



## I-059 - ESTUDO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE ÓBIDOS-PA E DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO PER CAPITA MUNICIPAL

### **Davi Edson Sales De Souza<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Engenharia Civil pela UFPA. Professor assistente da UFPA- campus Tucuruí

### **Rayne Menezes Lopes**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA)

### **Heitor Capela Sanjad**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

### **Raisa Rodrigues Neves**

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA).

### **Amanda Barros dos Santos**

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento/Norte (LENHS/Norte).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Augusto Corrêa, 01 – Guamá – Belém – PA - CEP 66075-110 – Brasil Caixa postal 479.PABX +55 91 3201-7000. E-mail:

## **RESUMO**

O estudo gravimétrico e de geração per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) é importante ferramenta no planejamento da gestão e do gerenciamento de lixo na realidade municipal Brasileira. Neste sentido, este trabalho apresenta resultados da pesquisa realizada em dezembro de 2013, na área urbana do município de Óbidos, Estado do Pará, relacionada ao gerenciamento dos RSU local. Óbidos não apresenta estrutura disponível de limpeza urbana, o que dificultou o estudo. Assim, foi executado cálculo amostral que determinou o número de residências representativas para o total de domicílios dos oito bairros pertencentes à área urbana e aplicou-se questionário para identificação da população referente às residências amostrais. Em seguida, os resíduos foram coletados de acordo com critério adotado pela prefeitura (porta-a-porta, duas vezes na semana). Por fim, foi montada estrutura no lixão da cidade para receber os RSU coletados, para, então, realizar o estudo gravimétrico (por categoria) e a determinação do per capita de RSU gerado no município de Óbidos. A coleta de RSU foi realizada em 315 habitações (1.260 habitantes), chegando ao valor total (gravimetria) de 1.041,76 kg (1º dia) e 1.068,12 kg (2º dia), tendo destaque a categoria “plástico” (20,05% - 1º dia e 19,67% - 2º dia); com per capita de 0,24 kg/hab.dia, dentro do estabelecido para municípios até 30.000 habitantes, caso no município de Óbidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gravimetria, Resíduos Sólidos, Óbidos.

## **INTRODUÇÃO**

Um bom sistema municipal de resíduos sólidos urbanos deve medir, de alguma forma, a quantidade e a qualidade dos resíduos gerados pela sua população, considerando a premissa da sustentabilidade (POLAS; TEIXEIRA, 2009).

A caracterização dos resíduos sólidos trás muitos benefícios para quem o gera, permitindo subsidiar o planejamento das atividades de setor de limpeza urbana, avaliando o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos gerados (MOURA; LIMA; ARCHANJO, 2012).

Essas características podem variar em função dos aspectos sociais, econômicos, culturais, geográfico e climático, ou seja, os mesmos fatores que diferenciam as comunidades entre si (NUCASE, 2007), dependendo, também, do poder aquisitivo, dos hábitos e do nível educacional da população.

É importante, também, estudar a geração dos resíduos sólidos em qualquer fonte geradora, de modo a determinar um valor que represente essa produção per capita, como forma de subsidiar qualquer estudo nessa área, facilitando o entendimento da limpeza urbana local.

O conhecimento das características dos resíduos é fundamental para definir os melhores sistemas de destinação final, principalmente no município de Óbidos, onde todos os resíduos gerados são encaminhados aos lixões existentes na cidade, favorecendo diariamente a degradação ambiental e social de quem trabalha e vive nesses locais insalubres.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no mês de dezembro de 2013, na zona urbana do município de Óbidos, Estado do Pará (Imagem 1). Essa zona tem população urbana de 25.446 habitantes, instalados em 5.100 domicílios (PREFEITURA MUNICIPAL DE ÓBIDOS, 2013).

