

ESTABILIZAÇÃO BETUMINOSA DE UMA BASE OU REVESTIMENTO PRIMÁRIO COMO ALTERNATIVA PARA PAVIMENTAÇÃO DE RODOVIAS DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO

Evandro Dias Moreira,

I. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho enfoca a alternativa da estabilização betuminosa de uma base, aproveitando material local e garantindo a ele um melhor suporte e uma melhor impermeabilização. A estratégia é minimizar o custo total do transporte rodoviário que se traduz na soma do custo operacional dos veículos e do custo da infra-estrutura (construção e manutenção). Daí, a necessidade de se encontrar uma solução alternativa, aliada à programação de investimentos, para que a rodovia ofereça um nível satisfatório de tráfego e conforto ao usuário.

A estabilização betuminosa é uma alternativa rodoviária já consagrada em muitos países, através da qual é possível obter, em muitos casos, economia apreciável, principalmente na estabilização de revestimentos primários para trânsito leve, uma técnica atualmente em desenvolvimento no Brasil.

Para compatibilizar a necessidade de novos investimentos rodoviários com a escassez de recursos, tem-se procurado utilizar, cada vez mais, os solos disponíveis no leito da construção, com o intuito de diminuir os custos de transporte de materiais.

Entretanto, nem sempre os materiais existentes nas proximidades das obras, mesmo misturados, atendem às especificações e às exigências regionais.

Dessa forma, com vistas a uma solução do problema, tem-se procurado modificar as propriedades dos solos, usando-se aditivos com a finalidade de melhorá-los, conforme critérios técnicos e econômicos, viabilizando a execução e pavimentação de estradas de baixo volume de tráfego, com eficiência, operacionalidade e menor custo de conservação.

Em um país com as dimensões do Brasil, as soluções para pavimentação acabam por exigir um tratamento regionalizado. As especificações dos materiais empregados na estabilização do solo-betume têm que, necessariamente, ser tratadas a nível local ou regional. As possibilidades de uso de materiais e de técnicas não tradicionais é grande. Há materiais que têm sido utilizados, às vezes, sem estudos técnicos mais cuidadosos, mas que se forem analisados com profundidade, podem levar a especificações que permitam um uso generalizado e seguro.

Outra contribuição importante da estabilização solo-betume é alcançada pelas propriedades do ligante em promover a coesão do solo, fixando o material na pista e evitando a desagregação pela ação do tráfego e intempéries, o que garante a preservação ambiental, ameaçada pela extração de cascalho e seu transporte por caminhões que perturbam o tráfego e poluem a atmosfera.

II. - ESTABILIZAÇÃO BETUMINOSA

Entende-se por estabilização betuminosa o processo pelo qual se estabiliza sub-base, base e, eventualmente, um revestimento primário, com adição de

material betuminoso ao solo ou mistura de solos, seguido de uma adequada energia de compactação, para obter suporte adequado ao tráfego sob quaisquer condições climáticas.

1 - Propriedades

A estabilização betuminosa incorpora e melhora as características de um solo através da coesão, atrito e impermeabilidade (insensibilidade à água).

2 - Condições de aplicação:

- a) quando há predominância de materiais argilosos na região, que, mesmo submetidos a qualquer possível correção com outros materiais locais, não se enquadram nas especificações para estabilizações puramente mecânicas;
- b) quando só se dispõe, praticamente, de materiais arenosos, sem qualquer coesão;
- c) quando só se dispõe, praticamente, de misturas de ambos os solos anteriores e/ou com presença de materiais expansivos.

• Parâmetros necessários a serem considerados na definição do uso da estabilização betuminosa solo-betume como pavimento de baixo custo:

- rodovia com baixo volume de tráfego;
- região com baixo índice pluviométrico;
- região com topografia pouco acidentada;
- materiais locais de boa qualidade;
- rodovia existente apresentar um bom traçado, obras de arte corrente suficientes, sistemas de drenagens eficientes, base ou revestimento primário de boa qualidade.

• Apresentando todas essas características, devem-se estudar outras alternativas, sempre buscando soluções de baixo custo e que mostrem viabilidade técnico-econômica.

III. TIPOS DE LIGANTE

Podem ser utilizados, em princípio, todos os tipos de ligantes betuminosos existentes. Para a escolha do ligante é fundamental associar fatores que facilitem a condução do processo, para se obter um resultado satisfatório da camada estabilizada.

IV. MÉTODO DE DOSAGEM

O objetivo é encontrar o teor ótimo que defina a máxima densidade, umidade ótima (total) e máxima resistência.

V. PROCESSO EXECUTIVO DA ESTABILIZAÇÃO BETUMINOSA

Para a execução da estabilização betuminosa, consideram-se já concluídas as fases de terraplanagem, regularização do subleito, obras de arte corrente e drenagem.

Os equipamentos básicos para a execução dos serviços dependem do processo executivo adotado:

No local → $\left[\begin{array}{l} \text{Camadas sucessivas (Motoniveladora e Grade de Disco)} \\ \text{— Monocamadas (Recicladores)} \end{array} \right.$

Em Usina → [*Fixas*
Móveis

VI. CONTROLE

Controle Tecnológico → [- ISC
- Compactação
- Taxa de Ligante
- Massa Específica Aparente
- Confecção de Corpos de Prova

Controle Geométrico → [- Espessura
- Largura
- Acabamento da Superfície

VII. CAMADA DE ROLAMENTO

Recomenda-se a execução de uma camada de rolamento ou revestimento sobre a camada de base estabilizada com betume, visto que o teor de ligante utilizado na estabilização é baixo, e, muitas vezes, a mistura apresenta-se desagregável sob os esforços tangenciais.

