



PRODUTO 02

RELATÓRIO CONSOLIDADO PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO
GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010,
PARA O MUNICÍPIO DE EXTREMA
ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/2013

Extrema, 26 de maio de 2013.

Empreendimento realizado com recursos da Cobrança PCJ



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Relatório Consolidado para Elaboração de Estudo Gravimétrico, em Conformidade com a Lei 12.305/2010, para o Município de Extrema-MG.

Extrema, 2013.

Contratante: Fundação Agência das Bacias PCJ

Rua Alfredo Guedes nº 1949, sala 604, Ed. Racz Center

CEP 13416-901 - Piracicaba/SP

Contratado: N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Endereços: Rua Paissandu, 577 sala 03, Centro CEP 13.800-165

Mogi Mirim/SP

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Elaboração:

PREFEITURA MUNICIPAL DE EXTREMA

**GRUPO DE TRABALHO LOCAL E GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DA
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E DO
PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO
MUNICÍPIO DE EXTREMA-MG**

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Os trabalhos descritos no presente Relatório Consolidados foram desenvolvidos pela empresa NS Engenharia Ltda, onde a equipe técnica composta para o desenvolvimento dos mesmos contempla os profissionais abaixo relacionados:

Coordenação Técnica da NS Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP

NEIROBERTO SILVA
Engenheiro Sanitarista

EQUIPE TÉCNICA

ANDRE LENHARE
Engenheiro Ambiental

ANDRESSA DANTAS DE LIMA

Engenheira civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

ANDRESSA MARQUES SIQUEIRA

Bióloga

ARACELI NEIDE FARIAS ALVES RATIS

Tecnóloga em Controle Ambiental

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

Dra. JULIANA DELGADO TINÔCO

Engenheira Civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

Doutora em Hidráulica e Saneamento/EESC/ESP

JOSE ANTONIO DUTRA SILVA

Engenheiro Ambiental e de Segurança no Trabalho

SAYONARA ANDRADE DE MEDEIROS

Engenheira Civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

JÉSSICA PRISCILA ZANCO DA SILVA

Estagiária

EQUIPE DE GRAVIMETRIA

PAULO HENRIQUE BELLINGIERI

Engenheiro Civil
Mestre em Saneamento e Ambiente

JULIANA TELES SAKODA CHINALIA

Bióloga
Gerente de Projetos e Mestre em Educação Ambiental

RODRIGO PITA BOMFIM

Engenheiro ambiental

DOUGLAS SAVAN

Graduando em Agrimensura

JULLIANO CÉSAR GUERRERO

Engenheiro Ambiental

FERNANDO WILLIAM KA HENG MO

Engenheiro Ambiental

DANILO BISPO

Ajudante de Serviços Gerais

DIEGO GUARDIA

Ajudante de Serviços Gerais

PAULO INÁCIO DE ALMEIDA

Auxiliar administrativo

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Índice

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE EXTREMA.....	11
3.1 Aspectos regionais e demografia	11
3.2 Clima.....	11
3.3 Geomorfologia.....	12
3.4 Hidrografia.....	12
3.5 Caracterização biótica.....	12
3.6 Distritos e Municípios limítrofes.....	13
3.7 Atividades econômicas.....	13
3.8 Infraestrutura.....	14
3.9 Sistema viário.....	15
4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO	17
5. RESULTADOS	27
5.1 Composição Gravimétrica	27
5.2 Peso Específico Aparente dos Resíduos	29
5.3 Teor de Umidade	30
5.4 Geração <i>per capita</i>	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	40
8. ANEXO I – ITEM 6 DO TERMO DE REFERÊNCIA DO ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/13 – TERMO DE REFERÊNCIA VISANDO A ELABORAÇÃO DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010, PARA 5 (CINCO) MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS BACIAS PCJ	42

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Município de Extrema.....	11
Figura 2 - Vegetação e geologia de Extrema.....	13
Figura 3 - Vista aérea de Extrema	15
Figura 4 - Materiais e EPI's utilizados no método.....	18
Figura 5 - Coleta de resíduos dos caminhões	19
Figura 6 - Amostra de 3 m ³ sendo separada	19
Figura 7 - Disposição dos resíduos sobre a lona e retirada dos sacos e sacolas..	20
Figura 8 - Homogeneização dos resíduos	20
Figura 9 - Quarteamento e armazenamento da amostra final resultante de cada caminhão	21
Figura 10 - Seleção da amostra de 2 litros para determinação do teor de umidade do RSU	22
Figura 11 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente já inserida em estufa a 105°C	22
Figura 12 - Tambores com resíduos da amostra final sendo transportados até a balança e pesados.....	23
Figura 13 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo	23
Figura 14 - Pesagem dos resíduos segregados conforme quadro 1 e identificados através de etiquetas	25
Figura 15 - Retirada da amostra de 2L da estufa e pesagem da mesma	25
Figura 16 - Armazenamento dos resíduos recicláveis secos para comercialização	38
Figura 17 - Compostagem realizada pelo município.....	38

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Subdivisões dos Resíduos Sólidos Urbanos	24
Quadro 2 - Composição Gravimétrica do município de Extrema	27
Quadro 3 - Resumo da composição gravimétrica do município de Extrema	28
Quadro 4 - Composição gravimétrica do município de Extrema.....	28
Quadro 5 - Peso específico dos RSU do município de Extrema.....	29
Quadro 6 - Determinação do teor de umidade.....	31
Quadro 7 - Geração <i>per capita</i> de RS domiciliares do município de Extrema-MG	32
Quadro 8 - Índices estimativos de produção <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da população urbana.	33
Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (Continua)	36

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

NBR - Norma Brasileira

PIB - Produto Interno Bruto

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSS - resíduos de serviço de saúde

RSU - Resíduos sólidos Urbanos

PWC – PriceWaterhouseCoopers

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um dos grandes desafios político, econômico e social para os municípios brasileiros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos últimos 50 anos o Brasil se transformou de um país agrário para um país urbano, sendo que em 2010, segundo o instituto, 85% de sua população está concentrada em áreas urbanas.

O crescimento das cidades brasileiras não foi acompanhado pela provisão de infraestrutura e de serviços urbanos (MMA, 2012), dentre eles a gestão e manejo dos resíduos sólidos.

Nos últimos anos o país tem se mobilizado no sentido de organização e estruturação referente ao tema resíduos sólidos. Instrumentos políticos foram criados, como é o caso das leis 11445/2007 e 12.305/2010 que instituem a Política Nacional de Saneamento Básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos respectivamente, as quais são essenciais e ditam as diretrizes para este processo de organização e estruturação dos municípios brasileiros.

Com relação às dificuldades econômicas condizentes a gestão dos resíduos sólidos, segundo o (PWC, 2011) os gastos com limpeza urbana consomem de 5% a 15% do orçamento municipal, o que é significativo para a gestão pública.

