

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA E AVALIAÇÃO DA COMPRESSIBILIDADE DE MISTURAS SOLO-BENTONITA PARA USO EM ATERROS SANITÁRIOS

Renan Carate Abip

Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande - FURG
renan.abip3@gmail.com

Karina Retzlaff Camargo

Professor da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande
karinacamargo@furg.com

Resumo. *A utilização de solo natural compactado com bentonita empregado em camadas impermeáveis para a retenção de contaminantes é bastante usual para aterros sanitários. Neste trabalho são apresentados resultados de caracterização geotécnica tradicional e de caracterização pela Metodologia MCT. Além do solo natural, encontrado na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, foram analisadas misturas solo-bentonita nos teores de 2, 4 e 6%. Constatou-se que o acréscimo de bentonita não alterou significativamente a classificação geotécnica tradicional do solo. Com a Classificação MCT percebe-se que a adição de bentonita descaracteriza o comportamento laterítico e atribui comportamento argiloso ao solo arenoso estudado. Pretende-se dar continuidade ao trabalho realizando ensaios de adensamento em corpos-de-prova retirados de posições ortogonais das amostras compactadas.*

Palavras-chave: *Aterro sanitário. Adensamento. Misturas solo-bentonita.*

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a expansão urbana e industrial, fenômenos que vem ocorrendo no município de Rio Grande (RS), acarretam, entre outras consequências, um acréscimo significativo na geração de resíduos sólidos dos mais variados tipos. Além disso, com o crescimento da área urbana do município, torna cada vez mais difícil encontrar locais adequados para a disposição ambientalmente correta de tais resíduos.

Camadas compactadas de solos de granulometria fina são usualmente utilizadas como barreiras hidráulicas para limitar a percolação de líquidos contaminantes provenientes de aterros de lixo doméstico e industrial, rejeitos de mineração e barragens de rejeitos tóxicos. Os materiais finos compactados são utilizados isoladamente ou associados com geossintéticos em barreiras hidráulicas e sistemas de cobertura de aterros. Em ambos os casos, a camada argilosa é o material responsável pela manutenção da integridade da barreira. Para o caso das barreiras hidráulicas de fundo, a camada deve possuir uma condutividade hidráulica inferior a 1.10^{-9} m/s (ASTM D 1973, 1991).

Cabe salientar que diversos estudos vêm sendo realizados com o intuito de avaliar o comportamento hidráulico de barreiras minerais. Entretanto, poucos estudos avaliam o comportamento mecânico desses materiais vêm sendo realizados. Dentro deste contexto, o objetivo principal deste projeto é contribuir para o conhecimento do comportamento mecânico (compressibilidade na direção normal e ortogonal à compactação) de novos materiais para serem utilizados como barreiras impermeáveis na região de Rio Grande (RS), dando ênfase aos liners para aterros sanitários.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Solo

Algumas regiões da costa brasileira, dentre as quais o litoral sul do Estado do Rio

Grande do Sul, apresentam deficiência de materiais considerados nobres em obras de terra, tais como agregados pétreos e solos residuais. Desde 1993, o Laboratório de Geotecnia da FURG vem realizando estudos que visam o reconhecimento e caracterização de solos considerados alternativos para este tipo de emprego. Com a realização desses estudos, pretendeu-se verificar a possibilidade de se utilizar um solo encontrado no horizonte de evolução pedogenética de uma das barreiras litorâneas que formam a Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul, de idade pleistocênica, denominada Barreira Litorânea II (VILLWOCK, 1994). Esse solo tem sido explorado de forma incipiente para pequenas obras de terra. Entretanto, suas peculiares características físicas e morfológicas, assemelhadas a solos arenosos finos lateríticos da região sudeste do país, justificaram aprofundado estudo das propriedades geotécnicas deste solo na condição compactada.

2.2 Solo

A jazida estudada localiza-se às margens da BR-392, no trecho Pelotas-Rio Grande, na localidade de Domingos Petrolina, município de Rio Grande/RS. Seguindo a nomenclatura do Laboratório de Geotecnia da FURG, tanto esse solo como a jazida são identificados como solo ARMAR. A Figura 01 apresenta o perfil de horizontes pedogenéticos da jazida estudada.

2.2 Bentonita

A bentonita utilizada para a realização dos ensaios é comercialmente denominada de Permagel, tendo sido fornecida pela empresa Bentonit União Nordeste S. A.