Portanto, a camada de rolamento ou revestimento deve ser dimensionada para atender tanto à estrutura do pavimento como ao custo de implantação.

VIII. ESTABILIZAÇÃO BETUMINOSA DE UMA BASE - TRECHO EXPERIMENTAL

Com a colaboração do Governo do Estado de Minas Gerais, DER/MG e Prefeitura Municipal de Januária, o autor conseguiu realizar, em setembro de 1996, um pequeno trecho experimental em Rodovia Municipal, no trecho compreendido entre Januária e Distrito de Brejo do Amparo, com 4,3 Km de extensão, com a finalidade de testar os métodos executivos de mistura, cura, espalhamento e compactação do solo emulsão de uma base na espessura de 05 cm, aproveitando e garantindo ao material local um melhor suporte e uma melhor impermeabilização, além, ainda, da capa selante, executada como camada de rolamento. Os resultados demonstraram viabilidades bastante satisfatórias.

Situação: Anterior / 1996



Execução: Set - Out / 96



Situação: Fevereiro / 2002



IX. Custo da experimentação realizada em set-out/96, adaptado a preços atuais (jun/02)

- Estabilização betuminosa através do processo de imprimação profunda, aplicação da taxa de emulsão; homogeneização, tombamento do material; compactação com rolo de pneu; acabamento com rolo liso.

- Associada à execução de um revestimento com uma capa selante (Tratamento Anti-Pó), com 7,00m de pista.
- Preços unitários ACL-DER/MG (vigência, Jul/02), incluído BDI de 35,8% e sem a taxa de gerenciamento de 5,53%.

• Custo total da construção da Estabilização Betuminosa c/ Capa Selante / Km:	
a) - Solo betume: 7.000 m ² x 0,05m X R\$ 7,48/m ³	R\$ 4.060,00 / km
b) - Imprimação: 7.000 m ² x R\$ 0,12 m ²	R\$ 840,00 / km
c) - Capa selante: 7.000 m ² x R\$ 0,17 /m ²	R\$ 2.240,00 / km
d) - Transp. mat. jazida: 7.000m ² x 0,05m x 3km X R\$ 0,54	R\$ 567,00 / km
e) - Transp. agregado 7.000m ² x 0,008 x 15km x R\$ 0,44	R\$ 369,60 / km
f) - Material betuminoso CM-30/ RL-1c / RM-1c	R\$ 48.593,32/ km
g) - Transp. mat. betuminoso CM-30 / RL-1c / RM-1c	R\$ 6.615,53 / km
h) - Conformação de jazidas 350m ² X R\$ 0,09	R\$ 31,50 / km
i) - Estocagem da camada vegetal 350m ² x R\$ 0,05	R\$ 17,50 / km
j) - Reposição da camada vegetal 350m ² x R\$ 0,36	R\$ 126,00 / km
Custo Total / Km: (nível jul/02)	R\$63.460,45 / km

X. Conclusão

O impacto econômico-social provocado pela pavimentação alternativa da estabilização, solo-betume com otimização do uso de materiais locais, no trecho Januária-Brejo do Amparo, foi evidente, pois a redução do custo favoreceu a viabilidade da obra. No caso de estradas vicinais ou municipais, esse processo acarretou, na época, uma solução de baixo custo inicial, ainda que resultando em pavimento que necessite ser melhorado no futuro. O processo, pode, assim, resolver problemas de regiões carentes, ficando claro, pela análise da pavimentação alternativa do referido trecho, que vem satisfatoriamente atendendo os objetivos, desde sua implantação há cerca de 05 anos e meio (set-out/96), exposta ao tráfego regional, apresentando ainda uma boa performance, mantendo em condições normais suas características iniciais, como pode ser observado na foto que mostra a situação em fevereiro de 2002.

Além disso, não foi constatada nenhuma intervenção, pelo contrário, a execução experimental atingiu os objetivos propostos pelo projeto. Apenas pudemos destacar que alguns buracos, em número insignificante, surgiram em pontos aleatórios do trecho.

Creditamos esses acontecimentos a alguns fatores não esperados:

- Trecho exposto à fortes chuvas, não comuns na região;
- Aumento do tráfego;
- Deficiência na mistura da emulsão com solo, devido à falta de experiência da equipe.

Cumpra ressaltar ser fundamental que as ações de manutenção e conservação sejam rápidas, constantes e efetivas, para que o objetivo seja alcançado, porém sem deixar de lado os serviços de rotina comuns a toda rodovia pavimentada.

Apesar do custo atualizado (jul/02) parecer inicialmente elevado, comparado com o custo na época da implantação (set-out/96), deve-se considerar que isso aconteceu em consequência do aumento ocorrido nos preços dos materiais betuminosos utilizados. Na ocasião da experiência, os estudos comparativos de

custo, considerando-se as diversas opções de projeto, conduziram à indicação da estabilização betuminosa.

Levando-se em conta essas características, bem como os aumentos de preços que se refletem também nas pavimentações convencionais, sugere-se que antes da tomada de decisão sobre a alternativa de pavimentação a ser adotada, sejam realizados estudos de outras alternativas, associando às condicionantes das variações de preços e adaptando aos projetos os materiais disponíveis na região, na busca de soluções de custos menos elevados, mas que se apresentam viáveis tecnicamente.

O autor é engenheiro e Chefe da 17ª Coordenadoria Regional do DER/MG, em Ponte Nova