

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall Cesar¹, Yann Freire Marques Costa²,
Eduardo Souza Candido³

Resumo: A estabilização de solos é o procedimento que visa a melhoria e estabilidade das propriedades dos solos (resistência, deformabilidade, permeabilidade, etc. A escolha por um tipo de estabilização é influenciada pelo custo, sustentabilidade, finalidade da obra, e em particular, pelas características dos materiais e propriedades do solo que devem ser corrigidas. A presente pesquisa experimental visou dar continuidade aos estudos recentemente iniciados na UNIVIÇOSA, onde foi avaliada a aplicação dos resíduos da indústria de papel e celulose na estabilização química de solos da região de Viçosa. Foram realizados ensaios de granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade, do solo em seu estado natural e estabilizado com diferentes teores de lama de cal. O comportamento do solo se altera de acordo com o teor de lama de cal adicionado a ele, porém, na determinação do limite de plasticidade os valores pouco se alteraram na medida em que a lama de cal foi adicionada. Na determinação dos limites de liquidez, observou-se que o menor valor se deu para uma adição de 15%. Portanto, neste ponto tem o menor valor do índice de plasticidade, com isso, uma menor deformabilidade da mistura solo-lama de cal.

Palavras-chave: Caracterização geotécnica, celulose, melhoramento, rejeito.

¹ Graduado em Engenharia Civil – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: danilosegall@hotmail.com;

² Graduado em Engenharia Civil – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: yann-marques@hotmail.com;

³ Professor do curso de Engenharia Civil – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: eduardo.candido@outlook.com.br.

Introdução

No campo, quando o profissional encontra um solo de má qualidade para o tipo de empreendimento a ser estabelecido, são necessários mecanismos para a melhoria deste material, melhorando os seus aspectos físicos (aumento de resistência mecânica, permeabilidade, coesão) e químicos (Correção de pH). O melhoramento e a estabilização do solo são empregados em diversas obras de engenharia, como em base e sub-bases para pavimentos, aterros, taludes e fundações (GUIMARÃES, 2002).

Atualmente, vários estudos estão sendo realizados com o objetivo de encontrar aplicações para os rejeitos industriais, a fim de amenizar o impacto ambiental causado pelo o seu descarte e reduzindo os custos de produção, uma vez que um descarte regular demanda local e transporte adequado para sua deposição, por consequência elevando os custos do processo industrial.

Classificando os solos, tem-se os solos finos, que normalmente apresentam baixo valor de ângulo de atrito, elevada deformabilidade e baixa permeabilidade. Uma das alternativas de estabilização química deste tipo de solo é a utilização da lama de cal, subproduto da indústria de papel e celulose, obtida normalmente pelo processo kraft – ciclo de recuperação química em seu processo de fabricação.

Portanto, o crescente uso da lama de cal na construção civil é visto com bons olhos por alguns ambientalistas e profissionais da área, já que pode ser um material importante na estabilização de solos a fim de melhorar suas propriedades. Sendo assim, as indústrias de papel e celulose vêm incentivando pesquisas a fim do reaproveitamento de seus resíduos gerados durante o seu processo produtivo, tais como a lama de cal, *dregs e grits*.

Objetivou-se através do presente estudo, avaliar a variação dos limites de Atterberg em um solo fino estabilizado com diferentes teores de lama de cal, analisando a caracterização geotécnica

(granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade) do solo fino em seu estado natural e estabilizado com a lama de cal.

Materiais e Métodos

Foi utilizado um solo fino localizado nas proximidades da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), solo conhecido popularmente com “solo ETA”. O solo ETA foi escolhido por ser um solo muito estudado na região de Viçosa e por apresentar características importantes para avaliar as reações envolvendo a lama de cal e os argilominerais presentes no solo.

O solo foi colocado em uma superfície limpa para secagem ao ar, sendo homogeneizada periodicamente. Em seguida, o solo foi destorroado e peneirado na peneira de malha 4,8 mm. Após a secagem ao ar, as amostras foram novamente acondicionadas em embalagens plásticas.

A lama de cal utilizada foi cedida pela FIBRIA, uma empresa brasileira, líder mundial na produção de celulose branqueada de eucalipto.

Os ensaios descritos a seguir foram realizados a partir da mistura solo-lama de cal em diferentes dosagens, sendo: 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 30% de lama de cal em relação à massa seca do ETA.

A caracterização geotécnica será composta pelos seguintes ensaios:

- Ensaio de Granulometria, segundo a metodologia descrita pela ABNT NBR 7181: 1984;
- Ensaio para Determinação dos Limites de Atterberg: Limites de Liquidez (ABNT NBR 6459: 1984) e Plasticidade (ABNT NBR 7180: 1984);

Resultados e Discussão

A análise granulométrica do solo apresentou-se fração argila elevada considerando-se as outras frações granulométricas, sendo classificado de acordo com o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), como um material do tipo CH (argila inorgânica de alta compressibilidade) e a curva granulométrica do solo residual de gnaiss maduro, composto por 61% de argila, 14,5% de silte e 24,5% de areia.

Com a realização dos ensaios de Limites de *Atterberg*, foi obtido uma série de resultados distintos, referente a cada teor de lama de cal presente nas amostras analisadas. Como base nos valores dos índices encontrados foi possível montar gráficos referentes aos ensaios realizados.

