



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE CURA NA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS LATERÍTICOS COM ADIÇÃO DE CAL E CIMENTO

Maurício Thomas

Aluno de Pós-Graduação em Engenharia - Universidade Federal do Pampa
mauriciothomas123@hotmail.com

Jaelson Budny

Professor do Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Pampa
jaelsonbudny@gmail.com

Resumo. *Buscando soluções alternativas para o Sistema Rodoviário Brasileiro, a pesquisa em questão visa conhecer melhor os solos lateríticos para serem utilizados em bases e sub-bases de pavimentos. O solo da pesquisa provém do município de Cândido Godói-RS, a cal é do tipo hidratada de classe CH-II Dolomítica e o cimento é do tipo Portland de classe CP-IV. Inicialmente, caracterizou-se o solo baseado na metodologia MCT. A quantidade de cal e cimento utilizada nas misturas foi norteadada pelo ensaio Físico-Químico e pela ASTM 3282, respectivamente. Foram moldados 28 CP's cilíndricos de dimensões 5x10cm de cada composição (solo puro, solo+cal e solo+cimento) e deixados em cura durante idades pré-definidas. Após cada idade de cura, os corpos de prova foram submetidos ao Ensaio de Compressão Simples. Por fim, concluiu-se que houve uma melhora nas propriedades do solo com as adições de cal e cimento, havendo um aumento na resistência do solo estudado.*

Palavras-chave: Solos lateríticos. Ensaio de compressão simples. Resistência.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados quando falamos da infraestrutura logística

brasileira é a falta de pavimentação que abrange as estradas de todo o território brasileiro. Benevides [1] mostra que quase 1,7 milhão de quilômetros de estradas do Brasil, 80,3 %, ou seja, mais de 1,3 milhão de quilômetros, não são pavimentadas. Há ainda 12,1 % de rodovias pavimentadas e 7,6 % de vias planejadas, isto é, que ainda não saíram do papel.

Considerando o contexto preocupante a qual está inserido o Brasil, buscam-se soluções e novas técnicas com materiais alternativos que possam ser utilizadas no sistema rodoviário, para que sirvam de solução, tanto para o ponto de vista técnico, quanto econômico.

Uma das alternativas encontradas para suprir as necessidades que a construção rodoviária nos impõem, é a estabilização química dos solos com uso de cimento e cal. Segundo Azêvedo [2], essa opção possibilita a utilização dos solos que são encontrados na própria obra, acarretando dessa maneira, uma redução no custo e principalmente no tempo de execução da obra, já que não há a necessidade de transporte de solos de outras jazidas para a utilização na camada estabilizada.

Guimarães [3] também explica que a adição de determinados teores de cal e cimento em solos altera a rigidez, a resistência e o seu comportamento, de

acordo com ensaios realizados em campo e em laboratório.

Dessa maneira, propõem-se um estudo sobre a estabilização do solo-cimento e solo-cal para solos lateríticos, variando a umidade, energia de compactação e porcentagem de adições dos agentes estabilizadores, buscando uma análise desses materiais a longo prazo (270 dias), quando submetidos a ensaios de compressão.

1.1 Objetivos da pesquisa

Os principais objetivos analisados na pesquisa são os seguintes:

- Realizar a caracterização e avaliar as propriedades mecânicas de um solo laterítico, analisando seu comportamento a longo prazo, quando acrescidas porcentagens de cal e cimento.
- Verificar se há ganho de resistência à compressão simples a longo prazo (270 dias) em amostras moldadas de solo+cal e solo+cimento quando comparadas ao solo natural.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, foram coletadas as amostras dos materiais a serem utilizados nos ensaios de laboratório. Fez-se necessária a coleta de solo natural para sua devida caracterização, que de acordo com a Metodologia MCT, é classificado como sendo do tipo argiloso laterítico. A cal é do tipo hidratada de classe CH-II Dolomítica e cimento Portland é de classe CP-IV. Determinou-se também as proporções de cal e cimento que deveriam ser adicionadas à mistura. Estas misturas foram submetidas a ensaios laboratoriais, com diferentes idades pré-estabelecidas no início da pesquisa.