Cabe então ressaltar os fatores supracitados, a problemática dos resíduos sólidos urbanos não pode ser apenas encarada com o mérito técnico, aspecto relacionado aos procedimentos e processos envolvidos na coleta, transporte e destino, mas sim a aspectos de ordem social, ambiental, educacional, econômicos e estéticos (LAPORTA et al, 2006).

Através desses aspectos, podemos dizer que a diversidade relacionada a geração, seja ela qualitativa ou quantitativa, é intrínseca a cada município. Portanto, o estudo gravimétrico, que determina os aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos, será imprescindível para subsidiar o planejamento das ações e programas que este município implementará dentro de sua gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2. OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo analisar os aspectos referentes a qualidade do material e do volume de rejeitos gerados no município de Extrema, além de identificar o percentual dos materiais em sua constituição, correspondente ao aspecto quantitativo, respeitando a classificação que os resíduos sólidos urbanos recebem da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

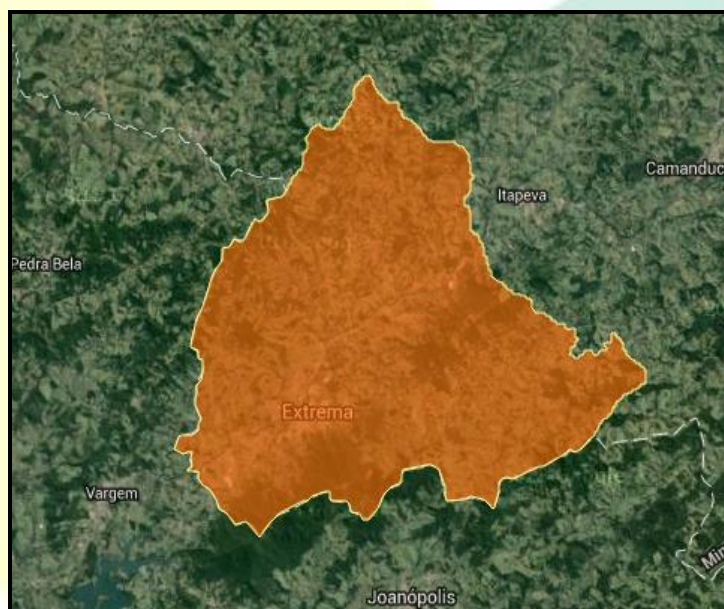
Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE EXTREMA

3.1 Aspectos regionais e demografia

Extrema é um município localizado no extremo sul do estado de Minas Gerais, localizado a 22° 51'10" de latitude sul e 46°19'15" de longitude oeste, estando inserido na microrregião de Pouso Alegre. A população estimada pelo IBGE em 2014 é de 32.402 habitantes e a área da unidade territorial é de 244,58 km², e respectiva densidade demográfica de 116,93 hab/km².

Figura 1 - Município de Extrema



Fonte: IBGE (2014)

3.2Clima

Possui clima ameno, onde a temperatura média anual é de 19,2°C, sendo a média máxima de 26,4°C e a média mínima de 14,3°C. Este clima ameno é favorecido pela localização do município, pois sua altitude é de 951m no ponto mais

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

baixo (foz do córrego Guaraiuva) e de 1725m em seu ponto mais elevado (Pedra das Flores). O índice médio pluviométrico anual é de 1744,2 mm de chuvas que são bem distribuídas durante o ano, porém com pequena concentração nos meses de verão.

3.3 Geomorfologia

A geologia local é constituída em sua maioria por um embasamento granito-gnáissico datada do pré-cambriano arqueozóico. O relevo do município é predominantemente montanhoso, por estar localizado na porção sul da Serra da Mantiqueira, apresenta cerca de 60% de sua área com relevo íngreme e 35% ondulado representado pelas áreas localizadas próximas as encostas da Serra e apenas 5% plano, nas áreas localizadas as margens dos rios e riachos.

3.4 Hidrografia

O município é cortado pelos rios Camanducaia e Jaguari e por pequenos córregos. A drenagem do município tem como depositário final a bacia do rio Jaguari, pertencente à bacia hidrográfica do rio Piracicaba, fazendo com que a cidade esteja diretamente relacionada com o abastecimento de água de São Paulo, já que o Jaguari é importante manancial do Sistema Cantareira. Extrema é hoje a única cidade mineira que participa do Consórcio do Rio Piracicaba-Capivari, tornando-o um consórcio interestadual.

3.5 Caracterização biótica

A vegetação natural é composta por campos e florestas, remanescentes de Mata Atlântica e araucárias. O desmatamento e queimadas reduziram as áreas naturais que foram substituídas por pastagens ou plantio de produtos agrícolas. Já na encosta e topo da Serra da Mantiqueira a vegetação se apresenta em bom estado de conservação contribuindo para o regime dos rios que conta com várias nascentes nesta região.

Apesar da existência de poucos estudos de fauna e flora específicos para o município, considera-se que a fauna é rica e diversificada, baseando-se em

elementos qualitativos, principalmente no que diz respeito à preservação dos ambientes florestais, quanto a flora sabe-se que as Florestas Ombrófilas Densas ocupam uma relevante extensão territorial, além de possuir alto valor ecológico, abrigando uma grande variedade de espécies da fauna. Não há estudos referentes aos répteis, anfíbios e animais invertebrados da região, mas estima-se a ocorrência de um elevado número de espécie representante destes grupos.

Figura 2 - Vegetação e geologia de Extrema



Fonte: Wordpress (2008)

3.6 Distritos e Municípios limítrofes

O município tem como municípios limítrofes: Toledo, Itapeva, Joanópolis, Camanducaia, Vargem e Pedra Bela.

3.7 Atividades econômicas

Extrema conta com disponibilidade substancial de recursos hídricos e energéticos, redes de tecnologia da informação e comunicação, infraestrutura de estradas e incentivos como o baixo ICMS, que atraem grandes indústrias.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Hoje, Extrema conta com um parque industrial comportando indústrias como a Kidd Yanes (fabricadora de extintores de incêndio, principalmente para automóveis), FRUM e FAGOR (metalurgia de peças) Rexam Cam do Brasil (fabricante de latinhas de alumínio), Bauducco (produtos alimentícios) e Hutchinson Cestari (mangueiras para automóveis), entre outras.

Segundo o IBGE (2011) seu PIB – Produto Interno Bruto *per capita* é de 85.344,54 reais. O IDH – Índice de Desenvolvimento Humano, em 2010, era de 0.732.

