

USO DO DCP PARA CONTROLE EXECUTIVO DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS NO MUNICÍPIO DE PIRATINI/RS

Pedro Henrique de Souza Farias Brandão

Acad. do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande - FURG
pedrohbrandao@hotmail.com

Maicon Lopes da Silva

Acad. do Curso de Eng. Civil Empresarial da Universidade Federal do Rio Grande - FURG
maiconsilva@furg.br

Cesar Alberto Ruver

Professor/Pesquisador de EE da Universidade Federal do Rio Grande – FURG
cesar.ruver@gmail.com

Resumo. *O Índice de Suporte Califórnia (CBR) tem grande importância para engenharia rodoviária brasileira. Por exemplo, ainda é usado como um dos principais critérios de dimensionamento de pavimentos flexíveis. No entanto, mesmo para estradas pavimentadas, seu valor não é costumeiramente verificado em campo, embora exista equipamento destinado para tal fim. Como o ensaio de CBR normalmente é realizado somente na umidade ótima e peso específico aparente seco máximo, quando em campo (controle tecnológico) é observado que a compactação atingiu um grau de compactação de 100% e um desvio na umidade de 2%, infere-se que o CBR também é atendido. No caso de estradas não pavimentadas, na maioria dos casos, nem mesmo é realizado o controle de compactação. Um controle executivo mais eficiente poderia ser executado, inclusive para a verificação do CBR, através do emprego do ensaio de DCP. O ensaio de DCP é um ensaio prático e de rápida execução, se comparado com os ensaios convencionais de campo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de laboratório, para mostrar que de fato há correção entre os dois ensaios. Os ensaios de laboratório serão realizados com uma amostra de saibro do município de Piratini/RS, utilizada como revestimento primário de estradas vicinais. Uma vez verificada a correlação entre o DCP e o*

CBR, pode-se utilizar a ferramenta para o controle executivos das estradas vicinais daquele município.

Palavras-chave: Estradas não pavimentadas. Ensaio de CBR e DCP.

1. INTRODUÇÃO

As vias não pavimentadas, de acordo com o DNIT (2012), representam aproximadamente 87% do total da malha viária nacional e aproximadamente 92,8% das estradas do Rio Grande do Sul. Neste contexto, verifica-se, conforme DNIT (2012), que o Rio Grande do Sul possui 140.586,1 km de estradas não pavimentadas. Infelizmente, essas estradas não têm recebido a mesma atenção que as pavimentadas. Muitas vezes, são construídas sem quaisquer critérios técnicos. Geralmente não são realizadas atividades de conservação ou de manutenção. Devido a sua extensão e importância, principalmente locomoção local, deveriam receber no mínimo o mesmo tratamento e atender pelo menos os mesmos critérios que recebem as camadas das estradas pavimentadas (seleção de materiais, valores mínimos de CBR, grau de compactação, etc.).

Dentre outros inúmeros fatores e critérios a serem atendidos, a adequada compactação das camadas que compõem uma via não pavimentada se constitui num

aspecto fundamental para garantir o seu bom desempenho e sua maior durabilidade. De acordo com Abitante *et al* (2009), embora atualmente existam equipamentos com elevada tecnologia embarcada para a avaliação contínua das condições de compactação de uma camada, em países em desenvolvimento e do terceiro mundo, o controle tecnológico é feito de forma pontual, utilizando-se metodologias tradicionais como, por exemplo, o uso do frasco de areia.

Um método alternativo para o controle de compactação e a avaliação do suporte da camada de solos *in situ* é o equipamento de DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Esse equipamento, de operação simples e ágil, fornece resultados de forma rápida e com custos reduzidos, possibilitando um maior número de pontos investigados durante a execução das obras, além de possibilitar a avaliação da resistência da camada ao longo de sua espessura, ao contrário dos ensaios convencionais, que permitem apenas uma avaliação pontual da resistência da camada. Dada a confiabilidade dos resultados obtidos com o DCP, aliada ao baixo custo de execução do ensaio, torna o mesmo uma ferramenta poderosa para a investigação de subleitos e de camadas de vias não pavimentadas.

