

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO UTILIZADO EM CAMADAS DE COBERTURA NO ATERRO SANITÁRIO DE CAUCAIA-CEARÁ

**Francisco Thiago Rodrigues ALMEIDA⁽¹⁾; Gemmelle Oliveira SANTOS⁽¹⁾;
Roberto Antônio Cordeiro da SILVA⁽²⁾; Carísia Carvalho Gomes⁽²⁾**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

(2) Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a determinação de algumas propriedades físicas do solo utilizado como camada de cobertura no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC); onde são destinados os resíduos sólidos de Fortaleza - Ceará. Foram coletadas seis amostras de solo indeformadas e seis amostras deformadas no segundo semestre de 2009. Nessas amostras foram realizados ensaios de laboratório sobre granulometria, limites de liquidez e plasticidade, peso específico dos grãos e compactação Proctor Normal. Observou-se que o solo tem granulometria composta por 17% de argila, 29% de silte, 23% de areia fina, 18% de areia média, 10% de areia grossa e 3% de pedregulho. Além disso, o solo apresentou Limite de Liquidez de 26%, Limite de Plasticidade de 16% e Índice de Plasticidade de 10%. O Ensaio Proctor Normal do solo apresentou massa específica seca máxima de 1,93 g/cm³ e uma umidade ótima de 12,4%. Confrontando os dados com a literatura, pode-se observar que o solo utilizado como camada de cobertura apresenta algumas características físicas que comprometem as funções previstas para a referida camada, que são não permitir a fuga dos gases e a entrada de água pluvial na massa de resíduos. Assim, é de fundamental importância adotar medidas corretivas, como aumentar a espessura da camada e melhorar o grau de compactação do solo.

Palavras-chave: Aterro Sanitário, Camada de cobertura.

1. INTRODUÇÃO

A problemática da geração e destino final dos resíduos sólidos, na grande maioria dos Estados e capitais brasileiras, vem se agravando por conta do acelerado crescimento populacional, mudanças de hábitos sociais e escassez de tecnologias de gestão e gerenciamento de baixo custo.

A atual destinação mais adequada para os resíduos sólidos é a técnica do aterro sanitário, pois visa a minimização dos impactos ambientais e dos problemas de saúde pública. Porém, a produção de líquidos (chorume, lixiviado ou percolado) e gases pode ser um problema nesse tipo de empreendimento.

Segundo Franceschet et al. (2005), as fontes de produção dos líquidos percolados são a própria umidade inicial dos resíduos sólidos, a água gerada no processo de decomposição biológica e a água da chuva que percola pela camada de cobertura. Assim, as propriedades do solo usado como material de cobertura dos resíduos sólidos é importante, visto que a infiltração e a percolação dos líquidos dependem do tipo desses materiais.

A camada de cobertura tem a função de dificultar a infiltração das águas precipitadas sobre as células do aterro, evitar a proliferação de vetores de doenças, a catação, impedir o arraste de materiais pela ação dos ventos e facilitar a movimentação das máquinas e veículos sobre o aterro (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2000). Além disso, a camada de cobertura influencia diretamente na eficiência da

decomposição bioquímica dos resíduos e no controle de migração gás para atmosfera (Ferreira e Mahler, 2006).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar algumas propriedades físicas do solo utilizado como camada de cobertura no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), na Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 06 amostras de solo indeformadas e 06 deformadas no segundo semestre de 2009 na superfície de uma célula recém encerrada no ASMOC. A localização de cada ponto amostrado é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de coleta das amostras do solo do ASMOC em 2009.

Ponto de Coleta	Coordenadas UTM
1	0536749 e 9580336
2	0536737 e 9580348
3	0536859 e 9580278
4	0536923 e 9580274
5	0536962 e 9580336
6	0536932 e 9580418

As amostras de solo indeformadas foram coletadas utilizando três equipamentos feitos com ferro galvanizado (um amostrador cilíndrico de 20cm de altura e 13cm de diâmetro, uma barra de 1,0m de comprimento e 2,5cm de diâmetro, um peso de 5cm de altura e 13cm de diâmetro com um furo no centro de 3cm). Para as amostras deformadas utilizou-se uma 'pá' e alguns sacos de nylon de 60Kg. A Figura 1 mostra os equipamentos e parte do processo de coleta das amostras indeformadas e a Figura 2 para as amostras deformadas.