3.8 Infraestrutura

O município tem área total de 244,58 Km², desses, 9,55 Km² são de área urbana e 235,03 Km² de área rural. Devido às características físicas do município, a área urbana possui a sua área de expansão limitada. A infraestrutura é relativamente bem desenvolvida, atendendo às demandas da população local como um todo e os visitantes, com exceção de alguns tipos de serviços como o hospitalar, pois muitas pessoas de municípios vizinhos procuram esse tipo de serviço em Extrema, além da distribuição dessa infraestrutura estar concentrada na área central e nos parques industriais. A maioria das áreas ocupadas no município são regularizadas seguindo um planejamento urbano, dentro das diretrizes de função social orientadas pela agenda 21, coordenando todas as ocupações.

O relevo local associado à forte presença de rios e cursos d'água favorece a prática de esportes de aventura envolvendo a descida dos cursos d'água (rafting), além de nas encostas da serra haver possibilidades de se fazer trilhas e praticar vôo livre (existem duas rampas de vôo livre), entre outros. Como atrativos naturais mencionam-se: cachoeira do Salto, cachoeira do Jaguari, Pedra do Índio, Pedra das Flores, Pedra do Sapo, entre outros.

Figura 3 - Vista aérea de Extrema



Fonte: IBGE (2014)

3.9 Sistema viário

Extrema está localizada em uma posição geograficamente estratégica, encontrando-se na entrada principal do estado de Minas Gerais na divisa com São Paulo, nas margens da BR-381 (Rodovia Fernão Dias), o que facilita o escoamento de sua produção.

O município está a 107 km de distância da capital paulista, e próximo a outros importantes centros econômicos como Campinas, São José dos Campos e possui fácil acesso à Belo Horizonte e Rio de Janeiro, que em conjunto constituem o principal mercado consumidor do país.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado nos dias 13 e 14 de maio de 2014, no Aterro Sanitário do município de Extrema, local onde atualmente é destinado o resíduo domiciliar coletado no município.

O dia 13 foi utilizado para realização do preparo da amostra e determinação do teor de umidade dos resíduos, enquanto que o dia 14 foi utilizado para determinação do peso específico aparente, cálculo da geração de resíduos *per capita* e composição gravimétrica.

A atividade baseou-se nas orientações das NBRs 10.004 (ABNT, 2004) e 10.007 (ABNT, 2004), além do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) e principalmente do Termo de Referência referente ao aditivo do contrato 26/13 (anexo 1 deste relatório), respeitadas as características de geração do município em estudo.

Foram respeitadas principalmente as seguintes orientações do Termo de Referência:

- Realizar a coleta de amostras fora dos feriados e períodos sazonais como em datas de eventos importantes, períodos turísticos, etc...;
- Realizar o estudo entre segunda e quinta-feira.

Essas orientações são para evitar distorções nos resultados da composição gravimétrica, uma vez que a sazonalidade interfere na dinâmica do município, que pode receber turistas, ter migração temporária de munícipes para outros municípios em período de férias, dentre outros fatores que interferem na geração de resíduos do município.

Os bairros coletados representam alguns setores do município, vide anexo II – Setorização da coleta, além de uma parte da área rural. Os bairros coletados foram os seguintes: Centro, Bela Vista, Três Poderes, Parque dos Pássaros, Vila Rica, além de Ponte Nova e da área rural, que corresponde à Salto de Cima, Salto do Meio e Salto de Baixo. Assim, optou-se por realizar o estudo em apenas dois dias, utilizando-se um para preparo da amostra e determinação do teor de umidade e o outro para composição gravimétrica.

No primeiro dia (terça-feira) o total de caminhões compactadores, oriundos de Extrema, recebidos no aterro sanitário foi igual a três, sendo todos eles aproveitados para a realização da coleta de três amostras iniciais, uma de cada caminhão, equivalentes a aproximadamente 3m³ cada uma delas.

Para execução do trabalho de campo do primeiro dia foram utilizados os seguintes materiais: dois tambores metálicos de 200 litros, uma lona plástica de 6 x 6 metros, sacos de lixo de 50 e 100 litros, 3 enxadadas e 3 pás metálicas, duas vassouras, além dos EPI's básicos como máscara anti-odor e luvas para os três integrantes da equipe técnica.

Figura 4 - Materiais e EPI's utilizados no método



Fonte: N S Engenharia (2014)

A sequência das atividades realizadas em campo foi:

- De cada caminhão oriundo da coleta domiciliar de Extrema eram coletados sacos e sacolas de resíduos, aleatoriamente, e seguindo o procedimento da NBR 10.007/2004, de onde foram retirados das laterais, base e topo da pilha de resíduos. Estes sacos e sacolas foram suficientes para encherem quinze tambores de 200 litros, totalizando 3.000 litros ou 3m³.

Figura 5 - Coleta de resíduos dos caminhões



Fonte: N S Engenharia (2014)

Figura 6 - Amostra de 3 m³ sendo separada



Fonte: N S Engenharia (2014)

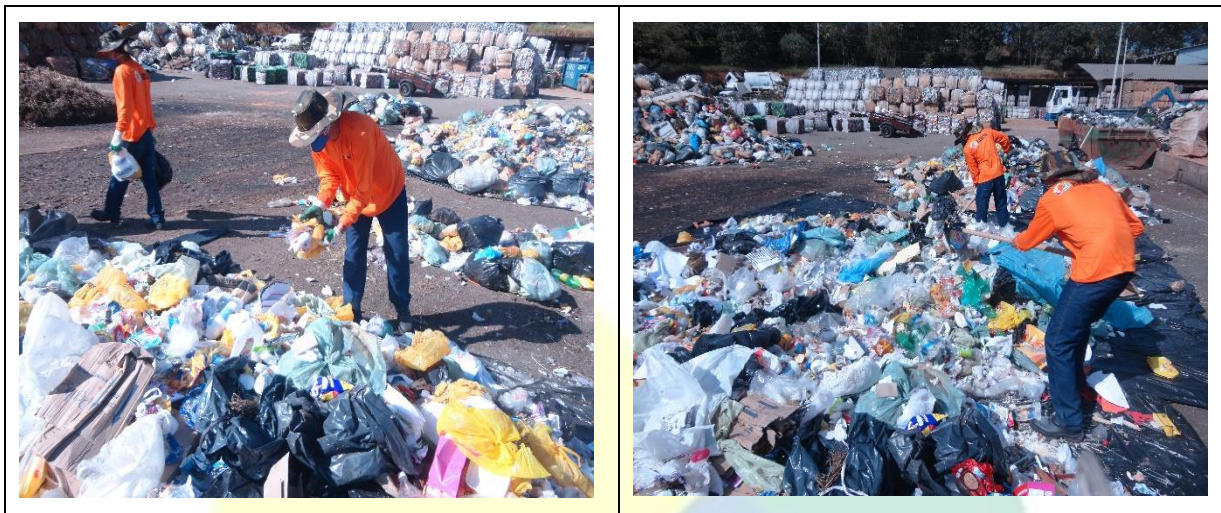
- As amostras foram colocadas sobre a lona plástica, em área plana a céu aberto e misturadas com o auxílio de pás e enxadas, rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes e outros materiais utilizados no acondicionamento dos resíduos, até se obter um lote homogêneo.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 7 - Disposição dos resíduos sobre a lona e retirada dos sacos e sacolas



