



R.156.056.074.14

“Produto II – Relatório Consolidado (Composição Gravimétrica)”

Município de Toledo



CLIENTE:

Fundação Agência das Bacias PCJ

Contrato – nº 25/2013

“Prestação de Serviços Técnicos Especializados para a Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos”



APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado Relatório Consolidado (Composição Gravimétrica), apresenta os trabalhos de consultoria desenvolvidos no âmbito do Aditivo ao Contrato nº 25/13, assinado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a B&B Engenharia Ltda., que tem por objeto a “ELABORAÇÃO DE ESTUDO GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010, PARA 15 (QUINZE) MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ”.

O Estudo Gravimétrico que será elaborado exclusivamente para o município de Toledo/MG é objeto do TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA firmado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a Prefeitura Municipal de Toledo no dia 24 de julho de 2013.

O presente documento é apresentado em um único volume, contendo anexos.

ÍNDICE ANALÍTICO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVO	7
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO	9
3.1. Aspectos Regionais e Demografia.....	9
3.2. Clima.....	9
3.3. Recursos Hídricos	9
3.4. Distritos e Municípios Limítrofes	9
3.5. Atividades Econômicas.....	10
3.6. Turismo.....	10
3.7. Sistema Viário	10
4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO	12
5. RESULTADOS	23
5.1. Composição Gravimétrica.....	23
5.2. Peso Específico Aparente dos Resíduos.....	24
5.3. Teor de Umidade	26
5.4. Geração per Capita	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7. REFERÊNCIAS.....	36



INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos, para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas.

As características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais são importantes para auxiliar nas discussões do resultado alcançado referente à composição gravimétrica do município. Os resíduos sólidos (RS) são definidos, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) 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 técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Para tanto, as ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que envolvem a questão devem se processar de modo articulado, segundo a visão de que todas as ações e operações envolvidas encontram-se interligadas, comprometidas entre si.

Para além das atividades operacionais, o gerenciamento integrado de resíduos sólidos destaca a importância de se considerar as questões econômicas e sociais envolvidas no cenário da limpeza urbana e, para tanto, as políticas públicas, locais ou não, que possam estar associadas ao gerenciamento do lixo, sejam elas na área de saúde, trabalho e renda, planejamento urbano etc.

Políticas como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sistemas e arranjos de parceria diferenciados, como a parceria público privada, deverão ser articulados para tratar de forma específica os resíduos recicláveis, tais como o papel, metais, vidros e plásticos para que ocorram avanços no setor como formalização da situação trabalhista dos catadores informais, investimentos em maquinários que auxiliem a segregação e outras etapas de

manejo destes resíduos nas cooperativas, além de melhorias na organização administrativa destas cooperativas. Estas melhorias auxiliam na rentabilidade destes resíduos; resíduos orgânicos, passíveis de serem transformados em composto orgânico, para enriquecer o solo agrícola; entulho de obras, decorrentes de sobra de materiais de construção e demolição, e finalmente os resíduos provenientes de estabelecimentos que tratam da saúde. Esses materiais devem ser separados na fonte de produção pelos respectivos geradores, e daí seguir passos específicos para remoção, coleta, transporte, tratamento e destino correto. Consequentemente, os geradores têm de ser envolvidos, de uma forma ou de outra, para se integrarem à gestão de todo o sistema.

O gerenciamento integrado revela-se com a atuação de subsistemas específicos que demandam instalações, equipamentos, pessoal e tecnologia, não somente disponíveis na prefeitura, mas oferecidos pelos demais agentes envolvidos na gestão, entre os quais se enquadram:

- A própria população, empenhada na separação e acondicionamento diferenciado dos materiais recicláveis em casa;
- Os grandes geradores, responsáveis pelos próprios rejeitos;
- Os catadores, organizados em cooperativas, capazes de atender à coleta de recicláveis oferecidos pela população e comercializá-los junto às fontes de beneficiamento;
- Os estabelecimentos que tratam da saúde, tornando-os inertes ou oferecidos à coleta diferenciada, quando isso for imprescindível;
- A prefeitura, através de seus agentes, instituições e empresas contratadas, que por meio de acordos, convênios e parcerias exerce, é claro, papel protagonista no gerenciamento integrado de todo o sistema.