Figura 1 - Coleta das amostras indeformadas no aterro estudado



Figura 2 - Coleta das amostras deformadas no aterro estudado

Sob orientação das metodologias da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram realizados os seguintes ensaios no Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Federal do Ceará: análise granulométrica (NBR 7181/1984), compactação Proctor Normal (NBR 7182/1986), peso específico dos grãos (NBR 6508/1984), limites de consistência (liquidez - NBR 6459/1984, plasticidade - NBR 7180/1984), porosidade e permeabilidade à água (NBR 14545/2000).

3. RESULTADOS

A granulometria determinada mostrou que o solo estudado é, na média das seis amostras, composto por 17% de argila, 29% de silte, 23% de areia fina, 18% de areia média, 10% de areia grossa e 3% de pedregulho. A Figura 3 mostra essa distribuição.

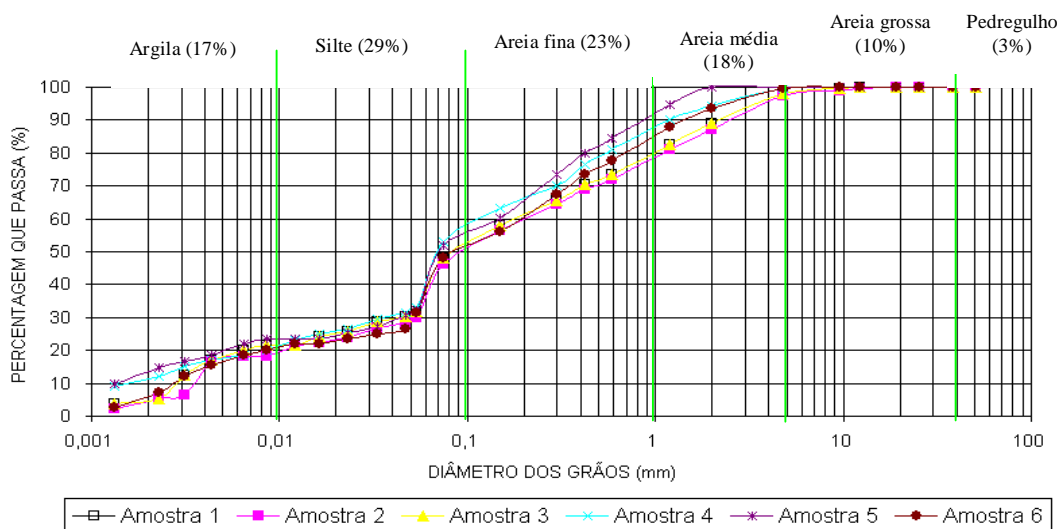


Figura 3 - Curvas granulométricas do solo das camadas de cobertura do ASMOC em 2009

Gomes et al. (2002), no município de Presidente Lucena (RS), encontraram uma distribuição granulométrica de 12% de silte, 61% de areia e 27% de argila. Já Maciel (2003), em Muribeca (PE), encontrou 27% de

argila, 24% de silte, 23% de areia fina, 24% de areia média, 1% de areia grossa e 1% de pedregulho na camada de cobertura do aterro.

Ferreira e Mahler (2006), no aterro de Nova Iguaçu (RJ), encontraram argila acima de 50% em todas as amostras de solo, indicando - segundo os autores - que os solos possuem baixa permeabilidade e são de boa qualidade.

Os Limites de Liquidez (LL) e Plasticidade (LP) encontrados para o solo das camadas de cobertura do ASMOC foram respectivamente iguais a 26% e 16%, sendo o Índice de Plasticidade (IP) de 10%. A Figura 4 mostra os dados encontrados para as 06 amostras.