A princípio, realizou-se ensaios de caracterização do solo em questão, os quais determinaram diversos parâmetros, tais como: análise granulométrica, massa específica dos grãos e limites de consistência.

É importante salientar que todos os ensaios seguiram os procedimentos preconizados por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tais como: NBR 7181 (ABNT, 1984), NBR 6459 (ABNT, 1984) e NBR 7180 (ABNT, 1984).

Para estimar a quantidade necessária de cal para estabilizar o solo, utiliza-se o ensaio Físico-Químico, proposto por Casanova et. Al. (1992) [4]. O ensaio mostra a variação volumétrica que ocorre nas misturas ensaiadas. O mínimo teor de cal considerado para ser usado na estabilização é aquele que produziu uma maior variação volumétrica nas provetas utilizadas no ensaio.

Para a dosagem de solo+cimento, a NBR 12253/1992 [5] determina que após a caracterização das amostras, os solos poderão ser classificados de acordo com a ASTM D 3282.

Os corpos-de-prova moldados tiveram suas dimensões fixadas em 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Após a moldagem, foram embalados em plástico filme e parafina, evitando dessa maneira a perda de umidade para o ambiente. Ficaram em cura com temperatura controlada durante 7, 28, 56, 90, 120, 180 e 270 dias.

Foram moldados, para cada dosagem, 4 corpos de prova para cada tempo de cura, de acordo com a Fig. 1.



Fig. 1. Corpos de prova embalados em plástico filme e parafina

Após a cura dos corpos de prova, foi realizada a compressão simples dos mesmos, norteadas pela NBR ABNT 12025 (2012) [6], onde foi utilizada uma máquina de

compressão dos laboratórios da Unipampa, conforme a Fig. 2.

No ensaio, obteve-se a tensão de ruptura do material, calculado a partir da divisão da carga de ruptura pela área da seção transversal.

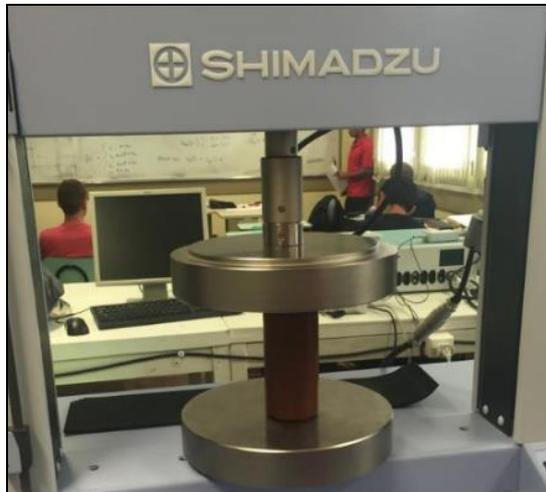


Fig. 2. Máquina Utilizada no Ensaio de Compressão Simples dos CP's

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As características geotécnicas de interesse são apresentadas na Tabela 1. Os resultados mostraram que, de maneira geral, trata-se de um material no qual os valores obtidos nos ensaios se mantiveram dentro de uma faixa esperada para o tipo de solo em estudo – solo laterítico – como proposto na literatura técnica.

Tabela 1. Resumo das características geotécnicas do solo.

Parâmetro	Unidade	Valor
Teor de Umidade Natural	%	5,52
Limite de Liquidez (LL)	%	60,97
Limite de Plasticidade (LP)	%	42,09
Índice de Plasticidade (IP)	%	18,88
Massa Específica dos Grãos	(g/cm ³)	2,70

Levando em consideração que os ensaios utilizados na pesquisa se baseiam na metodologia MCT, permitiu-se classificar o

solo como sendo argiloso de comportamento laterítico (LG').

