

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

PAULO HENRIQUE DA SILVA
SÉRGIO ALVES DOS REIS

**USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA
VIÁVEL A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO
MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE-MG**

CARATINGA

2012

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

PAULO HENRIQUE DA SILVA
SÉRGIO ALVES DOS REIS

**USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA
VIÁVEL A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO
MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE-MG**

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

Orientadora: Prof^ª. Msc. Priscila Soraia da Conceição.

CARATINGA

2012

“Dedico este trabalho a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para sua execução, a professora e orientadora Priscila Soraia da Conceição, ao município de Santa Bárbara do Leste que foi o foco deste trabalho e que muito contribuiu para a execução do mesmo, ao Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, responsável pela nossa formação acadêmica, pois sem o conhecimento aqui adquirido nosso trabalho não teria alcançado sucesso”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que este ano foi tão generoso comigo e minha família, serei eternamente grato; a professora Priscila Sorais da Conceição, pelas orientações que me direcionaram a perfeita execução deste trabalho; a meus amigos formandos e todos os professores, que ao longo desses cinco anos foram meus companheiros e amigos na busca do sucesso, a minha mãe pela constante motivação e ensinamentos transmitidos na luta pela realização dos meus sonhos e por esta sempre ao meu lado, apoiando e acreditando; aos meus irmãos os quais posso contar em qualquer momento, e por sempre torcerem por mim; a minha esposa que esteve sempre ao meu lado, durante esta longa caminhada, e que sempre foi compreensiva e companheira, mesmo em momentos de privações, te amo; a meu filho, que durante este período, foi compreensivo nas vezes em que fui ausente, que este momento seja motivador na busca de seu futuro; A meu pai "in memoriam" deixo aqui um agradecimento especial, pois é nele que minha vida se espelha, para mim você foi exemplo de serenidade, sabedoria e honestidade, espero que onde estiver, esteja contente com mais esta vitória.

Cuide bem da natureza

“Hoje acordei cedo, contemplei mais uma vez a natureza.

A chuva fina chegava de mansinho.

O encanto e aroma matinal traziam um ar de reflexão.

Enquanto isso, o meio ambiente pedia socorro.

Era o homem construindo e destruindo sua casa.

Poluição, fome e desperdício deixam o mundo frágil e degradado.

Dias mais quentes aquecem o planeta água.

Tenha um instante com a paz e harmonia.

Refleta e preserve para uma consciência coletiva.

Ainda ha tempo, cuide bem da natureza.”

Gleudson Melot

RESUMO

O presente trabalho traz um estudo da análise da viabilidade econômica para a implantação de uma usina de triagem e compostagem para a cidade de Santa Barbara do Leste - MG, relacionando-a com a venda de materiais recicláveis e composto orgânico. Para tanto, realizou-se a caracterização do município, levantando dados quanto a sua localização e gestão dos resíduos sólidos urbanos, realizando ainda uma análise gravimétrica para quantificar a geração de resíduos gerados em área urbana e rural da região em estudo, determinando com isso a geração per capita de seus resíduos, em seguida dimensionando a usina de triagem e compostagem, calculando os custos de implantação, operação e manutenção da usina e a receita com a venda de recicláveis e adubo. A partir desta relação investimento/lucratividade, verificou-se a viabilidade econômica da usina de triagem e compostagem.

Palavras-chave: Usina de Triagem e Compostagem; Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

This paper presents a study of the economic viability analysis for the implementation of a sorting and composting plant for the city of Santa Barbara's East - MG, relating to the sale of recyclables and compost. Therefore, we carried out the characterization of the municipality, collecting data about their location and management of urban solid waste, making even a gravimetric analysis to quantify the generation of waste generated in urban and rural areas of the region under study, thereby determining the per capita generation of waste materials, then scaling the sorting and composting plant, calculating the cost of deployment, operation and maintenance of the plant and the revenue from the sale of recyclables and compost. From this relationship investment / profitability, there was the economic feasibility of sorting and composting plant.

Keywords: Sorting and Composting Plant, Solid Waste

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 JUSTIFICATIVA.....	24
1.2 OBJETIVO GERAL.....	25
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1 RS URBANOS.....	26
2.2 HISTÓRICO DOS RS.....	26
2.3 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RS.....	30
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RS.....	32
2.5 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RS URBANOS.....	34
2.5.1 ATERRO CONTROLADO.....	34
2.5.2 ATERRO SANITÁRIO.....	34
2.5.3 RECICLAGEM.....	35
2.5.4 COMPOSTAGEM.....	36
2.6 OPERAÇÃO DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	36
2.6.1 CARACTERÍSTICAS E OPERAÇÃO DE UMA UTC.....	37
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE, MINAS GERAIS.....	40
3.2 ANÁLISE GRAVIMÉTRICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE-MG.....	42
3.2.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	42
3.2.2 PROCESSO DE QUARTEAMENTO.....	43
3.2.3 PREPARO DA AMOSTRA.....	45
3.2.4 DETERMINAÇÃO DA MASSA LÍQUIDA E GLOBAL DAS AMOSTRAS.....	46

3.2.5 CÁLCULO DA GERAÇÃO <i>PER CAPITA</i>	47
3.2.6 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DIÁRIO DE MATÉRIA ORGÂNICA ATUAL E FUTURA.....	47
3.2.7 ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO E MASSA DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FUTURA	48
3.2.8 DETERMINAÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA	48
3.3 DIMENSIONAMENTO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	49
3.3.1 LOCALIZAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM	49
3.3.2 GALPÃO DE TRIAGEM	49
3.3.3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS	50
3.3.4 PÁTIO DE COMPOSTAGEM	51
3.3.5 UNIDADE DE APOIO	53
3.4 ESTIMATIVAS DE CUSTOS COM INSTALAÇÕES, OBRAS CIVIS E OPERACIONAIS.....	53
3.5 ESTIMATIVAS DE RECEITA COM VENDA DE RECICLÁVEIS.....	54
3.6 ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTC.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
4.1 LOCALIZAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	56
4.2 CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BARBARA DO LESTE	56
4.3 DIMENSIONAMENTO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM.....	59
4.3.1 POPULAÇÃO E MASSA DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FUTURA	59
4.3.2 DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DO GALPÃO DE TRIAGEM	59
4.3.3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PREVISTOS PARA O GALPÃO DE TRIAGEM.....	59
4.3.4 DIMENSIONAMENTO DA ÁREA PARA O PÁTIO DE COMPOSTAGEM.....	60
4.3.5 ÁREA ESTIMADA PARA A UNIDADE DE APOIO	60
4.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS COM OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS.....	61

4.4.1 OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS.....	61
4.4.2 CUSTO OPERACIONAL.....	62
4.4.3 PRODUÇÃO DE MATERIAL RECICLÁVEL	64
4.4.4 VENDA DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS	66
4.5 VIABILIDADE DA UTC	68
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1 INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) têm sido nos últimos anos, o foco de discussões relacionadas à degradação do meio ambiente, pois, descartados de forma incorreta, poluem os mananciais e o lençol freático, atraem animais transmissores de doenças, além das condições insalubres em que são expostos aqueles que têm nos resíduos sua fonte de renda.

A maior preocupação com os RSU se iniciou na Idade Média, quando estudiosos notaram uma relação entre a ocorrência de epidemias e pandemias à exposição aos resíduos, como a peste negra, que dizimou parte da população europeia durante o século XIV. Devido a tal preocupação os resíduos passaram a ser afastados dos centros habitacionais, mas ainda sim, esses acarretam em problemas (VELLOSO, 2008).

Nos dias de hoje, com o aumento do consumismo e da industrialização de bens e serviços, a geração de resíduos vem aumentando de forma desproporcional ao aumento da população. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010), em 2010, o aumento foi seis vezes superior que o crescimento populacional.

Apesar desse crescimento, os programas de coleta seletiva não apresentam crescimento proporcional. Estudos da ABRELPE mostram que os problemas associados aos RSU, como a destinação inadequada, vêm aumentando, em especial, devido à falta de mecanismos e locais para destinação final, tendo, em sua maior parte, destino final ambientalmente incorreto (ABRELPE, 2010).

No Brasil, a Lei Federal 12.305, de 03 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, com objetivo de extinguir os lixões até 2014, alterando a forma com a qual os municípios vêm tratando a questão dos resíduos e reciclagem. Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa 52, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) vem obrigando os municípios a darem o destino ambientalmente correto ao seu resíduo, esta deliberação veio muito antes da referida lei federal.

Em 2008, a Fundação Israel Pinheiro tornou-se parceira da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2012), promovendo trabalhos direcionados a

sensibilização dos gestores municipais na erradicação dos lixões, implantando em seus municípios iniciativas de coleta seletiva, reciclagem e projetos de educação ambiental.

Para os pequenos municípios, como Santa Barbara do Leste – MG, área em estudo, que não dispõem de grandes recursos para a implantação de aterros sanitários, acredita-se que, uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) podem ser uma excelente alternativa para o correto tratamento dos RSU, tendo em vista a necessidade de o município adequar sua forma de disposição final dos RSU, conforme instituem as normas federais e estaduais. Neste contexto o município minimizará os problemas relacionados às questões ambientais, trará benefícios à saúde pública, economia ao erário público, ofertará novos empregos por meio do processo de triagem de material reciclável, além da possibilidade de fertilização dos solos agrícolas com a utilização de compostos obtidos pelo processo de compostagem da matéria orgânica (JUNKES, 2002).

1.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade de um correto tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Santa Barbara do Leste, que ocasionam, dentre outros pontos, impactos ambientais negativos e, como consequência, trazer economia ao erário público, reduzir custos referentes ao manejo e transporte dos RSU, gerar renda com a reciclagem de materiais e conscientizar a população local dos benefícios da coleta seletiva.