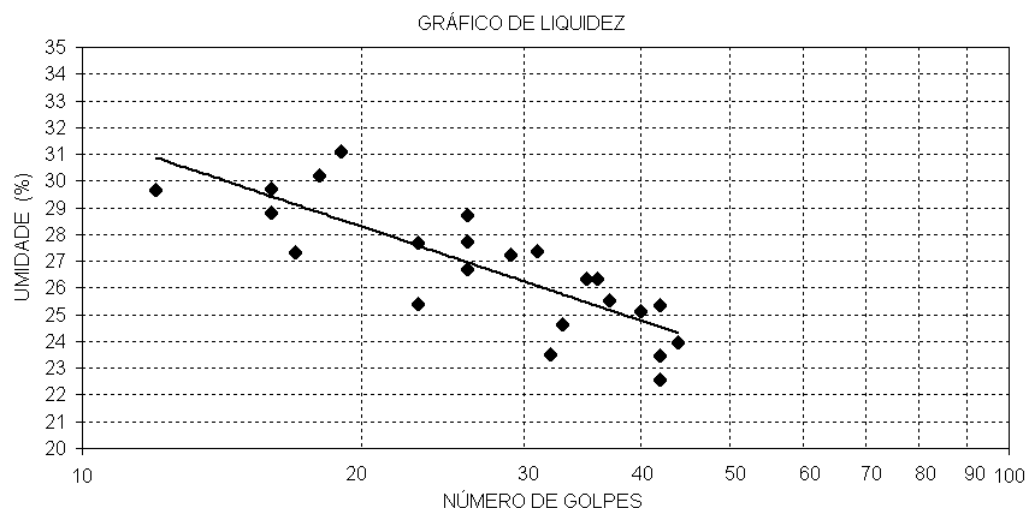


Figura 4 - Limite de Liquidez do solo de cobertura da célula do ASMOC em 2009

Oliveira et al. (2002), avaliando o comportamento do uso de solos argilosos como impermeabilizantes de base em aterro, encontraram um Limite de Liquidez (LL) igual a 86% e um Limite de Plasticidade (LP) igual a 56%, gerando assim um índice de plasticidade (IP) de 30%.

Costa (2002), avaliando a mobilidade do chorume no solo do aterro Sanitário de Sauípe (BA), encontrou numa amostra com feição argilosa LL igual a 65% e LP igual a 29% (IP = 36%) e numa amostra com feição arenosa LL igual a 23% e LP igual a 15% (IP = 8%).

Maciel (2003) encontrou LL igual a 57% e LP igual a 27%, gerando assim um IP igual a 30%.

Outros trabalhos semelhantes apresentaram recomendações para algumas características físicas dos solos utilizados em camadas de cobertura (Tabela 2). Aproveitou-se a oportunidade para acrescentar os dados aqui encontrados.

Tabela 2 - Características das camadas de cobertura de aterros sanitários

Fonte	LL (%)	IP (%)	Finos (%)	Argila (%)	Pedregulho (%)
Bagchi (1994)	> 30	> 15	> 50	> 25	-
Benson et al. (1994)	> 20	> 7	> 30	> 15	-
CETESB (1993)	> 30	> 15	> 30	-	-
Daniel (1993)	-	> 7	> 20	-	< 30
EPA (1989)	-	> 10	> 20	-	< 10
Dados Encontrados	26	10	43	17	3

Analisando a Tabela 2, pode-se observar que algumas características físicas dos solos do ASMOC estão conforme a literatura enquanto outras não.

O ensaio de compactação Proctor Normal das 06 amostras, em média, teve os resultados mostrados na Figura 5, que indica uma massa específica seca máxima em torno de $1,93 \text{ g/cm}^3$ e uma umidade ótima de 12,4%.