Neste sentido o objetivo deste trabalho é apresentar uma alternativa para controle executivo (grau de compactação e CBR) de camadas de revestimento primário a partir do ensaio de DCP. Para tanto serão realizados ensaios de CBR e DCP em laboratório para um saibro oriundo do município de Piratini/RS

2. METODOLOGIA

As estradas não pavimentadas do município de Piratini/RS são compostas por uma camada (10 a 20 cm) de revestimento primário (saibro) aplicado diretamente sobre o subleito. Para a realização deste trabalho, foi coletada uma amostra de uma saprólito

(saibro) em jazida representativa. Após a preparação da amostra, foram feitos ensaios de caracterização geotécnica: granulometria, limites de Atterberg, e, posteriormente, classificação do solo. Uma vez caracterizado, foram feitos ensaios de compactação na energia normal. Em seguida, foram realizados ensaios de CBR e DCP para todos os pontos da curva de compactação nas condições não imersa e imersa. Para cada ponto da curva de compactação (total de 6) foram realizados, em sequência, os seguintes ensaios: CBR não imerso, DCP não imerso, CBR imerso e DCP imerso; totalizando 24 ensaios.

Apesar do ensaio de DCP ser um ensaio de campo, o mesmo foi feito em laboratório no mesmo molde utilizado para ensaio de compactação e CBR. Os ensaios de CBR e DCP foram realizados em conjunto para cada umidade e cada estado de imersão. Após a compactação da amostra no molde, seguido ou não da imersão, era realizado o CBR, em seguida, a mesma amostra era virada e colocada sobre um espaçador de borracha para a execução dos ensaios de DCP. A partir dos resultados dos ensaios de DCP foi verificada a possibilidade de estabelecer correlações com os valores de CBR, umidade e peso específico aparente seco, para as diferentes situações (imerso e não imerso).

3. RESULTADOS

Em termos de caracterização geotécnica, o solo em questão corresponde a um saprólito de granito, chamado de saibro. É composto por 5% de pedra de mão, 42% de pedregulho, 27% de areia, 17,8% de silte e 7,50% de argila, conforme a NBR 6502 (ABNT, 1995). A figura 1 apresenta a distribuição granulométrica do solo estudado. Ainda, segundo a norma, o solo é classificado como pedregulho arenoso. Pela classificação da SUCS é caracterizado como solo SM e pela HRB tem a classificação de A-2-4 (0). Possui o peso específico real dos

grãos de $2,64 \text{ g/cm}^3$. Apresenta LP de 24%, LL de 28% e IP de 4%. Tem um diâmetro efetivo de $0,0042 \text{ mm}$, podendo ser considerado um solo bem graduado ($c_c = 1,01$) e desuniforme ($c_u = 745$).

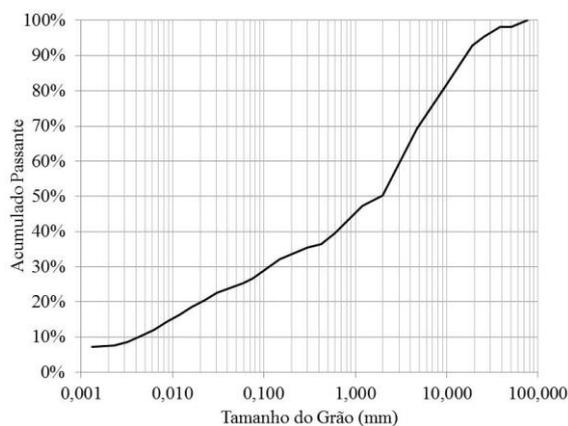


Figura 1: Distribuição granulométrica

Uma vez caracterizado solo realizou-se os ensaios de compactação, conforme a NBR 7182 (ABNT, 1986) e CBR, conforme a NBR 9895 (ABNT, 1987). Inicialmente realizou-se os ensaios de compactação na energia normal e a partir das umidades utilizadas nesses ensaios, realizou-se os ensaios de CBR para toda a curva de compactação. A figura 2 apresenta o gráfico médio (ensaios de compactação e CBR) do peso específico aparente seco pela umidade. A partir da figura 2, verifica-se que o peso específico aparente seco máximo (γ_{dmax}) é de $20,44 \text{ kN/m}^3$ e a umidade ótima ($\omega_{ótima}$) é de 9,6%.

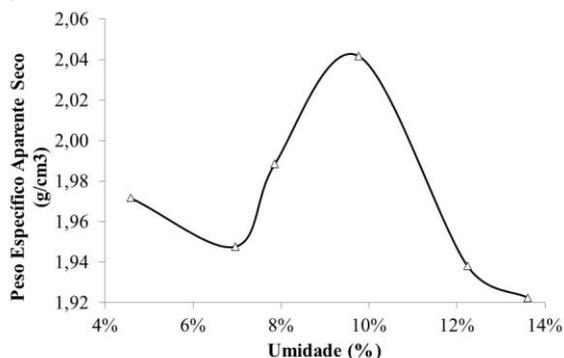


Figura 2: Gráfico de $\gamma_d \times \omega$ média

A figura 3 apresenta os resultados dos ensaios de CBR realizados no estado não inundado, realizados imediatamente após a moldagem, e imersos em água por quatro dias. Em uma primeira análise, verifica-se que o maior valor de CBR, no estado inundado, ocorre para uma umidade inferior a ótima, condizente com o exemplo de resultado (figura) anexo a norma (ABNT, 1987).

