

Capítulo I

Pavimentos

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO ASFÁLTICO COM DIFERENTES ENERGIAS E TEMPERATURAS DE COMPACTAÇÃO

Alexandre Pedro Foradini de Albuquerque

Salomão Pinto

Álvaro Vieira

Luís Alfredo Ventorini

Luiz Antônio Silveira Lopes

Instituto Militar de Engenharia – IME

RESUMO

O presente artigo refere-se a uma dissertação de mestrado em andamento na área de Infra-estrutura em Transportes. Foram moldados cerca de 200 corpos de prova de concreto asfáltico, no teor ótimo definido pela dosagem Marshall, variando-se o número de golpes aplicados e a temperatura de compactação, com o objetivo de verificar as variações nos parâmetros volumétricos e nas propriedades mecânicas da mistura projetada. As energias de compactação referentes a 30, 60 e 90 golpes, por face, foram combinadas às temperaturas de 90°C, 140°C e 160°C, proporcionando assim nove combinações diferentes de moldagem, sendo considerada padrão a combinação de 60 golpes à 140°C. Os resultados dos parâmetros volumétricos mostraram que o grau de compactação não foi inferior a 97% para nenhuma das combinações moldadas. Entretanto, os resultados dos ensaios de resistência à tração, módulo de resiliência e fadiga das diversas combinações quando comparados com a combinação padrão apresentaram diferenças significativas.

ABSTRACT

This article refers a master degree thesis on Transportation Infrastructure area. Around 200 samples test of asphalt concrete were molded, at the optimum asphalt content defined by the Marshall method, at varied compaction energies and temperatures, with the objective of verifying the influence in the volumetric parameters and in the mechanical properties. The applied compaction energy was 30, 60 and 90 blows, in each face, at the temperatures of 90°C, 140°C and 160°C, providing nine different molding combinations that were compared with the Marshall defined energy of 60 blows at 140°C. The observed variation on volumetric parameters shows that the obtained compaction degree remained greater than 97%, in all molding combinations, which is minimum standard compaction degree. However, the results obtained on the indirect tensile, resilient modulus and fatigue tests presented very significant differences.

1. INTRODUÇÃO

Segundo BIRMAN (1982), concreto asfáltico é uma mistura realizada à quente composta de agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (fíler) e cimento asfáltico cuja mistura deve ser executada em usina apropriada, de forma que o CAP faça o recobrimento total das partículas dos agregados. Após a usinagem, a mesma deve ser espalhada e compactada à quente de forma a atender as exigências constantes da especificação.

O sucesso do revestimento asfáltico depende da obtenção de uma mistura com graduação adequada de agregados e de um teor ideal de ligante asfáltico, de modo a proporcionar conforto e segurança ao rolamento dos veículos, durabilidade, resistência às cargas, deformações, fraturas e desagregações, sem se tornar instável ao tráfego e às condições climáticas.

SOARES et al. (2001) definem compactação como sendo uma etapa crucial da construção de qualquer camada de um pavimento, tendo por finalidade aumentar a densidade da massa asfáltica, fazendo com que esta alcance os valores previstos no projeto de dosagem e ofereça uma superfície de rolamento suave ao usuário. Pinto e Preussler (2002) afirmam que os revestimentos, quando mal compactados, tornam-se mais suscetíveis a uma grande variedade

de defeitos que tendem a reduzir a vida útil e o nível de desempenho do pavimento.

Os dois aspectos mais importantes no controle tecnológico dos serviços de pavimentação asfáltica, especialmente na compactação, são: o controle do grau de compactação e a temperatura de compactação. Atualmente, a norma DNER-ES 313/97 adota um GC mínimo de 97 % e temperatura de compactação como sendo aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol de 140 ± 15 seg. Segundo Roberts (1996), algumas agências americanas proíbem a execução de camadas asfálticas com GC maior do que 100% com o objetivo de evitar que deformações permanentes prematuras diminuam a vida útil do pavimento.