Fonte: N S Engenharia (2014)

Figura 8 - Homogeneização dos resíduos



Fonte: N S Engenharia (2014)

- Na fração de resíduos homogeneizada foram realizados dois quarteamentos, sendo que o primeiro resultou em cerca de 750 litros em cada quarto. Foram

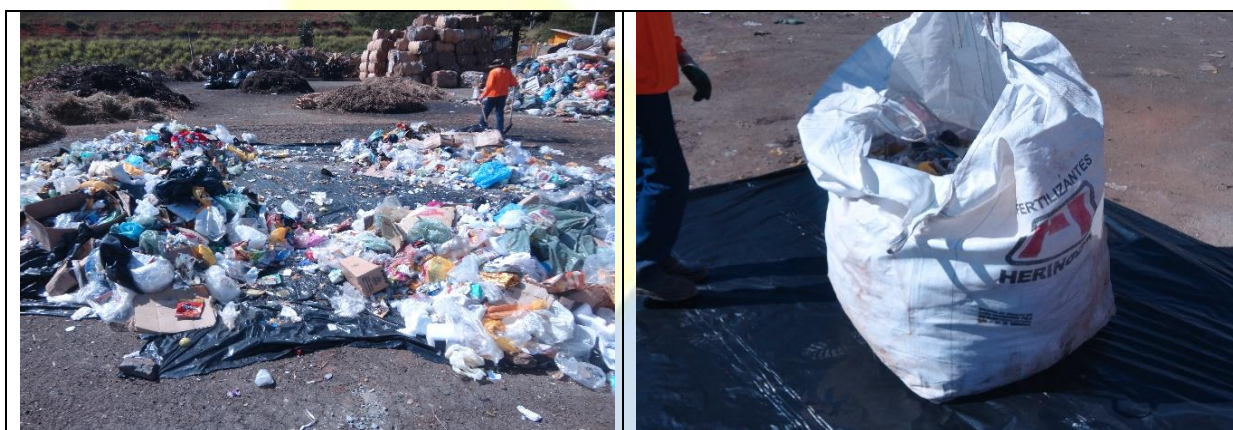
N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

selecionados dois dos quartos resultantes (quartos opostos) e descartados os outros dois. Os dois quartos selecionados foram novamente homogeneizados e quarteados, restando cerca de 375 litros em cada quarto. Foram selecionados dois quartos opostos e armazenados temporariamente em bags, cerca de 750 litros.

Figura 9 - Quarteamento e armazenamento da amostra final resultante de cada caminhão



Fonte: N S Engenharia (2014)

- O procedimento descrito acima foi repetido para cada caminhão. No final do dia, após a chegada de todos os caminhões e realizados os quarteamentos, a amostra final de cada caminhão, cerca de 750 litros cada, foi misturada e homogeneizada. Foi realizado um quarteamento final e selecionados dois quartos opostos e descartados os dois restantes. Dessa forma, ao final desse processo restou apenas uma amostra de resíduo de um pouco mais de 1 m³ (1.000 L).
- Desta amostra final, foram retirados aproximadamente 2 litros de resíduos aleatoriamente com objetivo de determinar o teor de umidade. Esta amostra foi picotada com facão e inserida dentro de um recipiente de inox aferido em 2 litros. Este recipiente foi tarado, posteriormente pesado com o resíduo, e na sequência inserido em uma estufa de secagem e esterilização onde permaneceu a 105°C por 24 horas.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 10 - Seleção da amostra de 2 litros para determinação do teor de umidade do RSU



Fonte: N S Engenharia (2014)

Figura 11 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente já inserida em estufa a 105°C



Fonte: N S Engenharia (2014)

- Após a separação da amostra de 2 litros para determinar o teor de umidade do resíduo, a amostra final de 1m³ selecionada ao final do dia foi pesada para determinação do peso específico do resíduo. Para isso foram utilizados 2 tambores de 200 litros, identificados como 1 e 2, tarados, ou seja, pesados vazios, e posteriormente preenchidos por algumas vezes até que se obtivesse o equivalente a 5 tambores (1m³).

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 12 - Tambores com resíduos da amostra final sendo transportados até a balança e pesados

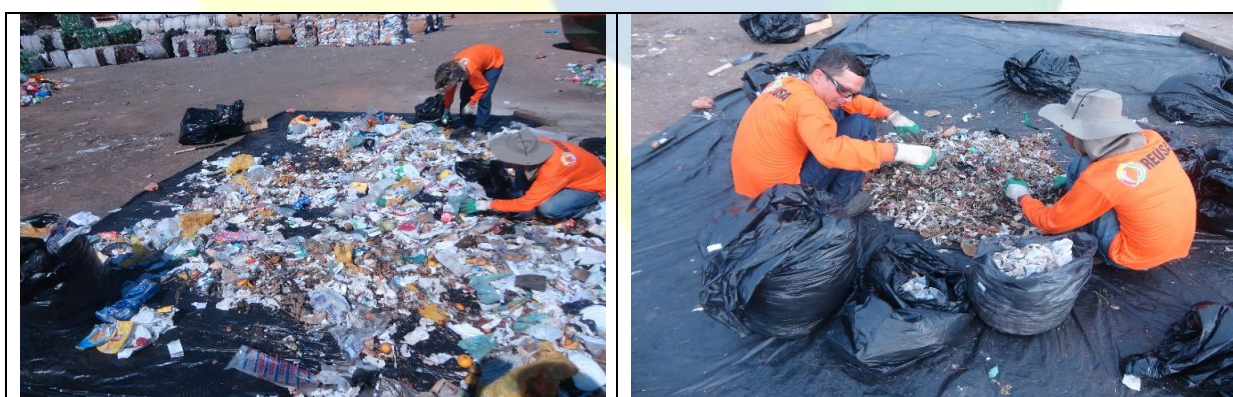


Fonte: N S Engenharia (2014)

As atividades referentes ao dia 13/05 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m³. Já as atividades referentes ao dia 14/05 iniciaram-se com a composição gravimétrica conforme descritas a seguir:

- O volume de 1m³ selecionado no dia 13/05 foi espalhado sobre a lona plástica e os resíduos foram separados minuciosamente de acordo com as subdivisões descritas no quadro posterior às figuras.