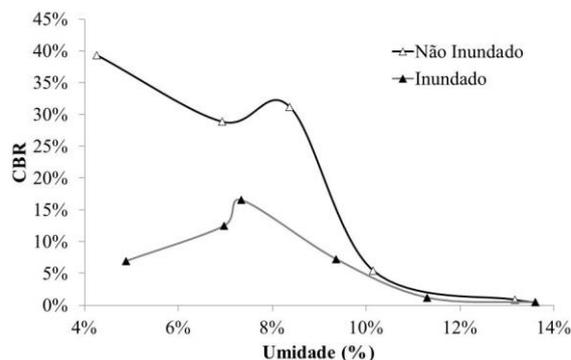


Figura 3: Resultado dos ensaios de CBR

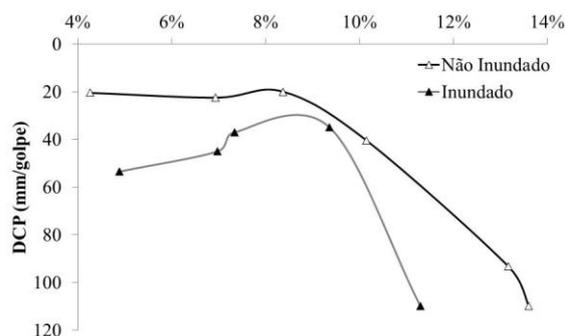


Figura 4: Resultado dos ensaios de DCP

Analisando os resultados dos ensaios de CBR não inundado (figura 3) verifica-se que quanto menor o teor de umidade, maior é o valor do CBR. Agora, analisando os resultados dos ensaios inundado, verifica-se uma grande perda de capacidade de suporte quanto menor a umidade. A menor perda de capacidade suporte ocorre nas proximidades da umidade ótima. Para umidades muito acima da umidade ótima, o solo perde toda sua capacidade de suporte mesmo no estado não imerso.

A figura 4 apresenta os resultados dos ensaios de DCP realizados em laboratório, utilizando-se o mesmo molde empregado para os ensaios de compactação e CBR (figura 5). Os ensaios, assim como o CBR, também foram realizados no estado imerso e não imerso. Analisando os resultados de DCP no estado não imerso, verifica-se que quanto menor a umidade, menor a cravação, portanto maior a capacidade de suporte. No entanto, para o estado imerso, verifica-se uma taxa de maior penetração para as menores umidades. Analisando a índice de penetração nas proximidades da umidade ótima, verifica-se que o valor é praticamente o mesmo, indicando pouca perda de capacidade de suporte nessa umidade.



Figura 5: Execução do ensaio de DCP em laboratório

Comparando-se os resultados de CBR e DCP, verifica-se que as curvas no estado imerso e não imerso, seguem uma mesma tendência, mostrando ser possível haver uma correlação entre os dois ensaios. Essa correlação é tão significativa que inclusive a norma americana D6951 (ASTM, 2009) apresenta equações empíricas para estimativa dos valores de CBR em função do DCP.

4. CONCLUSÕES

Sabe-se que o controle tecnológico da execução das camadas de pavimentos, tanto de estradas pavimentadas ou não, é fundamental para garantir a durabilidade. O controle executivo através de ensaios convencionais (cilindro cortante, frasco de areia e CBR de campo) pode ser extremamente lento, e no caso do CBR, muitas vezes nem é verificado. No entanto, neste trabalho ratificou-se que há possibilidade de estabelecer correlações entre os resultados dos ensaios de CBR e DCP. Como o ensaio de DCP é um ensaio prático e rápido, pode-se empregar o mesmo para avaliar o CBR de campo, inclusive para estradas não pavimentadas.

REFERÊNCIAS

ABITANTE, Edgar; TRICHÊS, Glicério; STRIANI, Caroline Strutzel. **Controle de Compactação de Solos com Uso de DCP**. Florianópolis: Imprensa da UFSC, 2009;

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **D6951/D6951M – 09: Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications**. Pensilvânia/EUA, 7p.; 2009;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6502: Solo e Rochas**. Rio de Janeiro/RJ, 18p., 1995;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro/RJ, 8p., 1984;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7182: Solo - Ensaio de compactação**. Rio de Janeiro/RJ, 10p., 1986;

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT. **Divisão em Trechos do PNV 2012**. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/plano-nacional-de-viacao> >. Acesso em: 08 mar. 2013.