1.2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral diagnosticar a situação dos RSU provenientes da coleta domiciliar realizada no município de Santa Bárbara do Leste – MG, para uma possível implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem, propor adequações com melhorias no atual gerenciamento municipal de resíduos sólidos do município, baseando no cumprimento a Lei Federal 12.305/2010 e a Deliberação Normativa 52 do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos têm-se:

- Caracterizar o município de Santa Bárbara do Leste, quanto a sua história, localização, principais aspectos econômicos e a situação do resíduo urbano;
- Levantar informações sobre os RSU, seus impactos ambientais, econômicos e sociais e sua gestão;
- Caracterizar fisicamente, por meio de um estudo gravimétrico, a geração dos resíduos sólidos urbanos da área em estudo;
- Dimensionar a UTC e verificar a viabilidade econômica de sua implantação e manutenção

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RS URBANOS

Segundo a NBR 10004 (2004); Resíduos Sólidos (RS) são definidos como:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, 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 esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível.”

2.2 HISTÓRICO DOS RS

Os cientistas acreditam que, assim que a evolução da humanidade caminhando em direção ao progresso (ou regresso), concomitantemente ao surgimento dos Homo *Habilis* e *Erectus*, surgiu os primeiros impactos ambientais de origem antrópica em nosso planeta, mínimo é claro, mas que não deixam de ser relevantes (AMARO e RODRIGUES, 2009).

Conforme Amaro e Rodrigues (2009), quando a humanidade teve em seus campos, agricultores plantando as primeiras sementes e os primeiros rebanhos sendo guiados por seus pastores, não faziam eles a mínima idéia que estavam realizando as atividades que posteriormente mudariam o curso da história social e ambiental. Assim como, jamais imaginariam que dentro de aproximadamente dez mil anos, nosso planeta estaria habitado por mais de seis bilhões de pessoas, gerando mais de quinhentos milhões de toneladas de lixo diariamente.

Segundo Velloso (2008), o homem começou a temer os resíduos a partir do momento em que passou a associá-los a seu sofrimento físico e psicológico, o que

ficou bem marcado durante a Idade Média, com a manifestação de doenças por meio de epidemias e pandemias, como foi o caso da peste negra, durante o século XIV, no continente Europeu.

No Brasil, o sistemático serviço de limpeza urbana foi oficialmente iniciado em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, capital do Império. Nesta data, foi assinado pelo Imperador D. Pedro II o decreto nº 3.024, que aprovava o contrato de “Limpeza e irrigação” da cidade, sendo executados por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, nomes estes que originaram a palavra gari, que hoje, denominam-se em varias cidades brasileiras os trabalhadores da limpeza urbana (MONTEIRO, 2001).

De acordo com Velloso (2008) os problemas relacionados aos resíduos até a década de 1950, por estarem associados às doenças, eram limitados às áreas médicas. Mas a partir da década de 1970, o homem passou a perceber o quanto os resíduos estavam degradando o meio ambiente e afetando a saúde do homem, fossem eles de origem biológica, química ou radioativa.

Para Monteiro (2001), dos tempos imperiais aos dias atuais, os serviços de limpeza urbana vivenciaram momentos bons e ruins. A situação da gestão dos RS se apresenta em cada cidade brasileira de forma diversa, prevalecendo, entretanto, uma situação nada animadora.

As catástrofes, causadoras de danos ambientais e que foram veiculadas pela mídia, são insignificantes quando comparadas aos danos acumulados pela grande quantidade de poluentes, lançados no meio ambiente de forma constante e gradativa durante os últimos anos (MAZER e CAVALCANTE, 2004).

Conforme Mazer e Cavalcante (2004) a humanidade vive num ecossistema onde os recursos são limitados, mas de crescimento ilimitado, sendo estes recursos fortemente inter-relacionados e interdependentes. Contudo, um estilo extremamente consumista e descartável, poderá fatalmente afetar a qualidade de vida do homem.

De acordo com Oliveira (2006), devido às atividades do homem uma grande quantidade de resíduos é gerada diariamente, logo percebemos que, com esta grande quantidade de resíduos, se faz necessário dar ao lixo um adequado tratamento, para que o mesmo não venha se acumular em nossas residências.

Para que isso ocorra, o consumismo desenfreado de nossa população, que a cada dia mais geram mais lixo, deve ser controlado, além disso, devemos investir em tecnologias que amenizem a geração de resíduos e que contribuam na

reciclagem e reutilização destes materiais aparentemente em desuso. Logo se faz necessário que tenhamos uma nova percepção a respeito do lixo, tendo ele como subproduto a se transformar em matéria prima que retornará ao ciclo. Para isso é necessário entendermos melhor o significado da palavra “RS”, termo este vulgarmente utilizado para designar o lixo (OLIVEIRA, 2006).

Entre os principais problemas que afetam a população está a crescente geração de RS, juntamente com a falta de gerenciamento adequado, que vem contribuindo para que tal problema se agrave. A população por sua vez, também contribui para que esses problemas relacionados aos RS sejam agravados, seja de forma direta ou indireta. A geração de RS acontece desde o início das civilizações, aumentando de forma significativa após o começo da industrialização, devido ao crescimento da produção em quantidade e diversidade sem um gerenciamento adequado. (RODRIGUES, 2009).

Segundo o Panorama dos RS no Brasil (ABRELPE, 2011), a quantidade de RS gerados no ano de 2011 foi de 61,9 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 1,8% em relação ao ano de 2010 (Figura 01). Conforme o diretor executivo da ABRELPE (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e RS) este crescimento foi duas vezes maior que o crescimento populacional, que no período de 2010 cresceu cerca de 0,9%. A situação se torna ainda mais preocupante, pois, dos resíduos coletados neste período, cerca de 42% deste total são destinados a locais inadequados.

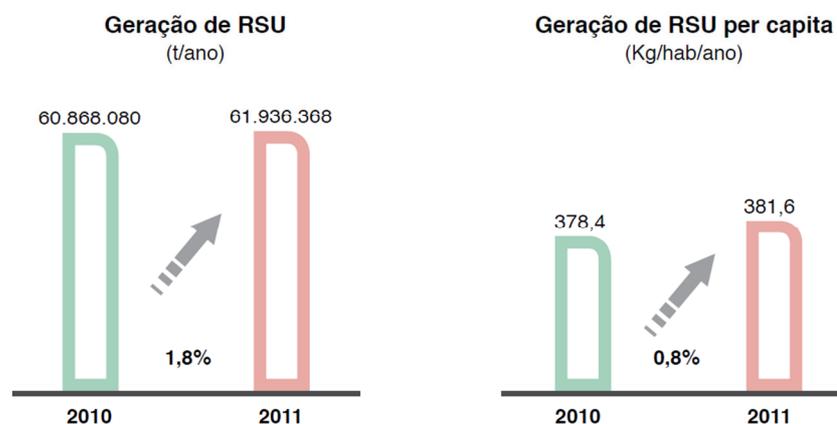


Figura 1: Comparação entre a quantidade total gerada e a quantidade total coletada - fonte (ABRELPE, 2011)

Conforme o mesmo estudo, em 2011 o volume de RS coletados no Brasil foi de 55,5 milhões de toneladas (Figura 2), sendo este volume equivalente a 90% da cobertura total coletada, logo os 10% restantes acabam despejados em terrenos baldios, córregos, lagos e praças. De todo o volume coletado, o Sudeste responde por cerca de 53% e o Nordeste por 22%, nestas duas regiões estão concentrados 75% de todo o lixo do território nacional (ABRELPE, 2011).

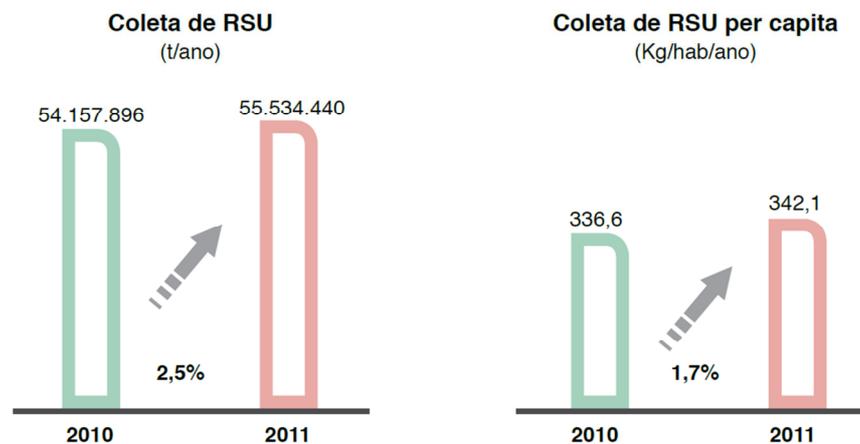


Figura 2: Comparação entre a quantidade total gerada e a quantidade total coletada - Fonte (ABRELPE, 2011)

A quantidade de resíduos que uma população produz pode variar, quando levado em consideração a época do ano, estilo de vida, trânsito de pessoas em períodos de férias e fins de semana, renda e novas formas de acondicionamento de produtos e mercadorias, o que vem tendendo para a utilização de materiais não retornáveis. Aos responsáveis pelo gerenciamento no processo de coleta, cabe assegurar que seja coletada a maior quantidade possível desses resíduos gerados (CUNHA, 2002).

Após a geração dos resíduos em suas diversas fontes, aqueles de origem domiciliar, comercial e público, são de inteira responsabilidade das prefeituras, devendo as mesmas dispensar a eles o cuidado necessário antes do seu destino final (RODRIGUES, 2009).

