

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA EM SOLOS DO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JÉSSICA LANGE QUEIROZ^{1*}, GESSYELE RIGATO².

¹ Bacharel em Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras de Linhares, Linhares-ES, jessica-lq@hotmail.com

² Bacharel em Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras de Linhares, Linhares-ES, gessylerigato@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Os solos são materiais resultantes do intemperismo de rochas, gerados pela ação de agentes de decomposição. Para fins de construção de estradas, considera-se solo todo material parcialmente consolidado ou inconsolidado que pode ser escavado sem o emprego de técnicas especiais, como a utilização de explosivos. Dada a importância das estradas vicinais e estradas pavimentadas para o escoamento da produção agrícola no Norte do Espírito Santo, determinar o Índice de Suporte Califórnia (ISC) e a expansão (E), utilizados para o dimensionamento dos leitos das mesmas, para esta região, se faz necessário. Esses fatores indicam a resistência dos solos e sua aptidão para construção das estradas. Assim sendo, neste trabalho teve-se como objetivo determinar o Índice de Suporte Califórnia e a expansão dos solos de quadro pontos de diferentes localidades da região norte do Espírito Santo.

PALAVRAS-CHAVE: *Califórnia Bearing Ratio* (CBR); expansão do solo; ensaio de penetração do solo.

DETERMINATION OF CALIFÓRNIA BEARING RATIO IN THE NORTHERN STATE OF ESPIRITO SANTO SOILS

ABSTRACT: Soils are materials resulting from weathering of rocks generated by the action of decomposing agents. For road building purposes, it is considered soil each partially consolidated or unconsolidated material which can be excavated without the use of special techniques such as the use of explosives. Given the importance of local roads and paved roads for the transportation of agricultural production in the north of the Espírito Santo, determine the Califórnia Bearing Ratio (CBR) and expansion (E) used for the design of the beds of the same, for this region, is required. These factors indicate the strength of the soil and its ability to build roads. Thus, this work had as objective to determine the California Support Index and the expansion of the framework of soils points from different localities of the northern region of the Espírito Santo.

KEYWORDS: Califórnia Bearing Ratio (CBR); Soil expansion y soil penetration test.

INTRODUÇÃO

No Brasil a maior parte do meio de transporte é o rodoviário, sendo que grande parte desses veículos são utilizados para transporte de mercadorias, tornando então as estradas o principal acesso para o escoamento dessas mercadorias no país. Nota-se que não são feitos estudos apropriado na preparação das estradas, seja de grande, média e ou pequena importância econômica.

Construir uma rodovia sem terraplanagem ou a compactação adequada, causa então tragédias, principalmente em épocas de muitas chuvas que acaba gerando acidentes devido ao grande número de buracos na pavimentação.

A compactação é uma forma de consolidar o solo, aumentando a sua resistência ao cisalhamento, aumentando o peso específico e diminuindo o índice de vazios, melhorando então as propriedades do solo, com isso começa-se a pavimentação.

De acordo com Bernucci (2008), pavimentação é uma superestrutura constituída por várias camadas como revestimento, base, sub-base, reforço do subleito, regularização do subleito e subleito. Para a execução dessa superestrutura às vezes é necessário à utilização de áreas de empréstimos como forma de suprir a ausência ou insuficiência dos solos extraídos dos cortes das rodovias, ou quando esse solo apresenta características inadequadas para a construção de estradas, como baixa resistência.

O fato é que cada vez mais cedo à pavimentação das rodovias estão apresentando fissuras, trincas, rachaduras, buracos e recalques, gerando assim esforços não dimensionados e conseqüentemente gerando custos de manutenções não previstos no planejamento das rodovias ou até mesmo a abertura de crateras. Esses problemas podem acontecer por vários motivos, por exemplo, a falta de compactação, interpretação inadequada dos dados fornecidos pelo teste *Califórnia Bearing Ratio* e o descumprimento de normas.

Devido a esses fatores a compactação do solo pode estar comprometida, gerando assim os problemas acima citados, por meio dos resultados dos testes *Califórnia Bearing Ratio*, onde foram coletadas e analisadas as amostras de quatro solos diferentes localidades da região norte do Espírito Santo, observou-se que os valores são diferentes para solos das diferentes localidades, interferindo na escolha do tipo de pavimento adequado para a utilização em área de empréstimo.