OBJETIVO

2. OBJETIVO

O estudo direcionado para a análise das características do lixo é uma atividade importante para os municípios, uma vez que, através das informações coletadas, os órgãos responsáveis pelo serviço de limpeza pública poderão verificar as alterações ocorridas nos aspectos referentes à qualidade dos materiais e do volume de rejeitos gerados na região.

A análise da composição dos RS viabiliza conhecer os resíduos produzidos em determinada localidade, identificando o percentual dos materiais em sua constituição, permitindo assim, inferir sobre a viabilidade da implantação de coleta diferenciada, instalações adequadas, equipe de trabalho, equipamentos, além de estimar receitas e despesas decorrentes (FUZARO e RIBEIRO, 2003).

Segundo Freitas (2006), Macêdo (2006), Philippi Jr. e Aguiar (2005), Lacerda (2003) e Jardim et. AL (1995), a classificação que os RS recebem é determinante para se estabelecer qual ou quais as melhores formas de tratamento e disposição final que devem ser adotadas em determinado município, buscando assim, minimizar os impactos socioeconômicos e ambientais.



CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOLEDO

3.1. Aspectos Regionais e Demografia

Toledo é um município do estado de Minas Gerais. Localiza-se a uma latitude 22°44'35" sul e a uma longitude 46°22'19" oeste, na microrregião de Pouso Alegre, estando a uma altitude de 1128 metros. A população estimada pelo IBGE em 2013 era de 6.066 habitantes e a área da unidade territorial é de 136,776 km², e densidade demográfica de 42,14 hab/km².

Possui relevo fortemente acidentado, formado pelos últimos contrafortes da Serra da Mantiqueira.



Fonte: IBGE (2014).

Figura 1 - Município de Toledo.

3.2. Clima

O clima do município de Toledo-MG pode ser classificado como Tropical de Altitude, o qual os verões são quentes e ensolarados, com temperatura média de 26°C e os invernos são frescos e nublados, com temperatura média de 14°C.

3.3. Recursos Hídricos

Os principais rios que passam por Toledo são o rio Camanducaia e o córrego da Cachoeirinha.

3.4. Distritos e Municípios Limítrofes

O município de Toledo tem como vizinhos: Munhoz a norte e nordeste, Itapeva a leste, Extrema a sudeste e os paulistas Pedra Bela a sudoeste e Socorro a oeste.

3.5. Atividades Econômicas

Toledo possui um variado comércio varejista, dentre eles: agropecuárias, casas de materiais de construção, padarias, supermercados, farmácias, lojas de móveis, lojas de roupas, lojas de presentes, além de postos de gasolina. Com relação a indústria, Toledo conta com um pequeno parque industrial composto por indústria de equipamentos de segurança, lavanderias industriais de jeans, indústria de confecção de bolsas e indústria de vestuário (infantil, tricô e malhas). A agricultura, pecuária e abastecimento possuem programas como de Agricultura de Precisão, de Fruticultura, de Melhoramento Genético de Bovinos Leiteiros, dentre outros.

Segundo o IBGE (2007) seu PIB – Produto Interno Bruto per capita é de 5.677,19 reais. O IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano, em 2000, era de 0,723, considerado alto.

10

3.6. Turismo

Toledo, apesar de seu tamanho ser considerado pequeno, está repleta de lugares atrativos ao turismo. O município está repleto de montanhas, cachoeiras e pedras, sendo que é válido ressaltar a cachoeira do Moinho, da Pedra Limpa, do Pinhal Grande e as provas de motocross realizadas no município.

3.7. Sistema Viário

O município de Toledo está cercada por estradas pavimentadas que permitem acesso à Rodovia Fernão Dias (BR-381), Extrema(MG), Munhoz(MG) e Pedra Bela(SP).

**METODOLOGIA DO
ESTUDO
GRAVIMÉTRICO**

4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado nos dias 17 e 18 de junho de 2014, no aterro em valas pertencente ao município de Toledo, já que atualmente o município destina seus resíduos a esta área.

O dia 17 de junho foi utilizado para realização do preparo da amostra final e determinação do teor de umidade dos resíduos, enquanto que o dia 18 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 25/13, 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.