Imagem 1 – Localização zona urbana de Óbidos



O trabalho foi dividido em duas Etapas complementares:

### PRIMEIRA ETAPA

**a) Cálculo amostral de domicílios e da população de coleta:** em virtude do município de Óbidos não dispor de infraestrutura disponível de limpeza urbana e pela grande quantidade de resíduos sólidos (RS) gerados no local, foi executado cálculo amostral que determinou o número de residências representativas para o total de domicílios dos oito bairros pertencentes à área urbana. Em seguida, aplicou-se questionário para identificar o número de habitantes referentes às residências onde ocorreu a coleta dos RS. Os valores de RS e de população identificados representarão toda a geração de lixo referente à população urbana do município de Óbidos.

### SEGUNDA ETAPA

**a) Coleta dos resíduos sólidos:** a coleta obedeceu ao critério utilizado pela prefeitura, sendo do tipo porta-a-porta, duas vezes na semana (segunda e quinta), com três veículos próprios não compactadores utilizados pela prefeitura para este fim e equipe técnica de trinta funcionários.

**b) Estudo gravimétrico dos RS e determinação do Per Capita de RS do município de Óbidos:** após a coleta, os resíduos foram encaminhados para o lixão da cidade, onde foi montada estrutura básica com lonas e balanças com capacidade de medição de 300 kg. O lixo foi homogeneizado e separado em categorias (Quadro 1) para aferição e, posteriormente, pesagem. Foram utilizados tambores de 200 L na pesagem, sendo subtraído o peso do tambor ao final do processo, para identificação do peso real do lixo coletado de cada categoria (a balança foi tarada com o tambor vazio). O estudo gravimétrico foi realizado pela divisão da massa de cada categoria pela massa total dos RS coletados no respectivo dia (Equação 1).

**Quadro 1 – composição dos materiais para a gravimetria.**

| <b>Categoria</b> | <b>Composição</b>                                                                                                                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Papel            | Papel e papelão                                                                                                                                                          |
| Metal            | Ferro, Alumínio e Cobre                                                                                                                                                  |
| Plástico         | Plástico filme, rígido e PET                                                                                                                                             |
| Vidro            | Garrafas, copos ou recipientes de vidro                                                                                                                                  |
| Matéria orgânica | Restos de alimento, animais mortos, folhas e galhos secos                                                                                                                |
| Outros           | Remédios, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, restos de latas de tinta, papel higiênico, fraldas e absorventes (tendo resíduo que não está na classificação acima) |

$$\text{Categoria (\%)} = \frac{\text{Massa da categoria (kg)}}{\text{Massa total da amostra de coleta no dia (kg)}} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

Para a determinação da geração Per Capita de RS no município de Óbidos, ocorreu à somatória do peso líquido de todo o lixo coletado por dia, dividido por sete (número de dias da semana) e depois pelo número de habitantes correspondentes as habitações onde foi realizada a coleta (Equação 2)

$$\text{Per Capita } \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot \text{dia} \right) = \left( \frac{C1 + C2 + C3}{7} \right) / P \text{ (hab)} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

Cn: Peso líquido dos resíduos na viagem n do caminhão (kg);

P: População referentes às casas coletadas (habitantes);

## RESULTADOS

### PRIMEIRA ETAPA

O estudo amostral aplicado no município de Óbidos calculou 315 habitações distribuídas nos oito bairros que compõem a zona urbana desse município. No momento da coleta foi identificado o número de habitantes em cada residência, por meio de aplicação de questionário, chegando ao valor 1.260 habitantes, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Calculo amostral**

| <b>Bairro</b>    | <b>Domicílios por Bairro</b> | <b>Amostra de domicílios</b> | <b>População</b> |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| Centro           | 185                          | 15                           | 1.260            |
| São Francisco    | 937                          | 75                           |                  |
| Cidade Nova      | 1075                         | 90                           |                  |
| Loudes           | 325                          | 15                           |                  |
| Fátima           | 528                          | 15                           |                  |
| Santa Terezinha  | 1420                         | 75                           |                  |
| Perpetuo Socorro | 330                          | 15                           |                  |
| Bela Vista       | 300                          | 15                           |                  |
| <b>Total</b>     | <b>5100</b>                  | <b>315</b>                   |                  |

### SEGUNDA ETAPA

A coleta de resíduos sólidos foi realizada por equipe técnica de trinta funcionários, utilizando caminhões não compactadores (Imagem 2).