Para Oliveira (2006), em nosso país convivemos diariamente com a maioria do lixo que produzimos. A maior parte deste lixo tem como destino final os lixões a

céu aberto. Descartado desta maneira o lixo pode se tornar veículo transmissor de doenças, devido à proliferação de ratos, baratas, moscas e etc., além de poluir o meio ambiente contaminando o lençol freático, fontes de água e até mesmo o próprio ar.

2.3 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RS

Com a descoberta dos diversos danos ambientais, decorrentes de uma disposição dos resíduos praticada inadequadamente, a população do planeta têm expandido seu conhecimento, aumentando assim sua preocupação em relação a esta questão. A preocupação tem sido demonstrada através da publicação de diversas legislações federais, estaduais e municipais (MAZER e CAVALCANTE, 2004).

A sociedade tem à sua disposição a Legislação ambiental, como um instrumento poderoso, que lhe faz valer seus direitos constitucionais, que garante a todo cidadão brasileiro uma vida digna e condições de sobrevivência em um ambiente ecologicamente equilibrado e saudável. (BARROS, 2002).

A Constituição Federal de cinco de outubro de 1988 garante a todo o cidadão em seu artigo 225, a necessidade de uma proteção ambiental:

“Art. 225. Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

A Lei Federal 12.305 de três de agosto de 2010, institui a Política Nacional de RS, com objetivo de extinguir os lixões até 2014, alterando a forma em que os municípios vêm tratando a questão do lixo e a reciclagem e definindo prazo para que isto ocorra, conforme consta em seu artigo 54: “A disposição final ambientalmente

adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei.”

Em Minas Gerais, após a Deliberação Normativa 52 de 14 de dezembro de 2001, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) os municípios vêm sendo obrigados a darem o destino ambientalmente correto ao seu lixo. Esta Deliberação veio muito antes da Lei Federal 12.305/2010 e que também proíbe os municípios de disporem seu lixo de maneira incorreta:

“Art. 2º - Ficam todos os municípios do Estado de Minas Gerais, no prazo máximo de 6 (seis) meses, contados a partir da data da publicação desta Deliberação, obrigados a minimizar os impactos ambientais nas áreas de disposição final de lixo, devendo implementar os seguintes requisitos mínimos, até que seja implantado, através de respectivo licenciamento, sistema adequado de disposição final de lixo urbano de origem domiciliar, comercial e pública.”

Em 2008, a Fundação Israel Pinheiro tornou-se parceira da Fundação Estadual do Meio Ambiente, promovendo trabalhos direcionados a sensibilizar os gestores municipais na erradicação dos lixões, implantando em seus municípios iniciativas de coleta seletiva, reciclagem e projetos de educação ambiental (FEAM, 2012).

Infratores que não cumprem com a Legislação ambiental, cada vez mais severa, poderão ter prejuízos significativos e de elevado custo. Associado à legislação, programas de sensibilização ambiental fazem com que o consumidor consciente, seja impulsionado a adquirir produtos de uma linha ambientalmente correta, que não comprometa o meio ambiente e além de tudo apresentem uma boa qualidade. Sendo assim, as indústrias sentirão incentivadas a procurarem soluções eficientes, com custo de mercado compatível e que reduzam seus impactos ambientais (MACÊDO, 2000).

2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RS

São várias as formas de se classificar os RS, baseando-se em suas características ou propriedades já conhecidas. A classificação é importante para a escolha de uma forma mais viável para o seu gerenciamento (PROSAB, 2003).

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os RS podem ser classificados em três classes:

- **Classe I ou perigosos:** São resíduos que apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da incidência de doenças, em função de suas características próprias de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, podendo ainda provocar efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados de forma inadequada ou dispostos em locais impróprios.
- **Classe II ou não inertes:** RS cuja suas características podem apresentar combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, podendo ocasionar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não fazendo parte desses os resíduos listados nas classificações de resíduo Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes.
- **Classe III ou inertes:** Resíduos que não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, devido a suas características inerentes, e que, conforme a NBR 10.007, quando amostrados de forma representativa, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Segundo o Manual de Educação (CONSUMO SUSTENTÁVEL, 2005), o lixo é considerado pelas pessoas como tudo aquilo que não tem mais utilidade, que se joga fora, mas se observado cuidadosamente, veremos que os materiais que compõem o lixo não podem ser indiscriminados. Composto por diferentes tipos de resíduos, o lixo precisa passar por um manejo distinto, podendo desta forma, ser classificado de várias maneiras.

Quanto à sua natureza física, podem ser:

- Seco – Composto por materiais potencialmente recicláveis (papel, vidro, lata, plástico etc.);
- Molhado – Corresponde à parte orgânica dos resíduos e que pode ser utilizado no processo de compostagem (sobras de alimentos, cascas de frutas, restos de poda etc.).

Esta forma de classificação é muito utilizada nos programas de coleta seletiva, por ser facilmente compreendida pela população.

Outra forma de classificação pode ser feita, baseada na origem dos resíduos, sendo esta utilizada em cálculos de geração de lixo. Desta forma o lixo pode ser classificado da seguinte maneira:

- Domiciliar – resíduos originários das residências, composto por restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens em geral, papéis, jornais etc.;
- Comercial - são os resíduos originados nos diversos estabelecimentos comerciais de serviços, tais como supermercados, bancos, lojas, restaurantes etc.;
- Público– são aqueles originados nos serviços de limpeza urbana pública;
- Serviço de saúde – resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas ou odontológicas, laboratórios, farmácias etc., é potencialmente perigoso, pois pode conter materiais contaminados;
- Industriais – são resultantes de processos industriais. O tipo de lixo varia de acordo com o ramo da atividade industrial;

- Agrícola – resulta das atividades da agricultura e da pecuária. É constituído por embalagens de agrotóxicos, rações, adubos, restos de colheita, dejetos da criação de animais, etc.
- Entulho – resto da construção civil, reformas demolições, etc.

2.5 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RS URBANOS.

2.5.1 ATERRO CONTROLADO

Aterro controlado é o local destinado à disposição final de RS, onde diariamente são executados procedimentos de controle sobre os resíduos ou sobre seus efluentes. Foi criado no intuito de mitigar as implicações decorrentes do lançamento de resíduos a céu aberto (FREITAS, 2009).

Ao fim de cada dia os resíduos depositados no solo são cobertos por terra, minimizando assim a poluição local, o que faz do aterro controlado um método menos danoso do que os lixões para disposição final dos RS urbanos. No entanto este não é um processo aceitável, por se tratar de uma solução que não possui todas as técnicas adequadas (MAGALHAES, 2008). Este tipo de procedimento para a disposição final de resíduos, não faz o uso de recursos da engenharia e saneamento para dar solução aos problemas ambientais como poluição da água, do ar e do solo, sendo considerado um procedimento inadequado (CONSUMO SUSTENTAVÉL, 2005).

2.5.2 ATERRO SANITÁRIO

Esta técnica teve seu início na disposição de resíduos por volta de 1930 e desde então vem se aperfeiçoando. Entre as técnicas existentes, esta é uma das ambientalmente mais adequada. Entendido como procedimento baseado nos princípios da engenharia e normas específicas de operação, tem o objetivo de

confinar o lixo no menor espaço e volume possível, de uma forma tecnicamente segura e que não cause danos ao meio ambiente e nem à saúde pública, isolando-os do meio ambiente externo por meio de impermeabilização do solo, da cobertura da camada de terra e drenagem de gases (CONSUMO SUSTENTAVÉL, 2005).

Aterro sanitário reúne os maiores benefícios relacionados à redução dos impactos ocasionados pelo descarte dos RS urbanos, apresentando características como subdivisão da área de aterro em células de colocação de lixo; antecipando a preparação do solo, tornando-o impermeável, para que nele possam ser depositados os resíduos, impossibilitando contato dos líquidos residuais com o lençol freático; presença de lagoas de estabilização para o tratamento dos líquidos residuais da biodegradação dos resíduos orgânicos; presença de drenos superficiais para a coleta da água de chuvas; drenos de fundo para a coleta do chorume e para a dispersão do metano, coletores dos líquidos residuais em direção às lagoas de estabilização, confinamento do lixo em camadas cobertas com solo vegetal (JUNKES, 2002; MAGALHAES, 2008).

2.5.3 RECICLAGEM

Reciclagem implica em uma série de atividades voltadas para os materiais que se tornariam lixo ou estão no lixo e são desviados. Coletados, separados e processados, estes serão usados como matéria-prima na manufatura de bens feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem. O maior objetivo de um programa de reciclagem é o componente ambiental por meio da exploração em menor escala dos recursos naturais diante do aproveitamento de materiais recicláveis como matéria-prima de um novo processo de industrialização, além de diminuir o resíduo acumulado (JARDIM, 1995).

Deve-se promover e incentivar a reciclagem, ao mais alto nível, pois muitos dos resíduos gerados nas atividades de certas indústrias, estabelecimentos comerciais e das residências, podem ser reutilizados, recuperados ou usados como matéria-prima para outras indústrias e com isso podemos diminuir a quantidade de resíduos para deposição final, aumentar a capacidade de flexibilidade dos aterros

sanitários, melhorar as condições de saúde pública, reduzir os impactos ambientais e economizar energia e recursos naturais (RUSSO, 2003).

2.5.4 COMPOSTAGEM

De acordo com Filho, Nobrega e Reis (1998), compostagem é um método biológico que altera a matéria orgânica, transformando-a em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características completamente diferentes do material inicial. A compostagem moderna é um processo biológico, aeróbio, controlado, termofílico, desenvolvido em duas fases por sucessões de colônias mistas de microorganismos (FILHO; NOBREGA e REIS, 1998).

Estes processos envolvem o preparo de montes na forma de leiras, nas quais se injeta ar por meio de tubos perfurados introduzidos no resíduo, ou então por meio do constante revolvimento do material submetido à compostagem (FADINI, 2001).

