

ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS LATERÍTICOS FINOS COM CAL HIDRATADA PARA UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO

PRUDENTE, Juliana de Paula¹; **REZENDE**, Lilian Ribeiro de²

Palavras-chave: Pavimentos flexíveis, materiais alternativos, solo-cal, ensaios de laboratório.

1. INTRODUÇÃO

Ultimamente tem-se observado a escassez de materiais granulares adequados para o uso em pavimentação. Os motivos por essa falta são os mais variados, mas entre eles podem-se destacar a falta de enquadramento do material nas especificações tradicionais, sua localização em áreas de preservação ambiental e a grande distância, às vezes, entre a jazida e a obra, inviabilizando então o empreendimento. Assim, torna-se necessário o estabelecimento e o uso de técnicas alternativas para a construção de pavimentos, que satisfaçam as necessidades estruturais e ao mesmo tempo econômicas. E dentre as técnicas já existentes, tem-se a estabilização química de solos locais através da cal hidratada.

Em Goiás, esse método será bastante oportuno, uma vez que no Estado há uma grande facilidade de se encontrar solos de granulometria média a fina, os quais reagem possivelmente com a cal. Um dos solos com tal característica é o solo laterítico argiloso.

Tendo isto em vista, os principais objetivos desse trabalho são: estudar o comportamento de um solo fino existente no município de Goiânia com e sem a incorporação de cal, visando sua utilização em pavimentação; comparar os resultados obtidos com outros estudos já realizados com solos da região; definir a porcentagem ideal de mistura entre o solo e a cal com base em critérios técnicos.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma profunda revisão bibliográfica sobre a estabilização de solos lateríticos com cal hidratada do tipo CH-I. Em seguida, o estudo foi direcionado para o estado de Goiás, visando a realização de ensaios de laboratório. O solo selecionado para a pesquisa está localizado próximo ao Centro de Abastecimento do Estado (CEASA) e caracteriza-se por ser um solo argiloso fino.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma série de ensaios de laboratório tanto com o solo natural estabilizado, em peso, com três proporções de cal: 3%, 6% e 9%. Os ensaios realizados foram: granulometria por peneiramento e por sedimentação com o uso do defloculante (ABNT, 1984a), limite de liquidez (ABNT, 1984b); limite de plasticidade (ABNT, 1984c); compactação nas energias Proctor Normal e Intermediária (ABNT, 1986); expansão e Índice de Suporte Califórnia (ISC) ou "California Bearing Ratio" (CBR) com imersão (ABNT, 1987).

Com os dados dos ensaios de caracterização, as amostras foram classificadas por meio do Sistema Unificado e da classificação da "Transportation Research Board" (TRB). Este solo já havia sido classificado pela metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical) em outras pesquisas. Após a avaliação de todos os dados desta etapa, foram executados ensaios de análise química.

Com os resultados obtidos nos ensaios de laboratório, realizou-se uma comparação dos valores obtidos com aqueles existentes na literatura, principalmente para solos da região anteriormente estudados. Por fim, discutiu-se sobre a viabilidade da

utilização desse tipo de mistura em obras de pavimentação com base em critérios técnicos e sugeriu-se o teor ideal de mistura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nestas análises tem-se as seguintes amostras:

- Solo A: solo de Goiânia estudado nesta pesquisa sem cal e com a adição de 3% (Solo A+3%), 6%(Solo A+6%) e 9%(Solo A+7%) de cal;
- Solo B: solo de Brasília estudado por Rezende (2003) sem cal e com a adição de 2%(Solo B+2%) de cal;
- Solo C: solo de Brasília estudado por Rezende (2003) sem cal e com a adição de 3% (Solo C+3%) e 6%(Solo C+6%) de cal.

3.1 - Ensaio de Caracterização

O Solo A apresentou maior quantidade de areia e menor quantidade de finos que os Solos B e C, e ao acrescentar cal, a porcentagem da fração areia aumentou, indicando a aglomeração dos finos devido a presença de cal.

Com relação à plasticidade, mesmo o Solo A apresentando menor porcentagem de finos, seu índice de plasticidade foi maior que os demais, indicando a predominância de argila nesse material. Observou-se, ainda, que a adição de cal reduziu a plasticidade dos Solos A e B.

Os solos A, B e C são classificados como A-7-6 ou A-7-5 (Classificação TRB), CL ou MH (Sistema Unificado) e todos são considerados lateríticos argilosos (LG') pela metodologia MCT. Com a incorporação de cal, apenas o Solo A apresentou mudanças na classificação.