Para estimar a quantidade de cal necessária para ser utilizada nas misturas com solo, seguiu-se os passos descritos no Ensaio Físico-Químico. A mistura que continha 6% de cal foi a que apresentou maior expansão volumétrica. Desta maneira, será utilizado 6% de cal nas misturas de solo+cal.

O teor de cimento utilizado nas misturas de solo+cimento, seguindo as recomendações da Ref. [5], foi de 10%.

O Ensaio de Resistência à Compressão Simples foi executado nos CP's aos 7, 28, 56, 90, 120, 180 e 270 dias. O Gráfico 1 apresenta as tensões encontradas em todas as idades de rompimento.

Gráfico 1: Variação da Tensão Média durante as Idades de Rompimento



Analisando as amostras de solo, percebe-se uma gradual evolução da resistência a longo prazo, exceto aos 120 dias, onde houve um acréscimo muito grande na resistência, não havendo especificamente um motivo para tal situação ter ocorrido. Existe a possibilidade de ter havido algum erro de medição da prensa ou uma possível troca de corpos de prova nos dias em que os mesmos foram moldados.

Nas misturas de solo+cal, observamos um pequeno decréscimo na idade de 28 dias com relação aos 7 dias. Portelinha [7] explica que essa pequena variação pode ocorrer devido a algum tipo de reação pozolânica que ocorre nas primeiras idades da mistura, podendo ocorrer um aumento de resistência

a media e longo prazo, como observado até a última idade de cura.

Para as misturas de solo+cimento, observa-se a mesma explicação dada no parágrafo anterior. Já para as idades subsequentes a 28 dias, houve um considerável aumento de tensão, havendo uma leve tendência de estabilização da resistência nas idades finais.

5. REFERÊNCIAS

- [1] BENEVIDES, Carolina. No Brasil, 80 % das estradas não contam com pavimentação. 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/no-brasil-80-das-estradas-nao-contam-com-pavimentacao-13710994>>.
- [2] AZEVÊDO, A. L. C. Estabilização de solos com adição de cal. Um estudo a respeito da reversibilidade das reações que acontecem no solo após a adição de cal. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Geotécnica, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.
- [3] GUIMARÃES, J. E. P. A cal – Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil. 2. Ed. São Paulo: Pini, 2002.
- [4] CASANOVA, F. J.; CERATTI, J. A.; RODRIGUES, M. G. M. Procedimento para dosagem físico-química do solo-cimento. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 26., 1992, Aracajú. *Anais...*. Aracajú: Abpv, 1992. p. 82 - 86.
- [5] _____. NBR 12253: Rochas e Solos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 1992.
- [6] _____. NBR 12025: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

[7] PORTELINHA, F. H. M. Efeitos da cal e do cimento na modificação dos solos para fins rodoviários: mecanismos de reação, parâmetros de caracterização geotécnica e resistência mecânica. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

[8] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Pavimentação. 3º ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 274p.

CONCLUSÕES

Na presente pesquisa, que teve como principal objetivo avaliar o desempenho das misturas estabilizadas com adições de cal e cimento frente ao solo natural perante ensaios de compactação e ensaios mecânicos de resistência à tração, tem-se que:

Na Resistência à Compressão Simples, exceto aos 28 dias, as misturas de solo+cal e solo+cimento apresentaram um ganho de resistência, mesmo que não significativo, ao longo do tempo de cura analisado. Com relação às amostras que continham apenas solo, houve um acréscimo de resistência com o passar do tempo.

O valor de 2,1 Mpa, sugerido pela Ref. [5], após 7 dias de cura, foi alcançado apenas nas misturas de solo+cimento, exceto aos 28 dias. Para o caso da mistura de solo+cal, recomendaria-se aumentar os teores de cal para verificar se seria possível atingir o valor de 2,1 MPa.

Apesar do DNIT (2006) [8] impor restrições ao uso do solo para a base de pavimentos devido ao seu alto índice de plasticidade, acredita-se que seja viável a utilização de adições de cal e cimento em camadas de pavimentação, principalmente devido ao aumento da resistência observado nas misturas.