Para Santos (2008) a compostagem é uma forma ambientalmente segura para o tratamento da matéria orgânica. Apresenta diversos fatores positivos como a redução no volume de resíduos a serem destinados aos aterros sanitários, aproveitamento do composto orgânico produzido, reciclagem dos nutrientes do solo e a eliminação de patógenos da massa de resíduos.

2.6 OPERAÇÃO DE USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

Usinas de Triagem e Compostagem (UTC's) são locais onde os materiais recicláveis existentes em meio aos RS urbanos são separados, com o auxílio de equipamentos mecânicos ou de forma manual. Geralmente estes locais são vulgarmente conhecidos como usinas de reciclagem, mas nesses lugares não são realizados os procedimentos para reciclagem e sim processos de triagem, separação e destinação do material reciclável.

Estas usinas podem estar agregadas a usinas de compostagem, onde a parte orgânica dos RS urbanos é processada (RECICLOTECA, 2012).

2.6.1 CARACTERÍSTICAS E OPERAÇÃO DE UMA UTC

Conforme o Manual de Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo - FEAM (2006), as Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) geralmente são implantadas em locais apropriados e devidamente licenciadas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e sua estrutura física é composta por diversos setores como, galpão de recepção e triagem de lixo, pátio de compostagem, galpão para armazenamento de recicláveis, unidades de apoio com escritório, almoxarifado, instalações sanitárias, vestiários, copa/cozinha e outros.

As UTC's são compostas ainda de unidades como valas de aterramento para rejeitos e resíduos de saúde e unidades para tratamento de efluentes gerados na operação ou higienização. Esta última unidade pode ser constituída por fossa, filtro, sumidouro ou lagoa de tratamento.

Ainda segundo Manual de Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo (FEAM, 2006), as instalações de uma UTC devem apresentar características e operações conforme descrito:

As UTC's iniciam-se na recepção dos resíduos, setor onde todo o lixo coletado no município é descarregado, seja domiciliar ou comercial. A recepção deve apresentar piso em concreto, com sistema de drenagem de águas pluviais e efluentes que por ventura forem gerados no local, que deve ser coberto, e sua cobertura deve permitir a entrada de caminhões tipo basculante. A via de acesso ao setor de descarga deve ser preferencialmente pavimentada, quando não for possível, no mínimo cascalhada, e deverá permitir a manobra dos veículos coletores.

O fosso para descarga deve estar preferencialmente acima do nível da triagem, ser metálico ou em concreto, ter paredes lisas com inclinação que permitam aos resíduos, por gravidade, escoarem até a mesa, onde será realizada a triagem.

Após a descarga uma pré-triagem deve ser realizada, onde os resíduos considerados médios ou grandes são separados dos demais.

Quando não houver fosso, os resíduos devem ser levados até a mesa de triagem, com a utilização de pás e enxadas, sendo este método muito demorado, consumindo tempo e mão de obra.

A triagem corresponde a etapa em que o lixo é separado manualmente por grupos: se matéria orgânica, reciclável ou rejeitos. Esta separação é feita em uma mesa de concreto ou metal, que pode ser mecanizada ou não, com altura aproximada de 90 cm proporcionando ao funcionário uma perfeita operação da mesa. As mesas mecanizadas possibilitam a redução no tempo de triagem, porém dependendo da quantidade a ser triada, pode ser inviável para o processo, além da necessidade de manutenção. Na mesa de triagem cada funcionário deve ter atrás ou em sua lateral, um tambor que servirá para armazenar o material triado.

O pátio de compostagem é o local onde será executado o processo de compostagem da matéria orgânica, este deve ter seu piso em concreto ou revestimento asfáltico, ser impermeabilizado, com sistema de drenagem de águas pluviais e permitir a ação dos raios solares em toda a sua extensão. As juntas de dilatação do pátio devem ser rejuntadas constantemente. Após o processo de compostagem, o material deve ser estocado em local coberto, com piso pavimentado, para que sua qualidade não seja comprometida (FEAM, 2006).

Após a triagem os recicláveis são armazenados em locais denominados de baias, até serem encaminhados ao destino final adequado. O local onde se encontram as baias deve ter preferencialmente estrutura em alvenaria, estar em local de fácil acesso para os veículos que recolherão os materiais comercializados, além de possuir área suficiente para a execução de tarefas como prensagem e enfardamento dos materiais recicláveis. Após a prensagem os fardos devem estar organizados em pilhas, separadas por tipo de material. O local deve contar ainda com sistema de prevenção a incêndio, sendo dotado de extintores com capacidade de 10 litros de água pressurizada (FEAM, 2006).

Quanto ao material que deve ser descartado, este deve ser encaminhado a um local de dimensões reduzidas, destinado ao aterramento de rejeitos, onde os trabalhos de compactação e aterramento são executados de forma manual. Este local também pode ser de grandes dimensões, de forma que permita a entrada de máquinas e equipamentos para a execução dos trabalhos de compactação e recobrimento dos resíduos.

A execução de abertura das valas deve seguir as orientações contidas no projeto apresentado e aprovado no processo para licenciamento e operação da usina. As valas não devem receber quantidades maiores que 30% do lixo bruto destinado diariamente a unidade. O entorno das valas deve ser dotado de sistema de drenagem, inclusive as que se encontrarem desativadas, e permitir em qualquer data do ano, acesso fácil e seguro às valas.

De acordo com o Manual de Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo (FEAM, 2006), é recomendável que as valas de rejeitos estejam em local isolado em relação às demais unidades da usina, devendo ser cercadas por fios de arame farpado e cercas vivas, evitando a entrada de animais e pessoas não permitidas neste local. Escavadas preferencialmente no mesmo sentido das curvas de nível do terreno, as valas devem ser dimensionadas para uma vida útil de até 06 meses, com espaçamento entre vala suficiente para a execução dos trabalhos de aterramento.

Para os municípios que produzirem acima de 5,0t/dia de resíduos, a implantação de sistema de coleta de gases e lixiviados por meio de drenos e valas de aterramento, bem como o seu adequado tratamento, passam ser obrigatórios.

A usina também deve possuir unidades de apoio, formadas pelas instalações e equipamentos existentes como o escritório e seus mobiliários (mesa, cadeira e armário), copa e cozinha com seus respectivos equipamentos (pia, fogão, geladeira, bebedouro/filtro, mesa e cadeiras para refeições), os vestiários e suas instalações (chuveiros, instalações sanitárias, lavatórios e armários individuais para os funcionários), área de serviço e seus acessórios (tanque e secador/varal).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE, MINAS GERAIS.

O Município de Santa Bárbara do Leste/MG, está localizado na Bacia do Rio Doce, ao leste da capital do estado de Minas Gerais. Tem como municípios limítrofes Caratinga, Santa Rita de Minas, Simonésia, Raul Soares e Vermelho Novo, distando aproximadamente 290 km de Belo Horizonte, capital do estado.



Figura 3: Localização do município de Santa Bárbara do Leste

De acordo com o IBGE (2010), o município ocupa uma área de aproximadamente 107,402 Km², com uma população de 7.682 habitantes, sendo que deste total, 48,26% se encontram em área rural e 51,74% em área urbana.

A estimativa de crescimento populacional para o município de Santa Bárbara do Leste do ano 2010 para 2011, segundo o IBGE (2010), é de 0.004819%.

Sua população apresenta rendimento mensal variando entre um quarto de salário mínimo a vinte salários mínimo, deste total 10,4% possuem rendimentos de até um quarto do salário mínimo, 11,2% de um quarto a meio salário, 52,9% de meio a um salário, 17,5% de um a dois salários, de 4,2% recebem de dois a três salários,

2,8% de três a cinco salários, 0,9% de cinco a dez salários e 0,1% recebem de quinze a vinte salários mínimos.

O município apresenta 80,38% de sua população alfabetizada, sendo que deste 51,14% corresponde a homens e 48,86% a mulheres.

Dos dois mil trezentos e cinquenta e nove domicílios existentes no município, 90,72% corresponde a casas, 0,17% casas de vila ou condomínios e 9,11% são apartamentos.

O município de Santa Bárbara do Leste é mais um dos municípios brasileiros que não possui em sua Secretaria de Meio Ambiente, programa de gerenciamento dos RS urbanos.

Ainda segundo IBGE (2010), dos domicílios existentes no município apenas 62,31% recebem serviços de coleta, 31,62% queimam o lixo na própria propriedade, 1,27% enterram seus resíduos, 2,92% dispõe o lixo em terreno baldio, 0,30% jogam em rios ou lagos e 1,57% tem outros destinos.

A coleta dos RS do município é realizada na área urbana diariamente. Na área rural, esta coleta é realizada a cada 15 dias, passando pelos Córregos Caratinguinha, Bananal, Laje e Campo dos Ferreiros. A coleta é realizada por caminhões da própria prefeitura. Atualmente, a frota é composta por dois caminhões basculantes modelo Ford – 400.

O produto da coleta diária dos RS no município equivale a aproximadamente dois caminhões para cada área de coleta, sendo destinado para um local a céu aberto, onde o mesmo é aterrado diariamente. Este local está situado a uma distância aproximada de 4 km da sede do município, às margens da BR 116. O terreno é de propriedade do município, sendo utilizado para esta finalidade desde 2007. De acordo com a FEAM (2011), em seu mapa da disposição de RS em Minas Gerais, este local encontra-se classificado como sendo um lixão.



Figura 4: Lixão do município de Santa Bárbara do Leste

3.2 ANÁLISE GRAVIMÉTRICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA DO LESTE-MG

Para a execução da análise gravimétrica dos RS do município de Santa Bárbara do Leste foram analisadas duas amostras, a metodologia utilizada foi a mesma, tanto para a área urbana (A1 – realizada dia 30 de julho de 2012) quanto para a área rural (A2 – realizada no dia 26 de setembro de 2012).