Para a verificação desses solos é necessário o teste de Índice de Suporte Califórnia (ISC), que segundo Valejos et al. (2005), sendo hoje um dos métodos mais conhecidos de dimensionamento de pavimentos flexíveis, que é feito através de uma amostra de solo contida em um cilindro, onde é aplicada certa quantidade de golpes de um soquete sobre o solo onde a amostra é submersa na água durante quatro dias, após o término do ensaio obtém-se a expansão, a penetração e sua umidade. Essa relação é apresentada em forma da curva de penetração.

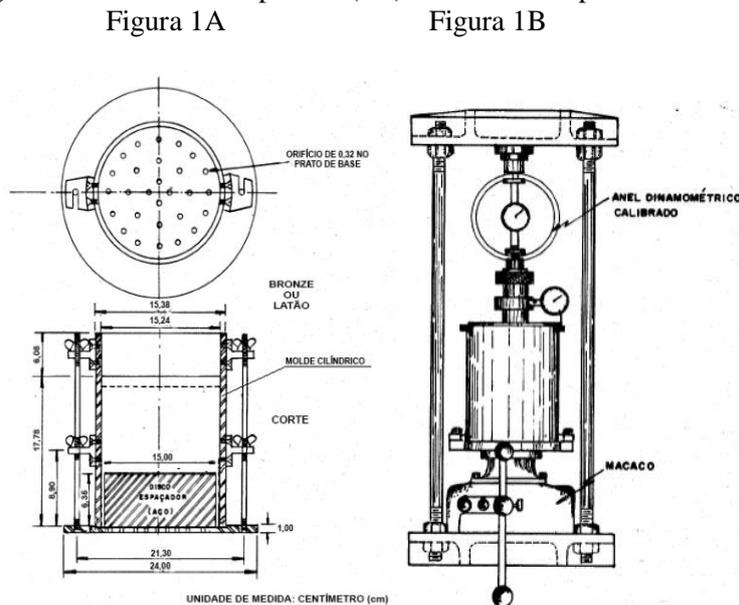
Por meio dessa pesquisa teve-se o conhecimento da análise da expansão e do teste de penetração para os quatro solos de diferentes localidades na região norte do Espírito Santo, onde os resultados da expansão e penetração do solo foram obtidos por meio do ensaio *Califórnia Bearing Ratio* (CBR).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil da Faculdade Pitágoras de Linhares-ES, com quatro amostras de solo de diferentes localidades no norte do estado do Espírito Santo, sendo a primeira amostra retirada na BR-101 próximo ao bairro Rio Quartel em Linhares – ES cuja coordenada é latitude: 19°33'38.9"S e longitude: 40°10'35.1"W, a segunda também na BR-101 na Curva do Assombro em Aracruz – ES latitude: 19°38'33.5"S longitude: 40°14'01.6"W e a terceira no distrito de Rodrigues em Sooretama – ES latitude: 19°2'0"S e longitude: 40°15'54"W e a quarta em Vila Valério – ES, latitude: 18°59'40.4"S e longitude: 40°23'39.2"W.

Foram utilizados no ensaio, balança de precisão, estufa regulada a 105°C e 110°C, conjunto de molde cilíndrico com anel complementar e base (Figura 1A), prensa, prato perfurado com haste, extensômetro, capsula de porcelana, disco espaçador, sobrecargas, espátula, régua biselada, proveta, bandeja metálica e soquete padrão para o teste ISC. Para determinação da expansão foi necessário à compactação das amostras com o soquete, aplicando uma energia de compactação normal no corpo de prova. Após a compactação o corpo de prova o mesmo ficou imerso em água por quatro dias, sendo realizadas leituras iniciais e finais no extensômetro a cada 24 horas. Decorrido esse tempo, os corpos de prova foram retirados da água e mantidos em repouso para escoar por 15 minutos. Para o cálculo da expansão utilizou-se a expressão de acordo com a NBR 9895 (ABNT, 1987) $E = [(leitura\ final - leitura\ inicial)/(altura\ inicial\ do\ corpo\ de\ prova)].100$.