Supõe-se que estes dois parâmetros (GC e temperatura de compactação) têm grande influência nas principais propriedades mecânicas das misturas asfálticas, principalmente na resistência à tração, no módulo de resiliência e na vida de fadiga. Entretanto, devido à escassez de pesquisas no Brasil sobre o assunto, pouco se conhece, por exemplo, sobre o comportamento de pavimentos compactados insuficientemente ou fora das temperaturas especificadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A fase experimental da pesquisa consistiu na dosagem, pelo método Marshall, de concretos asfálticos atendendo às faixas “B” e “C” (faixa “C” nova aprovada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias) do DNER. Utilizou-se CAP-20 da Refinaria Duque de Caxias (Reduc-RJ) e agregados da pedra Anhanguera em São Gonçalo-RJ. Não foi utilizado filler no projeto de dosagem da mistura.

Foram seguidos os procedimentos descritos no método DNER – ME 043/95 para a preparação dos corpos de prova e determinação da estabilidade Marshall. As temperaturas de aquecimento do CAP, dos agregados e da compactação da massa asfáltica foram determinadas a partir da curva de viscosidade Saybolt-Furol, segundo os intervalos especificados. Para as medidas das viscosidades Saybolt-Furol do cimento asfáltico foram seguidos os procedimentos descritos na norma ABNT – MB 517.

A moldagem dos corpos de prova e os ensaios de resistência à tração foram realizados no Instituto de Pesquisas Rodoviárias e os ensaios de módulo de resiliência e vida de fadiga no Instituto Militar de Engenharia. Todos os ensaios mecânicos foram realizados à 25°C.

Para a determinação do módulo de resiliência e da vida de fadiga foram realizados ensaios de compressão diametral de cargas repetidas, conforme descrito em PINTO & PREUSSLER (2002).

Com o teor ótimo de ligante determinado na dosagem Marshall (5,4%), foram moldados corpos-de-prova, no mesmo teor ótimo, variando-se apenas a temperatura (90°C, 140°C e 160°C) e a energia de compactação (30, 60 e 90 golpes por face), obtendo-se os parâmetros mostrados na Tabela 1. A combinação em destaque refere-se à combinação considerada padrão, ou seja, moldada com 60 golpes por face e a uma temperatura de 140°C.

Tabela 1: Resultados da densidade aparente, % Vazios, GC e RT para a faixa “B” do DNER.

Energia Compact. (golpes)	Temp. Compact. (°C)	Densidade Aparente	% Vazios	GC (%)	Resist. Tração (MPa)
30	90	2,331	6,236	97,1	7,56
	140	2,370	4,658	98,7	10,27
	160	2,376	4,422	99,0	10,55
60	90	2,360	5,065	98,3	11,03
	140	2,400	3,442	100,0	13,36
	160	2,407	3,180	100,3	12,87
90	90	2,364	4,899	98,5	9,11
	140	2,419	2,692	100,8	12,85
	160	2,427	2,355	101,1	12,85

Obs: Os graus de compactação (GC) foram calculados em relação à combinação em destaque.

A Figura 1 apresenta algumas curvas de fadiga enquanto a Figura 2 mostra a variação do módulo de resiliência com a energia de compactação para cada temperatura de compactação. Todos os resultados apresentados referem-se à mistura dosada na faixa “B” do DNER.

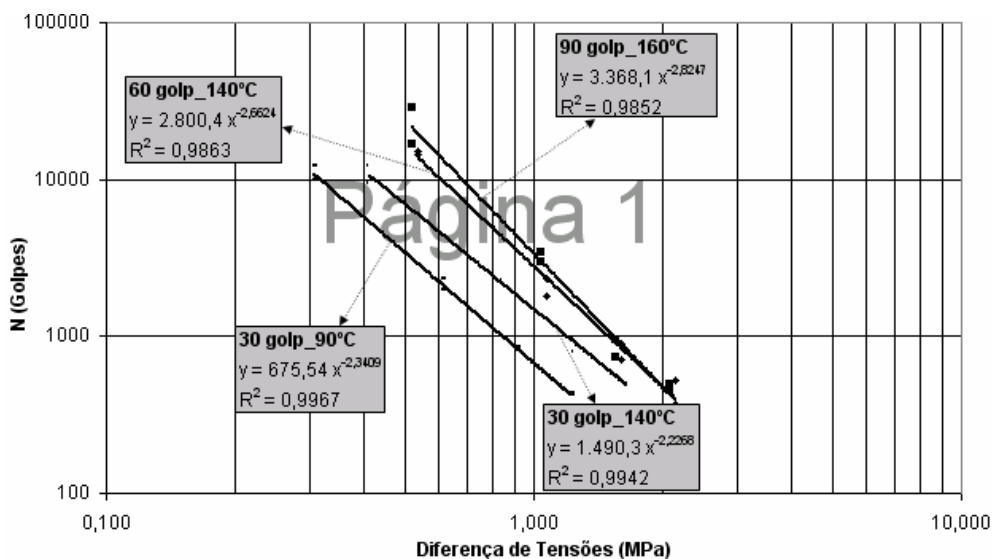


Figura 1: Curvas de fadiga de quatro combinações de energia e temperatura de compactação

