



R.156.056.071.14

“Produto II – Relatório Consolidado (Composição Gravimétrica)”

Município de Valinhos



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 Valinhos/SP é objeto do TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA firmado entre a Fundação Agência das Bacias PCJ e a Prefeitura Municipal de Valinhos 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 VALINHOS.....	9
3.1. Aspectos Regionais e Demografia.....	9
3.2. Clima.....	9
3.3. Vegetação	10
3.4. Recursos Hídricos	10
3.5. Distritos e Municípios Limitrofes	10
3.6. Atividades Econômicas.....	10
3.7. Turismo.....	10
3.8. Sistema Viário	11
4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO	14
5. RESULTADOS	25
5.1. Composição Gravimétrica.....	25
5.2. Peso Específico Aparente dos Resíduos.....	26
5.3. Teor de Umidade	28
5.4. Geração <i>per capita</i>	28
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
7. REFERÊNCIAS.....	38



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.



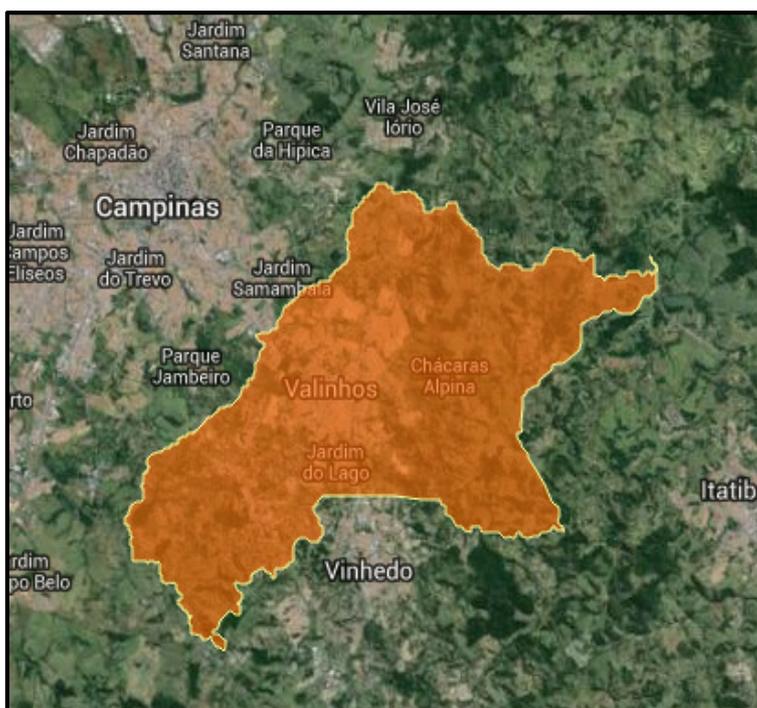
CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VALINHOS

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VALINHOS

3.1. Aspectos Regionais e Demografia

Valinhos é um município do estado de São Paulo. Localiza-se a uma latitude 22°58'14" sul e a uma longitude 46°59'45" oeste, estando a uma altitude de 660 metros e estrategicamente na Região Metropolitana de Campinas. A população estimada pelo SEADE em 2013 era de 113.022 habitantes e a área da unidade territorial é de 148,59 km², sendo, segundo IBGE (2013), 89 Km² de área rural.

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



Fonte: IBGE (2014).

Figura 1 - Município de Valinhos.

3.2. Clima

Tropical de Altitude, com Temperatura média anual de 19°C. 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. A temperatura máxima já registrada foi de 41°C e a Mínima de 2,4°C.

3.3. Vegetação

Valinhos apresenta 7% do seu território com cobertura vegetal. Esta cobertura é composta por remanescentes de Mata Atlântica, além de áreas consideradas de proteção permanente (denominadas APP). Somadas a estas áreas, Valinhos possui duas unidades de conservação estaduais de elevada importância ecológica. São elas: o Parque Estadual “Assessoria da Reforma Agrária” (ARA) e a Estação Ecológica de Valinhos (EEV).

3.4. Recursos Hídricos

A cidade de Valinhos possui alto potencial hídrico, com a presença de diversos cursos de água. Entre estes estão os Rios Capivari e Atibaia, o Ribeirão Pinheiros, além dos córregos Invernada, Ponte alta, Bom Jardim, Samambaia, Dois Córregos, entre outros. Somados todos os rios riachos ribeirões e córregos, Valinhos possui 91.920 metros de cursos de água.