Figura 1. Aparelhagem dos ensaios da Expansão (1A) e Índice de Suporte Califórnia (1B).



Fonte: DNIT (172/2016).

O teste de penetração foi realizado em uma prensa do tipo CBR (Figura 1B), onde foram colocados discos anelares em cada corpo de prova. Em seguida o conjunto foi colocado no prato da prensa, para iniciar a penetração do pistão no solo a uma velocidade constante de 1,27 mm/min. As leituras de pressão no extensômetro foram feitas para os tempos de penetração iguais a 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 minutos. Para determinação do Índice de Suporte de Califórnia usou-se a equação $ISC = [((\text{pressão calculada})/(\text{pressão padrão})).100]$ também fornecida pela NBR 9895 (ABNT, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Expansão

Com os dados dos ensaios, obtiveram-se os valores da expansão como apresentada na tabela 1. A expansão depende da quantidade de ar no material para uma certa densidade, o mínimo de expansão é analisado quando os vazios do solo estão quase cheios de água.

Tabela 1. Resultados obtidos nos ensaios de expansão dos solos da região norte do Espírito Santo.

Amostra	Expansão (%)
Linhares	1,87
Vila Valério	30,56
Aracruz	-5,97
Sooretama	-6,35

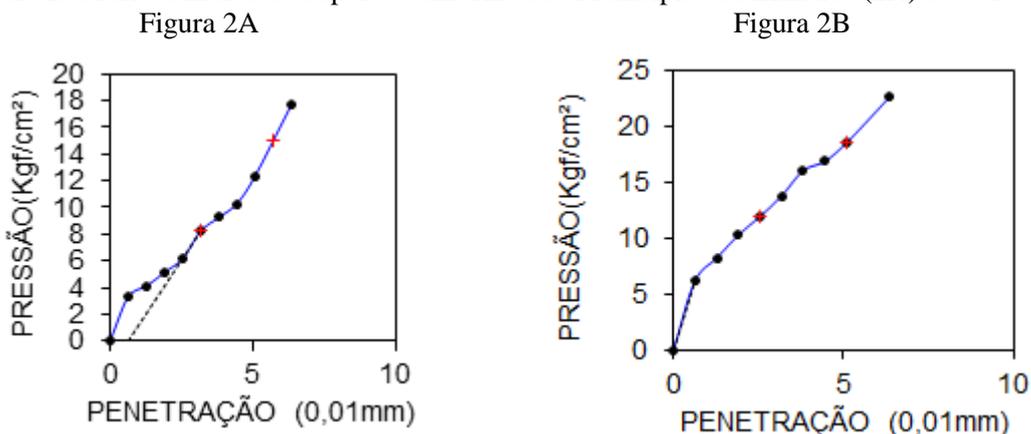
Fonte: Autoria própria.

De acordo com a PREFEITURA DE SÃO PAULO (2004), para subleitos a expansão deve ser no máximo 2%, para a sub-base deve ser menor ou igual 1% e bases a expansão deve ser menor ou igual que 0,5%. Tais valores de expansão mostram que o solo de Linhares, Aracruz e Sooretama é adequado para construção de subleitos rodoviários. Já o solo de Vila Valério não apresentou o resultado satisfatório para a mesma finalidade. Os solos de Aracruz e Sooretama se mostraram adequados para a utilização na construção de base e sub-base de pavimentos rodoviários.

