



**R.156.056.079.14**

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

**Município de Rafard**



**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 Rafard/SP é objeto do TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA firmado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a Prefeitura Municipal de Rafard 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 RAFARD .....	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 .....	34



## 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 RAFARD**

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RAFARD

#### 3.1. Aspectos Regionais e Demografia

Rafard é um município do estado de São Paulo. Localiza-se a uma latitude 23°00'43" sul e a uma longitude 47°31'37" oeste, estando a uma altitude de 515 metros. A população estimada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados em 2013 era de 8.705 habitantes e a área da unidade territorial é de 121,65 km<sup>2</sup>.



Fonte: IBGE (2014).

**Figura 1 - Município de Rafard.**

#### 3.2. Clima

Temperado úmido com verão quente, sendo que a Temperatura média anual de 20,3°C. Este clima tem características como de pluviosidade significativa ao longo do ano. Em Saltinho, mesmo o mês mais seco ainda assim a pluviosidade está presente.

#### 3.3. Recursos Hídricos

A cidade de Rafard possui como seus principais cursos d'água os rios Tietê e Capivari.

#### 3.4. Distritos e Municípios Limítrofes

O município de Rafard tem como vizinhos: Mombuca, Porto Feliz, Capivari, Tietê, e está a 142 Km da capital.

### **3.5. Atividades Econômicas**

Rafard é um município em que a maior parcela da economia local provém da prestação de serviços, seguida pelo distrito industrial de Rafard (suco, metalúrgica, caldeiraria, etc..) e agropecuária. Segundo o SEADE (2011) possui PIB per capita de R\$15.580,76, e ainda segundo esta fundação em 2010 possuía IDH-M de 0,745.

### **3.6. Turismo**

Rafard é terra natal de Tarsila do Amaral, cuja casa tornou-se ponto turístico do município. Também é possível visitar a Estação Sorocabana, que foi construída nos anos de 1875 e 1876 para ligar as cidades de Rafard, Piracicaba e Itaiçi. Além destes existem outros pontos turísticos do município, como a Unidade Mista de Saúde, o Tanque São José a Usina Cosan dentre outros.

### **3.7. Sistema Viário**

O município de Rafard está cercado por amplo sistema viário, tendo como eixos principais que cortam o município as seguintes rodovias:

- Rodovia SP-101
- Rodovia SP-113
- Rodovia SP-308

**METODOLOGIA DO  
ESTUDO  
GRAVIMÉTRICO**

#### 4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado nos dias 29 e 30 de julho de 2014 no aterro municipal em valas de Rafard, já que atualmente o município destina seus resíduos para este aterro.

O dia 29 de julho foi utilizado para realização do preparo da amostra final e determinação do teor de umidade dos resíduos, enquanto que o dia 30 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 em todo o município, dessa forma o resíduo coletado para o estudo gravimétrico foi referente apenas ao dia 29/07.

A coleta final abrangeu todo o município, sendo que apenas 1 caminhão foi suficiente para representar a geração de resíduos de um dia. Foi retirada então uma amostra inicial de 3m<sup>3</sup> deste caminhão. Nesta amostra foi realizado um quarteamento com objetivo de obter-se 1,5 m<sup>3</sup>. Ao final do dia, obteve-se um total de aproximadamente 1,5m<sup>3</sup> utilizados para os demais estudos realizados no dia 30/07.

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:

- Do caminhão coletor, compactador, disponibilizado para coleta domiciliar de Rafard 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>.



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 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 foi realizado um quarteamento da amostra referente ao caminhão disponibilizado no dia 29/07. Os dois quartos opostos selecionados do quarteamento totalizaram uma amostra de 1,5m<sup>3</sup>, sendo esta armazenada temporariamente em *bag*.



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.**

- 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, da amostra final de 1,5m<sup>3</sup> foi selecionada uma amostra de 1m<sup>3</sup> e 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 (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.**

17

As atividades referentes ao dia 29/07 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m<sup>3</sup>. Já as atividades referentes ao dia 30/07, 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 29/07 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>Material (Resumo)</b>	
<b>Orgânicos</b>		<b>Orgânicos</b>	
Matéria orgânica + Massa Verde			
<b>Recicláveis secos</b>		<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>		<b>Demais Recicláveis</b>	
Isopor			
Borracha			
Madeira			
Ráfia			
<b>Rejeitos</b>		<b>Rejeitos</b>	
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc			
Tecidos/sapatos			
Demais rejeitos (bituca de cigarro, espuma, etc.)			
<b>Serviço de Saúde</b>		<b>Serviço de Saúde</b>	
<b>Outros</b>		<b>Outros</b>	
Lâmpadas e lixas			
<b>Total</b>			

- 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 30/07.

19



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 29 e 30/07 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 sanitário de Rafard, 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 1m<sup>3</sup> coletada e pesadas individualmente no final do dia 29/07.