O Gráfico 1 apresenta a curva dos limites de liquidez para as diferentes porcentagens de lama de cal na amostra de solo. Analisando estes valores, observou-se que a adição do resíduo, assim como a adição ou a elevação do teor de cal, conduzem a uma diminuição do limite de liquidez, até certo ponto.

Como pode-se observar na curva, com a adição de teores do rejeito, o solo passa a apresentar um menor teor de umidade, no entanto, a partir de uma certa quantidade de lama de cal, isso já não mais ocorre; pois passa a predominar apenas o comportamento da lama de cal e não mais da mistura.

O teor ideal de lama de cal foi estimado como sendo o ponto mais baixo da curva do gráfico na Figura 1(a), na qual a mistura de solo com a lama de cal de 15% é a que mais se aproxima do menor teor de umidade. Pode-se observar na Figura 1(b), que a adição de teor de rejeito, o solo passa a apresentar uma pequena diminuição na porcentagem do limite de plasticidade não tendo variações grande na sua porcentagem a medida que o teor de lama de cal aumenta na mistura da amostra.

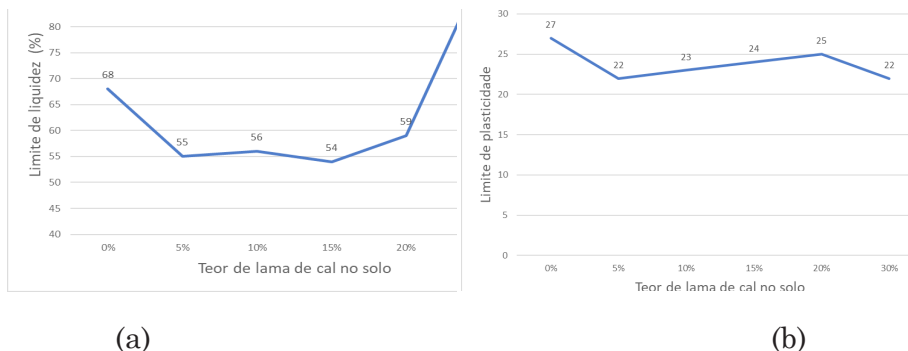


Figura 1 – (a) Gráfico da reação do Limite de Liquidez para a variação do teor de lama de cal no solo. (b) Gráfico da reação do Limite de Plasticidade para a variação do teor de lama de cal no solo.

Como o índice de plasticidade é resultado da subtração entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade, e mesmo com os diferentes teores de lama de cal nas misturas das amostras de solo, o limite de plasticidade não mostrou nenhuma grande variação com isso o índice de plasticidade ficou em função do limite de liquidez.

Sendo assim os índices de plasticidades observados resultaram em uma curva, com a adição dos teores do rejeito, o solo passou a apresentar um menor índice, no entanto, a partir da mistura de 15% de lama de cal no solo o índice não diminui mais e a partir desta porcentagem voltou a aumentar (Figura 2).

Entretanto mesmo com a diminuição do índice de plasticidade quando acrescentado uma porcentagem entorno de 15% de lama de cal ao solo, a característica da amostra se mantém sendo um solo muito plástico.

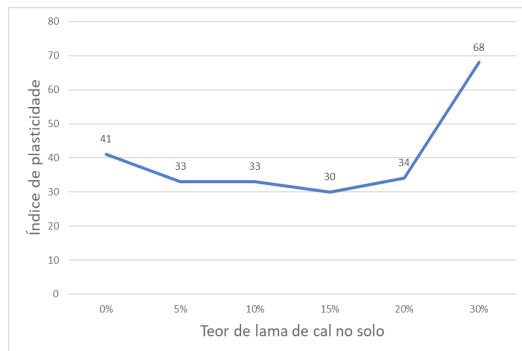


Figura 2 – Gráfico da reação do Índice de Plasticidade para a variação do teor de lama de cal no solo.

Considerações Finais

Algumas conclusões foram obtidas a partir dos resultados alcançados nos ensaios realizados com amostras do solo natural e com diferentes porcentagens de lama de cal acrescentadas.

Pode-se observar que o comportamento do solo altera de acordo com o teor de lama de cal adicionado a ele. Isso torna-se evidente ao observar os resultados dos ensaios de limite de liquidez e de limite de plasticidade. Contudo, o solo passa a ter um comportamento contrário a partir da porcentagem ótima de mistura de lama de cal, sendo assim, as propriedades predominantes da mistura passam a ser basicamente as da lama de cal.

Na determinação do limite de plasticidade observa-se que os valores pouco se alteraram na medida em que a lama de cal foi adicionada, no entanto, nos ensaios para determinar os limites de liquidez, observou-se que o menor valor se deu para uma adição de 15%. Portanto, neste ponto se tem o menor valor do índice de plasticidade. Indicando assim, que para o teor de 15% tem-se uma menor deformabilidade da mistura solo-lama de cal.

Referências Bibliográficas

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181: Análise Granulométrica de Solos.** Rio de Janeiro, 1986.

GUIMARÃES, J. E. P. A Cal. **Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil.** 2. Ed. São Paulo: Pini, 2002.