Para a realização da análise gravimétrica foram utilizadas amostras representativas, extraídas a partir do processo de quarteamento, seguido da segregação do material no preparo da amostra, determinação de seu peso e volume, cálculo da geração *per capita* e por último a determinação da composição gravimétrica.

3.2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Para a execução da caracterização dos resíduos sólidos do município de Santa Bárbara do Leste, foi utilizada uma balança com capacidade para 150 quilogramas, quatro tambores plásticos de 200 litros, duas pás, uma enxada, um rastelo, equipamentos de proteção individual como luvas e máscaras, uma lona plástica de aproximadamente 16m² e materiais para anotação. O pátio onde foram

executados os trabalhos foi cedido pelo senhor Márcio Anselmo de Assis, Secretário de Meio Ambiente do Município.

3.2.2 PROCESSO DE QUARTEAMENTO

O processo de quarteamento, teve início na descarga dos materiais coletados por um caminhão com carroceria basculante e capacidade volumétrica de 6 m³.



Figura 5: Descarga dos resíduos no pátio

A descarga foi realizada em um pátio (Figura 5) localizado a aproximadamente 1,5 quilômetros da sede do município, onde foi realizada a abertura de todas as sacolas e o revolvimento de todo o material até que se tornasse uma mistura homogênea (Figura 6), sendo acomodada no pátio na forma aproximada de um quadrado, com seu topo aplainado (Figura 7).



Figura 6: Processo de homogeneização da amostra



Figura 7: Preparo da amostra para o quarteramento

A seguir, realizou-se o primeiro processo de quarteramento, dividindo o montante em quatro partes aparentemente iguais (Figura 8), tomando duas partes opostas em diagonal, descartando as duas restantes. Com a amostra resultante foi repetido o processo de homogeneização e a técnica do quarteramento, coletando novamente duas partes opostas em diagonal e descartando as demais.



Figura 8: Quarteamento da amostra

Após a realização dos dois quarteamentos, foram coletados em tambores de 200 litros, amostras em quatro pontos diferentes da pilha, preferencialmente no topo e na base, coletando um total de quatro tambores, perfazendo um volume de 800 litros.

3.2.3 PREPARO DA AMOSTRA

O preparo da amostra teve início a partir do volume de 800 litros de materiais obtidos no processo de quarteamento. Os materiais analisados foram divididos em classes: papel, papelão, plástico duro, plástico maleável, PET, alumínio, metais ferrosos, vidro, matéria orgânica e outros.

Tais materiais foram dispostos em uma lona plástica e segregados de acordo com sua classe, foram pesados individualmente em uma balança com capacidade para 150 quilos. Após o processo de pesagem, os resíduos foram recolhidos e encaminhados ao lixão do município.

3.2.4 DETERMINAÇÃO DA MASSA LÍQUIDA E GLOBAL DAS AMOSTRAS

A massa líquida das amostras foi determinada ainda na pesagem dos materiais durante o processo de preparo das amostras. Os tambores de 200 litros foram preenchidos com seus respectivos materiais já segregados e pesados, descontando em seguida o peso do tambor. O valor global da massa foi obtido pelo somatório das amostras e expressos em quilograma (Kg).

O peso específico aparente dos RS foi obtido segundo o método de Magalhães (2008), pela divisão do valor global da massa líquida das amostras (Kg), pelo volume total dos tambores (m^3) [Equação1]. Considera-se o somatório do volume dos tambores, sendo de 08 tambores com capacidade para 200 litros cada, perfazendo um volume total de $1,6 m^3$.

$$\gamma = \frac{P}{V_t} \text{Equação 1}$$

γ - Peso específico aparente (Kg/m^3)

P – Valor global da massa líquida das amostras (Kg)

V_t - Volume total dos tambores (m^3)

A determinação da massa diária de RS destinada ao lixão do município de Santa Bárbara do Leste foi obtida através da multiplicação do peso específico da amostra (Kg/m^3) pelo volume diário de RS coletados em um dia (equação 2). O volume diário foi estimado a partir do número de caminhões coletores destinados ao lixão do município (item 3.1).

$$M_d = \gamma \cdot V_d \text{ Equação 2}$$

M_d – Massa diária (Kg/dia)

γ - Peso específico aparente (Kg/m^3)

V_d - Volume diário coletado (m^3)

3.2.5 CÁLCULO DA GERAÇÃO *PER CAPITA*

Para a determinação da geração *per capita* dos RS foi utilizada a metodologia proposta por Magalhães (2008). Foram relacionadas à massa diária de RS pelo número de habitantes (Equação 3). O valor da geração *per capita* foi expresso em (Kg/hab.dia).

$$Gp = \frac{Md}{Nh} \text{ Equação 3}$$

Gp- Geração *per capita* (Kg/hab.dia)

Md – Massa diária (Kg/dia)

Nh – Número de habitantes

3.2.6 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DIÁRIO DE MATÉRIA ORGÂNICA ATUAL E FUTURA

O volume diário de matéria orgânica futura foi determinado a partir do volume diário atual (item 3.2.2), relacionado com a população atual, obtendo-se assim o peso específico aparente da matéria orgânica em Kg/dia.hab. Em seguida, foi obtido o volume *per capita* de matéria orgânica para uma população futura, estimada para 2022.

3.2.7 ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO E MASSA DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FUTURA

3.2.7.1 POPULAÇÃO FUTURA

Para a estimativa da população futura teve-se como base dados fornecidos pelo IBGE (2010), como a taxa de crescimento populacional em anos e a população estimada para 2011 (item 3.1). A estimativa da população futura foi considerada para o ano de 2022.

3.2.7.2 MASSA DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FUTURA

A determinação da massa diária de resíduos sólidos futura foi obtida pela multiplicação do peso específico aparente (Equação 1, item 3.2.3) pela população futura estimada (item 3.2.5.1).

3.2.8 DETERMINAÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA

A caracterização gravimétrica identifica o percentual de cada componente em relação ao valor global da massa líquida das amostras de RS analisadas (Equação 4), sendo estes componentes divididos em classes (item 3.2.2).

A massa líquida de cada componente das amostras foi obtida no processo de segregação dos materiais, e os resultados expressos em quilograma (Kg) (item 3.2.3). A caracterização gravimétrica relaciona o percentual de cada componente em relação ao valor global da massa líquida das amostras de RS analisadas (Equação 4):

$$Cg = \frac{P}{V_t} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Cg- composição gravimétrica (%)

MLC- Massa líquida do componente (Kg)

MLA – Massa líquida da amostra (Kg)

3.3 DIMENSIONAMENTO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

3.3.1 LOCALIZAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2010), para a implantação de unidades de triagem e compostagem é necessário que o município se disponha de área necessária e adequada. No caso de Santa Bárbara do Leste, o mesmo apresenta disponível uma área equivalente a dois hectares, localizada a margem da BR 116, distante aproximadamente 2 quilômetros da sede do município.

3.3.2 GALPÃO DE TRIAGEM

A área a ser utilizada na implantação do galpão de triagem foi relacionada ao volume diário de materiais processado, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2010). Para cada tonelada de resíduos são necessários aproximadamente 300m² de área para galpões de pequeno porte; 650m² de área para galpão de médio porte, que processam até 02 toneladas diárias; e 1.200m² de área para galpões que processam 04 toneladas diárias.

Ainda segundo publicação do Ministério das Cidades (2008), a definição do número de funcionários necessários na operação da unidade de triagem, teve também como base o volume de resíduos que será processado diariamente pela

unidade de triagem. Sendo assim, para cada 200 quilogramas de material a processar (por dia), será necessário 01 triador; e para cada 20 triadores 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.

O galpão de triagem foi projetado para operar de forma simplificada, onde o processo de triagem dos materiais será executado manualmente em mesa estática de concreto, e a matéria orgânica obtida neste processo será encaminhada a um pátio de compostagem.

A mesa de triagem apresentará altura mínima de 0,9m, largura de aproximadamente 1,20m e 6m de comprimento. O comprimento da mesa de triagem foi determinado, sendo necessário para cada dupla de triador 1 metro linear de mesa.

3.3.3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários ao perfeito funcionamento da usina de triagem e compostagem, como balança com capacidade de até 1.000 kg, prensa, carrinhos e empilhadeira, foram dimensionados, de acordo com a área estimada para o galpão de triagem (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008). O custo com equipamentos foi determinado por pesquisa eletrônica em sites especializados (UISITON; BRASULIT e NOWAK, 2012).

Para o dimensionamento do quantitativo das instalações, foram utilizados valores normatizados (ABNT, NBR 5626, 1992) e valores determinados pelo Manual de Instalações Elétricas (CEMIG, 2003).

Os custos com o fornecimento de energia elétrica e água foram obtidos junto às concessionárias locais. Para energia elétrica (CEMIG) o empreendimento enquadrou-se em tarifa “B3 - Demais classe” e abastecimento de água classificado como industrial e tarifa 2,06 R\$/m³.

Ainda em relação ao consumo de água ficou determinado o uso diário das torneiras externas como sendo 20min/dia e a limpeza e higienização da UTC como

sendo uma vez na semana, com duração de 60 minutos. A unidade estará operando 26 dias do mês.