Figura 13 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo



Fonte: N S Engenharia (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 1 - Subdivisões dos Resíduos Sólidos Urbanos

Estudo Gravimétrico	
Orgânicos	
Matéria orgânica + Massa Verde	
Recicláveis secos	
Papel/Jornais/Revistas	
Papelão	
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	
Plástico duro (embalagens, etc)	
PET	
Metais ferrosos	
Alumínio	
Vidros	
Embalagens mistas	
Demais Recicláveis	
Isopor	
Borracha	
Madeira	
Ráfia	
Rejeitos	
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	
Tecidos/sapatos	
Demais rejeitos (bituca de cigarro, espuma, etc.)	
Serviço de Saúde	
Total	

Material (Resumo)
Orgânicos
Recicláveis secos
Demais Recicláveis
Rejeitos
Serviço de Saúde

- Após a segregação, cada tipo de resíduo foi pesado separadamente e anotado seu valor com objetivo de determinar a composição gravimétrica através do peso em Kg e do percentual de peso de cada resíduo.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 14 - Pesagem dos resíduos segregados conforme quadro 1 e identificados através de etiquetas



Fonte: N S Engenharia (2014)

- Paralelamente a pesagem dos resíduos segregados, a amostra de 2 litros, armazenada na estufa a 105°C, atingiu o tempo de 24 horas. Então foi retirada e pesada para obtenção do teor de umidade, encerrando assim as atividades do dia 14/05.

Figura 15 - Retirada da amostra de 2L da estufa e pesagem da mesma



Fonte: N S Engenharia (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

As atividades realizadas nos dias 13 e 14/05 possibilitaram a obtenção das características qualitativas e quantitativas dos resíduos, evidenciando seus aspectos físicos. Os resultados serão apresentados no item seguinte. Vale ressaltar que os resíduos excedentes das coletas realizadas nestes dias foram removidos para a célula em operação do aterro sanitário de Extrema, local do estudo, através de uma pá carregadeira, que ficou disponível para executar o transporte destes resíduos excedentes.



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

5. RESULTADOS

5.1 Composição Gravimétrica

No quadro a seguir é apresentada a tradução percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada (peso de cada componente / peso total da amostra). Esses resultados representam valores da amostra final de 1m³ coletada no final do primeiro dia de trabalho e pesadas individualmente no final do segundo dia.

Quadro 2 - Composição Gravimétrica do município de Extrema

Estudo Gravimétrico	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	33,820	45,43
Matéria orgânica + Massa Verde	33,820	45,43
Recicláveis secos	23,760	31,92
Papel/Jornais/Revistas	6,980	9,38
Papelão	2,200	2,96
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	7,840	10,53
Plástico duro (embalagens, etc)	2,200	2,96
PET	0,380	0,51
Metais ferrosos	0,840	1,13
Alumínio	0,320	0,43
Vidros	1,380	1,85
Embalagens mistas	1,620	2,18
Demais Recicláveis	0,800	1,07
Isopor	0,260	0,35
Borracha	0,060	0,08
Madeira	0,080	0,11
Ráfia	0,400	0,54
Rejeitos	14,560	19,56
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	10,180	13,68
Tecidos/sapatos	4,340	5,83
Demais rejeitos (bituca de cigarro, espuma, etc.)	0,040	0,05
Serviço de Saúde	1,500	2,02
Total	74,440	100,00

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

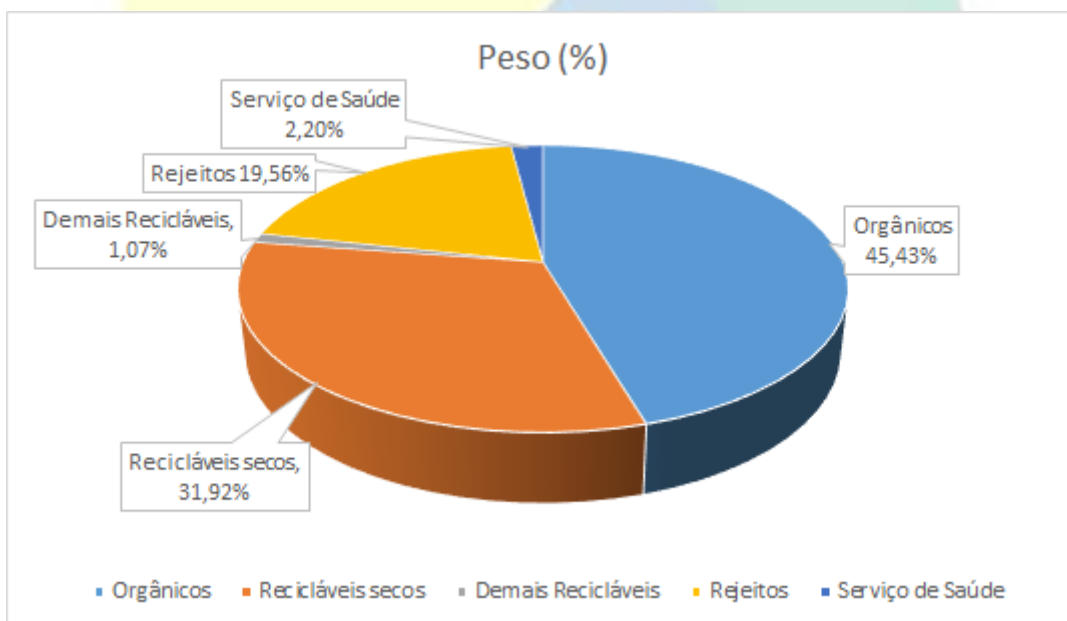
Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 3 - Resumo da composição gravimétrica do município de Extrema

Material (Resumo)	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	33,820	45,43
Recicláveis secos	23,760	31,92
Demais Recicláveis	0,800	1,07
Rejeitos	14,560	19,56
Serviço de Saúde	1,500	2,02

Para facilitar a visualização, o gráfico seguinte demonstra as porcentagens dos componentes subdivididos de forma mais macro.

Quadro 4 - Composição gravimétrica do município de Extrema



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

5.2 Peso Específico Aparente dos Resíduos

Através do estudo, determinou-se também o peso específico aparente dos resíduos. Peso específico aparente é o peso do resíduo solto em função do volume ocupado livremente, sem compactação. O peso específico foi retirado da amostra final de 1m³ antes da realização da segregação para determinar a composição gravimétrica, por isso seu peso foi superior à soma final de todos os componentes segregados, já que pode ocorrer pequenas perdas durante a segregação. O quadro seguinte demonstra o peso dos 5 tambores cheios, totalizando 1m³.