3.2 - Ensaio de Compactação, Expansão e CBR

Com relação ao peso específico aparente seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$), observou-se que o Solo A apresentou valor superior aos demais devido a presença de maior quantidade de areia na sua composição. Com a adição de cal, percebeu-se a redução de $\gamma_{dm\acute{a}x}$ para todos os solos analisados, sendo que quanto maior for a quantidade de cal, menor será o valor $\gamma_{dm\acute{a}x}$. Quanto à umidade ótima (w_{ot}), teve-se que o Solo A apresentou o menor valor quando comparado com os Solos B e C. Ao incorporar cal nesses solos, verificou-se aumento nos valores de w_{ot} .

Avaliando a resistência dos solos compactados, o Solo B apresentou o melhor desempenho quando misturado com cal. Na energia Proctor Normal, apenas os Solo A+9% e Solo C+6% apresentaram resultados satisfatórios para serem utilizados como sub-base (CBR \geq 20%). Os demais materiais ficariam restritos para utilização como reforço do subleito. Na energia Proctor Intermediário, os Solo A+3%, Solo A+6%, Solo A+9%, Solo B e Solo C+3% podem ser usados como sub-base. Já os Solo B+2% e Solo C+6% apresentaram resistência suficiente para serem usados como base.

Observando à expansão, verificou-se que os solos sem tratamento já apresentavam valores praticamente nulos. Assim, neste caso, a estabilização química com cal não teve a finalidade de melhorar esta propriedade.

3.3 - Análises Químicas

Com os resultados obtidos nas análises químicas, verifica-se que solos que apresentam classificações (utilizadas na engenharia) semelhantes, nem sempre têm características químicas iguais. Portanto, no processo de estabilização química, eles podem se comportar de maneira diferente em função da sua composição química. Com isso, verifica-se que este tipo de análise deve anteceder os estudos tradicionalmente desenvolvidos em pavimentação para indicar quais os solos que apresentam maior potencial com relação a melhorias de suas propriedades nos

processos de estabilização. Para os solos analisados neste artigo, observou-se, claramente, que pelo fato do Solo B apresentar elevado teor de alumínio, com a incorporação de apenas de 2% de cal, houve um considerável aumento no valor do CBR (de 23% para 90%). Para os Solo A e Solo C, mesmo com a adição de maior quantidade de cal (3% a 9%), o ganho de resistência não foi tão grande, devido a ausência ou pequena quantidade de alumínio (0 e 0,1 mE/100ml).

4. CONCLUSÕES

Com base nos ensaios de caracterização, o Solo A pode ser considerado mais reativo que os demais quando misturado com cal. Mesmo os solos estudados apresentando classificações semelhantes, verificou-se que seus comportamentos quando estabilizados são distintos. Quanto à resistência (CBR), o Solo B apresentou melhor desempenho, sendo que a presença de grande quantidade de alumínio no Solo B está relacionada com o considerável ganho de resistência do solo quando misturado com pequena quantidade de cal. Assim, a realização de análises químicas mostrou-se importante para a avaliação da escolha de solos que apresentam melhor desempenho quando estabilizados quimicamente. Neste trabalho, não foi possível determinar um teor ideal de cal para ser incorporado aos solos lateríticos, pois este valor irá variar em função de características específicas de cada solo. Com os dados obtidos tem-se que todas as misturas estudadas podem ser utilizadas em pavimentação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **Solo – Análise Granulométrica – NBR – 7181**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 13p, 1984a.
- ABNT. **Solo – Determinação do limite de liquidez – NBR – 6459**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 6p, 1984b.
- ABNT. **Limite de plasticidade – NBR – 7180**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 3p, 1984c.
- ABNT. **Solo – Ensaio de compactação – NBR – 7182**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 10p, 1986.
- ABNT. **Solo – Índice de suporte Califórnia – NBR – 9895**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 14p, 1987.
- REZENDE, L.R. **Estudo do comportamento de materiais alternativos utilizados em estruturas de pavimentos flexíveis**. Tese de Doutorado em Geotecnia, G.TD 014/03, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003, 372p.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC
APOIO – Furnas Centrais Elétricas

¹ Juliana de Paula Prudente. Escola de Engenharia Civil – UFG, juliana_prudente@yahoo.com.br

² Lilian Ribeiro de Rezende. Escola de Engenharia Civil - UFG, lrezende@eec.ufg.br