

SOLO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL: ANÁLISE QUÍMICA E MINERALÓGICA

Gissele Souza Rocha², Eduardo Souza Cândido³

Resumo: *A estabilização ou melhoramento químico dos solos é de importante relevância na engenharia geotécnica. Modifica certas características dos solos tais como, teor de umidade, resistência mecânica, durabilidade, e outras, de maneira a melhorar o seu comportamento, tornando-os capazes de responder de forma satisfatória às solicitações previstas. O objetivo geral desta pesquisa é a avaliação da eficiência e aplicabilidade de um solo fino proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) tratado quimicamente mediante incorporação de lama de cal, com ênfase nos aspectos químicos e mineralógicos deste procedimento. Para avaliar o comportamento da mistura solo-lama de cal realizou-se a caracterização química e mineralógica do solo e da lama de cal. Pode-se comprovar a basicidade do estabilizante químico e quantificar as somas de bases responsáveis pelas reações de troca catiônica na mistura solo- lama de cal no qual houve melhora da sua trabalhabilidade.*

Palavras-chave: *Estabilização química, mineralogia, solos tropicais.*

Introdução

Modificar as propriedades dos solos, mediante estabilização ou melhoramento, consiste na alteração de suas características de maneira a otimizar o seu comportamento, tornando-os capazes de responder de forma satisfatória às solicitações previstas. Conforme definido por Palmeira (1990), estabilizar ou reforçar um solo é utilizar algum meio/procedimento físico ou químico com a intenção de alterar certas propriedades e condições do solo diante de diversos propósitos no âmbito da Geotecnia.

2Mestranda em Engenharia Civil com ênfase em Geotecnia - Universidade Federal de Viçosa - UFV e-mail: gisselerocha@hotmail.com

3Doutorando em Engenharia Civil com ênfase em Geotecnia - Universidade Federal de Viçosa - UFV e-mail: eduardo.candido@ufv.br

Esta pesquisa é baseada no trabalho intitulado: “Avaliação da resistência de um solo fino estabilizado com lama de cal” apresentado como requisito de conclusão de curso de Engenharia Civil na Univiçosa em 2016 de autoria de Gealysen Augusto Pinheiro de Souza e Gustavo Henrique Castor. O foco deste trabalho foi analisar o tratamento de um solo fino proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), mediante incorporação de lama de cal, com ênfase nos aspectos químicos e mineralógicos desse procedimento, a partir da estabilização ou melhoramento químico de suas propriedades.

Materiais

Neste estudo, utilizou-se um solo argiloso coletado em um talude de corte da rodovia que liga os municípios de Viçosa e Paula Cândido, localizado nas proximidades da ETA. As amostras foram extraídas entre 0,40 e 0,80 metros de profundidade. Trata-se de um solo residual de gnaiss maduro, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, representativo do manto superior maduro, horizonte B, bastante intemperizado (TRINDADE, 2006). É um solo poroso, bem drenado, com granulometria argilo-areno-siltosa e predominância de argilominerais 1:1, óxidos de ferro e alumínio (OLIVEIRA, 2015), de ocorrência na Zona da Mata de Minas Gerais.

Empregou-se como agente estabilizante do solo a lama de cal, resíduo sólido proveniente da clarificação do licor branco, durante o ciclo de recuperação da soda cáustica no processo de extração de celulose de madeiras de eucalipto. A lama de cal é constituída por carbonato de cálcio (CaCO_3) e 0,70%; hidróxido de sódio (NaOH), possui granulometria fina, é friável e de coloração acinzentada (MACHADO et al. 2007), sendo classificada como resíduo classe II A (material não inerte), segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987).

Métodos

As análises químicas foram realizadas de acordo com os procedimentos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997). A

determinação do pH feita em água (H₂O) por um potenciômetro, usando proporções de solo e solução de 1: 2,5 (volume / volume). Os cátions trocáveis, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram extraídos em KCl (1 mol / L) e determinados por espectrometria de absorção atômica. O Al³⁺ proveniente foi extraído também por KCl (1 mol / L) e determinou-se volumetricamente por titulação com solução de NaOH de 0,025 mol / L. A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi realizada pela extração com 0,5 mol / L-acetato de cálcio a pH 7,0 e depois titulado com a solução salina de NaOH. Os cátions K⁺ e Na⁺ foram extraídos pelo Extrator de Mehlich-1 e determinados por fotometria de chama.

A mineralogia do solo foi realizada via difração de raios X, utilizando duas frações de solo separadas pela peneira de 53 µm. A difratometria de raios-X foi efetuada pela varredura da amostra utilizando um tubo que produz radiação de CoK α equipado com um filtro de níquel irradiado com cobalto.

Resultados e Discussão

De acordo com a composição mineralógica apresentada por Oliveira (2015) o solo estudado apresenta predominância da fração argila, contendo minerais como, gibbsita, goethita e hematita, que podem ser observados no difratograma apresentado na Figura 1. A presença dos óxidos de ferro e alumínio, hematita, goethita e gibbsita, indicam o elevado grau de intemperismo químico do solo, no qual ratifica a sua classificação de solo tropical como Latossolo. Os óxidos de ferro possuem alta capacidade de troca catiônica (CTC) o que contribui para as reações de troca catiônica dos argilominerais com consequente floculação/aglomeração das partículas. Já a presença da caulinita, mineral mais presente nos solos brasileiros, na fração argila dos horizontes subsuperficiais deste solo se deve ao fato destes pedoambientes serem bastante ácidos.