3.3.4 PÁTIO DE COMPOSTAGEM

Para o dimensionamento da área onde será instalado o pátio de compostagem, de acordo com (RECESA 2007), foram utilizados dados como: número de habitantes e geração *per capita* de resíduos orgânicos. A partir desses dados foi determinado a forma de disposição dos resíduos no pátio como pilha, com a forma aproximada de um cone, sua base apresentará aproximadamente 01 metro de diâmetro de altura em torno de 1,6 metros, em seguida foi definido a área de sua base (Equação 5), o volume de cada pilha (Equação 6) e o total de volume gerado (Equação 7):

$$Ab = \pi \cdot r^2 \quad \text{Equação 5}$$

Ab – Área da base (m²)

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi r^2 \cdot H \quad \text{Equação 6}$$

V – Volume de cada pilha (m³)

H – Altura da pilha (m²)

$$V1 = \frac{Q}{D} \quad \text{Equação 7}$$

V1 – Volume total de resíduo gerado (m³)

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

D - * Densidade da mistura (Kg/m³)

O número total de pilhas (RECESA 2007), foi determinado pela relação entre o volume de cada pilha e o total de volume gerado (equação 8). A área útil do pátio foi obtida através da área da base mais área de folga multiplicada pelo período de compostagem medido em dias (equação 9).

$$Np = \frac{V1}{V} \quad \text{Equação 8}$$

Np – Numero de pilhas (und.)

$V1$ – Volume total de resíduos gerados futuro (m^3)

V – Volume de cada pilha (m^3)

$$Au = (Ab + Af) \cdot d \quad \text{Equação 9}$$

Au – Área útil

Ab – Área da base

Af – Área de folga

d - Período de compostagem medido em dias

Devido ao fator de segurança é necessário o calculo de uma área extra (RECESA 2007), obtido pela multiplicação da área útil pelo fator de segurança (equação 10), logo, a determinação da área do pátio foi definida pela soma da área útil com a área extra (equação 11).

$$Ae = Au \cdot f \quad \text{Equação 10}$$

Ae – Área extra

Au – Área útil

f – Fator de segurança

$$At = Au + Ae \quad \text{Equação 11}$$

At – Área total do pátio

Au – Área útil

Ae – Área extra

3.3.5 UNIDADE DE APOIO

A unidade de apoio foi projetada em edificação anexa ao galpão, sendo as mesmas compostas de escritório, banheiros, vestiários e refeitório, e suas dimensões e equipamentos foram determinados de acordo com o Ministério das Cidades (2008).

3.4 ESTIMATIVAS DE CUSTOS COM INSTALAÇÕES, OBRAS CIVIS E OPERACIONAIS

O custo com obras civis foi determinado a partir do custo unitário básico por metro quadrado – CUBm² (SINDUSCON-MG, 2012). Também foram utilizados valores unitários de referência para obras de edificação e infraestrutura (SETOP, 2012).

Os custos com instalações elétricas e hidráulicas foram estimados, de acordo com González (2008), pela participação percentual média dos grandes itens no custo total, sendo para instalações elétricas de 5,2% e Instalações hidráulicas, sanitárias, pluviais e incêndio de 9,8%. Os resultados foram expressos em reais.

A adoção de metodologias diferentes para a estimativa de custo se deu devido a não localização em bibliografias que informem valores de referência padrão de custo por m² para pátios e pisos.

Em relação às despesas salariais com funcionários, este ficou estipulado como sendo o mínimo vigente: R\$ 622,00 (seiscentos e vinte e dois reais)

3.5 ESTIMATIVAS DE RECEITA COM VENDA DE RECICLÁVEIS

A receita mensal e anual determinada na venda de recicláveis e compostos orgânicos foi estimada em preços praticados por programas de coleta seletiva (CEMPRE, 2012). Para a determinação do peso e composto a ser comercializado, foi considerado redução de 50% de sua massa bruta (ALBUQUERQUE; et al, 2012).

3.6 ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTC

A viabilidade da UTC foi determinada, segundo Salomão (2009), a partir do levantamento de dados importantes referente ao custo de implantação com obras civis, equipamentos e demais materiais necessários a seu perfeito funcionamento.

A partir daí foram levantados dados a cerca do fluxo de caixa, procurando determinar as receitas anuais de entrada e os gastos relativos à manutenção, operação e outros.

Desta maneira pode ser identificado em que momento os dados levantados relativos a entrada e saída, entram ou não em equilíbrio, ou seja, se o empreendimento apresenta viabilidade econômica (SALOMÃO, 2009).

Ainda para a elaboração do fluxo de caixa anual da UTC foi considerado alguns parâmetros que tiveram como finalidade principal, avaliar a rentabilidade econômica da UTC ao longo do tempo (ROSA, 2007 apud SALOMÃO, 2009).

Logo, para alcançar esta finalidade foram utilizadas equações que determinaram a receita bruta do município (RB), custo de produção anual (CPA), receita líquida (RL), ICMS adotado de 15% e aplicado à receita anual, impostos e taxas anuais (I) considerando 2,5% sobre a receita bruta, lucro real tributável (LT), imposto de renda (IR), lucro líquido (LL), lucro líquido mensal (LM), investimento total (Ti), saldo de fluxo (Sf) e rentabilidade do negócio (R) (ROSA, 2007 apud SALOMÃO, 2009):

$RB = \text{Receita mensal} \times 12 \text{ meses}$ Equação 12

$CPA = \text{Custo de produção mensal} \times 12 \text{ meses}$ Equação 13

$RL = RB - CPA$ Equação 14

$ICMS = RB \times 0.15$ Equação 15

$(I) = RB \times 0.025$ Equação 16

$LT = RL - (ICMS + I)$ Equação 17

$IR = LT \times 0.25$ Equação 18

$LL = LT - IR$ Equação 19

$LM = LL / 12$ Equação 20

$Ti = \text{Total de desembolsos na implantação do empreendimento}$ Equação 21

$SF = \text{Saldo existente em caixa ao fim de cada ano}$ Equação 22

$R = SF / Ti$ Equação 23

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 LOCALIZAÇÃO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

O local determinado para a instalação da UTC está localizado a aproximadamente 02 quilômetros da sede do município, no lugar denominado Córrego do Santa Cruz, que dista cerca de 06 quilômetros do local onde a prefeitura efetua a disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município (lixão municipal).

O espaço é de propriedade do município e foi preferencialmente escolhido, tendo em vista a prefeitura municipal já apresentar interesse em transformá-lo em Usina de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE SANTA BARBARA DO LESTE

A partir dos dados apresentados no Quadro 01 nota-se um maior volume para os resíduos classificados como outros, ou seja, resíduos não recicláveis, que correspondem a 36,15% do volume total. A garrafa PET apresenta-se com menor incidência, sendo 0,66% do total da amostra.

CLASSE DE MATERIAL	PESO (Kg)	%
Papel	5.5	4.54
Papelão	25.0	20.64
Plástico duro	4.92	4.06
Plástico maleável	3.5	2.89
PET	0.8	0.66
Alumínio	3.0	2.48
Metais ferrosos	6.2	5.12
Vidro	3.1	2.56
Matéria orgânica	25.3	20.89
Outros	43.78	36.15
Total	121.1	100.0

Quadro 1: Massa líquida da amostra (A1)

Os dados do Quadro 02 mostram que, para a amostra A2, a maior fração de resíduos corresponde aos classificados como outros, correspondendo a 65% do total, seguido de plástico duro e maleável representando 12.0% e 8.63% respectivamente, já a matéria orgânica não aparece no quadro, isto ocorre devido os moradores da área rural, reaproveitarem a matéria orgânica na alimentação de animais e como adubo orgânico.

CLASSE DE MATERIAL	PESO (Kg)	%
Papel	2.6	2.84
Papelão	3.2	3.50
Plástico duro	11.0	0.33
Plástico maleável	7.9	12.0
PET	1.0	8.63
Alumínio	0.3	1.1
Metais ferrosos	3.1	0
Vidro	2.9	3.4
Matéria orgânica	-	3.2
Outros	59.6	65.0
Total	91.6	100.0

Quadro 2: Massa líquida da amostra (A2)

O Quadro 03 apresenta a massa líquida das amostras e a representatividade de cada classe de material em relação ao total.

Os valores aproximam-se dos resultados a nível nacional, ABRELP (2011). Em alguns dos itens como plástico, vidro e papel/papelão, o metal apresentou-se 61,7% maior, a matéria orgânica cerca de 49,22% e os da classe outros 34,36%.

CLASSE DE MATERIAL	A1 (Kg)	A2 (Kg)	A1 + A2 (Kg)	(%)
Papel	5.5	2,6	8,1	3,81
Papelão	25.0	3,2	28,2	13,26
Plástico duro	4.92	11,0	15,92	7,48
Plástico maleável	3.5	7,9	11,4	5,36
PET	0.8	1,0	1,8	0,85
Alumínio	3.0	0,3	3,3	1,55
Metais ferrosos	6.2	3,1	9,3	4,37
Vidro	3.1	2,9	6,0	2,82
Matéria orgânica	25.3	-	25,3	11,89
Outros	43.78	59,6	103,38	48,6
Total	121.1	91.6	212,7	100,0

Quadro 3: Determinação da massa global (A1 e A2)

O peso específico aparente das amostras, foi determinado como sendo **132,94 Kg/m³**.

A massa de RS atual foi determinada como sendo **3.190,50 Kg/dia**.

A partir da massa diária de RS determinou-se a geração *per capita* de resíduos em **0.415 Kg/hab. dia**.

Em relação a estudos realizados pelo Panorama dos Resíduos Sólidos (ABREL, 2011), a geração *per capita* de RS determinada para o município em estudo é de 0.032% em relação à região sudeste; 33,20% em relação a Belo Horizonte, capital do estado; e 21,64% em relação a Governador Valadares, cidade que mais se aproxima da área em estudo.

4.3 DIMENSIONAMENTO DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

4.3.1 POPULAÇÃO E MASSA DIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS FUTURA

A população futura do município para o ano de 2.022, levando em consideração a taxa de crescimento anual foi estimada em **8.036 habitantes**.

A massa diária de resíduos sólidos do município para 2.022 foi definida em **3.334,94Kg/dia**.

