DESEMPENHO DE ALTERNATIVAS DE ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO PARA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS RURAIS DE USO FLORESTAL[1]

Carla Melita da Silva[2], Jean Alberto Sampietro[3], Daiane Alves de Vargas[4], Leonardo Poleza Lemos, Natália Leticia da Silva[5].

[1] Vinculado ao projeto "Propriedades mecânicas e geotécnicas de solos e de materiais para dimensionamento do pavimento de estradas florestais."
[2] Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal – CAV – Bolsista PROBIC
[3] Orientador, Departamento de Engenharia Florestal – CAV– jean.sampietro@udesc.br
[4] Mestre em Engenharia Florestal – CAV
[5] Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal – CAV

Técnicas de estabilização do solo para construção de estradas rurais de uso florestal são necessárias para maior viabilidade técnica, econômica e ambiental da logística de abastecimento. O objetivo deste estudo foi avaliar alternativas para estabilização química de um solo típico da região serrana de Santa Catarina com produtos de diferentes princípios ativos e concentrações.

O estudo foi conduzido em um trecho de estrada florestal de uso primário localizada no munícipio de Bocaina do Sul – Santa Catarina em povoamentos florestais com produção destinada à fabricação de celulose. Os estabilizantes químicos testados, tinham diferentes princípio ativos e concentrações correspondendo aos seguintes tratamentos: Produto B (Açúcares e enzimas) à 5%; Produto C5 (Açúcares e enzimas) à 5%; Produto C10 (Açúcares e enzimas) à 10%; Produto E2 (Cal calcítica) à 2%; Produto E3 (Cal calcítica) à 3%; Cal à 4%; Cal à 8%; Cimento à 2% e Cimento à 4%.

Primeiramente foram realizados ensaios geotécnicos com o solo puro e tratamentos, cujas determinações foram: Granulometria por sedimentação, limites de consistência, ensaio Proctor e ensaio *California Bearing Ratio* (CBR). Em seguida, procedeu-se com a construção e avaliação de trechos experimentais na área de estudo. foram estabelecidas 10 parcelas de 30 x 5m, tendo-se uma para cada tratamento e uma parcela como testemunha, sem aplicação de aditivo químico.

Para o controle de compactação na construção dos trechos experimentais, a umidade foi obtida através do método da frigideira e a densidade foi obtida através do método do cilindro de cravação. Evitou-se alocar parcelas em morros e próximo à bueiros na área de estudo, uma vez que nos ensaios de tráfego a tração dos veículos de transporte de carga poderia ser afetada. Para os ensaios de tráfego utilizou-se caminhão pipa para o umedecimento dos trechos até a saturação.

Os dados foram analisados por estatística descritiva em delineamento experimental inteiramente casualizado. Foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, prosseguindo-se com a análise de variância e teste de médias por Duncan à 5% de significância, sendo transformados os valores que não atenderam aos pressupostos de normalidade.

O solo estudado foi classificado como A5 (solo siltoso) no sistema TRB, ou seja, regular a mau para aplicação em subleito. Na classificação USCS houve o enquadramento em dois grupos, OL-ML, isto é, solo com argilo-siltoso orgânico com baixa plasticidade. Os resultados de granulometria evidenciaram que para a fração argila, o solo puro obteve 34,98%, o menor valor

Apoio:

foi para a Cal8 com apenas 1,56%, o maior valor foi para o produto C5 com 26,86%. Para silte, o solo puro obteve 34,45%, o menor valor foi a Cal8 com 17,41% e o maior valor foi para a Cal4 com 43,93%. No caso da fração areia, o tratamento com menor valor foi o produto C5 com 35,15%. O maior valor foi para a Cal8 com 81,03%.

O Limite de Liquidez (LL) do solo foi de 46,91%, o Limite de Plasticidade (LP) foi de 44,88%, sendo estes parâmetros alterados com aplicação dos tratamentos.

Quanto aos parâmetros de compactação, na energia intermediária, o solo puro apresentou Uoc 22% e γdmáx 1,45 g/cm^3. O tratamento que apresentou os valores mais baixos, foi o produto B com Uoc 21,29% e γdmáx 1,46 g/cm^3. O produto Cimento 4 obteve maiores resultados, onde o ponto de máxima foi atingido com Uoc 19,87% e γdmáx de 1,46 g/cm^3, ou seja, superior a concentração anterior e com incremento de compactação maior 105,04%.

No ensaio CBR, o solo demonstrou baixa resistência mecânica, de 11% e ExpansãoCBR 2,2%, considerada alta para material de subleito. Com a aplicação dos estabilizantes químicos houve melhoria sobre os parâmetros de compactação. Na energia intermediária, os produtos B, E2, Cal4 e Cimento4 demonstraram aumento na densidade específica aparente seca máxima (γdmáx) e redução da umidade ótima de compactação (Uoc). Para o CBR, o produto E3 obteve (26,3%), com ExpansãoCBR para menos que 1%.

Os resultados para deformação dos estabilizantes comerciais em pó (E2 e E3) e Cimento4 obtiveram valores estatisticamente iguais para área movimentada (AM) (Tabela 1) e trilho de rodas (TR), sendo estes os melhores tratamentos, diferindo estatisticamente em relação à testemunha. Os estabilizantes tradicionais Cal4 e Cal8 demonstraram bons resultados, mas não superiores ao produto comercial "E", constituída por cal calcítica. O Cimento2 obteve resultados abaixo do Cimento4, portanto, para este solo a relação solo-cimento com 2% não é adequada.

Em geral, os estabilizantes comerciais em pó demonstraram maior efetividade na estabilização química desse solo em relação aos comerciais líquidos, anulando a plasticidade e obtendo maiores valores de resistência mecânica, tanto em laboratório como em campo.

Tabela 1. *Teste de comparação médias por Duncan para Área Movimentada (m²):*

Tratamento	Am (m²)	CV (%)
Produto E_2	0,0557a	55,18
$Cimento_4$	0,0634a	39,84
Produto E_3	0,0827ab	73,1
Cal_4	0,1110bc	13,13
$Cimento_2$	0,1195bc	9,93
Cal_8	0,1363bc	42,78
Produto C_{10}	0,1433bc	9,42
Produto C_5	0,2285cd	29,61
Produto B	0,2667cd	33,5
Testemunha	0,3118e	70,58

Palavras-chave: Estabilização química do solo, rede viária florestal, logística florestal.

Apoio: CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; fapesc Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina; GOVERNO DE SANTA CATARINA