas e variáveis; A usina com capacidade de até 50 toneladas/dia, por exemplo, operando pelo método natural, apresenta valores entre US\$ 6 e US\$ 10 por tonelada processada excluindo os custos de manutenção e recuperação de capital.

Ainda segundo D'Almeida e Vilhena (2000,p.112), “ A mão de obra é o fator que mais influi no custo operacional de uma usina ”, para o levantamento da mão obra desta usina de 50t/dia e preciso fazer uma adaptação da proposta da usina de 100t/dia apresentada por D'Almeida e Vilhena (2001,p.116) nessa proposta de usina de 50t/dia com esteira de 18 metros de comprimento possui a seguinte distribuição de funcionários :

- 1 Gerente
- 2 Administrativos
- 1 Técnico de nível médio
- 2 Motoristas
- 2 ou 3 operadores de maquinas
- 20 a 30 funcionários de mão-de-obra não qualificada

Para a pratica de compostagem será utilizado o sistema de leira que e próprio para grandes quantidades produzidas de matéria orgânica conforme a metodologia proposta nesta pesquisa.

Um forma de justificar a escolha desse método de usina para ser implantada no aterro sanitário de Caratinga-MG são as vantagens que D'Almeida e Vilhena(2000,p.112) apresentam da seguinte forma:

As grandes justificativas de construir usinas reside nas vantagens diretas de saneamento, redução de aterro, redução de chorume e de produção de gases,bem como os benefícios indiretos, tais como menor consumo de matérias primas , menor consumo de energia e de insumos , como água , O₂,etc.,e redução da poluição ambiental para a produção de bens, recuperação de solos,etc.

Outra grande vantagem que este método proposto possibilita e a possível forma de adequar o aterro sanitário aos parâmetros de destinação final que implicam a lei 12.305/2010 dando a possibilidade de se fazer o uso de técnicas como compostagem e reciclagem dentro do próprio aterro, destacando que o objeto de estudo já oferece estrutura para a UTC o que torna a proposta bem mais adequada.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos da análise da composição gravimétrica dos Resíduos dispostos do estudo de caso do aterro sanitário de Caratinga-MG, juntamente com os dados fornecidos pelo coordenador do mesmo, nos permitiram fazer uma comparação entre o percentual da média nacional de geração dos resíduos sólidos urbanos e o percentual diário produzido pela população desta cidade.

Foi concluído que há um índice elevado de matéria orgânica no aterro em relação aos demais detritos, fato que já era esperado devido apresentar semelhança ao padrão nacional.

Outro fator observado foi que os resíduos potencialmente recicláveis como papel, papelão, plástico, metais e vidros apresentaram-se abaixo da media comparada, podendo caracterizar a existência da coleta destes materiais por catadores informais ou cooperativas que estejam atuando no município.

E importante ressaltar a proposta apresentada para se poder adequar o aterro aos parâmetros de destinação final estabelecidos pela lei 12.305/2010 Política Nacional dos Resíduos Sólidos no qual foi designada como método proposto a aplicação de uma usina de triagem e compostagem de capacidade de 50t/dia dentro do aterro sanitário esse método oferece uma margem de segurança de 25% a mais na capacidade de processamento de resíduos sólidos o que traz segurança para o município quanto a aumentos na produção de resíduos no futuro.

O aterro sanitário de Caratinga-Mg ainda está em um processo de adaptação em relação ao tratamento dos resíduos produzidos no município, e o conhecimento da composição gravimétrica pode ajudar na gestão do mesmo, conseqüentemente oferecereaumento de sua vida útil, também pode possibilitar a apresentação demétodos que visem dar conformidade aos parâmetros de destinação final estabelecidos pela lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e também oferecer com o uso de atividades voltadas a reciclagem e compostagem uma forma de recuperar a receita perdida com a destinação final errada no mesmo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE- **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2011.** São Paulo : ABRELPE,2011.186 p.