4.3.2 DIMENSIONAMENTO DA ÁREA DO GALPÃO DE TRIAGEM

A área para o galpão de triagem foi estimada em 1.000m², e foi determinada a partir da massa diária de resíduos a ser processado (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). O mesmo parâmetro foi utilizado na determinação do número de funcionários, que foi estimado em 24 pessoas, sendo 16 triadores, 03 deslocadores de tambor, 02 enfardadores, um administrador e dois vigias, sendo um por turno.

4.3.3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PREVISTOS PARA O GALPÃO DE TRIAGEM

A partir da área do galpão de triagem e sua classificação, foi possível estipular o número de equipamentos necessários à operação da usinada seguinte forma: 02 prensas, 01 balança, 02 carrinhos e uma empilhadeira.

4.3.4 DIMENSIONAMENTO DA ÁREA PARA O PÁTIO DE COMPOSTAGEM

As estimativas de áreas para o galpão de triagem e unidades de apoio, não excederão os valores determinados em publicação do Ministério das Cidades (2010). O pátio de compostagem apresentou dimensões relativamente baixas, mas compatível com o volume de matéria orgânica a ser processada (Quadro 04).

DESCRIÇÃO	Volume (m³)
Volume de cada pilha	0.42m ³
Volume total de resíduos gerados dia	1,08m ³
Volume total de resíduos gerada futura	1,13m ³
DESCRIÇÃO	NÚMERO (Und.)
Numero de pilhas	2.71
DESCRIÇÃO	ÁREA (m²)
Área da base da pilha	0.79m ²
Área útil	188,40m ²
Área extra	207,24m ²
Área total do pátio de compostagem	395,64m²

Quadro 4:Determinação da área para pátio de compostagem

4.3.5 ÁREA ESTIMADA PARA A UNIDADE DE APOIO

A unidade de apoio teve seus compartimentos dimensionados, obedecendo às áreas mínimas necessárias a sua utilização (MINISTERIO DAS CIDADES, 2010). Sendo composto por um banheiro com vestiário, um escritório e um refeitório, perfazendo um total de 83,42m².

4.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS COM OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS

4.4.1 OBRAS CIVIS E EQUIPAMENTOS

Após a determinação da área onde será instalada as dependências da UTC, foi realizada a estimativa de custo com obras civis. Logo, pode ser claramente notado no Quadro 05 que, o custo com a execução do galpão de triagem superou os demais itens, representando 86,98% do valor total.

Descrição	DIMENSÕES	CUB (R\$/m ²)	SETOP	TOTAL (R\$)
Galpão de triagem	1.000m ²	534,59	-	534.590,00
Pátio de compostagem	398,16m ²	-	80,57m ²	32.079,75
Unidade de apoio	83,42m ²	534,59	-	44.595,49
Drenagem do pátio	82,25m	-	40,09m	3.297,40
Total				614.562,64

Quadro 5: Estimativas de custo com obras civis

Determinado o custo com obras civis, pode-se então estimar o custo relativo às instalações elétricas e hidráulicas. Como pode ser visto no Quadro 06, as mesmas representam cerca de 14,92% do custo com obras civis (GONZÁLES, 2008).

TIPO DE INSTALAÇÃO	CUSTO (%)	TOTA (R\$)
Instalações elétricas	5,2	31.785,79
Instalações hidráulicas	9,8	59.904,02
Total		91.689,81

Quadro 6: Estimativa de custo com instalações eletricas e hidraulicas

O custo com equipamentos foi apresentado no Quadro 07. Dois destes itens apresentarão valores significativamente altos em relação ao custo total com equipamentos: a empilhadeira representa 38,07% e a prensas 57,79% deste custo total.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)	TOTAL (R\$)
Prensa	02	7.900	15.800,00
Balança	01	427,80	427,00
Carrinho	02	353,12	706,24
Empilhadeira	01	10.409,14	10.409,14
Total			27.342,38

Quadro 7: Estimativa de custo com equipamentos

De acordo com os resultados analisados nos quadros 5, 6 e 7, chegou-se a estimativa do valor obtido em despesas com obras civis e aquisição de equipamentos, como sendo um investimento no valor de R\$ 733.614,83 (setecentos e trinta e três mil seiscentos e quatorze reais e oitenta e três centavos).

4.4.2 CUSTO OPERACIONAL

O Quadro 08 apresenta o consumo estimado de energia elétrica diariamente por cada equipamento que compõe a UTC. Observa-se que a prensa e o chuveiro apresentam consumos diários relativamente iguais, caracterizando os dois como sendo os equipamentos de maior consumo de energia elétrica que compõe a UTC.

EQUIPAMENTOS	QTD.	(kw/h)	h/dia	MÉDIA (kw/h.dia)	kw/h (r\$)	R\$
Kit computador	01	0.18	12	2,16	0,37738	0,815
Micro-ondas	01	1.0	02	2	0,37738	0,754
Chuveiros	02	8.8	02	17,6	0,37738	6,641
Geladeira	01	0.25	24	6,0	0,37738	2,264
Lâmpadas	Galpão	0.06	06	0,36	0,37738	0,135
	Vestiários	0.08	02	0,16		0,060
	Escritório	0.06	08	0,48		0,181
	Refeitório	0.06	02	0,48		0,181
Prensa	02	4.48	02	17,92	0,37738	6,762
Elevador de carga	01	1.58	2	3,16	0,37738	1,192
Total (dia)	08	16.55	-	50,32	0,37738	18,989
Total (mês)	26					493,61

Quadro 8: Estimativa de consumo e custo diário com energia elétrica por equipamento

As despesas relacionadas ao consumo de água (quadro 09) mostram um consumo significativo dos funcionários em relação ao consumo total e o de operação diária da UTC, representando 54% em relação ao consumo total.

Estimou-se o consumo de água mensal da UTC em R\$ 1.190,59.

CATEGORIA DE CONSUMO	CONSUMO (m³/dia)	CONSUMO (m³/mês)
Funcionários	1.92	49.92
Limpeza e Higienização da UTC	0.4	10.4
Operação diária da UTC	1.2	32.2
Total	3.52	92.52

Quadro 9: Estimativa de custo com fornecimento de água

O quadro 10 mostra a despesa mensal relativa à operação da UTC. Os valores referentes aos gastos com pessoal, em especial os triadores, que superam os demais, sendo este 60,03% em relação ao total. Isto ocorre devido o número de triadores também ser superior aos demais itens.

FUNÇÃO	NUMERO	VALOR (R\$)	TOTAL
Triadores	16	622,00	9.952,00
Deslocados de tambores	03	622,00	1.866,00
Enfardador	02	622,00	1.244,00
Administrador	01	1.244,00	1.244,00
Vigia	2	622,00	1.244,00
Água		818,42	818,42
Luz	1	188,53	188,53
Total	24	-	16.556,95

Quadro 10: Estimativa de custo com salários mensal

Analisado os dados referentes a despesas operacionais, foi estimado o seu custo em aproximadamente R\$ 16.576,95 (dezesesseis mil quinhentos e setenta e seis reais e noventa e cinco centavos)

4.4.3 PRODUÇÃO DE MATERIAL RECICLÁVEL

A produção diária de resíduos (Quadro 11) mostra a superioridade da geração de não recicláveis, enquadrados na categoria outros, em relação aos demais materiais. Nota-se também a baixa incidência de materiais da categoria PET.

CLASSE DE MATERIAIS	PERCENTUAL (%)	MASSA (Kg/dia)
Papel	3,81%	121,56
Papelão	13,26%	423,06
Plástico duro	7,48%	238,65
Plástico maleável	5,36%	171,01
PET	0,85%	27,12
Alumínio	1,55%	49,45
Metais ferrosos	4,37%	139,42
Vidro	2,82%	89,97
Matéria orgânica	11,89%	379,35
*Outros	48,6%	1.550,58
Total	100,0%	3.190,17

Quadro 11: Descrição do volume de resíduos produzido diariamente

A massa de resíduos mensal, detalhada no Quadro 12 mostra a matéria orgânica com valores aproximados ao do papelão, mas ainda assim não são superiores aos da classe outros.

CLASSE DE MATERIAIS	MASSA (Kg/dia)	DIAS DO MÊS	MASSA (Kg/mês)
Papel	121,5581	30	3.646,74
Papelão	423,0603	30	12.691,81
Plástico duro	238,6494	30	7.159,48
Plástico maleável	171,0108	30	5.130,32
PET	27,1192	30	813,58
Alumínio	49,4527	30	1.483,58
Metais ferrosos	139,4248	30	4.182,74
Vidro	89,9721	30	2.699,16
Matéria orgânica	379,3504	30	11.380,51
*Outros	1.550,5830	30	46.517,49
Total	3.190,50		95.705,41

Quadro 12: Descrição dos re: Estimativa do volume de resíduos gerados no mês

4.4.4 VENDA DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS

A venda de materiais recicláveis é a principal fonte de renda da UTC. O Quadro 13 apresenta uma estimativa de receita com a comercialização do mesmo. Nota-se que os valores obtidos com os resíduos classificados como plástico maleável e papelão, são expressivamente representativos em relação aos demais.

CLASSE DE MATERIAIS	PESO (ton./mês)	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
Papel	3.65	800,00	2.920,00
Papelão	12.69	380,00	4.822,20
Plástico duro	7.16	107,00	706,12
Plástico maleável	5.13	1.200,0	6.156,00
PET	0.81	1.950,00	1.579,50
Alumínio	1.48	2.700,00	3.996,00
Metais ferrosos	4.18	400,00	1.672,00
Vidro	2.70	225,00	607,50
RECEITA MENSAL DE RECICLÁVEIS			22.459,32

Quadro 13: Estmativa da receita mensal referente a comercialização de reciclaveis

A matéria orgânica, em relação aos demais resíduos já analisados, vem apresentando a menor receita em relação à comercialização (Quadro 14).

