



III-129 - COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS ATERRADOS: ESTUDO DE CASO DA CÉLULA EXPERIMENTAL DO ATERRO DA MURIBECA - PE

Sávio Henrique de Barros Holanda ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Maurício de Nassau (UNINASSAU), Mestrando em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Rodrigo Cândido Passos da Silva

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Mestre e Doutorando em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Ericka Patrícia Lima de Brito

Engenheira Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Mestre em Engenharia Civil (Geotecnia Ambiental) pela UFPE e Pesquisadora do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Leonor Alves de Oliveira da Silva

Mestre em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Doutora em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e Pesquisadora do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

José Fernando Thomé Jucá

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Mestre em Geotecnia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid e Pós Doutor pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal de Pernambuco e Coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Acadêmico Hélio Ramos, S/N – Cidade Universitária - Recife - PE - CEP: 50740-530 Brasil - Tel: (81) 21268224 - e-mail: savioholanda@hotmail.com

RESUMO

A atividade de composição gravimétrica de resíduos aterrados tem se tornado uma tendência na pauta das discussões da gestão de aterros sanitários encerrados, principalmente em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Finlândia e Suécia. Embora esta discussão esteja bastante precoce no Brasil, algumas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de propor alternativas gerenciais para este passivo ambiental. Diante disto, o entendimento da característica gravimétrica do resíduo enterrado é crucial. Neste sentido, foi coletado 150 kg de resíduo envelhecido com oito anos de aterramento, seguindo a NBR 10.007/2004, e categorizado conforme as metodologias adaptadas de Kaartinen et al. (2013) e Firmo (2013) em dez subcategorias: plásticos, papel/papelão, vidro, metais, orgânicos, madeira/coco, sanitários, têxteis, finos e outros resíduos. Os resultados evidenciaram que os percentuais de resíduos orgânicos (que era de 42% no preenchimento da célula) reduziu a 0,1% após oito anos de encerramento da célula, por outro lado, a representação do percentual de plástico na massa total de resíduos aumentou de 21,5% a 36,9%. Diante disto, nota-se a necessidade de estudos mais aprofundados para delinear cenários gerenciais eficientes para os resíduos aterrados.

PALAVRAS-CHAVE: Composição gravimétrica, Resíduos envelhecidos, Aterro encerrado.

INTRODUÇÃO

A disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários sem prévio tratamento constitui a principal rota tecnológica de tratamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil. Estes materiais, antes de serem depositados nas células do aterro, devem ser caracterizados de forma gravimétrica com a finalidade de conhecer a tipologia dos componentes que irão compor a massa de resíduos, para que sejam destinados às

tecnologias de tratamento adequadas, de forma a evitar problemas futuros de ordem geomecânica e ambiental. Entretanto, este cenário constitui-se como uma prática pouco utilizada no país.

No Brasil, com a publicação da Lei 12.305/2010 referente à Política Nacional dos Resíduos Sólidos Urbanos, uma diversidade de modificações no âmbito desta temática deverá ser realizado, dentre os quais, a extinção dos lixões, prática inadequada bastante utilizada no país. Essas áreas potencialmente degradadas deverão ser constantemente monitoradas visando mitigar maiores problemas ambientais.

Muito além do conhecimento tradicional dos resíduos novos, a atividade de composição gravimétrica de resíduos aterrados tem se tornado uma tendência na pauta das discussões da gestão de aterros sanitários encerrados, principalmente em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Finlândia e Suécia. Em geral, após o encerramento das atividades em aterros sanitários, são realizados monitoramentos visando identificar a estimativa de produção de biogás e geração de lixiviado.

O estudo gravimétrico de resíduos aterrados pode subsidiar uma avaliação prévia do estado de biodegradabilidade e potencial energético destes materiais, assim como propor estudos mais aprofundados do comportamento geomecânico e da característica físico-química e microbiológica da massa de resíduos.