**Imagem 2 – Coleta de lixo**



Após a coleta os resíduos foram direcionados para o lixão da cidade, onde foi realizado o estudo gravimétrico em estrutura montada no local. A Imagem 3 mostra os caminhões utilizados na coleta enquanto as Tabela 2 e Tabela 3 mostram os resultados obtidos nesse estudo.

**Imagem 3 – Estrutura montada para o estudo gravimétrica**



**Tabela 2 – Peso dos resíduos sólidos por categoria e por dia**

| Bairro              | Coleta dos Resíduos Sólidos – Óbidos/PA |       |            |       |               |       |            |       |            |       |             |       |
|---------------------|-----------------------------------------|-------|------------|-------|---------------|-------|------------|-------|------------|-------|-------------|-------|
|                     | Matéria Orgânica (kg)                   |       | Papel (kg) |       | Plástico (kg) |       | Vidro (kg) |       | Metal (kg) |       | Outros (kg) |       |
|                     | 1º                                      | 2º    | 1º         | 2º    | 1º            | 2º    | 1º         | 2º    | 1º         | 2º    | 1º          | 2º    |
| Centro              | 18,76                                   | 19,39 | 15,79      | 14,79 | 21,05         | 24,23 | 10,53      | 13,51 | 5,26       | 6,00  | 47,37       | 60,25 |
| São Francisco       | 20,00                                   | 22,36 | 22,47      | 21,56 | 38,20         | 40,00 | 13,48      | 15,01 | 7,87       | 8,25  | 17,98       | 22,65 |
| Cidade Nova         | 35,02                                   | 31,97 | 18,00      | 19,00 | 27,20         | 25,30 | 22,40      | 21,00 | 14,90      | 14,35 | 17,50       | 21,59 |
| Loudes              | 10,00                                   | 11,26 | 19,44      | 18,25 | 22,22         | 23,00 | 13,90      | 16,68 | 11,11      | 12,00 | 33,33       | 25,98 |
| Fátima              | 15,38                                   | 16,87 | 11,90      | 13,00 | 21,43         | 22,00 | 4,76       | 4,69  | 7,14       | 6,29  | 54,76       | 61,00 |
| Santa Terezinha     | 80,26                                   | 70,27 | 21,48      | 20,00 | 26,85         | 28,36 | 6,71       | 8,00  | 10,07      | 10,25 | 34,90       | 42,00 |
| Perpetuo Socorro    | 15,00                                   | 10,36 | 7,84       | 9,00  | 23,53         | 25,21 | 4,90       | 4,30  | 7,35       | 8,30  | 56,37       | 63,96 |
| Bela Vista          | 20,35                                   | 19,35 | 5,31       | 8,26  | 23,01         | 22,00 | 1,77       | 3,00  | 2,65       | 1,00  | 67,26       | 82,27 |
| <b>Total 1º dia</b> | <b>1014,76</b>                          |       |            |       |               |       |            |       |            |       |             |       |
| <b>Total 2º dia</b> | <b>1068,12</b>                          |       |            |       |               |       |            |       |            |       |             |       |
| <b>Total</b>        | <b>2082,88</b>                          |       |            |       |               |       |            |       |            |       |             |       |

