

Emprego de agregado estéril da exploração de calcário em pavimentação de baixo custo

THE APPLICATION OF STERILE AGGREGATE OF CALCAREOUS EXPLORATION IN LOW COST PAVEMENT

Álvaro Andrade de Rezende
Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Taubaté
Michele Marson
Secretaria de Transportes, Prefeitura Municipal de São José dos Campos –
Urbanizadora Municipal S/A.
Eugênio Vertamatti
Divisão de Infra-estrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica

RESUMO

A implantação de uma política relativa a administração do meio ambiente levou a Sociedade Extrativa Dolomia localizada na cidade de Taubaté no Estado de São Paulo - Brasil mineradora e beneficiadora de calcário, a procurar parceria com a Prefeitura local e outras instituições, para utilizar o material estéril resultado do processo de mineração, considerando que a princípio este material era depositado próximo a cava da mina como material estéril e posteriormente transferido para o bota-fora quando havia necessidade de alargamento da cava. Assim, foi implantado um sistema de administração do meio ambiente com o objetivo de reduzir consideravelmente o volume do material estéril depositado em bota-fora e que poderia até gerar renda à empresa. Este trabalho mostra algumas considerações técnicas sobre o uso do material estéril (calcário pobre em carbonato e biotita/gnaiss) em estradas não pavimentadas, este apresentou-se economicamente viável e de boa capacidade de suporte, além de reduzir a quantidade do material depositado sem causar danos ao meio ambiente. Para avaliação da capacidade de suporte desta solução, o equipamento DCP-ITA foi usado para determinar o CBR "in situ" e compará-lo com os valores estabelecidos pela literatura clássica. Os resultados obtidos mostram a vantagem desta solução como uma alternativa viável à ampliação de estradas não pavimentadas com baixo volume de tráfego.

PALAVRAS CHAVE

Estradas não pavimentadas. Bota-fora. Material estéril. Meio ambiente. Cone Dinâmico.

ABSTRACT

The establishment of a policy relatively to

environment administration leaded the Extractive Dolomia Society localized in Taubaté city of Sao Paulo State - Brazil as a miner and benefiter of calcareous, to search partnership with local city hall and others institutions, aiming to establish a destiny for the sterile material resulted from mine, considering that in the beginning of it, this material was deposited as waste material near the mine cavity and after transferred to allow its enlargement. So, the establishment of a system of environment administration aims to obtain a considerable reduction in the volume of deposited waste material being that it could produce incomes to the enterprise. This work shows some technical considerations about the use of this sterile material (calcareous poor in carbonate and biotite/gnaiss) in unpaved roads, as an economical solution and with a good support capacity, besides it allows to use great quantity of waste material without damages to the environment. In the evaluation of the support capacity of this solution, the equipment DCP-ITA was used to determine the in situ CBR and to compare with the values established by classical literature. The acquired results show the advantage of this solution as a pavement alternative to enlargement of unpaved roads with low traffic volume.

KEYWORDS

Unpaved road. Waste material. Sterile aggregate. Environment. Dynamic cone.

INTRODUÇÃO

As alterações ambientais provocadas pelas ações antrópicas foram sendo lentamente percebidas na natureza. Nas últimas décadas, os governos vêm elaborando programas com base na legislação ambiental, em fiscalização e punição severa aos que agridem o

meio ambiente. O setor industrial, responsável por grande parte dos impactos prejudiciais à natureza, passou a promover programas denominados “ambientalmente corretos”.

O resíduo gerado por um processo industrial passou a ser um elemento fundamental na adequação ambiental das indústrias. Isto se deve principalmente à tese de que nada se cria, tudo se transforma. Diz-se, então, que o resíduo de uma indústria pode ser matéria prima para outra.

Para a indústria geradora do resíduo, o relato anterior passou a ter grande importância, pois este gera custos no processo industrial, de armazenamento e disposição. A possibilidade de o resíduo ser incorporado no processo de outro produto poderia levá-lo de passivo para ativo da empresa.

Um exemplo disso é a utilização do material estéril granular em pavimentação, como realiza a Sociedade Extrativa Dolomia Ltda., mineradora e beneficiadora de calcário do tipo Dolomítico, localizada em Taubaté, no Estado de São Paulo.