O estudo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira para coleta de amostras dos diferentes setores e determinação do teor de umidade, a qual abrangeu o dia 17 de junho, e a segunda etapa para realização da composição gravimétrica, determinação do peso específico dos resíduos e da geração per capita, realizada no dia 18 de junho.

A primeira etapa iniciou-se com a coleta regular dos resíduos domiciliares realizada diariamente em todos os setores da cidade. Dessa forma, o resíduo coletado para o estudo gravimétrico foi referente a todo o setor urbano, representado por 1 caminhão, e todo o setor rural, também representado por 1 caminhão. A coleta da amostra inicial referente ao setor urbano, mais populoso do município, foi realizada no período da manhã do 17/06, enquanto que no setor rural a coleta foi realizada no período da tarde do mesmo dia.

Assim a homogeneização dos resíduos foi realizada por setor, e na sequência as amostras de cada setor foram misturadas e realizada uma última homogeneização. As amostras

iniciais de cada um dos dois caminhões representavam 3m³, ou seja, 3 m³ do caminhão referente ao setor urbano e 3m³ referente ao setor rural. Foi realizada a homogeneização em cada uma das amostras dos dois caminhões, e na sequência cada uma delas foi quarteada separadamente com objetivo de obter-se uma amostra de 1,5m³ de cada caminhão. Após a mistura e quarteamento das amostras de cada caminhão, misturou-se as duas amostras de 1,5m³ cada, totalizando uma amostra de 3m³. Ao final do dia esta amostra foi homogeneizada e posteriormente quarteada, obtendo-se uma única amostra final de 1,5m³. Para execução do trabalho de campo dos primeiros três dias 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.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 2 - Materiais e EPI's utilizados no método.

A sequência das atividades realizadas em campo foi:

- De cada caminhão coletor compactador disponibilizado para coleta domiciliar de Toledo 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 15 tambores de 200 litros, totalizando aproximadamente 3.000 litros ou 3m³.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 3 - Coleta de resíduos deixada por caminhão compactador no aterro controlado de Toledo.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 4 - Amostra de 3m³ sendo separada.

- 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.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 5 - Disposição dos resíduos sobre a lona e retirada dos sacos e sacolas.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 6 - Homogeneização dos resíduos.

- Na fração de resíduos homogeneizada, de cada caminhão, foi realizado apenas 1 quarteamento por caminhão, ou seja, foi realizado um quarteamento no caminhão do setor urbano e outro quarteamento na amostra do caminhão referente ao setor rural. O primeiro quarteamento de cada caminhão resultou em cerca de 750 litros em cada quarto. Foram selecionados dois dos quartos resultantes (quartos opostos) e descartados os outros dois. Os dois quartos selecionados de cada caminhão foram armazenados temporariamente em bags, cerca de 1.500 litros cada um dos dois bags.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 7 - Quarteamento e seleção de amostragem homogeneizada.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 8 - Armazenamento das amostras coletadas.

- No final do dia 17/06, após ter acumulado as 2 amostras supracitadas, a amostra acumulada dos dois caminhões foi cerca de 3.000 litros. Esta 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.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 9 - Seleção da amostra de 2 litros para determinação do teor de umidade do RSU.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 10 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente já inserida em estufa a 105°C.

- 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).



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 11 - Tambores com resíduos da amostra final sendo pesados.

As atividades referentes ao dia 17/06 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m³. Já as atividades referentes ao dia 18/06 iniciaram-se com a composição gravimétrica conforme descritas a seguir:

- O volume de 1m³, amostra final, selecionado no dia 17/06 foi espalhado sobre a lona plástica e os resíduos foram separados minuciosamente de acordo com as subdivisões descritas na Tabela posterior às figuras.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 12 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo.

Tabela 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	
Outros	
Lâmpadas e lixas	
Total	

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

- 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.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 13 - Pesagem dos resíduos segregados conforme Tabela 1 e identificados através de etiquetas.

- 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 18/06.

20



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 14 - Retirada do recipiente de 2 L da estufa e pesagem para determinação do teor de umidade.

As atividades realizadas nos dias 17 e 18/06 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 as valas do aterro de Toledo, local do estudo, através de uma pá carregadeira, que ficou disponível para executar o transporte e aterramento destes resíduos excedentes.



RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. Composição Gravimétrica

Na tabela 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 dia 17/06 e pesadas individualmente no final do dia 18/06.

Tabela 2 - Composição Gravimétrica do município de Toledo.

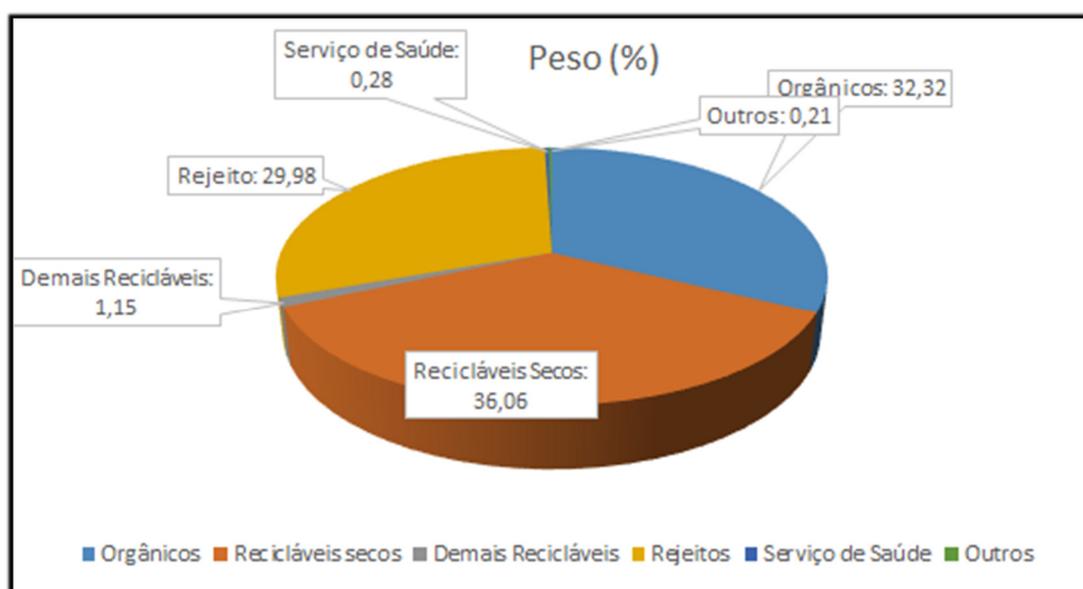
Estudo Gravimétrico	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	27,620	32,32
Matéria orgânica + Massa Verde	27,620	32,32
Recicláveis secos	30,810	36,06
Papel/Jornais/Revistas	3,850	4,51
Papelão	4,040	4,73
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	9,460	11,07
Plástico duro (embalagens, etc)	4,140	4,84
PET	0,880	1,03
Metais ferrosos	2,880	3,37
Alumínio	0,160	0,19
Vidros	3,600	4,21
Embalagens mistas	1,800	2,11
Demais Recicláveis	0,980	1,15
Isopor	0,120	0,14
Madeira	0,420	0,49
Ráfia	0,440	0,51
Rejeitos	25,620	29,98
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	15,260	17,86
Tecidos/sapatos	10,340	12,10
Demais rejeitos (bituca de cigarro, etc.)	0,020	0,02
Serviço de Saúde	0,240	0,28
Outros	0,180	0,21
Lâmpada, lixa, etc..	0,180	0,21
Total	85,450	100,00

Tabela 3 - Resumo da Composição Gravimétrica do município de Toledo.

Material (Resumo)	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	27,620	32,32
Recicláveis secos	30,810	36,06
Demais Recicláveis	0,980	1,15
Rejeitos	25,620	29,98
Serviço de Saúde	0,240	0,28
Outros	0,180	0,21

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

Quadro 1 - Composição Gravimétrica do município de Toledo.



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. A tabela seguinte demonstra o peso dos 5 tambores cheios, totalizando 1m³.

Tabela 4 - Peso específico dos RSU do município de Toledo.