Quadro 5 - Peso específico dos RSU do município de Extrema

PESO ESPECÍFICO DA AMOSTRA DE 1m³			
MUNICÍPIO			EXTREMA-MG
DATA DAS COLETAS DOS RSD			13/mai
COLETA FINAL		1m³	
TAMBORES		PESO DO TAMBOR (TARA) (Kg)	
TAMBOR 1		13,42	
TAMBOR 2		13,38	
TAMBORES	PESO (Kg)	TAMBOR UTILIZADO	PESO - TARA (Kg)
TAMBOR 1	28,02	TAMBOR 1	14,6
TAMBOR 2	31,74	TAMBOR 2	18,36
TAMBOR 3	29,06	TAMBOR 1	15,64
TAMBOR 4	27,90	TAMBOR 2	14,52
TAMBOR 5	40,04	TAMBOR 1	26,62
PESO TOTAL (Kg) SUBTRAINDO-SE A TARA DOS TAMBORES		89,74	

A determinação do peso específico é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações. O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) orienta a utilização dos valores de 230 kg/m³ para o peso específico do resíduo domiciliar, 280 kg/m³ para os resíduos de serviços de saúde e

de 1.300 kg/m³ para resíduos da construção civil, valores estes estimados e não necessariamente ideais. O obtido do estudo foi:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 89,74 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo Manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em 45% neste estudo realizado, significativamente inferior ao resultado apresentado pelo Manual que é de 65%. Os resíduos recicláveis secos representados por este estudo foram de aproximadamente 33%, enquanto que no Manual é de aproximadamente 25%. Estes dados influenciam diretamente no peso específico, uma vez que a matéria orgânica é o resíduo com maior densidade, conforme visto nos resultados do quadro 3, enquanto que os resíduos recicláveis secos são mais volumosos, porém com menor peso, o que proporciona alguns vazios no tambor, ocasionando a redução de peso específico da amostra. Os resultados serão discutidos com maior abrangência no item “considerações finais”.

5.3 Teor de Umidade

O Teor de umidade, segundo (IBAM, 2001), representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso. Este parâmetro se altera em função das estações do ano e da incidência de chuvas, podendo este índice variar, sendo estimado entre 40 a 60%. Esta característica do resíduo pode influenciar principalmente nos processos de tratamento e destinação final do lixo.

A incineração é um exemplo importante de tratamento que deve considerar a umidade dos resíduos, uma vez que a umidade se relaciona com outras características, como é o caso da massa específica e calor calorífico, este último essencial para obter-se o potencial de aproveitamento energético proveniente da incineração.

O resultado obtido do teor de umidade de Extrema está representado na tabela seguinte:

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 6 - Determinação do teor de umidade

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE			
PESO RECIPIENTE (Kg)	0,22	Recipiente 2L	
PESO AMOSTRA RSD INICIAL(kg)	0,44	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,22
PESO RSD SECO (Kg) PÓS ESTUFA	0,32	PESO RSD SECO (kg) - PESO RECIPIENTE (Kg)	0,1
TEOR DE UMIDADE = $\frac{\text{PESO AMOSTRA RSD} - \text{PESO RSD SECO}}{\text{PESO AMOSTRA RSD}}$			TEOR DE UMIDADE = 54,5%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Extrema é de 54,5%, se enquadrando no percentual citado pelo Manual.

5.4 Geração *per capita*

A metodologia sugerida pelo termo de referência, anexo 1 deste relatório, indica a conjunção entre dados primários, obtidos durante o estudo, e secundários, estes últimos obtidos através de informações literárias.

Segundo (IBAM,2001), a geração *per capita* pode ser obtida através do peso específico obtido durante o estudo, que combinado a quantidade de caminhões que o município recebe durante um dia é possível obter-se a massa deste resíduo, ou seja, $\text{Peso específico} = \text{Massa/Volume}$, onde o volume é referente aos resíduos que chegaram dos caminhões para serem aterrados.

Ainda segundo o Manual, obtendo-se a massa (Kg) gerada durante o dia é necessário verificar qual percentual da população é atendida pela coleta. Posteriormente é necessário aplicar este percentual na população total do município, dado este disponível em fontes como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por fim, ao identificar a população atendida, basta dividir o valor da massa pela população atendida, obtendo-se a geração *per capita* do município.

No quadro seguinte é apresentado o resultado da geração *per capita*.

Quadro 7 - Geração *per capita* de RS domiciliares do município de Extrema-MG

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE EXTREMA-MG	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	32402
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (13/05)	5
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m³) - volume livre	60
Volume livre dos RS destinados ao aterro durante o dia (m³)	300
Peso Específico (Kg/m³)	89,74
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	26922
Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))	0,83087

Durante a aplicação desta metodologia, notou-se que o resultado foi satisfatório quando comparado à estimativa de produção *per capita* em função da população urbana estabelecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em seu Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos (2013) e no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo – Versão Preliminar Volume I Panorama (2014). Vale ressaltar que estes índices foram elaborados pelo Grupo de Trabalho composto por técnicos da CETESB e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), com participação de outros órgãos estaduais específicos, sob coordenação da Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA), todos com vasta experiência no segmento. Apesar da CETESB representar o Estado de São Paulo, optou-se por realizar esta comparação devido à proximidade que o município de Extrema tem com a divisa do Estado de São Paulo, além de fazer parte da bacia hidrográfica do PCJ que possui municípios de São Paulo e Minas Gerais.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 8 - Índices estimativos de produção *per capita* de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da população urbana.

POPULAÇÃO (hab)	PRODUÇÃO (Kg/hab.dia)
Até 25.000	0,7
De 25.001 a 100.000	0,8
De 100.001 a 500.000	0,9
Maior que 500.000	1,1

Fonte: CETESB (2013).

Segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos elaborado pela CETESB, para os municípios onde são efetuadas pesagens das quantidades de resíduos destinados ao tratamento e/ou disposição final, poderão ocorrer índices diferentes dos acima indicados, em decorrência de vários fatores, tais como: tipo de atividade produtiva predominante no município, nível socioeconômico, sazonalidade de ocupação, existência de programas de coleta seletiva e de ações governamentais que objetivam a conscientização da população quanto à redução da geração de resíduos.

Nestas condições, o inventário deve ser utilizado como um instrumento de acompanhamento das condições ambientais e sanitárias dos locais de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e não como fonte de informações sobre as quantidades de resíduos efetivamente geradas nos municípios.

Assim como descrito no inventário pode-se considerar que para a metodologia utilizada neste trabalho, extraída do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos IBAM (2001), podem ocorrer discrepâncias em decorrência destas variações naturais citadas, e de outros fatores adversos relacionados a metodologia, tais como: os caminhões coletores compactadores considerados no dia de estudo não estarem completamente ocupados, o que interfere no volume livre calculado; dificuldades em identificar o percentual de população atendida por bairro coletado na data de estudo, o que pode afetar a relação geração de RS por habitante; considerar apenas um dia de estudo uma vez que a quantidade coletada pode variar durante a semana.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

As duas metodologias visam a estimativa de geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos por habitante.dia, por isso entende-se que os dados de geração provenientes delas não deverão ser utilizados como fonte de informações conforme supracitado, uma vez que para isto é necessário a pesagem dos resíduos.