Existem outros tipos de rocha, como gnaisse e granito, em contato com o calcário e que durante o processo de desmonte acabam se desprendendo do maciço rochoso. Além destes materiais, o solo de cobertura também é denominado estéril. Anteriormente, o material estéril era depositado em pequenos botaforas próximos à cava. Com a aplicação da gestão ambiental, estes materiais passaram a ser objeto de um convênio da Dolomia com a Prefeitura Municipal de Taubaté (PMT) e outros interessados; o material passou a ser empregado no cascalhamento de estradas vicinais e até mesmo como sub-base para estradas que foram pavimentadas. Um exemplo deste cascalhamento é ilustrado na Figura 1.



Figura 1 – Cascalhamento de estrada vicinal no Município de Taubaté – SP.

A possibilidade de se descartar grande volume do material estéril passou a ser muito interessante para a empresa geradora. O estéril que antes era um problema do ponto de vista físico, econômico e ambiental, passou a ser fonte de receita. A PMT também se beneficia deste processo, pois obtém o material num custo menor e melhora a qualidade das estradas que compõem o sistema viário municipal para escoamento da safra agrícola.

Para ser empregado como cascalho, nenhum estudo tecnológico do material foi necessário. No entanto, para ser utilizado como camada estrutural de um pavimento asfáltico, torna-se necessária a verificação da capacidade de suporte em termos de CBR (*California Bearing Ratio*) como estabelece as normas do Manual de Pavimentação do DNER (1996).

Assim, desenvolveu-se este estudo para determinar o CBR “in situ” com o emprego do equipamento DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), em um trecho da estrada vicinal que esta em fase de execução.

ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE A EXTRAÇÃO DO MATERIAL ESTÉRIL

Com base no PRAD (Programa de Recuperação de Áreas Degradadas) da Sociedade Extrativa Dolomia Ltda., foram obtidas as seguintes informações: a produção anual é de 140.000 toneladas de calcário beneficiado por ano; os estudos geológicos e de planejamento de lavra mostram que para atender a esta necessidade de produção precisa-se retirar, na fase de abertura da cava, 86.000 m³ de material estéril constituído de granito, gnaisse e solo. Fazendo-se uma estimativa, seriam 30 caminhões de 12 m³ por dia.

A Figura 2 ilustra uma vista geral da área de lavra e os caminhões retirando o material estéril depositado no fundo da cava.



Figura 2 – Vista geral da cava com caminhões retirando o material estéril para ser transportado para as estradas vicinais.

Para ser beneficiado, o calcário que se mistura ao estéril tem de ser separado. Isto é feito passando-se este material por um conjunto de peneiras denominada tremonha, a qual tem a finalidade de segregarem o material fino do granular. A Figura 3 ilustra o processo e o resultado, como pode ser observado, do lado direito é depositado o calcário que será beneficiado e do lado esquerdo o material estéril que será transportado para revestimento das estradas. A Figura 4 ilustra uma operação de carregamento de material estéril com um caminhão e uma pá carregadeira de pneus.



Figura 3 - Tremonha e as pilhas de material estéril e calcário.



Figura 4 - Operação de carregamento de material estéril.

Os blocos maiores de rocha estéril são lançados numa pilha para material reciclável. Este processo permite separar os diversos tamanhos de bloco por gravidade. Tal material também é fornecido para recuperação de processos erosivos ao longo de estradas e córregos e enrocamento da fundação de pontes. A Figura 5 ilustra a pilha do material.

AValiação DO MATERIAL APLICADO COMO SUB-BASE EM TERMOS DE CBR

Para realizar a avaliação, foi escolhido um trecho



Figura 5 - Pilha de blocos estéreis que são separados por gravidade.

em execução pela Prefeitura Municipal de Taubaté na estrada vicinal da Aberta Grande, no bairro das Sete Voltas. A Figura 6 ilustra o trecho. Observa-se, nesta foto, que os blocos maiores foram colocados na valeta de escoamento de água pluvial do lado direito da estrada. Este procedimento tem por finalidade diminuir a velocidade da água na valeta e evitar o processo erosivo.

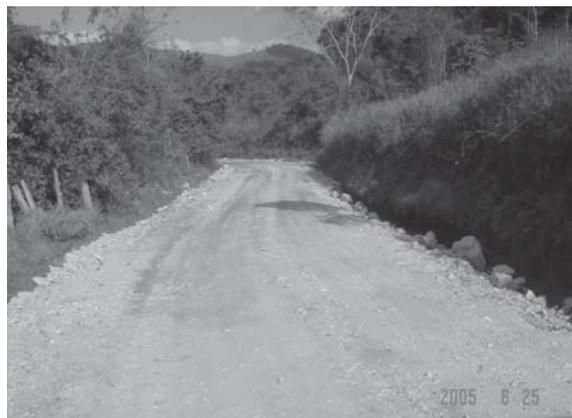


Figura 6 - Trecho da estrada com o material estéril lançado.