As análises químicas e físico-químicas do solo e da lama de cal (Tabela 1) confirmam a classificação do rejeito em relação ao pH, sendo o valor encontrado igual a 10,17. A lama de cal é alcalina e segundo a ABNT NBR 10004: 1987 situa-se na Classe II A, correspondente aos materiais não inertes. O solo possui pH correspondente a 4,92 (ácido), no qual se enquadra entre intermédio da faixa $4,0 < \text{pH} < 5,5$ para solos tropicais. O pH em KCl menor que o pH em água indica predomínio de cargas superficiais líquidas negativas neste solo. Essas cargas negativas se devem a matéria orgânica do solo (MOS),

uma vez que os teores de argila são muito baixos e não foram identificadas argilas mais ativas nos mesmos.

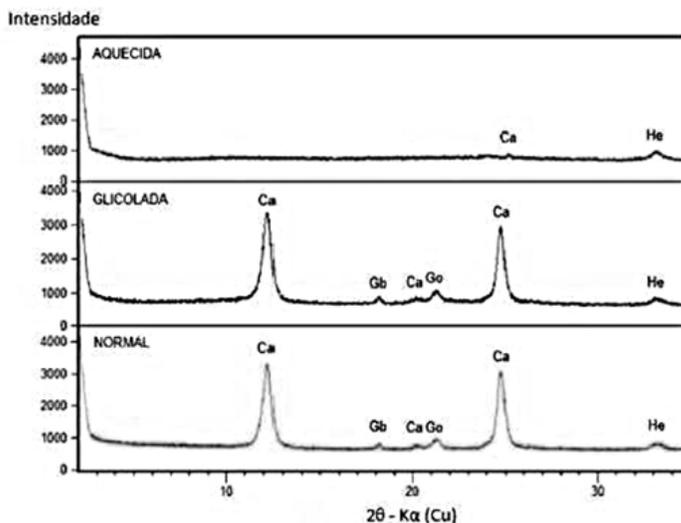


Figura 1 – Difratoograma da fração argila do solo.
 Legenda: Ca - Caulinita; He – Hematita; Gb – Gibbsita; Go - Goethita

Dentre as análises realizadas, a soma de bases (SB) é de extrema importância nas reações de troca catiônica nas misturas solo/lama de cal. A SB é obtida pelo somatório das bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+}) para a definição das capacidades de troca catiônica efetiva e potencial. Como pode se observar, a lama de cal possui um valor significativo de SB indicando o número de cargas negativas dos colóides do solo que estão sendo ocupados pelos cátions básicos trocáveis. A troca catiônica ocorrida na permutação iônica através das reações com o cálcio (Ca^{2+}) presente na lama de cal substitui os íons monovalentes tais como, sódio e hidrogênio na superfície das partículas de argila o que promove o fenômeno de floculação/aglomeração dos argilominerais melhorando suas propriedades.

Tabela 1 – Análises químicas e físico-químicas do solo e da lama de cal.
Amostra \ Análise pH

Amostra	pH	pH	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺
\ Análise	H ₂ O	KCl	CaCl ₂	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(cmol./dm ³)	(cmol./dm ³)
Lama de Cal	10.17	-	-	40.60	36.00	1259.30	0.44	0.19
Solo	4.92	4.50	-	0.60	6.00	-	0.14	0.01

Amostra	V	m	ISNa	MO	p-Rem	Cu	Mn	Fe
\ Análise	(%)	(%)	(%)	(Dag/Kg)	(mg/L)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)
Lama de Cal	100.00	0.00	88.31	1.14	4.50	0.32	8.20	0.30
Solo	22.10	0.00	-	0.13	3.60	0.31	0.80	21.40

Amostra	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T
\ Análise	(cmol./dm ³)				
Lama de Cal	0.00	0.00	6.20	6.20	6.20
Solo	0.00	0.60	0.17	0.17	0.77

Legenda: SB = Soma de Bases Trocáveis; T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; m= índice de saturação por Alumínio; MO (Mat. Orgânica) = C.Org x 1,724 - Walkley-Black; P - Na - K - Fe - Zn = Mn - Cu - Cd - -Pb - Ni - Cr - Extrator Mehlich-1; S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético; N - N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal; H = Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V= Índice de Saturação por Bases; ISNa - Índice de Saturação por Sódio; P-rem = Fósforo Remanescente.

Considerações Finais

A mineralogia da fração argila do solo identifica o alto grau de intemperismo desse solo no qual auxiliou na compreensão dos dados obtidos.

As caracterizações químicas corroboraram o efeito do processo de troca catiônica para a estabilização ou melhoramento deste solo.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, RJ, 1987, 63p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA - CNPS, 1997, 212p. (Documentos, 1).

MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S.; TRINDADE, T. P.; LIMA, D. C.; CARVALHO, C. A. B.; SANTOS, S. L. M. Análise técnica e avaliação de trechos experimentais de misturas solo-lama de cal com vistas a aplicações em estradas florestais. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 265-274, abr. 2007.

OLIVEIRA, F. S. D. Utilização de resíduos de construção e demolição reciclados na sorção de Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} e As^{5+} . 2015. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2015.

PALMEIRA, E.M. Estradas de Acesso. Manual Técnico Geotêxtil Bidim, 1990, 30 p.

TRINDADE, T. P. Caracterização tecnológica de três solos residuais estabilizados quimicamente com vistas a aplicações em geotecnia rodoviária e ambiental. Viçosa, MG. 2006. 254p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Geotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2006.