



III-002 - CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ANTIGO LIXÃO DO MUNICÍPIO DE MAIRINQUE (SP)

Camila Camolesi Guimarães⁽¹⁾

Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP). Mestranda em Ciência Ambiental pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE/USP). Pesquisadora Assistente Trainee no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Alexandre Muselli Barbosa⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ). Mestre em Ciência do Solo pelo CPGA-CS (UFRRJ). Pesquisador Assistente no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Endereço⁽¹⁾: Av. Prof. Almeida Prado, 532, prédio 59 – Cidade Universitária – São Paulo - SP - CEP: 05508-901 - Brasil - Tel: +55 (11) 3767-4946 - e-mail: camilacg@ipt.br

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo a caracterização gravimétrica dos resíduos do antigo lixão do município de Mairinque (SP). Tal atividade foi realizada como parte do processo de avaliação ambiental e encerramento do vazadouro, para dar suporte à interpretação das análises de solo e água subterrânea e para subsidiar a análise de estabilidade. Tomou-se como base a norma ABNT NBR 10007, seguindo-se os procedimentos para amostragem em pilhas de resíduos heterogêneos. Foram escolhidos três pontos para amostragem e foi realizada em laboratório a caracterização física das amostras de solo coletadas, procedendo-se os seguintes ensaios: análise granulométrica conjunta, teor de matéria orgânica e teor de voláteis. De maneira geral, obteve-se maior quantidade de plásticos em relação aos outros resíduos nos pontos amostrados, seguido por orgânicos, tecidos, vidros e metais. Observou-se nas amostras alta porcentagem de solo de cobertura, caracterizado principalmente por areia silto-argilosa e silte areno-argiloso, apresentando média a alta permeabilidade à infiltração de água e líquidos percolados. Foram encontrados também altos teores de matéria orgânica e umidade, e baixos teores de sólidos voláteis. A caracterização gravimétrica dos resíduos e análises físicas do solo de cobertura permitiram a verificação de uma tendência à formação e infiltração de líquidos percolados no aterro, o que pode indicar uma maior probabilidade de contaminação das águas subterrâneas, pois essa infiltração vem ocorrendo desde o início da utilização da área, na década de 1980.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização gravimétrica, resíduos sólidos, antigo lixão, Mairinque.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento e gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) representam atualmente um grande desafio para os municípios brasileiros. O gerenciamento de RSU deficiente inclui a falta de tratamento e disposição final inadequada, causando problemas sociais, sanitários, econômicos e ambientais, como a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas.

No Estado de São Paulo são geradas, aproximadamente, 38.370 toneladas de RSU/dia, sendo a disposição final avaliada por meio do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), metodologia adotada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Em 2012, verificou-se que 590 municípios dispunham os RSU em instalações de disposição final enquadradas na condição “adequada” (IQR=7,1 a 10,0), enquanto 55 enquadravam-se na condição “inadequada” (IQR=0,0 a 7,0) (SMA, 2014).

Apesar da maioria dos municípios apresentar atualmente condições adequadas de disposição de resíduos, muitos ainda possuem em suas áreas de domínio antigos vazadouros (lixões ou aterros controlados), que, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), deveriam ser encerrados em até quatro anos após sua publicação. Para o processo de encerramento de um antigo lixão, a CETESB exige que seja realizada a investigação ambiental da área, para



verificar a presença de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas, bem como a presença de gases, a partir da qual será elaborado o plano de encerramento do local.

Na falta de um procedimento específico para a avaliação ambiental de vazadouros de resíduos sólidos, foi elaborado o “Procedimento para Investigação de Passivos Ambientais em Áreas de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos” pela CETESB. O objetivo desse procedimento é caracterizar a presença de contaminação no solo e na água subterrânea e migração de gases, causadas por problemas construtivos ou operacionais em áreas de disposição de RSU, aplicado com base no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001). Entretanto, o modelo conceitual de investigação possui algumas particularidades, visto que a possível fonte geradora já é conhecida e sua remoção, do ponto de vista técnico/econômico, se torna inviável. Desta forma, a investigação visa identificar as possíveis direções de fluxo dos contaminantes e impedir que estes atinjam a área externa ao vazadouro.

O levantamento de informações da área deve subsidiar a elaboração do plano de encerramento. Este deve conter todas as informações relacionadas ao uso pretérito da área; localização e delimitação da massa de resíduos; rede de monitoramento de água, solo, gases e suas respectivas quantificações químicas; avaliação geotécnica quanto à estabilidade, readequação geométrica e confinamento; além de possíveis intervenções, como barreiras, calhas de captação, cobertura e sistemas de drenagem de chorume e gases.

Para a interpretação dos resultados das análises de solo e água subterrânea e geração de gases, bem como para a análise de estabilidade, é importante conhecer os elementos que compõe a massa de resíduos e o percentual de cada material, pois estes condicionam o comportamento geral do aterro. De acordo com Carvalho (1999 *apud* BORGATTO, 2006, p.24), os RSU são materiais multifásicos, constituídos pelas fases sólida, líquida e gasosa, que variam percentualmente com o tempo, devido aos processos de degradação. A compreensão do comportamento das massas de resíduos, então, se baseia no conhecimento das interações existentes entre as três fases e variação destas com o tempo.

Segundo Mattei e Escosteguy (2007), a composição gravimétrica de um aterro de RSU é uma informação básica para o monitoramento e avaliação de projetos ambientais. Constitui uma informação importante na compreensão do comportamento dos resíduos, e expressa, em percentual, a presença de cada componente em relação ao peso total da amostra de RSU.

A maioria dos estudos sobre a composição gravimétrica dos materiais presentes nos RSU brasileiros é realizada em amostras obtidas de resíduos não aterrados. Porém, muitas vezes a composição dos resíduos recém-coletados difere dos resíduos aterrados, por razão de separação em unidades de triagem ou biodegradação. Dessa forma, a determinação da composição gravimétrica é mais representativa quando realizada em amostras coletadas diretamente do aterro (MATTEI e ESCOSTEGUY, 2007).

Considerando a necessidade de encerramento de antigos vazadouros em municípios paulistas e a importância do entendimento da composição gravimétrica dos RSU aterrados para tal fim, o presente estudo teve por objetivo a caracterização gravimétrica dos resíduos do antigo lixão do município de Mairinque (SP). Este trabalho é parte integrante de projeto realizado no município através de convênio estabelecido através do Programa de Apoio Tecnológico aos Municípios (PATEM) com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) para atendimento pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO E DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

O município de Mairinque está localizado na região Sudeste do Estado de São Paulo, distante cerca de 65 km da capital. Apresenta uma área territorial de aproximadamente 210 km², sendo que 18 km² representam áreas urbanas, com altitude média de 800m. A área de estudo é caracterizada pelo antigo lixão do município, localizado na Estrada dos Moreiras, km 05, Bairro do Góes/Fazenda Santo Antônio (Figura 1).



Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Mairinque.

O antigo lixão recebeu os RSU de Mairinque no período de 1988 a 2008. Em 1997, após serem tomadas algumas medidas exigidas pela CETESB, como o cercamento da área para evitar a entrada de pessoas e animais, o lixão passou a ter a classificação de aterro controlado. Nos anos que se seguiram, a situação da área retrocedeu, sendo operada em padrões abaixo dos recomendados pela CETESB ($IQR_{2002}=3,6$) até sua interdição definitiva.

Durante inspeção realizada pela CETESB em 2002, verificou-se que a disposição de resíduos no local ainda se encontrava inadequada, com queima de resíduos a céu aberto; presença de catadores, animais e vetores e cobertura apenas uma vez por semana. Foram identificadas também oito valas com resíduos líquidos industriais, como borras de óleo e resíduos líquidos orgânicos.

Nesse mesmo ano, foi instaurada Ação Civil Pública contra a Prefeitura do Município de Mairinque por motivo de destinação inadequada de resíduos domésticos, com possível ocorrência de contaminação do solo, lençol freático e corpos hídricos a jusante, bem como danos a remanescentes florestais situados no município.

A partir do não cumprimento de exigências colocadas pela CETESB e das várias autuações recebidas pela Prefeitura de Mairinque, no dia 21 de outubro de 2008 foi aplicada penalidade de interdição definitiva do lixão municipal para as atividades de recebimento e disposição de resíduos sólidos. Para o correto encerramento da área foi exigida a elaboração de uma investigação confirmatória de solo e água subterrânea e apresentação de projeto executivo para recuperação do vazadouro.

METODOLOGIA

A caracterização gravimétrica dos resíduos do antigo lixão de Mairinque foi realizada de forma a dar suporte e facilitar a interpretação dos resultados das análises de solo e água subterrânea e para subsidiar a análise de estabilidade do vazadouro. Tal atividade baseou-se na norma ABNT NBR 10007:2004 e ocorreu no dia 17 de março de 2015.

Foi realizada amostragem de resíduos em três pontos distintos do aterro (Figura 2) de modo a obter amostras representativas dos principais pontos de deposição de resíduos, levando em consideração o tipo de resíduo (doméstico ou industrial) e o período de deposição. Foram escolhidos para a amostragem os seguintes pontos:

- Ponto 1 (P1): localizado no topo do aterro, onde ocorreram as últimas deposições de resíduos antes de seu encerramento;
- Ponto 2 (P2): localizado próximo à uma área alagada, onde há registros de deposições de resíduos industriais sólidos e líquidos;
- Ponto 3 (P3): localizado na berma central de deposição de resíduos.

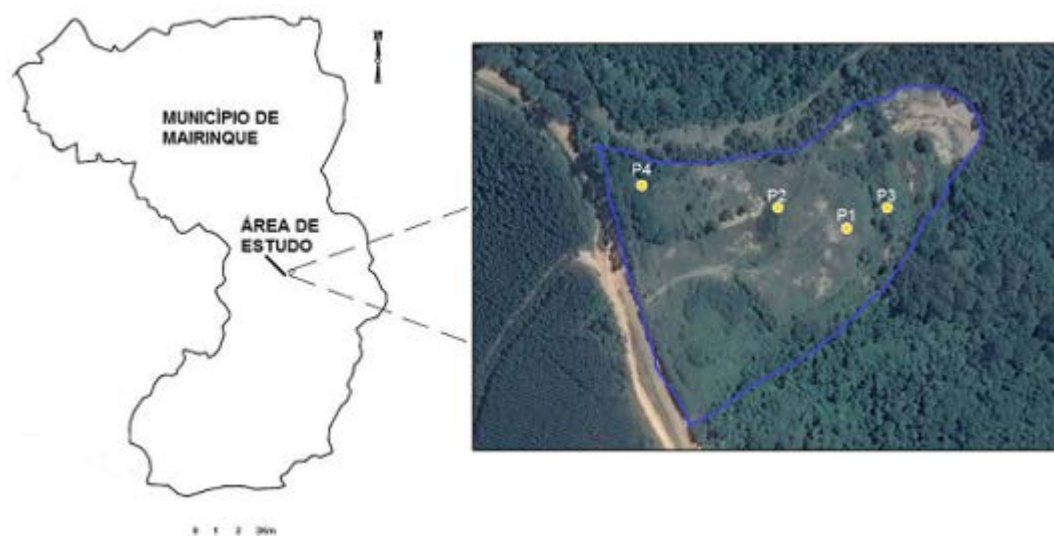


Figura 2 – Localização dos pontos selecionados para amostragem.

Foram seguidos os procedimentos para amostragem em montes ou pilhas de resíduos heterogêneos. Segundo a norma ABNT NBR 10007:2004, para resíduos heterogêneos de fácil amostragem, deve-se preparar uma amostra respeitando as proporcionalidades dos diferentes resíduos, de forma a se obter uma amostra composta representativa.

Em cada ponto, foram abertas trincheiras de aproximadamente 3 m x 3 m x 3 m, com auxílio de uma retroescavadeira. Após a retirada da camada de solo superficial, foram retiradas camadas de resíduos até a formação de uma pilha homogênea. Em seguida, foram coletadas amostras de três seções da pilha de resíduos, em seu topo, meio e base, sendo retirados aproximadamente 100 litros.

Na sequência, procedeu-se a separação dos resíduos coletados em cinco grandes grupos: plásticos, metais, vidros, orgânicos (restos de alimentos, folhas, galhos, papéis, restos de jornal, etc.) e tecidos, sendo colocados em sacos plásticos de 200 litros. Cada grupo de resíduos e o solo que restou após a separação foram pesados individualmente e retiradas duas amostras de solo (do P1 e P3), de aproximadamente 1 kg, para caracterização em laboratório. Os resíduos foram então devolvidos, para o posterior fechamento da trincheira.

A Figura 3 apresenta as etapas de amostragem dos resíduos descrita acima.



Figura 3 – (1) e (2) Abertura de trincheira para amostragem de resíduos; (3) Formação da pilha de resíduos e coleta dos mesmos; (4) Separação dos resíduos coletados.

Para a caracterização física das amostras de solo coletadas, foram realizados os seguintes ensaios:

- **Análise Granulométrica Conjunta (NBR 7181/84):** com a porcentagem de amostra de solo passante em peneira de 2,0 mm, realizou-se a dispersão química com hexametáfosfato de sódio. A análise por sedimentação foi feita através de leituras realizadas em tempos pré-determinados utilizando densímetro para construção da Curva Granulométrica. As frações de areia (fina, média e grossa) foram determinadas através da técnica de peneiramento. A porcentagem de rejeitos (diâmetro maior do que 2,0 mm) foi determinada gravimetricamente;
- **Teor de matéria orgânica (NBR 13600/86):** foi determinado através da queima em mufla, à temperatura de 440°C (+/-5°C), do material destorroadado, passado em peneira de 2,0 mm e previamente seco em estufa à temperatura de 105/110 °C;
- **Teor de voláteis (NBR 6457/86):** a amostra peneirada (9,5 mm) foi seca em estufa a 65 °C por 24 h e por mais 24 h a 105 °C; com isto, determinou-se o teor de umidade e o peso seco da amostra. A seguir, a amostra seca foi levada em mufla para queima a 550 °C por 1 h + 3 h e o teor de voláteis determinado.

Estes tiveram como objetivo determinar o tipo de solo de cobertura utilizado no aterro, determinação de matéria orgânica ainda presente no resíduo e teor de voláteis.

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam a caracterização dos diferentes tipos de resíduos amostrados nos pontos P1, P2 e P3.

Tabela 1 – Caracterização dos resíduos amostrados na área do antigo lixão de Mairinque

Material	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
	Peso (kg)	Porcentagem	Peso (kg)	Porcentagem	Peso (kg)	Porcentagem
Plástico	13,56	39,2%	16,385	56,1%	12,255	42,8%
Metal	0,41	1,2%	0,95	3,3%	0,65	2,3%
Vidro	0,3	0,9%	0,845	2,9%	1,215	4,2%
Tecido	0,83	2,4%	1,02	3,5%	4,09	14,3%
Orgânico	5,565	16,1%	5,235	17,9%	2,695	9,4%
Solo	13,9	40,2%	4,76	16,3%	7,73	27,0%
Total da amostra	34,565	100,0%	29,195	100,0%	28,635	100,0%

Tabela 2 – Porcentagem média de cada tipo de resíduo amostrado

Material	Porcentagem média
Plástico	46%
Metal	2,2%
Vidro	2,7%
Tecido	6,7%
Orgânico	14,5%
Solo	27,9%

A partir da Tabela 1 pode-se perceber que, de maneira geral, obteve-se maior quantidade de plásticos em relação aos outros resíduos nos pontos amostrados, seguido por orgânicos, tecidos, vidros e metais, estes dois últimos em pequena quantidade. A grande quantidade de plásticos encontrados, principalmente sacolas plásticas, reflete o aumento da utilização uso desse material nas últimas décadas.

Segundo Pinto (2000), os plásticos em aterros dificultam a compactação dos resíduos e prejudicam a decomposição dos materiais putrescíveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica. Com efeito, encontraram-se materiais orgânicos dentro de sacolas plásticas que, sete anos após o encerramento do aterro, ainda não haviam sido decompostos, o que explica os altos valores encontrados para os orgânicos nos três pontos.

Mattei e Escotesguy (2007) realizaram a caracterização gravimétrica de um aterro controlado no município de Passo Fundo (RS), onde os principais componentes encontrados foram os orgânicos (denominados massa pastosa), com 41%, e os plásticos, com 27%. No aterro de Mairinque essa porcentagem se inverte, sendo encontrada uma média de 46% de plásticos e 14% de materiais orgânicos, refletindo características de consumo regional e de períodos de atividades distintos.

Durante a amostragem, levantou-se a data de validade de resíduos perecíveis, como embalagens de carne e leite, para estimar o período de deposições em cada ponto do aterro. Os resíduos amostrados no P1 foram datados do ano de 2007, enquanto os resíduos no P2 foram datados dos anos de 2008 e 2009 e os do P3, do ano de 2005. A partir disso, pode-se perceber que na parte interior do aterro encontram-se os resíduos mais “antigos” e, portanto, em maior grau de decomposição, enquanto nas áreas mais próximas à entrada encontram-se os resíduos mais “novos”, em menor grau de decomposição, o que corrobora com a diferença dos valores para orgânicos encontrados nos três pontos.

Em todos os pontos amostrados, observou-se alta porcentagem de solo, refletindo o tipo de operação realizada durante as atividades do vazadouro, ao qual se utilizava material de empréstimo para realizar o aterramento, misturando-se assim à massa de resíduos.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise granulométrica do solo coletado nos P1 e P3. A amostra do P1 foi composta por 58% de solo e 42% de rejeitos (resíduos com tamanho maior que 2,0mm, que não puderam ser separados), enquanto a amostra do P3 foi composta por 80% de solo e 20% de rejeitos.

Tabela 2 – Análise granulométrica do solo nos pontos amostrados (P1 e P3)

Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia total (%)	Classificação do Solo	Porcentagem da Fração Grossa			Finos ^a (%)	Rejeitos ^b (%)
					Areia Total Fracionada				
					Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)		
P1	24	27	49	Franco-argilo-arenosa	19	12	18	57	42
P3	8	74	18	Franco-siltosa	15	2	1	95	20

^a Porcentagem da amostra que passa em peneira ASTM 200 (0,075 mm).

^b Porcentagem da amostra que inclui pedregulhos e outros materiais do aterro.

A partir desses dados, é possível inferir que o solo utilizado para cobertura no **P1** (Franco-argilo-arenoso) é oriundo de uma porção mais rasa do terreno, onde a argila representa 24% do total, diferentemente do **P3** (Franco-siltosa), que apresenta 74% de silte, o que caracteriza solo em processo de formação e frações intemperizáveis. Entretanto, ambas apresentam composições que concedem característica de alta permeabilidade, facilitando a infiltração de ar e água da chuva.

Essa característica pode aumentar a atividade biológica e, conseqüentemente, acelerar a degradação dos materiais presentes no aterro; porém, a alta permeabilidade pode também facilitar a infiltração de água da chuva e de líquidos percolados através da massa de resíduos, tanto vertical quanto horizontalmente, podendo atingir o nível do lençol freático e causar a contaminação das águas subterrâneas.

O teor de matéria orgânica em cada amostra é apresentado na Tabela 3 e os teores de umidade e voláteis são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 – Teor de matéria orgânica nas amostras de solo

Amostra	Teor de Matéria Orgânica (%)
P1	9,54
P3	7,24

Tabela 4 – Teores de umidade e voláteis das amostras de solo

Amostra	Teor de Umidade 65°C (%)	Teor de Umidade 105°C (%)	Teor de Voláteis 550°C / 1h (%)	Teor de Voláteis 550°C / 3h (%)
P1	51,82	52,23	10,87	10,96
P3	38,19	38,49	9,56	9,81

De acordo com Fageria (2004), os solos podem ser classificados conforme seu teor de matéria orgânica, sendo reconhecidos como valores altos os teores maiores que 4,5%; como valores médios os teores entre 1,5% e 4,5% e, como valores baixos, os teores menores que 1,5%. Dessa forma, a partir da Tabela 4 podem-se perceber teores de matéria orgânica elevados nas amostras de solo do aterro. Tais valores refletem a característica dos resíduos brasileiros e, conseqüentemente, dos resíduos depositados no aterro, os quais são compostos por aproximadamente 50% de matéria orgânica (MMA, 2012), e a incorporação de parte dos resíduos durante o processo de aterramento.

De acordo com Borgatto (2006), o percentual de matéria orgânica está diretamente relacionado ao teor de umidade, à permeabilidade e ao peso específico da massa de resíduos. Quanto maior a umidade e permeabilidade, maior será o teor de matéria orgânica no solo do aterro, pois esses parâmetros favorecem a

atividade biológica sobre a massa de resíduos. Assim, o alto teor de matéria orgânica encontrado correlaciona-se com a análise granulométrica do solo do aterro, que indicou a predominância de um solo com alta permeabilidade, favorecendo a entrada de ar e água e, conseqüentemente, a decomposição biológica em um ambiente rico em matéria orgânica.

Os valores de teor de umidade são dependentes de fatores como composição granulométrica, composição gravimétrica, condições climáticas e taxa de decomposição biológica. Quanto maior a porcentagem de materiais orgânicos depositados no aterro, maior será seu teor de umidade. No caso do aterro de Mairinque, o alto teor de umidade encontrado reflete as condições atmosféricas no período em que foi realizada a amostragem, caracterizado por alta pluviosidade, o que demonstra a ocorrência de processo de infiltração na área, potencializando o processo de percolação de substâncias através das camadas do aterro.

Foram quantificados baixos teores de sólidos voláteis. De acordo com Lima et al. (2002), um alto percentual de sólidos voláteis indica a presença de uma grande quantidade de matéria orgânica a ser degradada e baixos valores indicam que os resíduos já passaram por acentuado processo de degradação. Dessa forma, os resíduos depositados no aterro de Mairinque encontram-se em avançado estágio de degradação, o que pode indicar uma baixa produção atual de líquidos percolados, bem como baixa produção de gases.

No estudo realizado por Melo e Jucá (2000) em dois aterros controlados no Estado de Pernambuco, foram coletadas amostras de solo para determinação do teor de umidade e teor de voláteis. No aterro de Aguazinha (região metropolitana de Recife), as amostras apresentaram valores de umidade entre 12% a 40% e os teores de voláteis variaram entre 7% e 28%. No aterro da Muribeca (município de Jaboatão de Guararapes), foram encontrados teores de umidade entre 9% e 43% e teores de voláteis entre 8% e 18%.

Os teores de umidade encontrados no aterro de Mairinque foram maiores que os encontrados nos aterros Aguazinha e Muribeca, o que reflete as diferenças de condições climáticas entre o município do Estado de São Paulo e os municípios do Estado de Pernambuco. Já os teores de voláteis de algumas amostras foram semelhantes, enquanto em outras amostras o teor de voláteis dos aterros de Pernambuco foram superiores. Isso se deve ao fato de que os aterros de Pernambuco, apesar de receberem resíduos desde a década de 1980, ainda não haviam sido encerrados na época da amostragem, fazendo com que alguns pontos apresentassem resíduos em alto grau de degradação, enquanto outros apresentassem resíduos ainda em baixo grau de degradação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a investigação ambiental do antigo vazadouro do município de Mairinque, a análise dos resíduos mostrou uma grande quantidade de plásticos depositados no local, o que reflete o tipo de consumo local e a forma de operação do vazadouro e pode contribuir para a desestabilização da área.

A datação dos resíduos indicou que na parte mais interior do aterro foram depositados os resíduos mais antigos, enquanto nas áreas mais próximas à sua entrada, os resíduos apresentam deposição mais recente, dado importante para a análise de estabilidade da massa do aterro, pois a idade dos mesmos relaciona-se a seu grau de decomposição.

A alta porcentagem de matéria orgânica e baixo teor de voláteis indica que, apesar da área apresentar pontos com resíduos em diferentes estágios de degradação, a maior parte da matéria orgânica foi degradada e existe baixa quantidade de materiais degradáveis.

O alto teor de umidade nas amostras de solo indica a existência de processo de infiltração na área, o que pode levar à percolação de substâncias para camadas mais profundas do aterro, podendo chegar ao lençol freático. Tais processos são decorrentes da característica do solo de cobertura encontrado, apresentando média a alta permeabilidade, permitindo maior entrada de ar e água nas camadas superiores do aterro, aumentando o teor de umidade e estimulando a biodecomposição.

Ressalta-se que a caracterização gravimétrica e as análises de solo são atividades preliminares, que colaboram com o processo de investigação ambiental e ajudam a montar o modelo conceitual dos processos que ocorrem na área, entretanto, devem ser complementadas pela instalação de poços de monitoramento e amostragens de solo e água subterrânea, para verificar a presença de contaminação a partir dos materiais depositados na área.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7181: Solo – análise granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13 p.
2. ABNT. NBR 6457: Amostras de solo – preparação de ensaios de compactação e ensaios para caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 9 p.
3. ABNT. NBR 6502: Rochas e solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 18 p.
4. ABNT. NBR 13600: Solo – determinação do teor de matéria orgânica por queima a 440°C. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 2 p.
5. ABNT. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 25 p.
6. BORGATTO, A. V. A. Estudo do efeito fibra e da morfologia na estabilidade de aterros de resíduos sólidos urbanos. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
7. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 07 ago. 2015.
8. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. São Paulo: CETESB, 2001. 389 p.
9. CETESB. Procedimento para investigação de passivos ambientais em áreas de destinação final de resíduos sólidos urbanos. São Paulo: CETESB, 2011.
10. FAGERIA, N. K. Produção de Sementes Sadia de Feijão Comum em Várzeas Tropicais. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/solos.htm>. Acesso em 06 ago. 2015.
11. LIMA, A. L. et al. Estudos comparativos de diferentes metodologias para determinação de umidade e sólidos voláteis aplicadas em resíduos sólidos urbanos. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6, 2002, Vitória. Anais... Vitória, ES, 2002. p.1-11.
12. MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.12, n.3, p.247-251, 2007.
13. MELO, V. L. A.; JUCÁ, J. F. T. Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, RS, 2000. p. 1-9.
14. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: MMA, 2012.
15. PINTO, A. G. Reciclagem de plástico. In: Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. p.143-155.
16. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – SMA. Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA, 2014. 350 p. Disponível em: <http://s.ambiente.sp.gov.br/cpla/plano-residuos-solidos-sp-2014.pdf>. Acesso em 07 ago. 2015.