



**R.156.056.085.14**

**“Produto II – Relatório Consolidado (Composição Gravimétrica)”**

**Município de Ipeúna**



**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 Ipeúna/SP é objeto do TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA firmado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a Prefeitura Municipal de Ipeúna 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 IPEÚNA .....	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 .....	22
5.1.	Composição Gravimétrica .....	22
5.2.	Peso Específico Aparente dos Resíduos .....	23
5.3.	Teor de Umidade .....	25
5.4.	Geração per Capita .....	26
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	30
7.	REFERÊNCIAS .....	35



## 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.

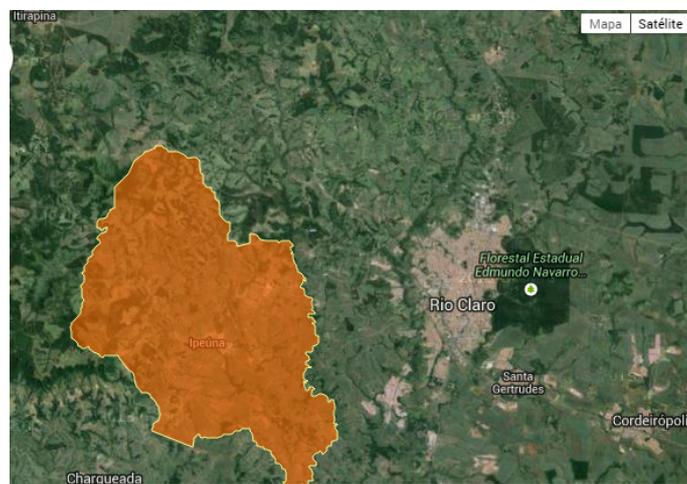


# **CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE IPEÚNA**

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE IPEÚNA

#### 3.1. Aspectos Regionais e Demografia

Ipeúna é um município do estado de São Paulo. Localiza-se a uma latitude 22°26'09" sul e a uma longitude 47°43'08" oeste, estando a uma altitude de 635 metros. A população estimada pelo SEAD (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) em 2013 era de 6.457 habitantes e segundo SEAD (2014) a área da unidade territorial é de 190,01 km<sup>2</sup>.



Fonte: IBGE (2014).

**Figura 1 - Município de Ipeúna.**

#### 3.2. Clima

O clima é quente e temperado, que segundo Köppen pode ser classificado como Cwa, apresentando maior índice de pluviosidade no verão. A temperatura média anual é de 20,2°C e a pluviosidade média anual é 1.336 mm.

#### 3.3. Recursos Hídricos

A cidade de Ipeúna possui como principal rio o Passa Cinco, que é afluente do rio Corumbataí.

#### 3.4. Distritos e Municípios Limítrofes

O município de Ipeúna tem como vizinhos: Rio Claro, Itirapina, Charqueada, São Pedro, Piracicaba e está a 200 Km da capital.

### **3.5. Atividades Econômicas**

Segundo o IBGE (2009), Ipeúna é um município em que a maior parcela da economia local provém da prestação de serviços, que segundo a câmara municipal do município possui mais de 80 estabelecimentos comerciais dos mais variados ramos. A prestação de serviços é seguida pelo setor industrial com destaque para os segmentos de beneficiamento e empacotamento de leite, tubos e tanques e fibra de vidro, fabricação de aeronaves, cerâmica refratária, moagem de calcário, metalúrgico, dentre outros. Por fim, o setor agropecuário é o terceiro maior contribuinte para o município através de atividades como cana de açúcar, leite, avicultura, pecuária, laranja e eucaliptos. Segundo SEAD (2011), o município possui PIB per capita de R\$22.559,63, e segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2010) possui um IDH-M de 0,753.