O estudo realizado é de extrema importância por oferecer um panorama sobre os aspectos físicos da gravimetria dos resíduos, porém é imprescindível que os municípios atualizem estes estudos e realizem outros complementares em períodos diferentes, tais como em períodos de férias, grandes eventos, com objetivo de obter dados contínuos e mais abrangentes. Também é necessário que os municípios se mobilizem para realizar a pesagem dos resíduos, o que tornam mais precisos os resultados de geração *per capita*.

Portanto, como os resultados foram semelhantes, deve-se adotar a geração *per capita* deste estudo realizado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada característica dos resíduos sólidos, em particular, seja ela física, química ou biológica, exerce determinada influência sobre o planejamento de um sistema de limpeza urbana ou sobre o projeto de determinadas unidades que compõem tal sistema.

Os estudos realizados em Extrema-MG foram com objetivo de determinar as características físicas dos resíduos, o que incluiu a composição física.

Há que se considerar ainda, diversos fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos. Por exemplo, é fácil imaginar que em época de chuvas fortes o teor de umidade no lixo cresce, que há um aumento do percentual de alumínio (latas de cerveja e de refrigerantes) no carnaval e no verão e que os feriados e períodos de férias escolares influenciarão a quantidade de lixo gerada em cidades turísticas. Assim, tomou-se o devido cuidado com os valores que traduzem as características dos resíduos, já que foram levados em consideração estes fatores que influenciam principalmente no que concerne às características físicas, pois os mesmos são muito influenciados por fatores sazonais, que podem conduzir o projetista a conclusões equivocadas.

Os principais fatores que exercem forte influência sobre as características dos resíduos estão listados no **Quadro 9**.

Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (Continua)

FATORES	INFLUÊNCIA
1. Climáticos	
Chuvas Outono Verão	• Aumento do teor de umidade • Aumento do teor de folhas • Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)
2. Épocas especiais	
Carnaval	• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos).
Natal/ Ano Novo/ Páscoa	• Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais). • Aumento de matéria orgânica
Dia dos Pais/ Mães	• Aumento de embalagens (papel/papelão e plásticos maleáveis e metais)
Férias escolares	• Esvaziamento de áreas da cidade em locais não turísticos • Aumento populacional em locais turísticos
3. Demográficos	
População urbana	• Quanto maior a população urbana, maior a geração per capita
4. Socioeconômicos	
Nível cultural	• Quanto maior o nível cultural, maior a incidência de materiais recicláveis e menores a incidência de matéria orgânica.
Nível educacional	• Quanto maior o nível educacional, menor a incidência de matéria orgânica.
Poder aquisitivo	• Quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica
Poder aquisitivo (no mês)	• Maior consumo de supérfluos perto do recebimento do salário (fim e início do mês)
Poder aquisitivo (na semana)	• Maior consumo de supérfluos no fim de semana

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (conclusão)

FATORES	INFLUÊNCIA
Desenvolvimento tecnológico	• Introdução de materiais cada vez mais leve, reduzindo o valor do peso específico aparente dos resíduos.
Lançamento de novos produtos Promoções de lojas comerciais	• Aumento de embalagens • Aumento de embalagens
Campanhas ambientais	• Redução de materiais não biodegradáveis (plásticos) e aumento de materiais recicláveis e/ou biodegradáveis (papéis, metais e vidros)

Através da caracterização do município de Extrema observa-se que o município possui área predominantemente rural, embora grande parte desta área rural seja montanhosa e aproveitada para lazer como a prática do rafting, através das corredeiras d'água, e o voo livre. Apesar das áreas propícias ao lazer, Extrema não é considerada um grande ponto turístico.

Características como a de possuir parque industrial desenvolvido, pequena área urbana, alguns pontos turísticos, influenciam no elevado PIB *per capita*, segundo (IBGE, 2011) é de R\$85.344,54, e elevado IDH que corresponde a 0,732.

Neste caso, é importante frisar que o elevado PIB *per capita* resulta em consumo elevado de recicláveis. Nota-se que o resultado da composição gravimétrica referente aos resíduos recicláveis secos é elevado (31,92%), considerando que o município já possui coleta seletiva, sendo que grande parte dos resíduos recicláveis secos já são segregados e coletados separadamente da coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares, e que a média nacional estimada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) é de 31,9%.

Cabe ao município, que já pratica a coleta seletiva e comercialização dos resíduos recicláveis, identificar maneiras de aprimorar a gestão deste processo, seja através da aquisição de maquinário que auxilie na triagem, seja através da elaboração de plano municipal de coleta seletiva que proporcione a visão administrativa e operacional para identificar os possíveis entraves e sugerir possíveis soluções.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 16 - Armazenamento dos resíduos recicláveis secos para comercialização



Fonte: N S Engenharia (2014)

Extrema possui grande área rural, o que potencializa a geração dos resíduos orgânicos como restos de cultivos e massa verde. Atualmente é realizada compostagem pela prefeitura em pequena escala, onde não há presença de leiras mas sim de pequenos amontoados de folhas e palha seca misturadas com restos de alimento que são digeridos por micro-organismos e resultam em material orgânico utilizado como adubo para plantação de árvores na região próxima ao aterro.

Figura 17 - Compostagem realizada pelo município



Fonte: N S Engenharia (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

A composição gravimétrica indicou 45,43% de matéria orgânica, que está abaixo do indicado no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que indicam 65% e 51,4% respectivamente. Apesar de ser um resultado inferior à média nacional, ainda sim é representativo para que o município reflita sobre ampliação e melhorias do sistema de compostagem atualmente utilizado. O resultado do teor de umidade, apesar de ser uma amostra de 2 litros retirada de forma aleatória de uma amostra final de 1m³, foi de 54,5%, o que evidencia a presença desta matéria orgânica, já que não ocorreram chuvas durante a coleta das amostras.

Os resíduos de serviço de saúde (RSS) encontrados na composição gravimétrica representaram 2,02% do total dos resíduos integrantes do estudo, o que pode ser considerado como significativo, já que o município realiza a terceirização do serviço de coleta e tratamento destes resíduos.

Cabe ao município melhorias quanto a fiscalização da coleta e destinação final, além de trabalho de conscientização através da educação ambiental nos departamentos geradores de RSS para que ocorra a correta segregação dos resíduos e assegure a destinação final ambientalmente correta.

Para os demais resíduos recicláveis, o percentual gerado considerando todos somados é ínfimo (1,07% do total), cabendo ao poder público avaliar a viabilidade de se implantar tecnologias para o tratamento ou reciclagem de resíduos como isopor, madeira, borracha, dentre outros, ou proceder com a destinação final correta dos mesmos.