3.2 Índice de Suporte Califórnia

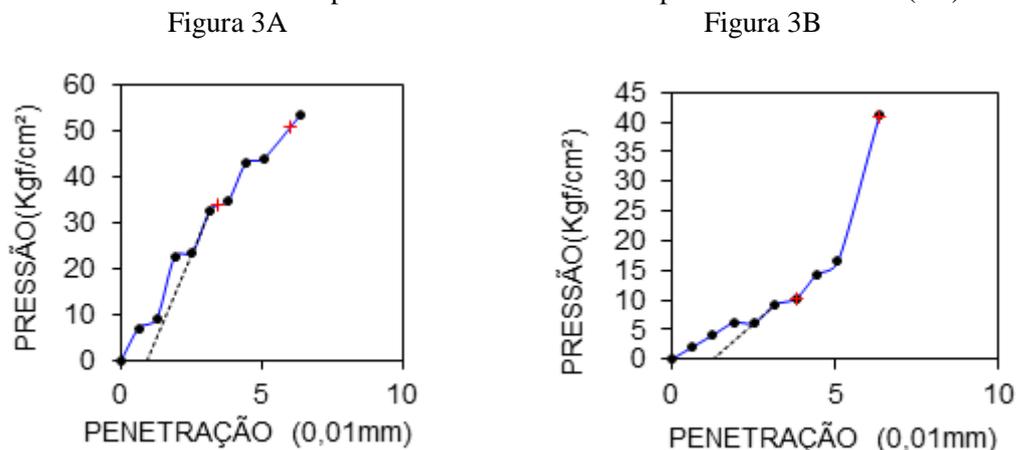
Para teste CBR, os resultados do solo de Linhares (Figura 2A) e Sooretama (Figura 2B) foram ISC 0,1"= 11,7% e ISC 0,2"= 14,2% ; ISC 0,1"= 17,0% e ISC 0,2"=17,6% respectivamente, o que de acordo com a Norma Brasileira (NBR 9895), estes solos não são indicados para serem usados como sub-base, pois os valores não chegaram ao mínimo estabelecido, enquanto o solo de Vila Valério (Figura 3A) e Aracruz (Figura 3B) tiveram os resultados ISC 0,1"= 48,1% e ISC 0,2"=48,3%; ISC 0,1"= 14,6% e ISC 0,2"= 38,8% sendo indicados na utilização de sub-base na pavimentação de estradas, pois os mesmos apresentaram resultados superiores a 20%, como pode-se observar na figura 2 e 3 abaixo:

Figura 2. Gráficos Índice de Suporte Califórnia dos Municípios de Linhares (2A) e Sooretama (2B).



Fonte: Autoria própria.

Figura 3. Gráficos Índice de Suporte Califórnia dos Municípios de Vila Valério (3A) e Aracruz (3B).



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou os resultados positivos para utilização dos solos das cidades de Vila Valério e Aracruz como camada de sub-base para pavimentação de estradas, onde os mesmos obtiveram os Índices de Suporte Califórnia superiores a 20%.

Enquanto o solo da cidade de Linhares, Aracruz e Sooretama, tiveram os resultados satisfatórios no teste de expansão para ser utilizado como camada de subleito, pois a expansibilidade do solo deve ser no máximo 2%. Já o solo de Aracruz e Sooretama obteve um resultado favorável na utilização do solo como base ou sub-base em pavimentos rodoviários.

O solo de Aracruz é o mais indicado para utilização como área de empréstimo, devido a atender tanto o teste de expansão como o de Índice de Suporte de Califórnia.

Sugere-se que outros solos da região norte do Espírito Santo com outras formações geológicas, sejam objeto dos mesmos procedimentos e ensaios realizados neste trabalho, tendo em vista que os solos originados de rochas diferentes oferecerão resultados distintos.

REFERÊNCIAS

- ABN NBR 9895. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo – Índice de Suporte Califórnia. 1987.
- Bernucci et al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. Manual de Pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro. 2006.
- DER-PR. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. Terraplenagem: Empréstimo. 2005.
- DNIT 172. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio, 2016.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio. São Paulo: Prefeitura Municipal, 2004.
- Silva, T. O. et al. Sistemas de Classificações Geotécnicas de Solos: Estudo de Caso Aplicado à Rodovia não Pavimentada VCS 346, Viçosa, MG. Revista Árvore, Viçosa-MG, vol.34, n.2, p.313-321, 2008.
- Silva, M. A. M. Propriedades Geotécnicas de Expansão de um Solo Argiloso Compactado com e Sem Adição de Cal. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2010.
- Valejos, C. V. et.al. Cálculo de Ensaios Laboratoriais de Mecânica dos Solos. Curitiba – PR, 2005.