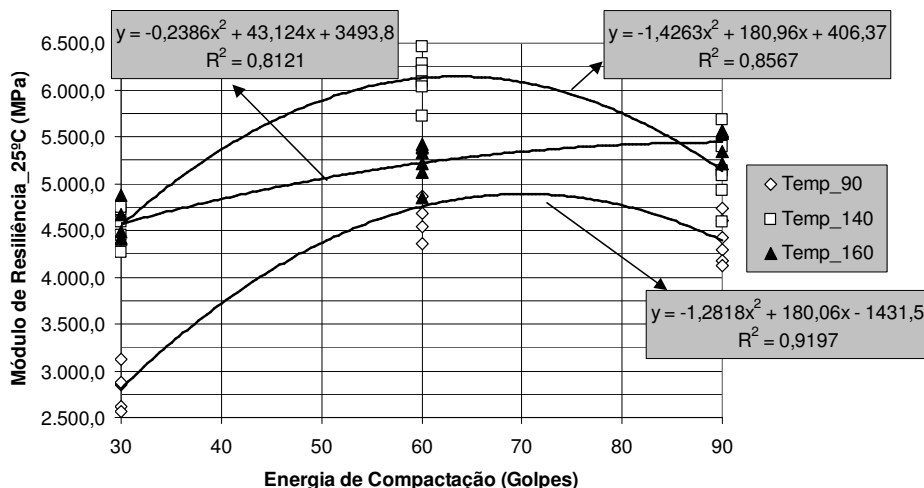


Figura 2: Resultados dos ensaios de módulo de resiliência

3. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no estudo indicaram que não houve variação significativa na densidade aparente, contudo, observou-se que as porcentagens de vazios variaram entre 2,3% e 6,2%. Os graus de compactação calculados em relação à combinação padrão foram todos superiores a 97%. Quanto às propriedades mecânicas, obtiveram-se os valores máximos de resistência à tração e do módulo de resiliência nos corpos-de-prova moldados à temperatura de 140°C e energia de 60 golpes. Já no comportamento à fadiga, foi significativa a variação dos parâmetros de moldagem. Para uma diferença de tensões de 1,0 MPa, por exemplo, a vida de fadiga dos corpos-de-prova moldados na situação ótima (60 golpes e 140°C) mostrou-se 314% superior aos moldados com 30 golpes e 90°C e, apenas, 20% inferior aos moldados com 90 golpes e 160 °C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPHALT INSTITUTE. *Asphalt Manual*. Manual Series N° 4 (MS-4). 1989.
- BIRMAN, S., 1982. *Concreto Asfáltico*. 2. ed. reimp. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), 1982.
- PINTO, S., PREUSSLER, E. *Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis*. 2. ed. Rio de Janeiro: Copiarte, 2002. 269 p. ISBN 85-902537-1-6.
- ROBERTS, F. L., KANDHAL, P. S., BROWN, E. R., LEE, D., KENNEDY, T. W. *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction*. 2. ed. Maryland: National Asphalt Pavement Association Research and Education Foundation, 1996.
- SOARES, J. B., SILVEIRA, M. A., MOTTA, L. M. G. *Efeito da temperatura e do grau de compactação nas propriedades das misturas asfálticas*. 11º Congresso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, Lima-Peru, 2001.

ENDEREÇO DOS AUTORES

Instituto Militar de Engenharia
Praça General Tibúrcio 80 – Praia Vermelha
CEP 22290-270 - Rio de Janeiro/RJ

Fones: (21) 2546 – 7022 / 2546 – 7287 / 2541 - 7931

E-mail: tenalbuquerque@terra.com.br
laslopes@uol.com.br
alvaro@ime.eb.br