Diante desta perspectiva, a partir dos RSU dispostos há 9 anos em uma célula experimental localizada no aterro da Muribeca-PE, o presente trabalho objetivou a realização de ensaios de composição gravimétrica em laboratório visando identificar o percentual de cada componente na massa de resíduos, observando assim quais materiais ainda são identificados, visto o tempo de degradação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A célula experimental está localizada no Aterro Controlado da Muribeca (Figura 1), encerrado desde junho de 2009, situado no município de Jaboatão dos Guararapes/PE. Esta célula foi projetada por Jucá et al. (2006) e construída por Maciel (2009), ocupando uma área de base de 5.993 m² e altura máxima de 9,0 m, distribuída em dois patamares com 3,0 m e 6,0 m de altura. A capacidade de RSU da referida célula é de aproximadamente 37.000 toneladas e volume estimado em 35.208,90 m³. A referida célula foi objeto de estudos por diversos pesquisadores, dentre eles, Maciel (2009), Firmo (2013).



Figura 1. Vista lateral da área célula experimental. Fonte: Maciel (2009).

Coleta e caracterização gravimétrica dos resíduos aterrados

A coleta de amostras de resíduos sólidos aterrados foi realizada na célula experimental do Aterro da Muribeca, cuja amostragem ocorreu no dia 09/06/2015, no período da manhã, por meio da seleção prévia de uma área definida em projeto (para que evitasse danos nos instrumentos instalados e no sistema de drenagem superficial interno de gases e líquidos). Com o auxílio da retroescavadeira, foi removido a vegetação rasteira presente, além do solo da camada de cobertura e os resíduos existentes na faixa de transição solo-resíduo, evitando a amostragem de resíduo contaminado por solo. Em seguida, foram separados e coletados aproximadamente 150 kg de resíduos a uma profundidade de 1,5 m e conduzidos para a etapa de composição gravimétrica, conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2. Procedimento de escavação/mineração dos resíduos aterrados: (a) remoção da cobertura vegetal; (b) remoção da camada de cobertura; (c) coleta do resíduo aterrado, (d) quarteamento do resíduo, (e) amostragem do resíduo e (f) caracterização gravimétrica.

O estudo gravimétrico dos resíduos foi realizado por meio da técnica de quarteamento, conforme metodologia sugerida pela NBR 10.007 (2004), a qual também foi adotada em pesquisas desenvolvidas por Mariano et al. (2007), Maciel (2009) e Firmo (2013) e apresentada na Figura 3. O quarteamento consiste na seleção de uma amostra homogênea e representativa de resíduo, por meio da divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado (ABNT, 2004, p. 5).

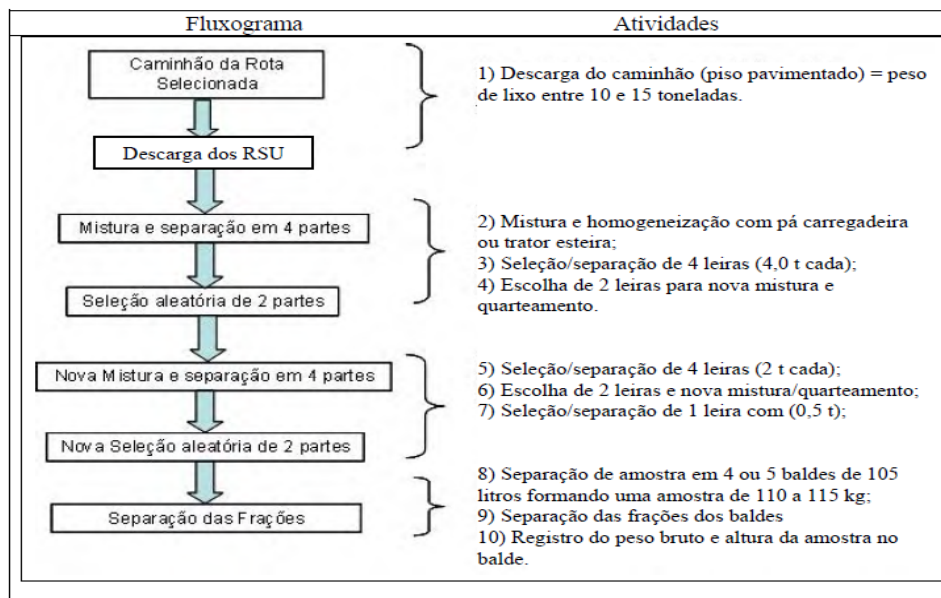


Figura 3. Fluxograma da metodologia de caracterização dos resíduos por quarteamento.