Uma inspeção no local mostrou que foram lançados e compactados cerca de 25 cm de material estéril granular proveniente da Dolomia.

Para determinação do CBR *"in situ"* da camada, foi utilizado o equipamento DCP na versão desenvolvida no ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), com base nos estudos realizados por Lima (2000). A Figura 7 ilustra o equipamento parcialmente cravado na estrutura da estrada.

Para a estimativa do CBR foi utilizada a correlação desenvolvida pelo *Transport Research Laboratory* (TRRL) em 1986, a seguir descrita:

$$\text{Log}_{CBR} = 2,480 - 1,060 \times \text{Log}_{DCP} \quad (1)$$



Figura 7 – DCP-ITA parcialmente cravado na estrutura da estrada.

A Figura 8 ilustra o resultado do ensaio executado. A inclinação dos segmentos de reta definidos pela curva DCP representa a resistência de cada camada à penetração da haste do equipamento. Quanto maior a inclinação, em mm/golpe, menor será a resistência da camada ensaiada. Assim, observa-se a existência de duas camadas compondo a estrutura do pavimento e uma intermediária de transição entre a sub-base e o sub-leito.

Os valores de CBR_{DCP} determinados a partir da Eq. (1) para cada uma das camadas foram de 33 % para a sub-base e de 9 % para o sub-leito.

O Manual de Pavimentação do DNER (1996) estabelece para a camada de sub-base que compõe a estrutura de pavimento flexível o CBR maior do que 20 %. Portanto, observa-se que foi atendida a especificação normativa com a utilização do material estéril.

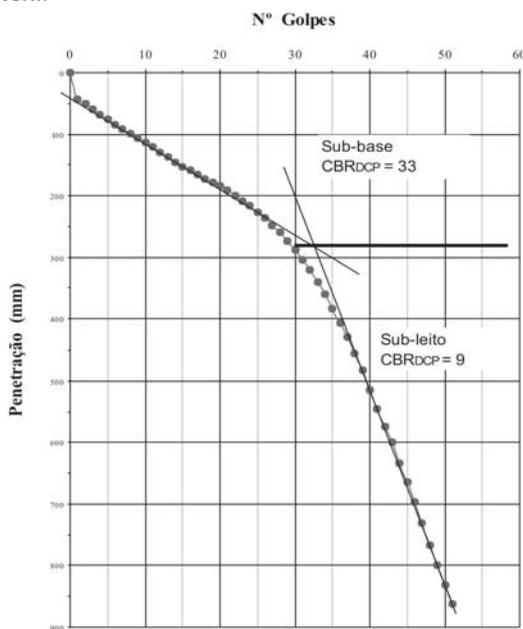


Figura 8 – Resultado do ensaio DCP-ITA e o valor de CBR_{DCP} .

CONCLUSÃO

A partir deste estudo, conclui-se que a utilização do material estéril em pavimentação é viável do ponto de vista da engenharia, uma vez que elevou o CBR da camada de sub-base do pavimento para um valor superior ao mínimo estipulado pelas normas técnicas e também, por ser produzido em quantidade suficiente para tal emprego.

Isso reforça a tese de que é necessário e economicamente compensador buscar usos adequados, dos pontos de vista ambiental e técnico, para os resíduos gerados nos processos industriais, de modo que estes materiais possam ser utilizados como matéria-prima, reduzindo, assim, o passivo ambiental resultante da atividade industrial.

AGRADECIMENTOS

À Sociedade Extrativa Dolomia Ltda., pela cessão das informações a respeito de seu processo de extração de material calcário e seu Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica, 1996. *Manual de Pavimentação*, 2ª Ed. Rio de Janeiro: DNER, 1996. (IPR publicação, 697).

LIMA, L. C., 2000. *O Ensaio DCP Aplicado no Controle de qualidade de compactação de obras viárias executadas com solos lateríticos de textura fina*. 2000. Tese (Mestrado)- Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2000.

Transport and Road Research Laboratory – TRRL, *Operating instructions for the TRRL dynamic cone penetrometer*. overseas unit. Information Note. Berkshire: editora, 1986.