Nota-se que finalmente os rejeitos, resíduos a serem aterrados, representam 19,56% do total da amostra estudada, o que evidencia a importância de se tomar ações que possibilitem o aproveitamento dos resíduos avaliados, tendo ciência de que a destinação final ao aterro sanitário poderá ser ínfima comparada a atual realidade.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Segunda edição – 31.05.2004.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARES E PERFIL SOCIOECONOMICO NO MUNICÍPIO DE SALINAS, MINAS GERAIS. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v. 3, n.2, p. 73-90, 2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo. Versão Preliminar, Vol I, Panorama, 2014. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Inventário de Resíduos Sólidos Domiciliares. 2013.

DE SOUZA, G. C., GUADAGNIN, M. R. – CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: O MÉTODO DE QUARTEAMENTO NA DEFINIÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA EM COCAL DO SUL-SC, 3º Seminário Regional Sul de Resíduos Sólidos – UCS – Caxias do Sul – RS.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. Governo Federal. MANUAL – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. IBGE Cidades 2014 – Extrema. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso 09 de outubro de 2014.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

INSTITUTO PARA DEMOCRATIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E MEIO AMBIENTE – WEB-RESOL. SEDU – Secretaria Nacional de Saneamento. Governo Federal. – CARTILHA DE LIMPEZA URBANA.

LAPORTA, Márcia; VALLE, Murilo. Dinâmica dos Resíduos Sólidos e o Universo dos Atores em Santo André. In: LAPORTA, Márcia; VALLE, Murilo; MILANI, Pedro Henrique; ARAÚJO, Roberto Vasques de Campos; BUONAVITA, Fábio (Org.). Gestão de resíduos sólidos: dilemas atuais. Santo André: Centro Universitário Fundação Santo André, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Disponível em www.snis.gov.br.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Governo Federal. – PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Brasília, 2012.

NUCASE. Resíduos Sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: RECESA, 2007, 96 p.

PWC – PRICEWATERHOUSECOOPERS. Guia de orientação para adequação dos Municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). [s.l.]: PwC, 2011.

QUISSINI, CS., PESSIN, N. CONTO, S.M., GOMES, F.M. Determinação dos aspectos quantitativos dos resíduos sólidos domésticos – estudo de caso município de São Marcos. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

8. ANEXO I – ITEM 6 DO TERMO DE REFERÊNCIA DO ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/13 – TERMO DE REFERÊNCIA VISANDO A ELABORAÇÃO DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010, PARA 5 (CINCO) MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS BACIAS PCJ .

6. ESCOPO DOS SERVIÇOS

O escopo do presente documento refere-se à realização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de 05 (cinco) municípios pertencentes às Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (lotes 1, 2 e 3), conforme Tabela 5 – Distribuição dos municípios por lote. O presente escopo contempla a realização de 1 (uma) campanha de amostragem, de acordo com as especificações a seguir, metodologia especificada no TR em questão, bem como com as previstas na legislação federal e normas técnicas pertinentes:

- Realização do estudo da composição gravimétrica dos RSD da área urbana
- a) Definição dos períodos e da frequência da coleta das amostras dos RSD, considerando época de festividades, férias escolares, dentre outras particularidades do município, procurando-se, assim, evitar distorções de sazonalidade;
- b) Determinação setores para a coleta da amostragem, bem como do número de amostras que serão utilizadas em cada setor (padrão);
- c) Coleta de amostras pelos caminhões coletores nos períodos pré-determinados;

Obs.: A Tabela 6 - Data das coletas dos resíduos sólidos domiciliares exemplifica os itens listados acima:

Tabela 6 - Data das coletas dos resíduos sólidos domiciliares

Setor	Coleta 1/n		Coleta 2/n	(...)	Coleta n/n	Período

Fonte: Adaptado de Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.2, p.73-90, 2012.

d) Determinação da composição gravimétrica: deve ser realizada empregando a metodologia do quarteamento, procedimento utilizado para se obter uma amostra significativa do volume total, que conforme Jardim et al. (1995), consiste em dividir uma amostra pré-homogeneizada, sendo três amostras retiradas da base e laterais e outra com o mesmo volume retirada do topo, em quatro partes iguais, procedendo-se o descarte dos quartis vis a vis realizando nova homogeneização em etapas subsequentes até a obtenção do volume desejado;

i) Para analisar a composição gravimétrica dos RSD gerados pela população estudada, os seguintes materiais e procedimentos básicos podem ser utilizados/realizados:

- Definição de área para a realização da gravimetria e impermeabilização do terreno (área plana), de forma a prevenir a contaminação da amostra (lona impermeável);

- Após a coleta dos RSD realizada por um caminhão do tipo basculante, os resíduos devem ser transportados para local destinado para a realização do estudo gravimétrico. Em seguida, o caminhão deve realizar a descarga de todo o material coletado no respectivo setor sobre a área impermeabilizada;

Após a descarga dos resíduos na área impermeabilizada, deve ser realizado o rompimento dos sacos e embalagens para a homogeneização dos resíduos nas partes a serem amostradas (enxada, pá);

- Em seguida deve ser realizada a coleta de quatro amostras (de “x” litros cada) na pilha, sendo três na base e laterais e uma no topo da pilha inicial, considerando-

se ainda os materiais rolados, como por exemplo vidros, latas etc. (tonéis com capacidades iguais para cada amostra);

- Pesagem dos resíduos (balança devidamente calibrada);
- Depois de pesadas as amostras selecionadas, os resíduos devem ser dispostos sobre a área impermeabilizada em quatro montes de “x” litros cada, sendo este o primeiro quarteamento. Duas partes devem ser descartadas e duas preservadas, procedendo-se com nova homogeneização e novo quarteamento, até se obter “x” litros de resíduo;
- A partir da amostra de “x” litros, sobre a área impermeabilizada, deve iniciar-se a etapa de catação e separação dos RSD para a análise gravimétrica;
- Em seguida, deve-se proceder a pesagem de cada categoria de resíduo em estudo, para a determinação do seu percentual em relação à massa total.

Obs.: Devem ser utilizados durante toda a caracterização gravimétrica, os equipamentos de proteção individual aplicáveis (luvas, botas, protetor respiratório).

ii) A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo com a seguinte relação:

$$\text{Categoria (\%)} = \frac{\text{massa da fração da categoria (kg)} \times 100}{\text{massa total da amostra coleta (kg)}}$$

As etapas para a análise da composição gravimétrica dos RSD foram baseadas na Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA/MCidades - 2007) e em Ranuci (2008).

iii) Todos os parâmetros propostos a serem estudados (vide item 4.2 e sub itens 4.2.1 a 4.2.5), associados às características físicas (item 4.3) dos resíduos, descritos no presente TR, devem ser considerados e expressos nos resultados das amostras

coletadas, bem como nos relatórios finais do objeto contratado, no que tange a todos os municípios descritos no item 5 do TR.

ANEXO II – SETORIZAÇÃO DA COLETA REGULAR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES REALIZADA PELO MUNICÍPIO DE EXTREMA – MG



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br