Fonte: MARIANO et. al. (2007)

A segregação dos resíduos envelhecidos foi realizada com base na adaptação de duas metodologias: a primeira desenvolvida por Kaartinen et al. (2013), o qual trabalhou com resíduos de 8 anos de aterramento do Aterro de Kuopio, e a segunda baseada na caracterização/classificação de resíduos com 5 anos de aterramento, realizada por Firmo (2013).

A segregação dos resíduos aterrados foi realizada em duas etapas: peneiramento das frações e classificação manual dos resíduos de maior granulometria. Na primeira etapa, seguindo a metodologia de Kaartinen et al. (2013), os resíduos foram segregados por meio de uma peneira de madeira (Figura 3a), retangular, com dimensões de 0,80 m x 1,00 m, revestida, em sua base, com uma malha de aço carbono, como espaçamento de 25,4 mm (1") para que fossem separados os resíduos de diferentes granulometrias. Os resíduos que passaram pela peneira, por apresentar granulometria menor do que 25,4mm, foram classificados como finos (Figura 3b), enquanto o volume retido foi disposto para uma segregação manual (Figura 3c).



Figura 3. Metodologia para caracterização dos resíduos envelhecidos.

Na segunda etapa, os resíduos retidos foram dispostos sobre uma lona plástica colocada no solo, triados manualmente e classificados em 10 subcategorias, a saber: plásticos, papel/papelão, vidro, metais, orgânicos, madeira/coco, sanitários, têxteis, finos e outros resíduos, conforme a metodologia de Firmo (2013). Os resíduos segregados foram depositados em baldes identificados e pesados com o auxílio de uma balança eletrônica digital (Marca Filisola /Modelo MF 100) com capacidade máxima de 100 kg e sensibilidade de 0,02.

RESULTADOS

Conforme elucidado na Figura 4, os resultados da composição gravimétrica indicam os plásticos como a principal fração presente na massa de resíduos aterrados, com valor de aproximadamente 37%. Além deste, frações como outros resíduos (resíduos de difícil diferenciação tipológica) e os finos (resíduos de menor granulometria decorrente do processo natural de biodegradação), apresentaram valores em torno de 31% e 16%, respectivamente.

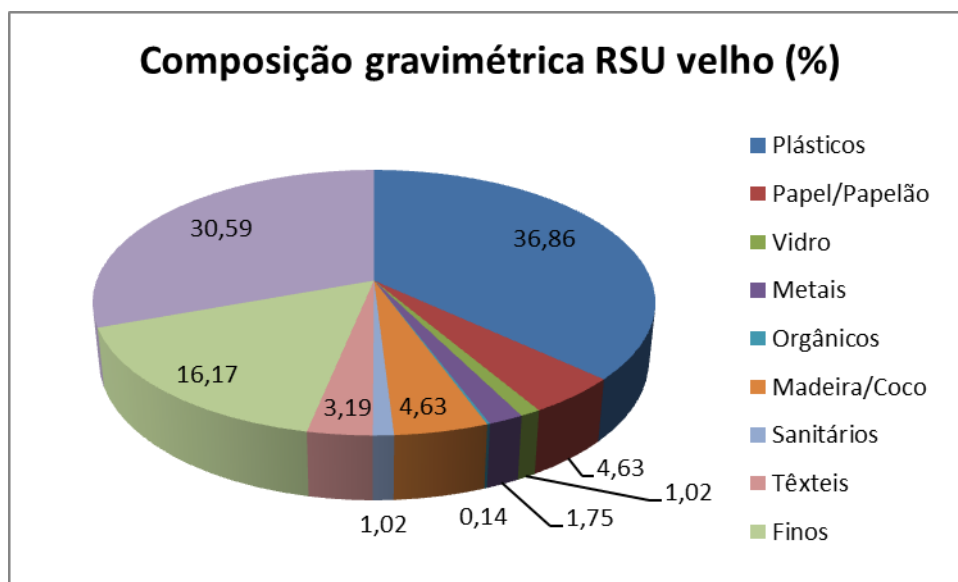


Figura 4. Composição gravimétrica de resíduos escavados de oito anos de idade.