PESO ESPECÍFICO DA AMOSTRA DE 1m³			
MUNICÍPIO			TOLEDO-MG
DATA DAS COLETAS DOS RSD			17/jun
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	32,34	TAMBOR 1	18,92
TAMBOR 2	24,58	TAMBOR 2	11,2
TAMBOR 3	28,64	TAMBOR 1	15,22
TAMBOR 4	30,32	TAMBOR 2	16,94
TAMBOR 5	44,42	TAMBOR 2	31,04
PESO TOTAL (Kg) SUBTRAINDO-SE A TARA DOS TAMBORES	93,32		

25

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:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 93,32 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo Manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em aproximadamente 32% 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 36,06%, 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 da tabela 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 Toledo está representado na tabela seguinte:

Tabela 5 - Determinação do teor de umidade.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE			
PESO RECIPIENTE (Kg)	0,22	Recipiente 2L	
PESO AMOSTRA RSD INICIAL(kg)	0,58	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,36
PESO RSD SECO (Kg) PÓS ESTUFA	0,34	PESO RSD SECO (kg) - PESO RECIPIENTE (Kg)	0,12
TEOR DE UMIDADE = $\frac{\text{PESO AMOSTRA RSD} - \text{PESO RSD SECO}}{\text{PESO AMOSTRA RSD}}$			TEOR DE UMIDADE = 66,66%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Toledo é de 66,66%, resultado este que está acima do percentual citado pelo Manual.

5.4. Geração per Capita

A metodologia sugerida pelo termo de referência 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, $\text{Peso específico} = \text{Massa}/\text{Volume}$, 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.

27

No quadro seguinte é apresentado o resultado da geração per capita segundo metodologia utilizada em campo:

Quadro 2 – Geração per capita de RS domiciliares do município de Toledo.

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE TOLEDO-MG	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	6066
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (17/06)	2
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m ³) - volume livre	40
Volume livre dos RS destinados ao aterro durante o dia	80
Peso Específico (Kg/m ³)	93,32
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	7465,6
Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))	1,23073

Durante a aplicação desta metodologia, notou-se discrepância no resultado 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 Toledo 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.

Quadro 3 – 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), ocorrerão 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.

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, o resultado de geração *per capita* obtida por este estudo, 1,23073 Kg/habitante.dia, quando comparado ao resultado demonstrado pela CETESB de aproximadamente 0,7 Kg/habitante.dia representa uma diferença que pode ser justificada segundo os seguintes fatores de influência para este município: a quantidade de caminhões pode variar de acordo com os dias da semana, podendo ocorrer quantidades menores do que a apresentada neste dia; Os caminhões não chegaram totalmente lotados, porém foi considerada sua capacidade máxima para estimativa de geração *per capita* devido à dificuldade de estimar quantidade de resíduos que chegou nestes caminhões. Toledo é um município que se destaca também por possuir atividades produtivas na agropecuária conforme programas citados na caracterização do município, isso reflete na geração de resíduos, visto que um dos dois caminhões que chegaram durante o estudo foi da área rural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 Toledo-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 considerações 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 na Tabela 6.

31

Tabela 6 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos.

FATORES		INFLUÊNCIA
1. Climáticos	Chuvas	<ul style="list-style-type: none">• Aumento do teor de umidade
	Outono	<ul style="list-style-type: none">• Aumento do teor de folhas
	Verão	<ul style="list-style-type: none">• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)
2. Épocas especiais	Carnaval	<ul style="list-style-type: none">• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)
	Natal/ Ano Novo/ Páscoa	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais)
	Dia dos Pais/ Mães	<ul style="list-style-type: none">• Aumento de matéria orgânica

Férias escolares	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de embalagens (papel/papelão e plásticos maleáveis e metais) • Esvaziamento de áreas da cidade em locais não turísticos • Aumento populacional em locais turísticos
3. Demográficos População urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto maior a população urbana, maior a geração <i>per capita</i>
4. Socioeconômicos Nível cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto maior o nível cultural, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica
Nível educacional	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto maior o nível educacional, menor a incidência de matéria orgânica
Poder aquisitivo	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica
Poder aquisitivo (no mês)	<ul style="list-style-type: none"> • Maior consumo de supérfluos perto do recebimento do salário (fim e início do mês)
Poder aquisitivo (na semana)	<ul style="list-style-type: none"> • Maior consumo de supérfluos no fim de semana
Desenvolvimento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de materiais cada vez mais leves, reduzindo o valor do peso específico aparente dos resíduos
Lançamento de novos produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de embalagens
Promoções de lojas comerciais	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de embalagens
Campanhas ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de materiais não-biodegradáveis (plásticos) e aumento de materiais recicláveis e/ou biodegradáveis (papéis, metais e vidros)

Através da caracterização do município de Toledo, segundo o Censo 2010, a população de Toledo é em sua maior parte rural, sendo que uma das principais atividades é a agropecuária.