10

3.5. Distritos e Municípios Limítrofes

O município de Valinhos tem como vizinhos: Campinas, Morungaba, Itatiba, Vinhedo e Itupeva.

3.6. Atividades Econômicas

Valinhos é um grande produtor de frutas, principalmente figo-roxo e goiaba.

Segundo o IBGE (2011) seu PIB – Produto Interno Bruto *per capita* é de 36.536,19 reais. O IDH – Índice de Desenvolvimento Humano, em 2010, era de 0.819.

3.7. Turismo

Desde a década de 1920, quando o então prefeito de Campinas Orozimbo Maia se torna proprietário da Fazenda Cachoeira e que, em 12 de julho de 1921, inaugura a Fazenda Hotel Fonte Sônia, é que Valinhos persegue sua vocação turística. Diz a história que Orozimbo Maia mandou proceder a análise da água, para saber se a mesma era radioativa, depois de

ter ouvido a história de que um colono que sofria dos rins foi curado após ter tomado, durante certo tempo, a água da fonte da fazenda.

O resultado foi positivo, mostrando que a água era de fato radioativa e suas propriedades eram benéficas para os males dos rins, bexiga e outros órgãos. A água da fonte da Fazenda Cachoeira era diurética, mais forte que a de Lindoia. Pensando no sucesso financeiro da descoberta, Orozimbo Maia transforma metade da casa da fazenda em hotel e dá início à produção comercial do líquido. A Fonte Sônia também ficou famosa pela produção de doces como figada e a goiabada e por suas belezas naturais, como as cascatas e matas nativas, que ainda hoje atraem inúmeros turistas.

Em vários momentos da história a imprensa valinhense levantou a questão de Valinhos e sua vocação para o turismo. O primeiro jornal de Valinhos, editado no ano de 1939 por Gedeão Menegaldo, traz um artigo com o título “Valinhos enquanto estância termoclimática”, que fala mais diretamente sobre esta vocação.

Porém, em nenhum momento da história como neste final de século, o turismo foi tão debatido e tão almejado. A concretização deste sonho começou a ser efetivada no ano de 1996, quando a Embratur concedeu a Valinhos o Selo de Cidade com Potencial Turístico.

Desde então, um trabalho de planejamento vem sendo realizado para concretizar esta vocação, através de um projeto que garanta a Valinhos infraestrutura para promover o turismo receptivo e condições de mostrar aos visitantes as principais atrações da cidade, seus eventos e sua principal riqueza, que são as frutas.

11

3.8. Sistema Viário

O município de Valinhos está cercado por amplo sistema viário, tendo como eixos principais as seguintes rodovias:

- Rodovia Anhanguera para São Paulo e interior do estado;
- Rodovia Dom Pedro I para Jacareí e São José dos Campos;
- Rodovia José Roberto Magalhães Teixeira (Interligação entre as Rodovias: Anhanguera/Dom Pedro I);
- Rodovia Francisco Von Zuben para Campinas;
- Rodovia Visconde de Porto Seguro para Vinhedo, Louveira e Campinas;
- Estrada Municipal dos Andradas para Vinhedo;



- Rodovia dos Agricultores para Rodovia Dom Pedro I e Joaquim Egídio.



**METODOLOGIA DO
ESTUDO
GRAVIMÉTRICO**

4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado nos dias 20, 21, 22 e 23 de maio de 2014, em área pertencente à secretaria de obras da prefeitura municipal de Valinhos, já que atualmente o município destina seus resíduos, através de transporte direto, ao Centro de Gerenciamento de Resíduos (CGR) de Paulínia-SP, município próximo à Valinhos.

Os dias 20, 21 e 22 de maio foram utilizados para realização do preparo da amostra final e determinação do teor de umidade dos resíduos, enquanto que o dia 23 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.