ALBUQUERQUE,T. C. S. et al. **Compostagem de Resíduos Orgânicos Gerados na Embrapa R.O, Roraima,2012.** 6f.2009.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT Título: **NBR 10007 - Amostragem de resíduos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8418: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ANBT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ANBT, 1992.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem.** Brasília, 2008. 53 p.

BRASIL, 2010. Presidência da República. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm >. Acesso

em: 15 nov. 2010

BRUSCHI, Denise Marília. **Análise do Programa Minas sem Lixões [manuscrito] : contribuição à gestão de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais, 2003-2010** / DeniseMaríliaBruschi – 2011.

WWW.CEMPRE(2013).com.br

D'ALMEIDA, M.Luiza; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.2** .ed. São Paulo: IPT/CEMPRE , 2000. 370 p.

FEAM – **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Minas sem lixões.** Disponível em: <http://WWW.minassemlixoes.org.br/conheça-o-programa/quem-somos/>. Acesso em 12/08/2013.

FEAM – **FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações básicas para a operação de usinade triagem e compostagem de lixo.** Belo horizonte FEAM, 2006.52p.

WWW.FIEMG.com.br

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico.Brasil** : IBGE, 2010.

IBGE. **Dados do censo 2010.Caratinga:** IBGE, 2010.

WWW.IPT.com.br

MAGALHÃES D. N. Elementos para o diagnostico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos – MG. Dores de Campos, UFJF.2008.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, Editora ABAM, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE COMPOSTAGEM E DE COLETA SELETIVA NO ÂMBITO DE CONSÓRCIOS PÚBLICOS, 2010.

PESSIN, Neide; et al. **Diagnóstico Preliminar da Geração de Resíduos Sólidos domésticos em Sete Municípios de Pequeno Porte da Região do Vale do Caí/RS.** In :SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL. Anais... Porto Alegre, RS, 2002.

PESSIN, Neide, et. al. **Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso, Município de Canela – RS.** Puntadel Este: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30. 26-30 novembro 2006.

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS, TRANSPORTES E MEIO AMBIENTE. **Arquivos do aterro sanitário de Caratinga-MG 2013.**

ANEXOS

ANEXO I

Caracterização dos resíduos sólidos segundo a NBR 10.004 (ABNT,2004) :

Características Físicas:

- Geração per capita: relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerados diariamente e o número de habitantes de determinada região;
- Composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisado;
- Peso específico aparente: é o peso do lixo em função do volume ocupado livremente sem qualquer compactação expressa em kg / m³;
- Teor de umidade: representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual de seu peso;
- Compressividade: é o grau de compactação ou redução do volume que uma massa de lixo pode sofrer quando compactada.

Características Químicas:

- Poder calorífico: indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido a queima;
- Potencial hidrogeniônico (pH): indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos, em geral situa-se na faixa de 5 a 7.
- Composição química: consiste na determinação dos teores de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras; Relação carbono/nitrogênio (C:N): indica o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento / disposição final, em geral essa relação encontra-se na ordem de 35/1 a 20/1.

ANEXO II

Algumas mudanças aconteceram mediante a lei 12.305/2010 Política Nacional dos RS que são listadas abaixo :

- Lixões a céu aberto e aterros controlados ficam proibidos. A Lei, determina que todas as administrações públicas municipais, indistintamente do seu porte e localização, devem construir aterros sanitários e encerrarem as atividades dos lixões e aterros controlados, no prazo máximo de 4(quatro) anos, substituindo-os por aterros sanitários ou industriais, onde só poderão ser depositados resíduos sem qualquer possibilidade de reciclagem e reaproveitamento, obrigando também a compostagem dos resíduos orgânicos.
- Fabricantes, distribuidores e comerciantes, organizados em acordos setoriais, ficam obrigados a recolher e destinar para a reciclagem as embalagens de plástico, papel, papelão, de vidro e as metálicas usadas. As embalagens de Agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes e suas embalagens, todos os tipos de lâmpadas e de equipamentos eletroeletrônicos descartados pelos consumidores, fazem parte da “logística reversa”, que deverá também retornar estes resíduos à sua cadeia de origem para reciclagem.
- O setor de construção civil fica obrigado a dar destinação final ambientalmente adequada aos resíduos de construção e demolição (RCD), não podendo mais encaminhá-los aos aterros.
- A responsabilidade pelo lixo passa a ser compartilhada, com obrigações que envolvem os cidadãos, as empresas, as prefeituras e os governos estaduais e federal.
- As administrações municipais, no prazo máximo de 2(dois) anos, devem desenvolver um Plano de Gestão Integrada de Resíduos. Caso descumpram essa obrigação ficam proibidas de receber recursos de fontes federais, destinadas ao gerenciamento de resíduos, inclusive empréstimos (CEF, BNDES, etc.).