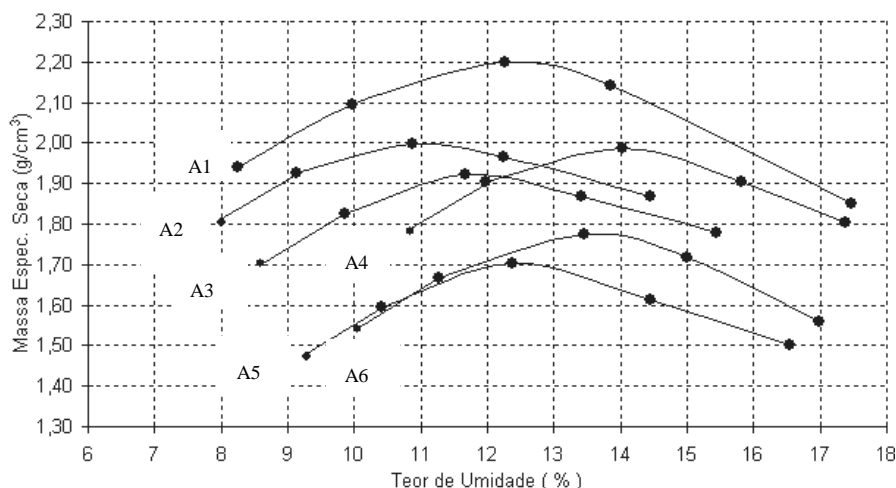


Figura 5 - Curva de compactação do solo de cobertura da célula do ASMOC

Oliveira et al. (2002), avaliando a retenção de contaminantes nos solos argilosos empregados como impermeabilizantes em aterros sanitários, encontraram uma massa específica igual a $2,30 \text{ g/cm}^3$ (para o solo granítico) e para o solo basáltico $2,69 \text{ g/cm}^3$.

Gomes et al. (2002) encontraram um valor de massa específica igual a $1,61 \text{ g/cm}^3$ e uma umidade média de 50,63%.

Santos (2008), avaliando a influência de bentonita em um solo utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário, encontrou uma média de massa específica igual a $1,56 \text{ g/cm}^3$ e uma média de umidade igual a 21,3%.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo, além de primários, são importantes para o entendimento dos processos de percolação de gases e lixiviados no ASMOC.

Os dados indicam que o solo utilizado como camada de cobertura apresenta propriedades físicas diferentes das consideradas ideais para a finalidade das camadas, ou seja, as condições encontradas devem estar facilitando a fuga dos gases e a entrada de água pluvial na massa de resíduos.

Uma alternativa corretiva para a situação encontrada pode ser (i) aumentar a espessura da camada, mas deve-se atentar para a disponibilidade de material de cobertura e (ii) aprimorar a compactação do solo; que deverá reduzir o número de espaços vazios.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6459: Solo: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 6508: Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7181: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7162: Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1985.

_____. NBR 6457: Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

COSTA, Pedro Oliveira da Silva. **Avaliação em laboratório, do transporte de contaminantes no solo do aterro sanitário de Sauípe/BA.** 2002. 188 f. Dissertação (Mestre) - Puc-rio, Rio de Janeiro, 2002.

FERREIRA, Maria Alice da Silva; MAHLER, Cláudio Fernando. **Avaliação do solo das camadas de cobertura intermediárias e finais - estudo de caso.** Rio de Janeiro: Ufrj, 2006.

FRANCESCHET, Meire et al. Estudo dos solos utilizados para a impermeabilização da camada de base e de cobertura de aterros sanitários de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** . Campo Grande: Abes, 2005. p. 1 - 6.

GOMES, Luciana Paulo et al. Trincheiras em série para disposição final de resíduos sólidos urbanos. In: CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges de et al. **Alternativas de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para pequenas comunidades:** Coletânea de trabalhos técnicos. Florionópolis: Abes, 2002. p. 104

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** 2.ed. São Paulo, IPTCEMPRE, 2000.

MACIEL, Felipe Jucá. **Estudo da geração, percolação e emissão de gases no aterro de resíduos sólidos da Muribeca.** 2003. 159 f. Dissertação (Mestre) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

OLIVEIRA, José Carlos et al. Estudo de retenção de poluentes veiculados por lixiviados de aterros sanitários em solos argilosos. In: CASTILHOS JÚNIOR, Armando Borges de et al. **Alternativas de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para pequenas comunidades:** Coletânea de trabalhos técnicos. Florionópolis: Abes, 2002. p. 104.

SANTOS, Leandro Victor Dos. **Estudo da influência de uma bentonita em um solo residual para uso como camada selante.** 2008. 140 f. Dissertação (Mestre) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.