A coleta do resíduo domiciliar é realizada diariamente em setores da cidade. Dessa forma, o resíduo coletado para o estudo gravimétrico foi referente aos setores 1M, 2M, 3M e 4M de acordo com a divisão dos setores realizada pelo município. A coleta da amostra inicial referente ao setor 1M, mais populoso do município, foi realizado no primeiro dia, 20/05 (terça-feira), abrangendo os bairros Jardim Luiz, São Marcos e Jardim Santa Maria. Os setores 2M e 4M foram coletados no segundo dia, 21/05 (quarta-feira), e abrangeram os bairros Vale Verde, considerado classe alta, São Pedro, com característica de poder aquisitivo menor, além do bairro Ponte Alta, classe média. Por fim o setor 3M foi coletado no dia 22/05 (quinta-feira), representando os bairros Frutal, classe média, e Colina dos Pinheiros também de classe média.

Assim, optou-se por realizar a homogeneização diária dos resíduos, com amostras iniciais superiores a 3m³ coletadas por dia, sendo que ao final de cada dia o objetivo foi a obtenção de uma amostra de 1m³ após a homogeneização da amostra superior a 3m³. Somando os três dias de coleta de amostras iniciais, alcançou-se 3m³, misturou-se todas as 3 amostras de 1m³ obtidas nos 3 dias de coleta com objetivo de homogeneizar os resíduos provenientes de todos os setores, obtendo-se ao final uma amostra de aproximadamente 1m³.

O estudo então foi dividido em duas etapas, sendo a primeira para coleta de amostras dos diferentes setores e determinação do teor de umidade, a qual abrangeu os dias 20, 21 e 22 de maio, e a segunda etapa para realização da composição gravimétrica, determinação do peso específico dos resíduos e da geração *per capita*.

Nos três primeiros dias, 20/05 (terça-feira), 21/05 (quarta-feira) e 22/05 (quinta-feira), foi disponibilizado um veículo pick-up pela prefeitura para realizar a coleta junto aos caminhões compactadores, oriundos de Valinhos. A pick-up respeitou a setorização traçada pelos caminhões compactadores, sendo nestes dias realizadas as coletas de três amostras iniciais superiores a 3 m³, sendo uma amostra de 3m³ por dia.

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 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 viagem da pick-up disponibilizada para coleta domiciliar de Valinhos eram coletados sacos e sacolas de resíduos, aleatoriamente, seguindo o procedimento da NBR 10.007/2004, de onde foram retirados das laterais, base e topo da pilha de

resíduos. Essa coleta foi suficiente para encher quase 20 tambores de 200 litros, totalizando aproximadamente 4.000 litros ou 4m³.



Fonte: B&B Engenharia Ltda (2014).

Figura 3 - Coleta de resíduos realizada pela pick-up.



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 foram realizados dois quarteamentos por dia, sendo realizado nos dias 20, 21 e 22/05. O primeiro quarteamento de cada dia resultou em cerca de 1000 litros em cada quarto. Foram selecionados dois dos quartos resultantes (quartos opostos) e descartados os outros dois. Os dois quartos selecionados foram novamente homogeneizados e quarteados, restando cerca de 500 litros em cada quarto. Foram selecionados dois quartos opostos e armazenados temporariamente em bags, cerca de 1.000 litros.



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.

- O procedimento descrito acima foi repetido para cada um dos dias. No final do terceiro dia, após ter acumulado todas as amostras e ter realizado todos os quarteamentos, a amostra acumulada dos três dias 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.

19



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 transportados até a balança e pesados.

20

As atividades referentes aos dias 20, 21 e 22/05 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m³. Já as atividades referentes ao dia 23/05 iniciaram-se com a composição gravimétrica conforme descritas a seguir:

- O volume de 1m³, amostra final, selecionado no dia 22/05 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 23/05.

22



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 20, 21, 22 e 23/05 possibilitaram a obtenção das características qualitativas e quantitativas dos resíduos, evidenciando seus aspectos físicos. Os resultados serão apresentados no item seguinte. Vale ressaltar que os resíduos



excedentes das coletas realizadas nestes dias foram inseridos em caçambas, e estas foram despejadas em caminhões compactadores que permitiram o transporte dos resíduos até ao CGR de Paulínia.



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 22/5 e pesadas individualmente no final do dia 23/05.

Tabela 2 - Composição Gravimétrica do município de Valinhos.