10

### **3.6. Turismo**

Ipeúna possui algumas atrações turísticas, tais como: Rio Passa Cinco, que oferece pesca de peixes de pequeno porte, camping, boiacross e banhos; Salto do Nhô-To, área de lazer, camping, banhos nas quedas d'água; Fazenda Reunidas – Troféu e Retiro Santo Antônio, atividades relacionadas ao ecoturismo, como trilhas ecológicas, caminhadas de observação da fauna e flora remanescente da região, além de visita ao criadouro de animais silvestres autorizado pelo IBAMA.

### **3.7. Sistema Viário**

O município de Ipeúna tem como principal eixo que corta o município a Rodovia SP-191



**METODOLOGIA DO  
ESTUDO  
GRAVIMÉTRICO**

#### 4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado nos dias 17 e 18 de setembro de 2014 na garagem da prefeitura municipal de Ipeúna, já que atualmente o município destina seus resíduos direto para o aterro sanitário de São Pedro.

O dia 17 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 então foi dividido em duas etapas. A primeira etapa iniciou-se com a coleta da amostra inicial. A coleta do resíduo domiciliar é realizada diariamente e abrange todo o município em um dia, dessa forma o resíduo coletado para o estudo gravimétrico foi referente ao dia 17.

Foram necessários apenas dois caminhões para representar a geração de resíduos de todos os setores do município. Foi retirada então uma amostra inicial de 3m<sup>3</sup> de cada caminhão. Nesta amostra foram realizados dois quarteamentos com objetivo de obter-se 750 litros de cada caminhão. Ao final do dia 17 de setembro, obteve-se um total de aproximadamente 1,500 m<sup>3</sup>, sendo este total homogeneizado e selecionado aproximadamente 1 m<sup>3</sup> de resíduos que foram utilizados para os demais estudos realizados no dia 18 de setembro.

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 enxadas 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 um dos dois caminhões coletores, compactadores, disponibilizados para coleta domiciliar de Ipeúna 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 3m<sup>3</sup>.

13



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 3 - Coleta de resíduos realizada pelos caminhões compactadores e seleção de amostra inicial.**



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 4 - Amostra de 3m<sup>3</sup> sendo separada.**

- A amostra de cada caminhão foi colocada 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 foram realizados dois quarteamentos de cada amostra referente a cada um dos dois caminhões, sendo todos disponibilizados no dia 17/09. Os dois quartos opostos selecionados do primeiro quarteamento de cada caminhão totalizaram uma amostra de 1,5m<sup>3</sup>, sendo esta homogeneizado novamente e quarteado pela segunda vez. Os dois quartos novamente selecionados deste segundo quarteamento totalizaram 750 litros de amostra por caminhão, estas amostras foram armazenadas temporariamente em *bags*.

15



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 7 - Quarteamento e seleção de amostragem homogeneizada.**

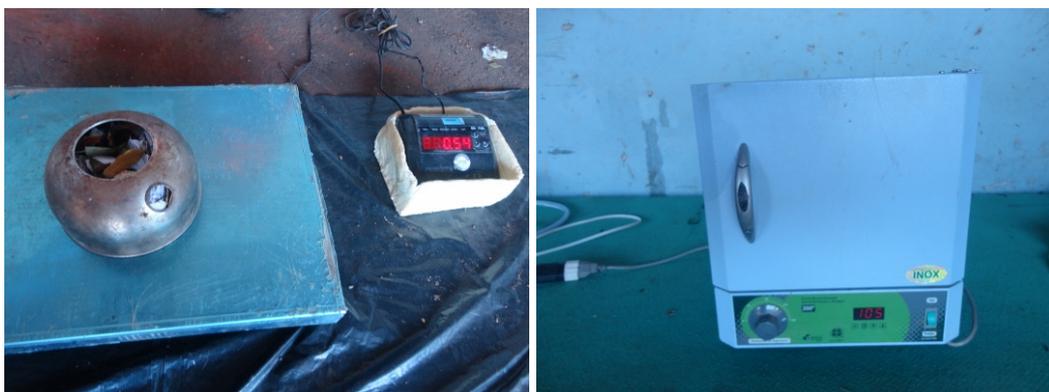


Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 8 - Armazenamento das amostras coletadas.**

- Ao final do dia 17/09 as duas amostras foram misturadas com objetivo de homogeneizá-las, totalizando 1,5 m<sup>3</sup> de resíduos, e posteriormente foi selecionado aproximadamente 1 m<sup>3</sup> de resíduos, amostra esta considerada como final e utilizada para os demais estudos.
- 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.

