

# **UTILIZAÇÃO DO MÉTODO BAILEY PARA A SELEÇÃO DE AGREGADOS EM DOSAGEM DE MISTURAS ASFÁLTICAS**

**Larissa de Oliveira Mendes**  
**Geraldo Luciano de Oliveira Marques**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Faculdade de Engenharia

## **RESUMO**

Tendo surgido na década de 1980, o Método Bailey tem por objetivo combinar os agregados tornando-os o esqueleto da mistura, resistindo às cargas impostas pelo tráfego. A distribuição granulométrica dos agregados é essencial para garantir às misturas asfálticas mais resistência e durabilidade e os métodos atuais de dosagem não se beneficiam das vantagens que o esqueleto mineral proporciona, uma vez que se baseiam somente em parâmetros volumétricos obtidos após a confecção dos corpos de prova. Tendo em vista essa desconsideração dos benefícios do esqueleto mineral, esse trabalho tem por objetivo comparar misturas asfálticas dosadas por uma metodologia tradicional aos resultados obtidos com a utilização do Método Bailey para o proporcionamento dos agregados, comprovando seus benefícios. Para verificar o desempenho das misturas, serão realizados ensaios mecânicos como resistência à fadiga, deformação permanente, módulo de resiliência e por meio da análise da eficiência da compactação giratória.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os agregados constituem cerca de 90% a 95% em peso e entre 70% e 85% do volume das misturas asfálticas, resistindo à maior parte da carga imposta ao revestimento, sendo fundamentais ao desempenho dos pavimentos (ASPHALT INSTITUTE, 1989). Os métodos atualmente utilizados para a dosagem de misturas asfálticas para pavimentos flexíveis se baseiam em parâmetros volumétricos, onde a distribuição granulométrica e a influência dos agregados nas misturas asfálticas são consideradas de forma indireta (NASCIMENTO, 2008).

Para que os revestimentos tenham um bom desempenho quando solicitados pelo tráfego ou até mesmo pelas condições climáticas, o proporcionamento de seus materiais constituintes deve ser feito de maneira adequada (NASCIMENTO, 2008). Sendo assim, métodos que considerem a importância dos agregados no desempenho das misturas asfálticas, assim como o Método Bailey, são de suma importância na obtenção de misturas mais resistentes.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Segundo dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2008), em 2007, o Brasil contava com cerca de 211.678 km de rodovias pavimentadas, que, em sua maioria, são revestidas com pavimentos flexíveis, motivando os estudos visando a melhoria das condições em que se encontram as vias do país.

A 14ª Pesquisa CNT (Confederação Nacional do Transporte) de Rodovias realizada em 2010, mostrou que 56,1% dos pavimentos analisados necessitam de algum tipo de intervenção, por apresentarem, em maior ou menor grau, defeitos no pavimento (CNT, 2010). Para Bernucci et al. (2007), esta situação dos pavimentos brasileiros motivaria os estudos visando à melhoria das condições em que se encontram as vias do país.

As misturas asfálticas, que constituem os revestimentos dos pavimentos rodoviários ou urbanos, além de utilizar materiais adequados, devem utilizar um método de seleção granulométrica que garanta uma forte estrutura de agregados e permita a utilização de um teor de ligante que seja suficiente para garantir uma boa durabilidade (CUNHA, 2004). O método Bailey se baseia numa seleção e avaliação granulométrica, considerando o intertravamento dos agregados graúdos, gerando um forte esqueleto mineral da mistura de agregados,

fundamental para o bom desempenho das misturas (VAVRIK *et al.*, 2002).

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O método Bailey foi desenvolvido no departamento de transportes de Illinois (IDOT) e vem sendo utilizado e melhorado desde a década de 1980 para proporcionar agregados em misturas asfálticas. Estudos buscam refinar o método para que ele se torne aplicável a qualquer mistura, independente do tamanho máximo do agregado (VAVRIK *et al.*, 2002). A proposta inicial do método era suprir a necessidade dos órgãos americanos que projetam e executam pavimentos no que diz respeito à capacidade de proporcionar um revestimento com resistência às deformações permanentes, às trincas por fadiga e ao desgaste, através da seleção sistemática da granulometria de misturas asfálticas.

As misturas resultantes de um processo de seleção granulométrica, como no Método Bailey, são mais estáveis e possuem um volume de vazios no agregado mineral (VAM) compatível com uma boa durabilidade. Os dois princípios básicos utilizados pelo método de Bailey são o arranjo de agregados e a definição de agregados graúdos e miúdos, que se diferencia das definições utilizadas normalmente, uma vez que considera o Tamanho Nominal Máximo (TMN), que é a abertura acima da primeira peneira que retém mais do que 15% do material na granulometria em questão, para a determinação de graúdo e miúdo.

#### **3.1. Arranjo de Agregados**

Segundo Vavrik *et al.* (2001), os vazios de uma mistura asfáltica nunca serão completamente preenchidos. Esse preenchimento dependerá de alguns fatores como: tipo e quantidade de energia de compactação, forma dos agregados, textura superficial dos agregados, graduação dos agregados e resistência dos agregados.

#### **3.2. Agregados Graúdos e Miúdos**

Para o método Bailey, a definição de agregado graúdo e miúdo depende do tamanho máximo nominal da mistura, pois os agregados graúdos são aqueles que formam vazios quando colocados em um volume definido e os agregados miúdos são aqueles capazes de preencher os vazios criados pelos agregados graúdos presentes na mistura. Para poder diferenciar os agregados graúdos e miúdos, o método Bailey utiliza a Peneira de Controle Primário (PCP), que se baseia no TMN da mistura.

#### **3.3. Massa Específica Escolhida de Agregado Graúdo**

Após a determinação da massa específica solta e compactada dos agregados graúdos e a massa específica compactada do agregado miúdo de acordo com a norma AASHTO T-19: Massa Específica e Vazios no Agregado (AASHTO, 2009), passa-se à determinação da massa específica escolhida do agregado graúdo. A massa específica escolhida do agregado graúdo é determinada através da seleção da quantidade de vazios da mistura. A escolha leva à determinação do volume de agregado graúdo e também do grau de intertravamento da mistura. A massa específica escolhida deve estar de acordo com as necessidades da mistura e levar em consideração a graduação que se deseja dar a ela: a mistura pode ser graúda, onde seu esqueleto é formado por agregado graúdo; ou miúda, que são aquelas em que a quantidade de agregado graúdo não é suficiente para formar o esqueleto, que será formado pelo agregado miúdo (VAVRIK *et al.*, 2001).

#### **3.4. Análise das misturas de projeto**

Após a determinação da granulometria adotada, analisa-se a disposição dos agregados,

separando-se a mistura em três frações, que são avaliadas individualmente:

- A porção graúda, que vai desde a dimensão do maior agregado até a peneira de controle primário (PCP);
- A fração graúda do agregado miúdo, que vai da peneira de controle primário até a peneira de controle secundário (PCS), que é a peneira mais próxima do valor obtido da multiplicação do fator de 0,22 pelo diâmetro da PCP;
- A fração miúda do agregado miúdo, que é o material que passa na PCS

O fator de multiplicação utilizado para a determinação das peneiras de controle é resultante de análises em duas e três dimensões (2D e 3D) da compactação de diferentes agregados, onde se descobriu que a razão entre o diâmetro das partículas entre 0,15 e 0,29 seria o ideal, tendo-se adotado o valor padrão de 0,22 (VAVRIK et al., 2002). São definidas três proporções para os agregados: proporção de agregados graúdos (proporção AG), proporção graúda dos agregados finos (GAF) e proporção fina dos agregados finos (FAF); que caracterizam o arranjo dos agregados. Com a determinação dessas proporções através das relações expressas em Nascimento (2008), analisa-se a mistura obtida através de valores recomendados em Vavrik *et al.* (2001).

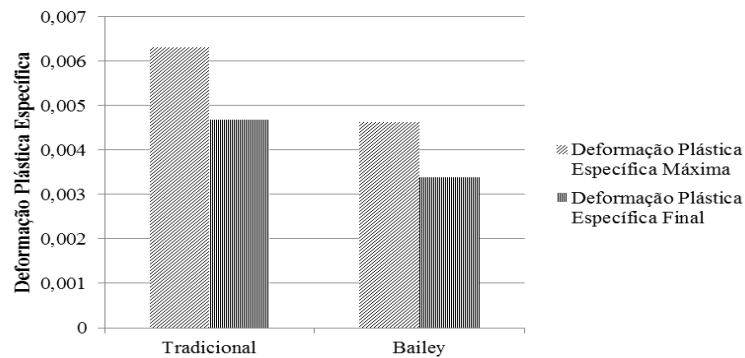
#### 4. MÉTODOS E RESULTADOS

Para comprovar a validade da aplicação do Método Bailey em misturas asfálticas, irão ser confeccionados e comparados corpos de prova dosados de duas formas diferentes: por um método tradicional de dosagem dos agregados (método de tentativas e erros) e por determinação do esqueleto mineral através do Método Bailey. O objetivo principal dessa comparação é de analisar o efeito da graduação dos agregados no desempenho das misturas asfálticas, ressaltando a importância da escolha do esqueleto mineral.

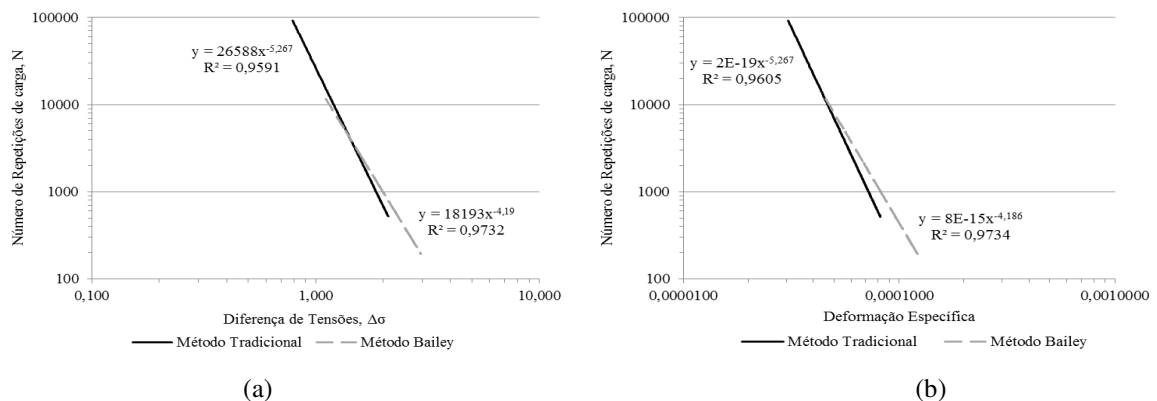
Os agregados utilizados serão provenientes de somente uma pedreira, oriundos de britagem, denominados usualmente como Brita 1, Brita 0 e Pó de Pedra. Utilizou-se apenas um tipo de Ligante Asfáltico, o CAP 50/70, por ser o tipo mais usual em obras de pavimentação asfáltica da região de Juiz de Fora, devido à proximidade com a refinaria que fabrica o material.

Os corpos de prova elaborados serão avaliados quanto ao Módulo de Resiliência, Vida de Fadiga (com cargas que variam entre 40%, 35%, 30%, 25%, 20% e 15% da resistência à tração), Deformação Permanente e obtenção dos parâmetros de compactação giratória, o *Compaction Densification Index* e o *Traffic Densification Index* (CDI e TDI). Pretende-se também fazer uma análise da influência dos agregados sobre as propriedades mensuradas, cujo objetivo é identificar quais os fatores mais significativos e que causariam melhorias no desempenho das misturas estudadas.

Apesar de se encontrar em um estágio inicial, os resultados indicam que o Método Bailey mostra-se adequado à sua finalidade. Nas Figuras 1 e 2 podem ser observados alguns dos resultados obtidos quanto à deformação permanente e vida de fadiga. Para as deformações plásticas da mistura Bailey, os valores foram inferiores aos obtidos pela mistura tradicional. Quanto à vida de fadiga, os resultados iniciais mostram que a mistura Bailey apresenta valores melhores especialmente para níveis maiores de diferença de tensões e deformações específicas de tração.



**Figura 1** – Comparação entre as Deformações Específicas obtidos no ensaio de CREEP Estático



**Figura 2** – Comparação entre vida de fadiga para as duas misturas: Diferença de tensões x Vida de Fadiga (a) e Deformação Específica x Vida de Fadiga (b)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2009) *Standard Method of Test for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate American Association of State Highway and Transportation Officials*, AASHTO T19, Washington, D. C.
- ANTT (2008). *Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres (AETT)*. Disponível em [http://201.57.54.6/InformacoesTecnicas/aett/aett\\_2008/1.1.1.asp](http://201.57.54.6/InformacoesTecnicas/aett/aett_2008/1.1.1.asp). Acesso em: 28 dez 2010.
- Asphalt Institute (1989). *The Asphalt Handbook*. Lexington, Manual Series Nº4 (MS-4), 599p.
- Bernucci, L.; et al. (2007). *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica Para Engenheiros*. Rio de Janeiro. PETROBRAS; Abeda..
- CNT (2010). *Pesquisa CNT de Rodovias: Relatório*. 2010. Disponível em: <<http://www.sistemacnt.org.br/pesquisacntrodovias/2010/>>. Acesso em 20 out 2010.
- Cunha, M. B. (2004). *Avaliação do Método de Bailey de Seleção Granulométrica de Agregados para Misturas Asfálticas*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.
- Nascimento, L. A. H. (2008) *Nova Abordagem da Dosagem de Misturas Asfálticas Densas com Uso do Compactador Giratório e Foco na Deformação Permanente*. 2008. 204p. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil. 2008.
- Vavrik, W. R.; G. A. Hubber; W. J. Pine; S. H. Carpenter e R. Bailey. (2002) *Bailey Method for Gradation Selection in HMA Mixture Design*. Transportation Research Board: Transportation Research Circular Number E-C044, Washington, D. C., EUA. Outubro.
- Vavrik, W. R.; W. J. Pine; G. A. Hubber; S. H. Carpenter e R. Bailey. (2001). *The Bailey Method of Gradation Evaluation: The Influence of Aggregate Gradation and Packing Characteristics on Voids in the Mineral Aggregate*. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, v. 70, p. 132-175.

Larissa de Oliveira Mendes (larissa.mendes@engenharia.ufjf.br)

Geraldo Luciano de Oliveira Marques (geraldo.marques@ufjf.edu.br)

Mestrado em Ambiente Construído, Faculdade de Engenharia – 4ª Plataforma Setor de Tecnologia – sala 4156, Universidade Federal de Juiz de Fora

Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário – Juiz de Fora, MG, Brasil