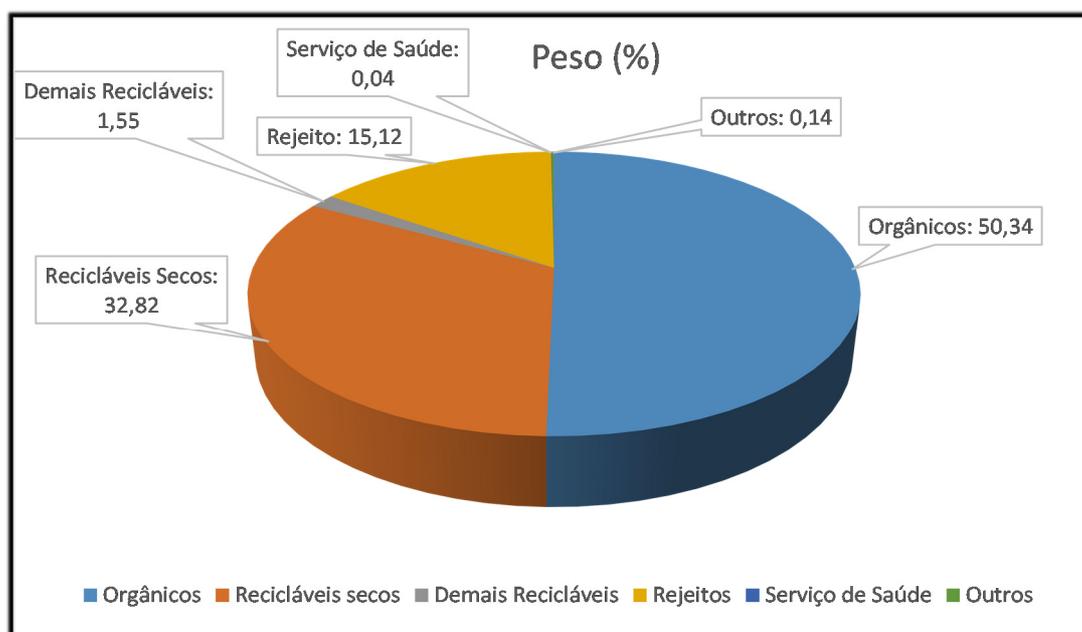
Estudo Gravimétrico	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	49,420	50,34
Matéria orgânica + Massa Verde	49,420	50,34
Recicláveis secos	32,220	32,82
Papel/Jornais/Revistas	2,480	2,53
Papelão	4,360	4,44
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	13,800	14,06
Plástico duro (embalagens, etc)	4,640	4,73
PET	0,960	0,98
Metais ferrosos	0,680	0,69
Alumínio	1,120	1,14
Vidros	2,560	2,61
Embalagens mistas	1,620	1,65
Demais Recicláveis	1,520	1,55
Isopor	0,660	0,67
Borracha	0,040	0,04
Madeira	0,460	0,47
Ráfia	0,360	0,37
Rejeitos	14,840	15,12
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	11,320	11,53
Tecidos/sapatos	3,420	3,48
Demais rejeitos (bituca de cigarro, etc.)	0,100	0,10
Serviço de Saúde	0,040	0,04
Outros	0,140	0,14
Lâmpada, lixa, etc..	0,140	0,14
Total	98,180	100,00

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

Material (Resumo)	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	49,420	50,34
Recicláveis secos	32,220	32,82
Demais Recicláveis	1,520	1,55
Rejeitos	14,840	15,12
Serviço de Saúde	0,040	0,04
Outros	0,140	0,14

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

Quadro 1 - Composição Gravimétrica do município de Valinhos.



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 Valinhos.

MUNICÍPIO		VALINHOS - SP	
DATA DAS COLETAS DOS RSD		20, 21 E 22/05	
COLETA FINAL	1m ³		
TAMBORES	PESO DO TAMBOR (TARA) (Kg)		
TAMBOR 1	13,42		
TAMBOR 2	13,38		
TAMBORES	PESO (Kg)	TAMBOR UTILIZADO	PESO - TARA (Kg)
TAMBOR 1	28,12	TAMBOR 1	14,7
TAMBOR 2	35,82	TAMBOR 2	22,44
TAMBOR 3	28,84	TAMBOR 1	15,42
TAMBOR 4	31,32	TAMBOR 2	17,94
TAMBOR 5	47,14	TAMBOR 1	33,72
PESO TOTAL (Kg)			
SUBTRAINDO-SE A TARA DOS			104,22