CLASSE DE MATERIAL	PESO (ton./mês)	REDUÇÃO DO VOLUME (50%)	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
Matéria Orgânica	11.38	5.69	100	596,00

Quadro 14: : Estmativa da receita mensal com a comercialização de composto orgânico

De acordo com os resultados, podemos dizer que a receita mensal da UTC foi estimada em aproximadamente R\$ 24.193,37 (vinte e quatro mil cento e noventa e três reais e trinta e sete centavos).

O Quadro 15 apresenta a receita relativa às vendas com recicláveis. Do mesmo modo que o quadro anterior, o plástico maleável e o papelão, apresentam-se como sendo as maiores receitas, o vidro mostra a segunda menor receita entre as classes comercializadas.

CLASSE DE MATERIAIS	PESO (ton./mês)	Nº DE MÊSES	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
Papel	3.65	12	800,00	35.040,00
Papelão	12.69	12	380,00	57.866,40
Plástico duro	7.16	12	107,00	8.473,44
Plástico maleável	5.13	12	1.200,00	73.872,00
PET	0.81	12	1.950,00	18.954,00
Alumínio	1.48	12	2.700,00	47.952,00
Metais ferrosos	4.18	12	400,00	20.064,00
Vidro	2.70	12	225,00	7.290,00
RECEITA ANUAL DE RECICLAVÉIS				269.511,84

Quadro 15: Estimativa da receita anual referente a comercialização dos produtos recicláveis

A matéria orgânica vem sendo a menor fração entre os resíduos gerados no município, contudo ainda sofre uma representativa redução do seu volume no processo de compostagem, o que faz com que esta gere a menor receita entre os resíduos comercializados (Quadro 16).

CLASSE DE MATERIAL	PESO (ton./mês)	REDUÇÃO DO VOLUME (50%)	Nº DE MSESSES	PREÇO POR TONELADA (R\$)	TOTAL (R\$)
Matéria Orgânica	11.38	5.69	12	100	6.828,00

Quadro 16: Estimativa de receita anual com a comercialização de composto orgânico

De acordo com os resultados, podemos dizer que a receita anual da UTC foi estimada em aproximadamente R\$ 276.339,84 (duzentos e setenta e seis mil trezentos e trinta e nove reais e oitenta e quatro centavos).

4.5 VIABILIDADE DA UTC

Partindo de valores determinados anteriormente como custo de implantação e operação da UTC, chega-se a conclusão da viabilidade econômica do empreendimento (Quadro 17).

Os dados foram analisados obedecendo à metodologia citada no item 3.6 (ROSA, 2007 apud SALOMÃO, 2009) que analisa o fluxo de caixa anual da UTC. Logo pode ser visto no Quadro 17 que a receita mensal (LM) apresentou-se positiva.

Receita anual bruta (RB)	R\$ 276.339,84
Custo de produção anual (CPA)	R\$ 24.973,86
Receita líquida anual (RL)	R\$ 251.365,98
Lucro real tributável (LT)	R\$ 203.006,51
ICMS anual (adotando 15%)	R\$ 41.450,98
Impostos e taxas anuais (I), adotando 2,5%	R\$ 6.908,49
Imposto de renda anual (IR)	R\$ 50.751,63
Lucro líquido anual (LL)	R\$ 152.254,88
Lucro líquido mensal (LM)	R\$ 12.687,91
Total desembolsado na implantação da UTC (Ti)	R\$ 733.614,83
Saldo existente em caixa ao fim de cada ano (Sf)	R\$ 152.254,88
Rentabilidade do negocio (R)	21.93%

Quadro 17: Estimativa de receita anual da UTC

O período de retorno do investimento (PRI) com a UTC foi estimado em 4,65 anos, ou seja, em aproximadamente 05 anos o município recuperaria todos os valores aplicados na implantação da usina.

5 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado pelo presente trabalho, foi possível proceder à avaliação de uma Usina de Triagem e Compostagem para a cidade de Santa Barbara do Leste – MG, como sendo uma alternativa viável aos problemas com resíduos sólidos no município, tomando como base a reutilização desses resíduos como subproduto.

Da análise do preço de venda no mercado de recicláveis e composto orgânico, foi possível perceber que estes subprodutos apresentam potencial para a geração de renda.

Sendo assim, foram realizados estudos a fim de estimar custos com a implantação e operação da UTC, levando em consideração um projeto básico, além de custos operacionais para o seu correto funcionamento.

Foram também avaliadas receitas estimadas para o período de um ano de funcionamento, considerando nesta etapa a comercialização dos recicláveis e composto orgânico, analisando ainda o fluxo de caixa para o primeiro ano de operação. Com isso foi possível verificar um saldo positivo para o primeiro ano de operação e estimar um possível prazo para o retorno dos investimentos, algo em torno de 05 anos.

A partir desta verificação: investimento versus lucratividade, concluiu-se pela viabilidade econômica do empreendimento, segundo a metodologia adotada para este trabalho. Logo esta afirmativa somente será válida, quando comercializados os materiais recicláveis e composto orgânico dentro dos valores estipulados no presente estudo.

Além da viabilidade econômica, a UTC trará para o município benefícios sociais, como a geração de emprego e renda para moradores da região, gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos do município, o que contribuirá expressivamente para a preservação do Meio Ambiente e por uma melhor qualidade de vida da população.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 10004. Resíduos Sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT 2004. 71 p.

ABNT. **NBR 10007. Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: ABNT 2004. 21 p.

ABNT. **NBR 5626. Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: ABNT 1998. 41 p.

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2010. **São Paulo: ABRELPE, 2010.196 p.**

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. 6 f. 2009.**

AMARO, A. B; RODRIGUES P. R. Q. Do Homo ao Homem: **Os resíduos sólidos gerados pelos homens pré-históricos até a Revolução Neolítica.** Pelotas R.S. UFPL.2009.

BRASIL. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado; 1988. 2480 p.

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.**

BRASULIT. Disponível em: <<http://www.brasutil.com>> Acesso em 30/11/2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS-CEMIG. Disponível em:<<http://www.cemig.com.br/Atendimento/Paginas/ValoresDeTarifaEServicos.aspx>>. Acessado em 28/12/2012.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ci_2012-0910_mercado_2.php>. Acessado em: 27/12/2012.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação.** Brasília: ConsumersInternational / MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

FADINI, P. S. & FADINI, A. A. **Lixo: desafios e compromissos**. Química nova na escola. 2001. Disponível em. <<http://www.ceset.unicamp.br/~mariaacm/ST114/lixo.pdf>. Acessado em 15/11/2012.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Minas sem lixões. Disponível em: <<http://www.minassemlixoes.org.br/conheca-o-programa/quem-somos/>> Acesso em 30/11/2012.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações básicas para operação de usina de triagem e compostagem de lixo. **Belo horizonte FEAM, 2005. 52 p.**
FILHO G.A.; NÓBREGA C.C.; REIS N.N.R. **Projeto de uma usina de compostagem de resíduos sólidos domiciliares para a cidade de Cabedelo, Paraíba, Brasil. Universidade Federal da Paraíba do Sul. 1998.**

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**, São Leopoldo, RS, 2008, 49 p, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Traz link para acesso a dados da população de Santa Barbara do Leste. **2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 mai.2012.**

JARDIM et al. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas/CEMPRE, 1995. (Publicação IPT, 21).

JÚNIOR C. B.; TAVARES C. R. G.; BARROS S.T. D. **Modelo de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: Estudo para o município de Maringá, Estado do Paraná**. 2003. Maringá, v. 25, no. 1, p. 17-25.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para Aproveitamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios de Pequeno Porte**. Florianópolis: 2002. 116f.

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

MAZZER, C. CAVALCANTI, O. A. **Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos**. Infarma, Paraná, v.16, nº 11-12, 2004.

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

MONTEIRO, J. H. P. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

NOWAK. **Indústria e comércio de maquinas Ltda.** Disponível em: <<http://www.nowak.com.br>> Acesso em 30/11/2012.

NÚCLEO SUDESTE DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL - NUCASE. **Resíduos sólidos: processamento de resíduos sólidos orgânicos: guia do profissional em treinamento : nível 2** / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte :ReCESA, 2007. 68 p.

OLIVEIRA, N. A. S. **A Percepção dos Resíduos Sólidos (lixo) de Origem Domiciliar, no Bairro Cajuru-Curitiba-PR: um olhar reflexivo a partir da educação ambiental.** 2006. 173 f. Dissertação (Mestre em Geografia) - Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2001.

RECICLOTECA. Coleta Seletiva: Usina de Triagem e Compostagem. Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/dicas.asp?Ancora=5>. Acessado em 10/11/2012.

RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos: Desafios, Possibilidades e Limitações para Implantação no Município de Ibituba, SC.** 2009. 155 f. Santa Catarina, UNESC. 2009.

RUSO, M. A. T. Tratamento de resíduos sólidos. Coimbra. 2009. 196 f. Portugal, UC. 2009.

SALOMÃO F. S. **Avaliação da viabilidade econômica da implantação de uma usina de triagem e compostagem na cidade de Rio Claro-SP,** São Paulo, UNESP. 2009.

SERVIÇO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SANTO ANDRÉ – SEMASA. **Relatório caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares do município de Santo André.** São Paulo, 2008. 45 f. São Paulo. 2008.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS – SINDUSCOM. Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/cub/tabelas/tabela_cub_outubro_2012.pdf>. Acessado em 25/12/2012.

USITOM. **Prensas enfardadeiras e pistão hidráulicos.** Disponível em: <<http://www.usitom.com.br>>. Acesso em 30/11/2012.

VELLOSO, M. P. **Os restos na história: percepções sobre resíduos.** *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2008, vol.13, n.6, pp. 1953-1964. ISSN 1413-8123