Os resultados obtidos neste trabalho estão coerentes com a pesquisa realizada por Firmo (2013), quando estudou a gravimetria dos resíduos depositados na referida célula com 3,5 anos de aterramento. De acordo com a autora, os plásticos e finos obtiveram maiores percentuais, com valores de aproximadamente 12% e 25%, respectivamente. Entretanto, assim como elucidado nesta pesquisa (resíduo orgânico menor que 1%), o percentual dos resíduos orgânicos foi de 3%.

Os percentuais elevados dos plásticos demonstram uma baixa biodegradabilidade desta fração, mediante presença de substâncias químicas, como a lignina, que dificulta o processo natural de biodegradação (FIRMO, 2013). As demais frações foram encontradas em percentuais bem menores.

A Tabela 1 apresenta um comparativo das características das frações dos resíduos no momento do preenchimento da célula e atualmente, após 8 anos de aterramento. Este comparativo permite observar a velocidade de decomposição de cada material. Neste sentido, observa-se que com o tempo de decomposição, significativos reduções e aumentos foram obtidos. O teor de matéria orgânica, após oito anos de encerramento, apresentou baixos percentuais, em virtude do elevado potencial de biodegradação deste material. Por outro lado, os resíduos plásticos foram representados por um alto percentual, devido ao baixo potencial de biodegradação. De acordo com Firmo (2013), a degradação biológica do plástico é limitada devido, dentre outros, a presença de moléculas com estrutura complexa e de difícil degradação, como a lignina, assim como aos componentes bioquímicos presentes.

Frações dos RSU	1 ano de aterramento Maciel (2009)	8 anos de aterramento
Matéria Orgânica	42,0	0,1
Papel/Papelão	14,2	4,6
Plástico	21,5	36,9
Vidro	0,7	1,0
Metais	1,8	1,8
Sanitários	4,3	1,0
Madeira/Côco	6,0	4,6
Texteis	4,2	3,2
Borracha e Couro	1,2	0,0
Finos	0,0	16,2
Outros Resíduos	4,1	30,6

Tabela 1. Composição média dos RSU coletados na célula experimental em diferentes tempos de decomposição.

CONCLUSÕES

A caracterização gravimétrica dos resíduos aterrados, embora seja uma prática pouco comum nos aterros brasileiros, é bastante difundida na Europa e Estados Unidos, sendo fundamental para a proposição de medidas gerenciais, como a valorização dos resíduos envelhecidos ao ciclo produtivo, além de ampliar a vida útil dos aterros e reduzir o passivo ambiental provocado pela disposição dos resíduos.

Também pode-se observar que, após quase dez anos de aterramento e ação microbiana, a predominância de resíduos como plásticos (material de difícil biodegradação) e os finos - materiais com granulometria $\varnothing < 25,4$ mm (1"). Por outro lado, os resíduos orgânicos apresentou baixos percentuais, devido a atividade natural de biodegradação dos resíduos facilmente biodegradáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10007: Amostragem de resíduos. Rio de Janeiro, 2004b. 14 p.
2. FIRMO, A. L. B. Estudo numérico e experimental da geração de biogás a partir da biodegradação de resíduos sólidos urbanos. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, UFPE. 2013.
3. JUCÁ, J.F.T.; MACIEL, F.J.; MARIANO, M.O.H.; KAYMOTO, L.S. Projeto executivo das obras civis da célula piloto energética da CHESF-Aterro da Muribeca/PE. Universidade Federal de Pernambuco/Grupo de Resíduos Sólidos, Recife-PE. 2006.
4. KAARTINEN, T.; SORMUNEN, K.; RINTALA, J. Case study on sampling, processing and characterization of landfilled municipal solid waste in the view of landfill mining. Journal of Cleaner Production 55, 56-66. 2013.
5. MACIEL, F.J. Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.
6. MARIANO, M. O. H.; MACIEL, F. J.; FUCALÉ, S. P.; JUCÁ, J. F. T.; BRITO, A. R. Estudo da Composição dos RSU do Projeto Piloto para Recuperação do Biogás no Aterro da Muribeca/PE. VI Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental – REGEO. 2007.
7. Mariano, M.O.H. et. al. Estudo da Composição dos RSU do Projeto Piloto para Recuperação do Biogás no Aterro da Muribeca/PE. Anais do VI Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental / V Simpósio Brasileiro de Geossintéticos, Recife/PE, 2007.