27

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:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 104,22 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo Manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em aproximadamente 50% neste estudo realizado, significativamente inferior ao resultado apresentado pelo Manual que é de 65%. Os resíduos recicláveis secos foram representados por este estudo em aproximadamente 33%, enquanto que no Manual é de aproximadamente 25%. Estes dados

influenciam diretamente no peso específico, uma vez que a matéria orgânica é o resíduo com maior densidade, conforme visto nos resultados 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 Valinhos 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)	0,36	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,14
PESO RSD SECO (Kg) PÓS ESTUFA	0,30	PESO RSD SECO (kg) - PESO RECIPIENTE (Kg)	0,08
TEOR DE UMIDADE = $\frac{\text{PESO AMOSTRA RSD} - \text{PESO RSD SECO}}{\text{PESO AMOSTRA RSD}}$			TEOR DE UMIDADE = 42,86%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Valinhos é de 42,86%, 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.

29

O quadro seguinte demonstra o resultado considerado para o município de Valinhos:

Quadro 2 – Geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares do município de Valinhos.

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE VALINHOS-SP	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	113022
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (11/06)	13
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m ³) - volume livre	60
Peso Específico (Kg/m ³)	104,22
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	81292
Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))	0,71925

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*.

31

Portanto, o resultado de geração *per capita* obtida por este estudo, 0,71925 Kg/habitante.dia, quando comparado ao resultado demonstrado pela CETESB de aproximadamente 0,9 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 maiores do que a apresentada neste dia; Valinhos possui coleta seletiva que abrange 80% do município, como o percentual de recicláveis ainda sim é significativo, pode influenciar no peso específico estimado no estudo.



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 Valinhos-SP 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 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.

33

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 Valinhos observa-se que o município possui área predominantemente urbana, embora sua área rural seja aproveitada para o cultivo de frutas, sendo assim considerada um município de grande potencial turístico.

Características como a de possuir um PIB *per capita* consideravelmente alto, que segundo (IBGE, 2011) é de R\$36.536,19, e elevado IDH que corresponde a 0,819.

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 (32,82%), considerando que o município já possui coleta seletiva, que atende de 80 a 85% da população, sendo que grande parte dos resíduos recicláveis secos já são segregados e coletados separadamente da coleta regular dos resíduos sólidos domiciliares, e que a média nacional estimada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) é de 31,9%.

Cabe ao município, que já pratica a coleta seletiva e comercialização dos resíduos recicláveis, identificar maneiras de aprimorar a gestão deste processo, seja através da cobertura da coleta de 100% do município, da aquisição de maquinário que auxilie na triagem, e 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.

35



Fonte: (Prefeitura Municipal de Valinhos, 2014).

Figura 15 - Coletores de resíduos recicláveis do município de Valinhos

Valinhos possui área rural de 89km², e o que potencializa a geração dos resíduos orgânicos é a produção de frutas nesta região, gerando restos de cultivos e massa verde. Atualmente não é realizada compostagem pelo município

A composição gravimétrica indicou 50,34% de matéria orgânica, que está abaixo do indicado no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que indicam estimativas de média nacional de 65% e 51,4%

respectivamente. O resultado está próximo à média nacional quando relacionado ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o que é representativo para que o município reflita sobre implantação da compostagem, já que a principal atividade do município é o cultivo de frutas, o que a tornou município com alto potencial turístico. 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 42,86%. Neste caso, o resultado poderia ser inclusive superior, mesmo estando dentro da média de 40 a 60% citada no Manual (IBAM,2001), já que possui elevado índice de matéria orgânica, porém como a amostra de 2 litros é retirada aleatoriamente, é comum que não se obtenha um resultado elevado de umidade, já que os resíduos da amostra final possuem outros componentes além do orgânico.

Os resíduos de serviço de saúde (RSS) encontrados na composição gravimétrica representaram 0,04% 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 (1,55% 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, resíduo da logística reversa, lixa e resíduo da construção civil. 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 19,56% do total da amostra estudada, o que evidencia a importância de se tomar ações que possibilitem o aproveitamento dos resíduos avaliados, tendo ciência de que a destinação final ao aterro sanitário poderá ser ínfima comparada a atual realidade.



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. **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.

38

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

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 10 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.

39

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