**Tabela 3 – Estudo Gravimétrico**

| Categoria (%)           | Dias de Coleta | Centro | São Francisco | Cidade Nova | Loudes | Fátima | Santa Terezinha | Perpetuo Socorro | Bela Vista | Total        |
|-------------------------|----------------|--------|---------------|-------------|--------|--------|-----------------|------------------|------------|--------------|
| <b>Matéria Orgânica</b> | 1º             | 1,85   | 1,91          | 3,45        | 0,99   | 1,52   | 7,91            | 1,48             | 2,01       | <b>21,10</b> |
|                         | 2º             | 1,82   | 2,09          | 2,99        | 1,05   | 1,58   | 6,58            | 0,97             | 1,81       | <b>18,90</b> |
| <b>Papel</b>            | 1º             | 1,56   | 2,21          | 1,77        | 1,92   | 1,17   | 2,12            | 0,77             | 0,52       | <b>12,05</b> |
|                         | 2º             | 1,38   | 2,02          | 1,78        | 1,71   | 1,22   | 1,87            | 0,84             | 0,77       | <b>11,60</b> |
| <b>Plástico</b>         | 1º             | 2,07   | 3,76          | 2,68        | 2,19   | 2,11   | 2,65            | 2,32             | 2,27       | <b>20,05</b> |
|                         | 2º             | 2,27   | 3,74          | 2,37        | 2,15   | 2,06   | 2,66            | 2,36             | 2,06       | <b>19,67</b> |
| <b>Vidro</b>            | 1º             | 1,04   | 1,33          | 2,21        | 1,37   | 0,47   | 0,66            | 0,48             | 0,17       | <b>7,73</b>  |
|                         | 2º             | 1,26   | 1,41          | 1,97        | 1,56   | 0,44   | 0,75            | 0,40             | 0,28       | <b>8,07</b>  |
| <b>Metal</b>            | 1º             | 0,52   | 0,78          | 1,47        | 1,09   | 0,70   | 0,99            | 0,72             | 0,26       | <b>6,54</b>  |
|                         | 2º             | 0,56   | 0,77          | 1,34        | 1,12   | 0,59   | 0,96            | 0,78             | 0,09       | <b>6,22</b>  |
| <b>Outros</b>           | 1º             | 4,67   | 1,77          | 1,72        | 3,28   | 5,40   | 3,44            | 5,56             | 6,63       | <b>32,47</b> |
|                         | 2º             | 5,64   | 2,12          | 2,02        | 2,43   | 5,71   | 3,93            | 5,99             | 7,70       | <b>35,55</b> |

Com o peso líquido total (dos dois dias de coleta) identificado, bem como a população das habitações coletadas, foi determinado o valor per capita de 0,24 kg/hab.dia de geração de resíduos sólidos, como observado a seguir.

$$\text{Per Capita } \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot \text{dia} \right) = \left( \frac{C1 + C2 + C3}{7} \right) / P (\text{hab})$$

$$\text{Per Capita } \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot \text{dia} \right) = \left( \frac{1014,76 + 1068,12}{7} \right) / 1260$$

$$\text{Per Capita } \left( \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot \text{dia} \right) = 0,24$$

## CONCLUSÃO

Pelo fato do município de Óbidos não dispor de infraestrutura adequada de limpeza urbana, ocorreram situações desagradáveis nas etapas do estudo gravimétrico, o que impediu identificar resultados em intervalo de tempo menor.

A gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares gerados na área urbana do município de Óbidos, com a identificação das frações percentuais dos diferentes tipos de resíduos urbanos domiciliares na coleta, permitirá planejamento estratégico da prefeitura, baseando-se nos resultados obtidos.

O valor da categoria matéria orgânica foi baixo, devido à cultura local de acondicionar restos de comida e de outros resíduos úmidos para alimentar animais de abate e domésticos, reduzindo, portanto, esse tipo de resíduo, fato que interferiu no per capita determinado.

O per capita de 0,24 kg/hab.dia de geração de RS identificado neste trabalho, apesar de baixo, está dentro dos valores estabelecidos para municípios até 30.000 habitantes, segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, que afirma ser o valor mínimo de 1,0 kg/hab.dia, máximo de 2,53 kg/hab.dia e médio de 0,82 kg/hab.dia. (BRASIL, 2011).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS). Diagnósticos de Resíduos Sólidos, 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br.html>> Acessado em: 09/04/2014.
- NUCASE. Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: ReCESA, 2007, 96 p.



3. MOURA, A.A., DE LIMA, W.S., ARCHANJO, C.R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso - Município de Itaúna - MG. In: SynThesis. Revista Digital, Pará de Minas, n.3, 4 - 16, abr. 2012.  
ÓBIDOS. Prefeitura Municipal de Óbidos. Secretaria de Infraestrutura. Pará, 2013.
4. POLAZ, C.N.M. & TEIXEIRA, B.A.N. (2009) Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 411-420.