

ANÁLISE DOS PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DO SOLO DO ATERRO DE SAMAMBAIA, DF

Lorena Silva Pereira¹; Caio Soares Camargos²; Gabriel Alves Teixeira³; Hellen Evenyn Fonseca da Silva⁴; Ygor dos Santos Carneiro⁵; Beatriz Rodrigues de Barcelos⁶

Resumo – O crescimento populacional acelerado e ao aumento exponencial de consumo tem como consequência uma maior geração de resíduos sólidos. A destinação desses deve ser realizada de forma adequada, atendendo normas técnicas e a legislação vigente, visando minimizar impactos ambientais e socioeconômicos. Entre as disposições preconizada na legislação ambiental brasileira, destaca-se o aterro sanitário. No Distrito Federal a disposição dos resíduos sólidos em aterro sanitário iniciou no ano de 2017, assim, o presente trabalho tem por objetivo analisar características geotécnicas do solo deste aterro sanitário, localização na Região Administrativa de Samambaia (DF) e verificar a compatibilizada das características com solos para aterro sanitário definido pelas normas técnicas. Para tanto, foram coletadas amostras de solo no segundo semestre de 2017 e realizados ensaios parametrizados de granulometria, limite de plasticidade, limite de liquidez, massa específica dos grãos, coeficiente de permeabilidade e índice de resistência do solo (ISC). A partir dos resultados, inferiu-se que o solo não atende a todos os requisitos, possuindo coeficiente de permeabilidade acima do limite especificado, tornando propícia a poluição de camadas inferiores do solo e de águas subterrâneas. Além disso, o índice de plasticidade, apresentou-se abaixo do parametrizado. Para diminuição do coeficiente de permeabilidade, uma medida corretiva é a mistura do solo com materiais de baixa permeabilidade.

Abstract – Accelerated population growth and the exponential increase in consumption result in increased generation of solid waste. The destination of these wastes must be performed in an appropriate manner, taking into account technical standards and current legislation, in order to minimize environmental and socioeconomic impacts. Among the provisions advocated in Brazilian environmental legislation, we highlight the sanitary landfill. In the Federal District, the disposal of solid waste in landfill began in 2017, so the present work has the objective of analyzing the geotechnical characteristics of the soil of this sanitary landfill, location in administrative region of Samambaia (DF) and verify the compatibility of the characteristics with landfill sites as defined by the technical standards. For this purpose, soil samples were collected in the second half of 2017 and parametric tests of grain size, plasticity limit, liquidity limit, grain specific mass, permeability coefficient and California Bearing Ratio (CBR) were performed. From the results, it was inferred that the soil does not meet all requirements, having a permeability coefficient above the specified limit, making it possible to pollute lower layers of soil and groundwater. In addition, the plasticity index was below the parameter. To reduce the permeability coefficient, a corrective measure is the mixing of the soil with materials of low permeability

Palavras-Chave – Aterro sanitário; geotecnia; resíduos sólidos.

¹ Universidade Católica de Brasília, (61) 999082247, lorennasyva1@gmail.com

² Universidade Católica de Brasília, (61) 998378044, caiocamargos1996@gmail.com

³ Universidade Católica de Brasília, (61) 995348105, gabrielalvesteixeira02@gmail.com

⁴ Universidade Católica de Brasília, (61) 981268931, hevenyn1@gmail.com

⁵ Universidade Católica de Brasília, (61) 999907789, ygosdjk@gmail.com

⁶ Universidade Católica de Brasília, (61) 999662553, beatriz.rodrigues.barcelos@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atrelado ao crescimento acelerado vivenciado nas últimas décadas, houve também o crescimento desordenado na geração de resíduos. A destinação de resíduos sólidos urbanos tem instigado muitos debates, visto os prejuízos humano, financeiro e ambiental que a deposição incorreta desses pode ocasionar.

Dentre as destinações adotadas, tem-se: lixão, aterro controlado e aterro sanitário; dentre os quais, o aterro sanitário caracteriza-se por minimizar os impactos negativos dos resíduos, sendo, portanto, o destino mais adequado desses. Entretanto, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), em 2008 apenas 27,7% das cidades brasileiras faziam uso de aterro sanitário como unidade de destino de resíduos, enquanto 22,5% destinavam para aterros controlados e 50,8% para lixões.

Em 2010, foi sancionada a Lei nº12305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual delimitava para 2014 a adoção de “disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”, ou seja, aterros sanitários. Porém, em vistas a grande quantidade de cidades que ainda faz uso de lixões e aterros controlados, foi proposta, em 2015, a prorrogação desse prazo para 2021.

Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 8419/1992 um aterro sanitário é um espaço destinado a disposição de resíduos sólidos urbanos; ele deve assegurar a saúde da população, bem como a proteção ambiental; as camadas de resíduos devem ser armazenadas de modo a ocupar o menor espaço possível, e ao fim de cada camada de resíduo, deve ser inserida uma camada de solo.

Para o desenvolvimento de um aterro sanitário, faz-se necessária uma série de análises, voltadas para diferentes áreas; tais resultados são importantes para garantir o funcionamento do aterro de forma segura, visando além da questão técnica, o controle dos impactos gerados pelo lançamento dos resíduos sólidos. Segundo a NBR 8419/1992, devem ser realizados estudos voltados para a área de geologia de engenharia, visando conhecer as características do material presente no terreno. Além disso, a mesma prevê alguns ensaios realizados em laboratório, são eles: análise granulométrica e resistência a compressão; ensaios realizados em campo; além de sondagens.

O solo de um aterro sanitário deve ser o menos permeável possível, para impedir a contaminação de águas subterrâneas e do solo localizado em camadas mais profundas, causadas pela infiltração do material resultante da degradação dos resíduos; além disso, o solo deve apresentar uma boa resistência, para dar estabilidade ao aterro e suportar o peso das camadas constituintes. Dentre os tipos de solo, a argila é a mais recomendada, por apresentar baixa permeabilidade, decorrente de sua composição, formato e tamanho das suas partículas.

Deste modo, o presente estudo visa analisar os parâmetros geotécnicos do solo do aterro de Samambaia, DF, e verificar se as características são compatíveis com solos para aterro sanitário definido pelas normas técnicas. Para tanto, foram realizados diversos ensaios de caracterização do solo, bem como o ensaio de compressão simples, de acordo com suas respectivas normas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta das amostras deformadas de solo foi realizada no primeiro semestre de 2017 no aterro de Samambaia (Figura 1), de acordo com a NBR 9604/1986; em seguida, as amostras foram levadas para o laboratório de Engenharia Civil (bloco O), localizado na Universidade Católica de Brasília (UCB), a fim de preparar as amostras para a realização dos ensaios, conforme a NBR 6457/1986.



Figura 1. Coleta das amostras de solo.

A realização dos ensaios embasou-se nas normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). São eles: limite de plasticidade (LP), NBR 7180/1984, onde, moldou-se cilindros de solo com 3mm de diâmetro; limite de liquidez (LL), NBR 6459/1984, no qual fez-se 5 pontos para o fechamento da ranhura, sendo que o ponto com 25 golpes é o correspondente ao LL; ensaio de massa específica dos grãos, NBR 6508/1984, para o qual, picnômetros foram preenchidos com amostras de solo, e em seguida foram para banho maria e bomba a vácuo, para a retirada do ar das partículas (Figura 2); análise granulométrica, NBR 7181/1984, realizou-se pelo método da sedimentação, com a medição da densidade e temperatura (figura 3), e em seguida peneiramento; compactação, NBR 7182/1986, ensaio que determinou a umidade ótima, onde o solo atinge sua massa específica seca máxima; Índice de Suporte Califórnia (ISC), DNER-ME 049/1994, o qual é bastante empregado para pavimentação, mas através desse podemos ter uma base de resistência do solo (resistência a penetração); compressão simples, DNER-IE 004/1994, onde mediu-se a carga e deformações dos corpos de prova, rompidos em uma prensa de compressão; e ensaio de determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável, NBR 14545/2000, adotando a umidade ótima para a compactação do corpo de prova.



Figura 2. Ensaio de massa específica dos grãos.

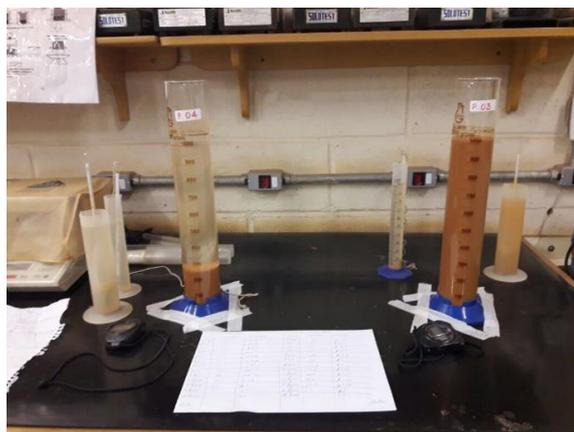


Figura 3. Ensaio de análise granulométrica.