**Tabela 2 - Composição Gravimétrica do município de Rafard.**

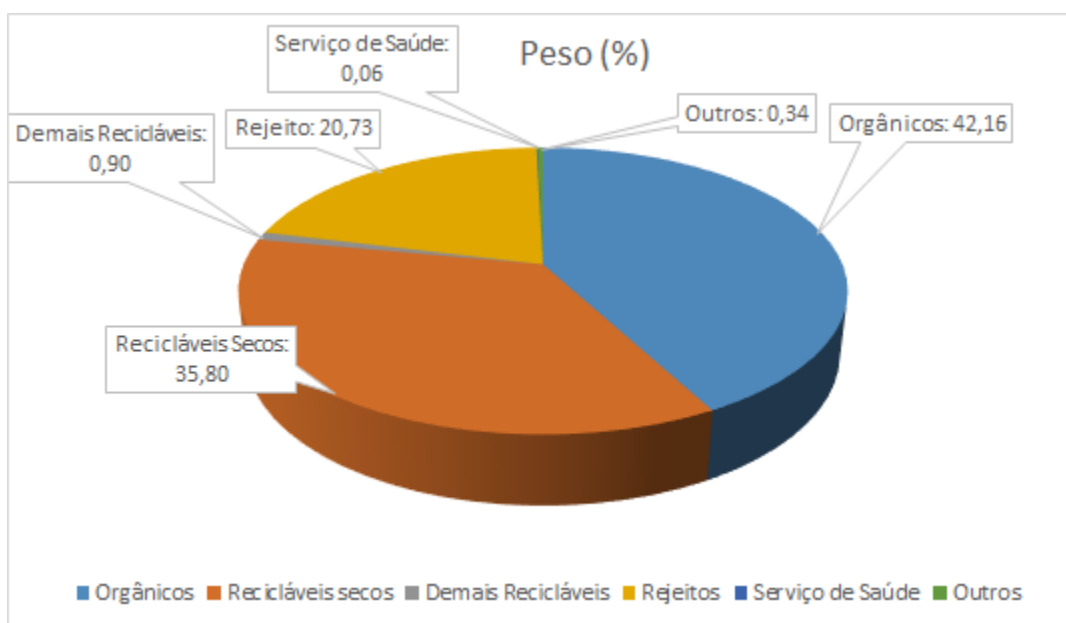
<b>Estudo Gravimétrico</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Orgânicos</b>	<b>39,140</b>	<b>42,16</b>
Matéria orgânica + Massa Verde	39,140	42,16
<b>Recicláveis secos</b>	<b>33,230</b>	<b>35,80</b>
Papel/Jornais/Revistas	7,800	8,40
Papelão	3,860	4,16
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	13,600	14,65
Plástico duro (embalagens, etc)	3,300	3,55
PET	0,460	0,50
Metais ferrosos	0,780	0,84
Alumínio	0,410	0,44
Vidros	1,200	1,29
Embalagens mistas	1,820	1,96
<b>Demais Recicláveis</b>	<b>0,840</b>	<b>0,90</b>
Isopor	0,080	0,09
Borracha	0,360	0,39
Madeira	0,200	0,22
Ráfia	0,200	0,22
<b>Rejeitos</b>	<b>19,240</b>	<b>20,73</b>
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	9,980	10,75
Tecidos/sapatos	9,240	9,95
Demais rejeitos (bituca de cigarro, etc.)	0,020	0,02
<b>Serviço de Saúde</b>	<b>0,060</b>	<b>0,06</b>
<b>Outros</b>	<b>0,320</b>	<b>0,34</b>
Lâmpada, pilhas e baterias.	0,320	0,34
<b>Total</b>	<b>92,830</b>	<b>100,00</b>

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

<b>Material (Resumo)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Orgânicos</b>	<b>39,140</b>	<b>42,16</b>
<b>Recicláveis secos</b>	<b>33,230</b>	<b>35,80</b>
<b>Demais Recicláveis</b>	<b>0,840</b>	<b>0,90</b>
<b>Rejeitos</b>	<b>19,240</b>	<b>20,73</b>
<b>Serviço de Saúde</b>	<b>0,060</b>	<b>0,06</b>
<b>Outros</b>	<b>0,320</b>	<b>0,34</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 Rafard.**