16



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 9 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente inserida em estufa que aquecerá até 105°C.**

- Após a separação da amostra de 2 litros para determinar o teor de umidade do resíduo, a amostra final de aproximadamente 1m<sup>3</sup> 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 (1m<sup>3</sup>).



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 10 - Tambores com resíduos da amostra final sendo transportados até a balança e pesados.**

As atividades referentes ao dia 17/09 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m<sup>3</sup>. Já as atividades referentes ao dia 18/09, segunda etapa do estudo, iniciaram-se com a composição gravimétrica conforme descritas a seguir:

- O volume de 1m<sup>3</sup>, amostra final, selecionado no dia 17/09 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 11 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo.**

**Tabela 1 - Subdivisões dos Resíduos Sólidos Urbanos.**

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

**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 12 - 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 18/09.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

**Figura 13 - Retirada do recipiente de 2 L da estufa e pesagem para determinação do teor de umidade.**

As atividades realizadas nos dias 17 e 18/09 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 de amostras realizadas nestes dias foram removidos para caminhões basculantes, através de pá carregadeira, que transportaram estes resíduos ao aterro sanitário de São Pedro.



## 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 1m<sup>3</sup> coletada e pesadas individualmente no final do período da manhã do dia 18/09.

Tabela 2 - Composição Gravimétrica do município de Ipeúna.

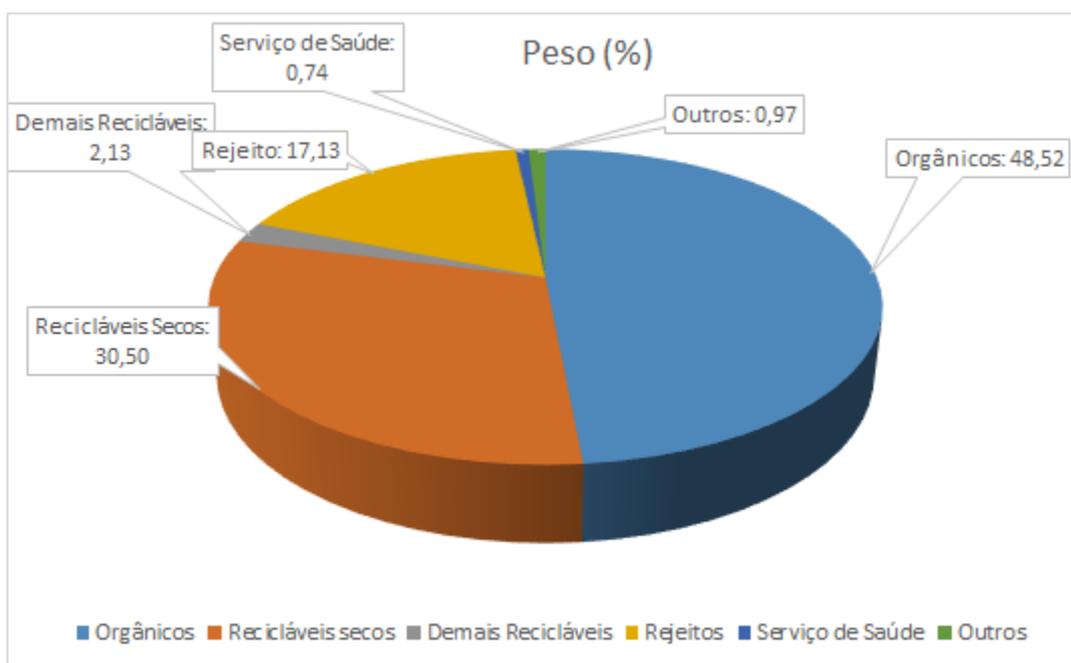
<b>Estudo Gravimétrico</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Orgânicos</b>	<b>54,800</b>	<b>48,52</b>
Matéria orgânica + Massa Verde	54,800	48,52
<b>Recicláveis secos</b>	<b>34,450</b>	<b>30,50</b>
Papel/Jornais/Revistas	5,620	4,98
Papelão	4,460	3,95
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	12,240	10,84
Plástico duro (embalagens, etc)	4,380	3,88
PET	1,980	1,75
Metais ferrosos	1,600	1,42
Alumínio	0,720	0,64
Vidros	1,040	0,92
Embalagens mistas	2,410	2,13
<b>Demais Recicláveis</b>	<b>2,400</b>	<b>2,13</b>
Isopor	0,240	0,21
Borracha	0,870	0,77
Madeira	0,900	0,80
Ráfia	0,390	0,35
<b>Rejeitos</b>	<b>19,350</b>	<b>17,13</b>
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	12,650	11,20
Tecidos/sapatos	6,660	5,90
Demais rejeitos (bituca de cigarro, etc.)	0,040	0,04
<b>Serviço de Saúde</b>	<b>0,840</b>	<b>0,74</b>
<b>Outros</b>	<b>1,100</b>	<b>0,97</b>
Lâmpada, pilhas e baterias.	1,100	0,97
<b>Total</b>	<b>112,940</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 3 - Resumo da Composição Gravimétrica do município de Ipeúna.**

Material (Resumo)	Peso (Kg)	Peso (%)
<b>Orgânicos</b>	<b>54,800</b>	<b>48,52</b>
<b>Recicláveis secos</b>	<b>34,450</b>	<b>30,50</b>
<b>Demais Recicláveis</b>	<b>2,400</b>	<b>2,13</b>
<b>Rejeitos</b>	<b>19,350</b>	<b>17,13</b>
<b>Serviço de Saúde</b>	<b>0,840</b>	<b>0,74</b>
<b>Outros</b>	<b>1,100</b>	<b>0,97</b>

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

**Quadro 1 - Composição Gravimétrica do município de Ipeúna.**



## 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 1m<sup>3</sup> 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 1m<sup>3</sup>.

**Tabela 4 - Peso específico dos RSD do município de Ipeúna.**

PESO ESPECÍFICO DA AMOSTRA DE 1m <sup>3</sup>			
MUNICÍPIO		IPEÚNA-SP	
DATA DAS COLETAS DOS RSD		17/set	
COLETA FINAL	1m <sup>3</sup>		
TAMBORES	PESO DO TAMBOR (TARA) (Kg)		
TAMBOR 1	13,42		
TAMBOR 2	13,38		
TAMBORES	PESO (Kg)	TAMBOR UTILIZADO	PESO - TARA (Kg)
TAMBOR 1	30,90	TAMBOR 1	17,48
TAMBOR 2	35,70	TAMBOR 2	22,32
TAMBOR 3	37,72	TAMBOR 2	24,34
TAMBOR 4	35,20	TAMBOR 1	21,78
TAMBOR 5	42,10	TAMBOR 2	28,72
<b>PESO TOTAL (Kg) SUBTRAINDO-SE A TARA DOS TAMBORES</b>	<b>114,64</b>		

24

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/m<sup>3</sup> para o peso específico do resíduo domiciliar, 280 kg/m<sup>3</sup> para os resíduos de serviços de saúde e de 1.300 kg/m<sup>3</sup> para resíduos da construção civil, valores estes estimados e não necessariamente ideais. O obtido do estudo foi:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 114,64 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em aproximadamente 48,52% 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 30,50%, 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 Ipeúna 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)	0,54	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,32
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 = 62,50%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Ipeúna é de 62,50%, valor próximo ao 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, peso específico = 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 segundo metodologia utilizada em campo:

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

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE IPEÚNA-SP	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	6457
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (17/09)	2
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m <sup>3</sup> ) - volume livre	32
Volume Livre dos RS destinados ao aterro durante o dia (m <sup>3</sup> )	64
Peso Específico (Kg/m <sup>3</sup> )	114,64
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	7337
<b>Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))</b>	<b>1,13628</b>

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.