Figura 4. Ensaio de determinação do coeficiente de permeabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A granulometria do solo apresentou as seguintes proporções de composição, de acordo com a NBR 6502/1995 e ASTM (Tabela 1):

Tabela 1. Composição granulométrica do solo do aterro de Samambaia.

Classificação do solo	NBR 6502/1995	ASTM
Areia		
Grossa	14%	0
Média	28%	22,7%
Fina	20%	30,3%
Silte	29%	33,3%
Argila	9%	13,7%

A Tabela 2 dispõe os demais resultados a respeito de caracterização do solo do aterro de Samambaia.

Tabela 2. Resultados do limite de liquidez, limite de plasticidade, massa específica dos grãos, compactação, ISC e coeficiente de permeabilidade.

Parâmetro	Resultado
Limite de liquidez (LL)	44,47%
Limite de plasticidade (LP)	34,39%
Massa específica dos grãos	2,50 g/cm ³
Umidade ótima	23,94%
ISC	10,50%
Coeficiente de permeabilidade	7,46x10 ⁻⁵ cm/s

A partir dos valores encontrados, foi possível classificar o solo, de acordo com o sistema unificado de classificação de solo, em SC, ou seja, areia argilosa.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1993), possui valores de referência que parametrizam o solo de aterro sanitário, os quais aparecem dispostos na tabela 3, comparativamente aos dados do solo em estudo.

Tabela 3. Comparação entre os resultados do solo em estudo e os parametrizados pela CETESB (1993).

Parâmetro	Solo em estudo	CETESB	
Limite de liquidez (LL)	44,47%	≥30%	Atende
Índice de plasticidade (LP)	10,08%	≥15%	Não atende
Classificação SUCS	CL, CH, SC ou OH	SC	Atende
Coeficiente de permeabilidade (cm/s)	7,46*10 ⁻⁵ cm/s	<1x10 ⁻⁷ cm/s	Não atende
Porcentagem passante na peneira de abertura 0,075 mm (#200)	47%	≥30%	Atende

Um aspecto relevante para aterros sanitários é o coeficiente de permeabilidade. Segundo a NBR 13896/1997: "O aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5x10⁻⁵ cm/s"; portanto o solo em estudo apresenta resultado um pouco superior que o valor de referência. A composição granulométrica indica baixo percentual de material argiloso, sendo a argila a maior contribuinte para a diminuição da condutividade hidráulica.

A CETESB é ainda mais rigorosa quanto ao coeficiente de permeabilidade, apresentando valor de referência menor que a NBR 13896/1997, entretanto, em ambos os parâmetros, o solo não atende ao requerido.

Outro aspecto que o referido solo não atende é o índice de plasticidade, que corresponde a diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade. Embora o solo estudado e o requerido pela CETESB, possuam plasticidade média, há uma diferença de quase 5% em relação ao limite inferior parametrizado.

Quanto a classificação SUCS, o material em estudo encaixa-se em um dos grupos requeridos: areia argilosa. A mesma apresenta característica de solo grosso com presença de mais de 12% de finos

Para obtenção de parâmetros representativos quanto a capacidade de suporte, visando ter noções de resistência das camadas compactadas em aterros, tomou-se como base o parâmetro de ISC, parâmetro este bastante empregado em pavimentação; o valor do ISC do solo natural foi relativamente baixo, chegando em 10,50%, caracterizando este solo com baixa capacidade de suporte.

4. CONCLUSÃO

A partir dos ensaios realizados, tornou-se perceptível que o solo do aterro sanitário de Samambaia – DF, não atende a todos os parâmetros para esse tipo de atividade. Salienta-se a importância, por exemplo, de um coeficiente de permeabilidade adequado, visto que, se de elevado valor, propicia a percolação no solo, possibilitando maiores prejuízos ambientais, como contaminação de camadas mais profundas do solo e das águas subterrâneas locais. Uma possível medida corretiva a esse problema é a mistura do solo local com materiais de baixa permeabilidade.

É essencial que se façam adequações no solo do aterro em estudo, visto que se esse não atende aos mínimos requeridos normatizados, o mesmo perde, parcial ou totalmente (a depender dos níveis de inadequações), sua capacidade de minimização de impactos ambientais dos resíduos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9604**: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo - preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - Determinação do limite de liquidez. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm - determinação da massa específica. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: Solo - Ensaio de compactação. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**: Rochas e solos. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. 1997.

CETESB. Companhia de tecnologia e de saneamento ambiental de São Paulo. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo/SP. 1993.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 049**: Solos - determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-IE 004**: Solos coesivos - determinação da compressão simples de amostras indeformadas. 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2010. Disponível em:

<<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>>. Acesso em: 06 de mar. de 2018.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 mar. 2018.