- As empresas e demais instituições públicas e privadas devem desenvolver um “Plano de Gerenciamento de Resíduos”, integrado ao Plano Municipal (independentemente da sua existência).
- Os municípios terão de implantar um sistema de coleta seletiva.
- As cooperativas de catadores terão prioridade na coleta seletiva, sendo dispensada a licitação.
- Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nelas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, será designado responsável técnico devidamente habilitado.

ANEXO III

De acordo com Junkes (2002, p.48), as instalações de uma usina de triagem e compostagem podem ser agrupadas em seis setores, conforme descrição:

- 1º Setor - recepção e expedição: compreende as instalações e equipamentos de controle dos fluxos de entrada (resíduos, insumos, etc.) e saída (composto, recicláveis, rejeitos).
- 2º Setor - triagem: onde se faz a separação manual dos diversos componentes do resíduo, que são divididos em grupos, de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos sólidos específicos. Neste setor, segundo a FEAM (2005), é importante que o lixo não esteja compactado.
- 3º Setor - pátio de compostagem: área onde a fração orgânica do lixo sofre decomposição microbológica transformando-se em composto. Nesse setor os resíduos dispostos em pilhas ou leiras de compostagem são monitorados periodicamente para efetivo controle das variáveis necessárias biodegradação do composto.
- 4º Setor - beneficiamento e armazenagem de composto: consiste em peneiramento e remoção de materiais indesejáveis, dando ao produto final menor granulométrica além de torná-lo manuseável para o agricultor. A análise e estocagem do composto também integram os procedimentos deste setor.
- 5º Setor - aterro de rejeitos: os materiais volumosos e os rejeitos da seleção do lixo e do beneficiamento do composto devem ser encaminhados a um aterro de rejeitos. Esse aterro deve ser compatível com as características do rejeito e ter sua localização licenciada por órgãos responsável pelo meio ambiente.
- 6º Setor - sistema de tratamento de efluentes: recebe e trata as águas com resíduos da lavagem dos equipamentos da usina e dos veículos e os líquidos

provenientes do pátio de compostagem. Os efluentes de usinas de compostagem têm características similares ao chorume originado em aterros sanitários, porém mais diluídos.

ANEXO IV

Os Principais elementos escolhidos para a amostragem na pesquisa foram usados por PESSIN N .et al.(2002) e são estes:

CATEGORIA	EXEMPLOS
Matéria orgânica putrescível	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
Plástico	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerante, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, sacos de ráfia.
Papel e papelão	Caixa, revista, jornais, cartões, papel, prata, cadernos, livros, pastas.
Vidro	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, embalagens de produtos de beleza, embalagens de produtos alimentícios.
Metal ferroso	Palha de aço, alfinete, agulhas, embalagens de produtos alimentícios.
Metal não ferroso	Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica.
Madeira	Caixas, tabuas, palitos de fósforo, palitos de picolé, tampas, móveis, lenha.
Panos, trapos, couro e borracha.	Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cintos, balões.
Contaminante químico	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas, cosméticos, vidros de esmalte, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas de tinta,

	embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel carbono, filme fotográfico.
Contaminante biológico	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pelos, embalagens de anestésicos, luvas e fezes.
Pedra, terra e cerâmica	Pedra, terra e cerâmica.
Diversos	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa-vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação.