

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS RODOVIAS DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO DO ESTADO DO MARANHÃO

Walter Canales Sant'Ana

Departamento de Expressões Gráficas e Transportes
Universidade Estadual do Maranhão

Liedi Légi Bariani Bernucci

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO

O estado do Maranhão apresenta disponibilidade limitada de materiais para pavimentação. Isto implica que materiais naturais ou recicláveis sejam estudados, conforme as peculiaridades de cada região e considerando as características ambientais e de tráfego. O objetivo desta tese é identificar regiões com características semelhantes quanto aos materiais disponíveis, volume de tráfego e condições climáticas, visando desenvolver um conjunto de alternativas de pavimentação compatíveis com as características de cada uma das regiões estudadas. Os resultados obtidos permitirão orientar a decisão relativa a pavimentar ou não as vias de interesse, pautados nos custos de cada alternativa frente aos benefícios proporcionados aos usuários.

ABSTRACT

The state of Maranhão presents a limited availability of materials for pavement construction. This requires that natural or recyclable materials be searched, respecting each region's peculiarities and considering traffic and environmental characteristics. The objective of this doctoral thesis is to identify regions based on the similarity of available materials, traffic and climatic conditions, aiming to develop a set of pavement structure alternatives compatible with characteristics of each region considered in the study. Results will guide the decisions concerning paving of roads, taking into consideration construction costs and user benefits of the different alternatives.

1. INTRODUÇÃO

A otimização dos recursos financeiros tem participação cada vez mais significativa nas ações empresariais ou governamentais, obrigando os técnicos a buscarem soluções financeiramente viáveis se quiserem ver materializadas suas pesquisas.

Nas ações que envolvem rodovias de baixo volume de tráfego (BVT), o custo das alternativas propostas é ainda mais importante tratando-se de estradas de suposta menor importância e assim dispondo de menores percentuais orçamentários.

Nota-se que em vários estados brasileiros o conhecimento destas rodovias BVT é precário em vários aspectos como geometria, tráfego, drenagem e materiais de pavimentação, por exemplo. Os serviços de conservação, igualmente precários ou inexistentes, demandam construções de qualidade, com materiais e processos que concorram para a maior vida útil possível.

A pavimentação das rodovias, principalmente no que diz respeito ao revestimento é um passo de extrema importância que deve ser bem estudado para que resulte em benefício-custo maior possível, mas dentro das limitações atuais de investimento inicial dos órgãos rodoviários. Portanto é fundamental o estudo dos materiais regionais sejam eles naturais ou recicláveis para que se obtenham as misturas mais adequadas considerando condições técnicas e financeiras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tráfego

Um parâmetro que necessita de uma definição concreta é o tráfego. O que é baixo volume de tráfego? A realidade num estado ou região desenvolvidos pode ser bem diferente de outro menos privilegiado. Hudson e Meyer (1979) definiram duas classes de tráfego em suas diretrizes para conservação de rodovias de BVT:

- a) VMD < 50 veículos;
- b) VMD entre 50 e 400 veículos

Pastore (1997) encontrou uma boa distribuição do tráfego em 4 categorias:

- a) Baixo volume, circulação entre as propriedades;
- b) Médio volume com até 200 veículos/dia com carga de até 7,5 ton/eixo;
- c) Elevado volume com até 1.200 veículos/dia, com carga de até 7,5 ton/eixo;
- d) Elevado volume, estradas intermunicipais, vários tipos de veículos.

Em Páramo e Cassan (1997), o número de veículos é fixado entre 0 e 50, e as categorias de tráfego diferenciam-se conforme a participação de veículos pesados (< 5%; 5% a 20%; > 20%).

Nota-se em apenas três exemplos que não há uma uniformidade das classes de baixo volume de tráfego e que cada país, estado ou região apresenta particularidades que devem ser consideradas quando se objetiva a exequibilidade do que se pesquisa.

2.2. Condições Ambientais

As condições climáticas da região estudada tornam-se importantes na definição dos equipamentos de drenagem, o que já ocorre nos projetos rodoviários, e, ainda para definição das condições de conservação da rodovia. Hudson e Meyer (1997) dividiram os Estados Unidos em quatro regiões climáticas, com ênfase na umidade e na temperatura. A temperatura terá influência nos casos de revestimento asfáltico, já que não existem no Brasil problemas com degelo. A temperatura pode influenciar positivamente em nosso país nos equilíbrios de umidade nas camadas subjacentes ao revestimento.

A investigação das condições geológico-pedológicas que têm influência direta nos materiais das camadas de pavimento e no próprio subleito tem uma importância destacada neste estudo. A subdivisão das regiões geotécnicas, aliada à climática pode uniformizar vários procedimentos dentro de seus limites. Como exemplo da possibilidade de aplicação destes conceitos, Sant'Ana (2002) trabalhou no mapeamento geotécnico preliminar do estado do Maranhão, seguindo a metodologia de Davison Dias (1987) através do cruzamento das informações pedológicas e geológicas, objetivando caracterizar as areias obtidas para confeccionar misturas de areia asfalto a quente.

2.3. Materiais

O conhecimento dos materiais constituintes das camadas de pavimentação é fundamental para o desenvolvimento de projetos e obras de qualidade. Os solos de subleito ou utilizados em aterro, as jazidas de material para camadas granulares ou mesmo o agregado para as misturas betuminosas são estudados segundo as metodologias já consagradas no país.

Observa-se que a metodologia MCT, desenvolvida para os solos das regiões tropicais e subtropicais, ainda é pouco difundida nas regiões próximas à linha do equador. Alguns órgãos rodoviários de estados das regiões sul-sudeste aboliram ensaios tradicionais para obtenção dos índices de consistência e têm na classificação MCT a orientação suficiente para definir o comportamento dos solos utilizados.

No estado de São Paulo são muito utilizadas as bases de solos definidas por meio da MCT, como a SAFL (solo arenoso fino laterítico), além das misturas de solo argiloso laterítico e areia (ALA) e de solo laterítico e agregado (SLA). Estes solos ou mistura deles substituem com grande economia as tradicionais bases de brita graduada ou solo-cimento (Villibor et al, 1997).

Pastore (1997) estudou para a região de São Joaquim da Barra, SP, as seguintes soluções para conservação e construção de rodovias de baixo-custo:

- a) Solos: solos arenosos lateríticos (LA') misturados com cascalho de basalto. Como alternativa pode-se utilizar os solos argilosos lateríticos misturados com pedra britada.
- b) Cascalhos: cascalhos de basalto alterado de cavas e cascalho de pedreiras. Devem ter dimensões máximas de 60mm e não apresentar altos teores de silte para evitar o empoeiramento.
- c) Misturas solo-cascalho: Quando é feita na pista adotar 1:1 com cascalho de basalto e solo argiloso laterítico. Em misturas de outra forma: 70% de cascalho e 30% de argila laterítica.

A utilização de materiais recicláveis torna-se excelente alternativa que une a diminuição do impacto ambiental e do custo de construção. Entulho de construção civil, rejeitos de siderúrgicas e pedreiras, por exemplo, são alternativas que devem ser contempladas regionalmente.

2.4. As rodovias do estado do Maranhão

A malha rodoviária do estado apresenta um tráfego com volume médio diário que em poucos casos ultrapassa 1.000 unidades estando o maior percentual das rodovias concentrado na faixa de até 500 veículos. Observa-se que 86% das rodovias não são pavimentadas (GEINFRA, 2000).

O revestimento predominante é a areia-asfalto a quente (91,77%) visto a carência de materiais pétreos compatíveis à execução de outros revestimentos como o CBUQ (6,42%) e o TSS/TSD (1,81%). O material de base e sub-base é o cascalho laterítico formado a partir de uma mistura natural de concreções lateríticas e solo nas frações areia, silte e argila, estas últimas em menor volume, em grande parte dos casos (Sant'Ana, 2002).

3. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo do trabalho é desenvolver a solução mais adequada de pavimentação de baixo-custo para rodovias de baixo volume de tráfego de determinada região do estado do Maranhão. Esta solução contemplará o estudo dos materiais locais, naturais ou recicláveis, o tráfego e a solução de revestimento que apresentar a melhor relação benefício-custo.

4. METODOLOGIA

As etapas da pesquisa podem ser resumidas abaixo:

- 4.1 Estudo Geotécnico Preliminar do estado do MA
- 4.2 Estudo de Tráfego das Rodovias Estaduais

- 4.3 Estudo de Materiais Naturais e Recicláveis
- 4.4 Escolha das Regiões a Estudar
- 4.5 Seleção das Rodovias de cada região
- 4.6 Ensaios Laboratoriais nos materiais e misturas
- 4.7 Escolha das soluções adequadas para cada região

Inicialmente, será feita uma caracterização geotécnica do estado do Maranhão, identificando regiões com materiais naturais potencialmente de interesse. Em seguida serão identificados os pólos geradores de materiais recicláveis e seu potencial técnico e econômico para utilização na pavimentação.

Com base nestes estudos serão escolhidas regiões de interesse para o estudo detalhado, envolvendo tráfego, meio-ambiente, caracterização dos materiais e misturas das camadas de pavimento, indicação das melhores soluções regionais segundo a relação benefício-custo.

Agradecimento

A CAPES, pelo apoio financeiro à pesquisa na forma de uma bolsa de doutorado.

BIBLIOGRAFIA PRELIMINAR

- Davison Dias, R. (1987) *Aplicação da Pedologia e Geotecnia no Projeto de Fundações de Linhas de Transmissão*. Tese de Doutorado. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- GEINFRA (2000) *Programa Plurianual para Consolidação da Malha Rodoviária do Estado do Maranhão*. Relatório apresentado para a Gerência de Estado de Infra-Estrutura, São Luís, MA.
- Hudson, W.R.; Meyer, A. H. (1997) Guidelines for Material Requirements of Low Volume Roads. In: *1º Simpósio Internacional de Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. ABPv, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (pgs. 12-28)
- Páramo, J.A.; Cassan, R.B. (1997) Pavimentos de Baixos Volumes de Tráfego. In: *1º Simpósio Internacional de Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. ABPv, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (pgs 218 – 237)
- Pastore, E.L. (1997) Estudos para o Planejamento da Conservação de Estradas de Terra do Município e de Usinas de Açúcar e Alcool de São Joaquim da Barra – Estado de São Paulo. In: *1º Simpósio Internacional de Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. Rio de Janeiro, ABPv, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (pgs. 417-436)
- Sant'Ana, W. (2002) *Estudo de Misturas de Areia-Asfalto a Quente para o Estado do Maranhão*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC
- Vilbor, D. F.; Nogami, J. S.; Serra, P. R. M.; ZUPPOLINI NETO, A. (1997) Tecnologia de Pavimentos de Baixo Custo com Uso de Bases de Solos Lateríticos para Rodovias de Baixo Volume de Tráfego. In: *1º Simpósio Internacional de Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. ABPv, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (pgs. 417-436)

Endereço dos autores:

Walter Canales Sant'Ana
Liedi Légi Bariani Bernucci
Universidade de São Paulo
Escola Politécnica – Departamento de Transportes
Av. Prof. Almeida Prado – Travessa 2, nº 83
Cidade Universitária – São Paulo CEP 05508-000

e-mail: walter.canales@poli.usp.br
e-mail: lied@usp.br
Fone: (11) 3091 6090
Fax: (11) 3091 5716