**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, 1,13628 Kg/habitante.dia, quando comparado ao resultado demonstrado pela CETESB de 0,7 Kg/habitante.dia é maior e pode ser justificado segundo os seguintes fatores de influência para este município: A umidade do município pode ter sido fator extra conforme descrito nos resultados, uma vez que aumenta o peso dos resíduos. Outro fator é a lotação dos caminhões, que não foram preenchidos totalmente, porém para a estimativa de geração per capita de resíduos foi considerada a capacidade máxima de lotação dos mesmos. Por fim o IDH-M segundo PNUD (2010) pode ser considerado elevado, 0,753, sendo a média do Estado de São Paulo 0,783. Cabe ressaltar que dentre os Estados brasileiros o de São Paulo apresenta o segundo maior IDH-M do país.

## **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 Ipeúna-SP objetivaram determinar as características físicas dos resíduos.

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 pela sazonalidade, 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.

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

FATORES		INFLUÊNCIA
<b>1. Climáticos</b>	Chuvas	• Aumento do teor de umidade
	Outono	• Aumento do teor de folhas
	Verão	• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)
<b>2. Épocas especiais</b>	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)
	Dia dos Pais/ Mães	• Aumento de matéria orgânica
	Férias escolares	• Aumento de embalagens (papel/papelão e

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

A maior parcela da economia local do município de Ipeúna provém da prestação de serviços, principalmente por seus estabelecimentos comerciais e bancos, seguido por indústrias como metalúrgica, fabricação de aeronaves, cerâmica refratária, dentre outras, e pela agropecuária como a avicultura, cultivo de cana de açúcar, pecuária, laranja e *eucaliptos*.

O município ainda possui PIB per capita consideravelmente alto, que segundo (SEAD, 2011) é de R\$22.559,63, e elevado IDH-M que segundo o (PNUD, 2010) corresponde a 0,753.

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 (30,50%) é próximo a média nacional estimada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012), que é de 31,9%. O valor está pouco abaixo da média, pois o município realiza coleta seletiva, sendo os resíduos recicláveis secos segregados e coletados separadamente da coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares.

Cabe ao município, que já realiza a coleta seletiva, identificar maneiras de aprimorar a gestão deste processo para torná-lo mais eficiente, seja através da cobertura da coleta de 100% do município, inclusive área rural, da aquisição de maquinário que auxilie na triagem e armazenamento dos resíduos, ou através da elaboração de plano municipal de coleta seletiva que proporcione a visão administrativa e operacional da coleta seletiva.

Em Ipeúna existe a prática da agropecuária, como por exemplo da avicultura, pecuária, cultivo de cana de açúcar, o que pode auxiliar na geração de resíduos orgânicos, gerando restos de cultivos e massa verde. Atualmente não é realizada compostagem pelo município.

A composição gravimétrica indicou 48,52% 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 pouco abaixo da média nacional apresentada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, por isso é importante que o município reflita sobre implantação da compostagem.

O resultado do teor de umidade, apesar de ser uma amostra de 2 litros retirada de forma aleatória de uma amostra final de 1m<sup>3</sup>, foi de 62,50%. Neste caso, o resultado poderia ser inferior ou ainda superior, mesmo estando pouco acima da média de 40 a 60% citada no Manual (IBAM,2001). É justificável essa variação acima da média, pois a amostra de 2 litros é retirada aleatoriamente, e é comum que não se obtenha um resultado de umidade que seja possível comparar com a composição gravimétrica, já 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 0,74% 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 (2,13% 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.

Os resíduos considerados como outros foram as lâmpadas, eletroeletrônicos, pilhas e baterias, enfim, 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 17,13% 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.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 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.

35

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 Socioeconômico 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.



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](http://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.

Wikipédia, a enciclopédia livre, Disponível em:< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ipeúna>>. Acesso 29 de maio de 2014.