2.3 Misturas solo-bentonita

Foram utilizadas misturas de solo-bentonita nos teores de 2, 4 e 6%, as quais são denominadas neste trabalho por S02, S04 e S06, respectivamente. O solo natural,

ou seja, sem o acréscimo do aditivo é denominado S00. Cabe ressaltar que as proporções de solo e bentonita foram calculadas em termos de massa seca dos materiais.

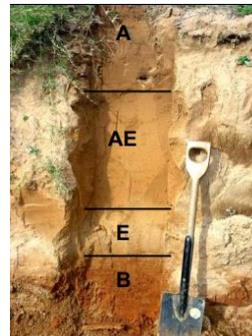


Figura 01: Perfil do solo ARMAR e visualização do seu horizonte pedogenético (BASTOS et al, 2008).

2.3 Ensaios de caracterização geotécnica

A caracterização geotécnica do solo e das misturas solo-bentonita foi realizada de acordo com os ensaios recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Realizou-se também a classificação MCT do solo natural e das misturas solo-bentonita.

2.4 Ensaios de adensamento

Para a realização dos ensaios de adensamento, serão moldados corpos de prova de acordo com os resultados do ensaio de compactação em molde utilizado no ensaio de CBR. Isto permitirá que sejam extraídas duas amostras ortogonais de cada corpo de prova, permitindo, assim, a avaliação da anisotropia do material.

Os ensaios de adensamento serão realizados de acordo com as recomendações da NBR 12007/1990.

3. RESULTADOS PARCIAIS

A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de caracterização geotécnica obtidos para o solo natural, para as misturas solo-bentonita e para a bentonita.

Segundo a classificação HRB o solo natural é classificado como A-6 (3). As misturas com 2% e 4% de bentonita são classificadas como A-7-6 (8). A mistura com 6% de bentonita é classificada como A-7-6 (9). Conforme a Classificação Unificada o solo e as misturas solo-bentonita são classificados como SC (areia argilosa).

O solo natural, segundo o índice de atividade coloidal, é classificado como inativo. Consta-se que com o acréscimo de bentonita, todas as misturas passaram a ser classificadas como um solo de atividade normal.

Com o acréscimo de bentonita ao solo, o peso específico dos grãos aumenta. Este acréscimo era esperado uma vez que o peso específico dos grãos da bentonita é maior que o solo natural (28,3 e 26,3 kN/m³, respectivamente). Também constata-se que há um aumento no limite de liquidez com o acréscimo de bentonita. Sabe-se que este era um comportamento esperado uma vez que o acréscimo de finos argilosos a um solo tende a aumentar o limite de liquidez do mesmo. O limite de plasticidade manteve-se praticamente constante com o acréscimo de bentonita e, conseqüentemente, o índice de plasticidade das amostras apresentou um comportamento altamente influenciado pelo limite de liquidez.

A Tabela 2 apresenta os resultados de granulometria conjunta para o solo natural, para a bentonita e para as misturas solo-bentonita.

Constata-se que a adição de bentonita não alterou significativamente a quantidade de argila das misturas. Observa-se uma diminuição das frações areia média e fina e um leve aumento das frações argila e silte, o que nos leva a acreditar que uma parte da bentonita tenha agregado e/ou floculado a fração silte.

As curvas obtidas no ensaio de compactação estão apresentadas na Figura 02. A curva de saturação traçada é referente ao solo natural. Os parâmetros de compactação a partir destas curvas estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 1: Resultados dos ensaios de caracterização geotécnica.

	S00	S02	S04	S06	Bent.
γ_s (kN/m ³)	26,3	26,5	26,6	26,7	28,3
w_L (%)	32	42	45	48	458
Limites de consist.					
w_P (%)	16	16	16	17	55
I_p (%)	16	26	29	31	403
IA	0,71	1,11	1,24	1,20	5,40
Classif. Unificada	SC	SC	SC	SC	---
Classif. HRB	A6(3)	A7-6(8)	A7-6(8)	A7-6(9)	---

Tabela 2: Resultados dos ensaios de granulometria conjunta.

