



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Determinação das propriedades mecânicas e hidráulicas em laboratório de um solo para camada de cobertura de aterros de RSU

Gilberto da Conceição de Jesus Júnior¹; Maria do Socorro Costa São Mateus²

1. Gilberto da Conceição de Jesus Júnior, PVIC/UEFS, ENGENHARIA CIVIL, e-mail: gibaguvix@gmail.com

2. Maria do Socorro Costa São Mateus, DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA, e-mail: socorro@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Cobertura de Aterros; Resíduos Sólidos Urbanos (RSU);
Ensaio de laboratório.

INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), quando dispostos em aterros sanitários, aterros controlados e lixões, geram líquidos (chorume) e gases durante a decomposição. O chorume, ao se misturar com a água da chuva, forma o líquido lixiviado, altamente poluidor; já entre os gases, destacam-se o metano (CH_4) e o gás carbônico (CO_2). A entrada de água no aterro e a saída de gases dependem diretamente da camada de cobertura, cuja eficiência está relacionada à espessura, composição mineralógica, granulometria, arranjo estrutural e permeabilidade.

A camada de cobertura é um sistema, que funciona como uma barreira de impermeabilização para a entrada de água de chuva nos RSU, evitando o consequente aumento do volume de líquidos lixiviados e dificultando a liberação de biogás para a atmosfera, que contribui para impactos ambientais (MARIANO, 2008). Assim, o material empregado deve ser estudado de forma criteriosa, a fim de atender aos requisitos de engenharia e de proteção ambiental.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as propriedades mecânicas e hidráulicas de um solo utilizado como camada de cobertura no aterro sanitário de Feira de Santana-BA, por meio de sua caracterização em laboratório, buscando propor ajustes que incrementem seu desempenho

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

O solo utilizado na pesquisa é o que está sendo utilizado na camada de cobertura do aterro sanitário de Feira de Santana-BA, operado pela Empresa Sustainare Saneamento

S. A. Os ensaios foram realizados nos laboratórios de Geotecnia e Saneamento – Labotec 1/DTEC (UEFS), de acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), conforme listados a seguir e a partir dos ensaios de caracterização, o solo foi classificado de acordo com o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS):

- Coleta das Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização - NBR-6457 (ABNT, 2016).
- Caracterização do solo:
 - Análise granulométrica para solos - NBR-7181 (ABNT, 2016).
 - Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica - NBR-6508 (ABNT, 1984) - método do picnômetro.
 - Determinação do Limite de Liquidez - NBR-6459 (ABNT, 2016).
 - Determinação do Limite de Plasticidade - NBR-7180 (ABNT, 2016).
- Ensaio de Compactação - NBR 7182 (ABNT, 2016).
- Ensaio de permeabilidade à água - normas NBR 13292 (ABNT, 2021) “Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante” e a NBR 14545 (ABNT, 2021) “Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável”.
- Curva de Retenção de Umidade – Utilização da norma ASTM D5298-92 e Marinho (1995), aplicando a técnica do papel filtro.
- Caracterização Mineralógica e Química do Solo - O solo estudado foi submetido a ensaios de fluorescência de raios-x (FRX), no Laboratório de Materiais de Construção (Labotec, para avaliação das características químicas e mineralógicas.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

A tabela 1 mostra os valores determinados em laboratório, do solo estudado para camada de cobertura final de aterro sanitário. Pode-se ver que a granulometria do solo apresenta uma distribuição contínua e mostra que o solo possui em sua constituição uma fração maior de areia, desse modo, classifica-se o solo como uma areia média pedregulhosa. Determinou-se também a massa específica dos sólidos e foi encontrado um valor de 2,693 g/cm³, e também os índices de consistência, que caracterizaram a fração fina do solo como de baixa plasticidade. Além disso, os valores de teor de umidade ótimo e de massa específica seca máxima, encontrados para o ensaio de compactação, correspondem a 10,00% e 1,990 g/cm³, respectivamente.

Tabela 1 – Resumo dos Resultados da Caracterização Geotécnica

Análise		Solo do Aterro Sanitário
Granulometria	Pedregulho %	25,81
	Areia Grossa %	21,35
	Areia Média %	27,04
	Areia Fina %	9,95
	Silte %	9,85
	Argila %	6
Índices de Consistência	Limite de Liquidez (LL) %	26
	Limite de Plasticidade (LP) %	17
	Índice de Plasticidade (IP) %	9
Massa específica dos grãos (g/cm³)		2,693
Classificação Sistema Unificado		SM

Fonte: Autoral

Nesse sentido, de acordo com Rocca (1993), em se tratando de uma camada convencional, para que um solo possa ser caracterizado adequado como impermeabilização de aterros, precisa ter o percentual de finos como predominante e baixa permeabilidade. Foram comparados os parâmetros do solo estudado com camadas convencionais citadas na literatura (Tabela 2) e verificou-se que os parâmetros determinados em laboratório, classificam o solo como areia siltosa (SM) e não atendem às características desejáveis para ser utilizado como camada de cobertura convencional.

Tabela 2 – Comparação entre as camadas de cobertura convencionais e o solo analisado.

Parâmetros	COBERTURA CONV. (Rocca 1993)	CAM. CONV. (LOPES)	CAM. CONV. (Costa)	CAM. ESTUDADA
Classificação SUCS	CL, CH, SC ou OH	ML	ML	SM
Quantidade de partículas passadas na peneira 200	≥30%	52%	56,21%	15,85%
Limite de Liquidez	≥30%	42%	49,78%	26%
Índice de Plasticidade	≥15%	13%	33,16%	9%
Coefficiente de permeabilidade	$< 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	ordem de 10^{-7}	-
CONV. = CONVENCIONAL; CAM. = CAMADA.				

Fonte: Autoral

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O solo estudado foi classificado como uma areia siltosa (SM), com pequena fração de argila de baixa compressibilidade, apresentando baixa quantidade de finos e limites de

consistência distintos dos solos argilosos convencionalmente empregados em camadas de cobertura. Essas características indicam um comportamento não apropriado para essa aplicação, marcado por maior permeabilidade devido à predominância da fração arenosa e à elevada quantidade de vazios entre grãos (mesmo após a compactação na energia Proctor Normal), o que favorece infiltrações de água e aumenta o volume de líquidos lixiviados, cujo tratamento é oneroso. Além disso, em condições climáticas semiáridas, como as de Feira de Santana-BA, o uso de uma camada convencional poderia provocar fissuras no período seco, contribuindo para essa situação indesejável. Como alternativa, estudos apontam que a mistura de solos arenosos com compostos orgânicos, como a poda de árvores, pode reduzir significativamente a emissão de gases e manter taxas de infiltração em níveis aceitáveis.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. S. Análise do desempenho de um solo compactado utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2017.

COSTA, D. M.; MARIANO, M. O. H.; ARAÚJO, L. B.; JUCÁ, J. F. T. Estudos laboratoriais para avaliação do desempenho de camadas de cobertura de aterros sanitários em relação à redução de emissões de gases e infiltrações. *Eng. Sanit. Ambient.*, v.23, n.1, Rio de Janeiro, 2018.

LOPES, R. L. Infiltração de água e emissão de metano em camadas de cobertura de aterros de resíduos sólidos. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE. 250 p.

MARIANO, M. O. H. Avaliação da retenção de gases em camadas de cobertura de aterro de resíduos sólidos. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 243 p.

ROCCA, A. C. C.; et al. Resíduos Sólidos Industriais. 2.ed. São Paulo: CETESB, 1993. 234 p.