O município de Toledo também possui PIB per capita, segundo (IBGE, 2011), de R\$5.677,19, e elevado IDH que corresponde a 0,723.

Neste caso, é importante frisar que o PIB per capita considerável razoável com relação ao salário mínimo, resulta em consumo elevado de recicláveis. Nota-se que o resultado da composição gravimétrica referente aos resíduos recicláveis secos é elevado (36,06%), dado este que ressalta a ausência da prática da coleta seletiva no município. Vale ressaltar também que a média nacional dos resíduos recicláveis secos estimada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) é de 31,9%.

Cabe ao município se preparar para implantação de um programa de coleta seletiva e comercialização dos resíduos recicláveis nela aproveitados. Identificar maneiras de planejar a gestão deste processo, com objetivo de realizar a cobertura da coleta seletiva de 100% do município, além do planejamento para aquisição de maquinário que auxilie na triagem. Esse processo pode ser facilitado 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 para a implantação do programa.

Toledo possui área rural, o que proporciona a geração dos resíduos orgânicos. A agropecuária e agricultura acabam gerando restos de cultivos e massa verde. Apesar da geração destes resíduos, atualmente não é realizada compostagem pelo município.

A composição gravimétrica indicou 32,32% de matéria orgânica, que está abaixo do indicado no Manual (IBAM, 2001) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que indicam 65% e 51,4% respectivamente. Apesar de existir a prática da agricultura no município, o resultado está abaixo da média nacional quando relacionado ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos, por isso é importante para que o município que reflita sobre implantação da compostagem em escala pequena. 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 66,67%. Neste caso, o resultado poderia ser inclusive inferior, já que está acima da média de 40 a 60% citada no Manual (IBAM,2001) e que possui baixo índice de matéria orgânica, porém como a amostra de 2 litros é retirada aleatoriamente, é comum que não se obtenha um resultado de umidade que seja possível comparar com a composição gravimétrica, uma vez que os resíduos da amostra final são variados, e na escolha da amostra de 2L não leva-se em consideração a composição gravimétrica.

Os resíduos de serviço de saúde (RSS) encontrados na composição gravimétrica representaram 0,28% do total dos resíduos integrantes do estudo, o que pode ser

considerado normal, já que é realizada a terceirização dos serviços de coleta e destinação final deste resíduo, o que minimiza a quantidade na coleta regular quando é feita fiscalização adequada.

Para os demais resíduos recicláveis, o percentual gerado considerando todos somados é ínfimo (1,15% do total), cabendo ao poder público avaliar a viabilidade de se implantar tecnologias para o tratamento ou reciclagem de resíduos como isopor, madeira, dentre outros, ou proceder com a destinação final correta dos mesmos.

Os resíduos considerados como outros foram as lâmpadas, eletroeletrônicos, pilhas e embalagens de óleos lubrificantes, resíduo da logística reversa. São resíduos que deverão ser abordados no plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município para indicar o correto manejo destes, pois estão sendo destinados erroneamente ao aterro sanitário.

Nota-se que finalmente os rejeitos, resíduos a serem aterrados, representam 29,98% 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 menor comparada a atual realidade.



REFERÊNCIAS

7. REFERÊNCIAS

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

CASADO, A.P.B.; BRASILEIRO, G. M. A.; DE LIMA, A. P. S.; SOARES, F. J. F.; DE ALMEIDA, L. C.; MENEZES, M. L. J. – **DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PIRAMBU/SE** – 3º Simpósio Ibero americano de Ingeniería de Resíduos 2º seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos – REDISA – Red de Ingeniería de Saneamiento Ambiental ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

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

36

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.

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.

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.



FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Projeções Populacionais**. Disponível em: < <http://produtos.seade.gov.br>>. Acesso 13 de outubro de 2014.

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

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.

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

37

Wikipédia, a enciclopédia livre, Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Toledo>>. Acesso 23 de junho de 2014.