## 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 Rafard.**

<b>PESO ESPECÍFICO DA AMOSTRA DE 1m<sup>3</sup></b>			
<b>MUNICÍPIO</b>		<b>RAFARD-SP</b>	
<b>DATA DAS COLETAS DOS RSD</b>		<b>29/jul</b>	
<b>COLETA FINAL</b>	<b>1m<sup>3</sup></b>		
<b>TAMBORES</b>	<b>PESO DO TAMBOR (TARA) (Kg)</b>		
TAMBOR 1	<b>13,42</b>		
TAMBOR 2	<b>13,38</b>		
<b>TAMBORES</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>TAMBOR UTILIZADO</b>	<b>PESO - TARA (Kg)</b>
TAMBOR 1	35,82	TAMBOR 1	22,40
TAMBOR 2	34,18	TAMBOR 2	20,80
TAMBOR 3	27,16	TAMBOR 2	13,78
TAMBOR 4	24,74	TAMBOR 1	11,32
TAMBOR 5	44,26	TAMBOR 2	30,88
<b>PESO TOTAL (Kg)</b>			
<b>SUBTRAINDO-SE A TARA DOS TAMBORES</b>	<b>99,18</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:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 99,18 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em aproximadamente 42,16% 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 35,80%, 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 Rafard está representado na tabela seguinte:

25

**Tabela 5 - Determinação do teor de umidade.**

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE			
PESO RECIPIENTE (Kg)	0,22	Recipiente 2L	
PESO AMOSTRA RSD INICIAL(kg)	0,56	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,34
PESO RSD SECO (Kg) PÓS ESTUFA	0,36	PESO RSD SECO (kg) - PESO RECIPIENTE (Kg)	0,14
TEOR DE UMIDADE = $\frac{\text{PESO AMOSTRA RSD} - \text{PESO RSD SECO}}{\text{PESO AMOSTRA RSD}}$			TEOR DE UMIDADE = 58,82%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Rafard é de 58,82%, se enquadrando no 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 RSD domiciliares do município de Rafard.**

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE RAFARD-SP	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	8705
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (29/07)	1
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m <sup>3</sup> ) - volume livre	40
Volume Livre dos RS destinados ao aterro durante o dia (m <sup>3</sup> )	40
Peso Específico (Kg/m <sup>3</sup> )	99,18
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	3967,2
<b>Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))</b>	<b>0,45574</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, 0,45574 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: O caminhão não chegou totalmente lotado, porém foi considerada sua capacidade máxima para estimativa de geração per capita devido à dificuldade de estimar quantidade de resíduos que chegou neste caminhão. Foi escolhido o dia 29/07 para realização do estudo, onde apenas 1 caminhão coletou os resíduos do município, sendo que pode ocorrer deste ter que fazer até 2 viagens dependendo do dia da semana; o último fator é que pesar da coleta seletiva ser realizada em 100% do município, os resíduos recicláveis secos representaram 35,80% dos resíduos estudados, pouco acima da média nacional, resultado que pode contribuir para diminuir o peso específico dos resíduos.

## **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 Rafard-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 considerações 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do teor de umidade</li> </ul>
	Outono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do teor de folhas</li> </ul>
	Verão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)</li> </ul>
<b>2. Épocas especiais</b>		
	Carnaval	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)</li> </ul>
	Natal/ Ano Novo/ Páscoa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais)</li> </ul>
	Dia dos Pais/ Mães	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de matéria orgânica</li> </ul>
	Férias escolares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de embalagens (papel/papelão e</li> </ul>

	<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>

Através da caracterização do município de Rafard observa-se que o município possui área predominantemente urbana, a qual a maior parcela da economia local provém da prestação de serviços, seguidos por indústrias (suco, metalúrgica, caldeiraria) e agricultura como cultivo de cana-de-açúcar como principais fontes de renda



O município ainda possui PIB per capita segundo SEADE (2011) de R\$15.580,76, e elevado IDH-M que segundo esta mesma fundação em 2010 correspondia a 0,745.

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 (35,80%), considerando que o município já possui coleta seletiva, que atende alguns bairros, sendo que 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 praticou a coleta seletiva, retornar à prática e ampliar seu atendimento a todo município, além de identificar maneiras de implantar uma gestão eficiente para este processo, seja através da cobertura da coleta de 100% do município, da aquisição de maquinário que auxilie na triagem, ou através da elaboração de plano municipal de coleta seletiva que proporcione a visão administrativa e operacional da coleta seletiva.

Em Rafard existe a prática da agricultura, como por exemplo do cultivo da cana-de-açúcar e agricultura familiar, o que auxilia na geração dos resíduos orgânicos, gerando restos de cultivos e massa verde. Atualmente não é realizada compostagem pelo município

A composição gravimétrica indicou 42,16% de matéria orgânica, que está abaixo do indicado no Manual (IBAM, 2001) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos e também com relação ao IBAM, 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 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 1m<sup>3</sup>, foi de 58,82%. Neste caso, o resultado poderia ser inclusive inferior, mesmo estando dentro da média de 40 a 60% citada no Manual (IBAM,2001), já 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, 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 0,06% 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 (0,90% 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 20,73% 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. 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.

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 14 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](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.

35

Wikipédia, a enciclopédia livre, Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Rafard>>. Acesso 04 de agosto de 2014.