Fração granulom.	S00	S02	S04	S06	Bentonita
Argila (%)	24	24	24	25	75
Silte (%)	4	6	6	6	24
Areia fina (%)	45	44	45	44	0,5
Areia média (%)	27	26	25	25	0,5
Areia grossa (%)	0	0	0	0	0

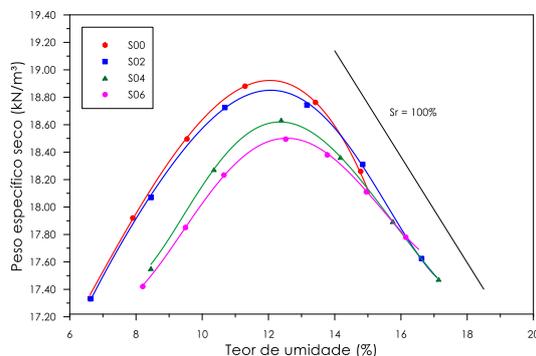


Figura 02: Curvas de compactação para o solo natural e para as curvas solo-bentonita.

Tabela 3: Parâmetros de compactação correspondentes à Energia do Proctor Intermediário

	γ_d máx (kN/m ³)	w _{ót} (%)
S00	18,92	11,09
S02	18,85	12,11
S04	18,61	12,36
S06	18,50	12,61

Através dos parâmetros de compactação obtidos pode-se observar que o solo natural e as misturas apresentaram comportamento compatível com o esperado. O teor de umidade ótimo aumentou com o acréscimo de bentonita. Isto ocorre, provavelmente, devido ao fenômeno de absorção de água pela bentonita durante o processo de homogeneização da mistura. Analogamente, constatou-se que o peso específico seco máximo diminuiu com o acréscimo de bentonita. Estima-se que este fenômeno ocorre, provavelmente, devido à textura do solo tornar-se gradualmente mais fina conforme o aumento no teor de bentonita. A Figura 03 apresenta o ábaco de classificação pela Metodologia MCT com a localização do solo e misturas.

A Metodologia MCT classifica pedologicamente o solo natural como LA' (solo arenoso de comportamento laterítico), a mistura com 2% de bentonita como NA' (areia siltosa ou areia argilosa de comportamento não-laterítico) e as misturas com 4 e 6% de bentonita como NG' (argila, argila siltosa ou argila arenosa de comportamento não-laterítico).

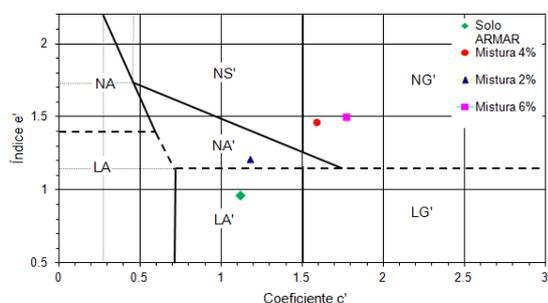


Figura 03: Ábaco de classificação da Metodologia MCT

4. CONCLUSÕES PARCIAIS

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o solo e as misturas solo-bentonita estudadas e avaliar o efeito do adensamento das misturas compactadas na Energia do Proctor Intermediário.

Com os ensaios já realizados pode-se constatar que o acréscimo de bentonita não mudou significativamente a classificação geotécnica das misturas. Com a Classificação MCT percebe-se que a adição de bentonita descaracteriza o comportamento laterítico e atribui comportamento argiloso ao solo arenoso estudado.

5. REFERÊNCIAS

K.R., Camargo. Avaliação da condutividade hidráulica e da resistência ao cisalhamento de misturas solo-bentonita: Estudo de caso de um aterro sanitário localizado em Rio Grande(RS), 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/>>. Acessado em: 21 jul. 2013.

C.A.B., Bastos, Schmitt, L.A, Vasconcelos, S.M., Rabassa, C.M., Souza. Propriedades geotécnicas de um solo arenoso fino lateríticoda barreira litorânea na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul. *Teoria e Prática na Engenharia Civil* (online), v. 12, p. 59 – 67, E.W. 2008. Disponível em: <<http://www.editoradunas.com.br/>>. Acessado em: 21 jul. 2013

ASTM, Standard Test Method for Field Measurement of Hydraulic Conductivity Using Borehole Infiltration. Disponível em: <<http://www.astm.org/>>

VILLWOCK & TOMAZELLI, Planície costeira do Rio Grande do Sul, 1995. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acessado em: 21jul. 2013.