

MECHANIC PERFORMANCE ANALISYS OF ASPHALT LAYERS FOR DIFFERENT TEMPERATURES BY RESILIENCE MODULUS AND TENSION ENDURANCE TESTS

Daniel Pinheiro Fernandes

Acadêmico do curso de engenharia civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul
danielp_fernandes@hotmail.com

Gustavo Coelho Fermino

Acadêmico do curso de engenharia civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul
gustavo.fermino@hotmail.com.br

André Luiz Bock

Professor na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
andrebock.eng@gmail.com

Jorge Augusto Pereira Ceratti

Professor na Universidade Federal do Rio Grande do Sul
jorge.ceratti@ufrgs.br

Abstract. *This paper proposes an mechanic performance analisys of hot mixtures asphalt concrete (HMAC) for different temperatures for two kinds of asphalt cement, the modified asphalt cement with 60/85 polymer used in wearing courses; and the convencional asphalt cement 50/70 used in bituminous binder courses. This analisys was performed using the Tensions Endurance Test (NBR 15087/2012) and the Resilience Modulus by Diametral Compression (DNER– ME 135/2010). It was fundamental to determine an behavioural and functional model for using it as an comparative with the real behaviour of this material in an roadway. An project was created based on the Marshall Method (DNER-ME 043/95) and the DNIT 031/2006-ES specification and the parameters required by the standard quoted were checked. After determining the optimun design content, 4 samples of 4 specimens were conditioned at the temperatures of 5°C, 15°C, 25°C and 35°C, one sample to each temperature. The results obtained after the conditioning of the specimens showed that asphalt mixtures with different asphalt cements had the same behavior, increasing the values of both Resilience Modulus and*

Tension Endurance as the temperature decreases.

Palavras-chave: *Resilience Modulus, Tension Endurance, Temperature Variation*

1. INTRODUÇÃO

Como se sabe, o modal rodoviário é o principal meio de distribuição de carga brasileiro, responsável por tratar de mais de 80% logística e do transporte dos recursos materiais do país. Este alto volume de tráfego exige um dimensionamento das camadas do pavimento apropriado para resistir aos esforços gerados pelas cargas deste tráfego.

Porém, por ser um país de dimensões continentais, o Brasil ainda enfrenta uma dificuldade peculiar em relação ao comportamento mecânico da camada de revestimento asfáltico, para diversas temperaturas encontradas nas diferentes regiões do país e até mesmo numa determinada região onde haja uma grande amplitude térmica, como é o caso do Rio Grande do Sul, onde em um trecho da rodovia, o asfalto pode sofrer alterações

significativas em diferentes profundidades desta camada em função da temperatura.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa, além de verificar se há mudança nas características mecânicas de duas diferentes camadas de revestimento asfáltico (Binder e camada de rolamento), foi determinar também um modelo que estime valores de MR e RT em função da temperatura, o que poderia prever o desempenho do material em diferentes profundidades desta camada com temperaturas devidamente observadas por sensores instalados na pista.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi idealizada a ideia desta pesquisa e, para que ela ocorresse, foi necessária a realização de ensaios típicos de classificação e caracterização de materiais, tanto dos dois CAP como do agregado basáltico utilizado na mistura ensaiada. Todos estes ensaios são regidos por normas brasileiras (ABNT, DNER ou DNIT) e estão citadas nas referências deste trabalho.

Foi determinada a granulometria adequada à mistura para faixa granulométrica C do DNIT (DNER-ME 083/98), bem como a temperatura de mistura para os CAP 50/70 e 60/85 conforme seus ensaios de viscosidade (NBR 15184/04). Com isso, foram realizadas moldagens de 15 corpos de provas para cada CAP com 5 teores de ligantes diferentes, entre 4% a 6% variando a cada 0,5%. Ou seja, 3 corpos de prova para cada teor de ligante. E então foi possível, através de ensaios de densidade aparente de corpos de prova e de massa específica máxima medida (NBR 15573/12 e NBR 15619/2012), determinar o volume de vazios ideal para cada mistura e com ele descobrir o teor de projeto de ligante asfáltico para cada CAP (50/70 e 60/85). Lembrando que a mistura com CAP 50/70 foi utilizada como representativa da camada de Binder, enquanto a mistura com CAP

60/85 representa um projeto para camada de rolamento.

Concluída esta etapa preliminar, foram moldados pelo método Marshall então diversos CP's com o teor de projeto de cada CAP até atingir-se a quantidade de 16 CP's com o volume de vazios adequado para cada mistura.

Após a compactação, desforma e análise de volume de vazios de todos CP's houve uma divisão em 4 grupos de 4 para cada mistura. Cada grupo representava uma amostra de mistura a diferentes temperatura. As temperaturas escolhidas para serem analisadas foram as de 5°C, 15°C, 25°C e 35°C.

Com a determinação de cada temperatura de estudo, os corpos de prova foram condicionados as suas respectivas temperaturas por 4h para garantir uma homogeneidade da temperatura no CP por inteiro. Decorrido este intervalo, foi realizado o rompimento de um CP de cada grupo de temperatura para cada mistura pelo ensaio de Resistência a Tração (NBR 15087/2012) e, com os 3 CP's remanescentes para cada grupo, foi feito o ensaio de Módulo de Resiliência Diametral (DNER– ME 135/2010), usando como base o valor de Resistência à tração adquirido com o rompimento dos outros CP.

Finalizando a etapa de ensaios laboratoriais, foi executado o rompimento por tração diametral dos CP que foram utilizados no ensaio de Módulo de Resiliência e, assim, adquiridos mais dados de Resistência a Tração das misturas para diferentes temperaturas.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a realização dos ensaios, os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas 1 e 2 (para os ensaios de Resistência à Tração e de Módulo de Resiliência, respectivamente), em função da temperatura, conforme mostrado a seguir:

Tabela 1 - Resultados do ensaio de Resistência à Tração.

BINDER CAP 50/70		ROLAM. CAP 60/85	
T(°C)	RT (Mpa)	T(°C)	RT (Mpa)
5	3,89	5	4,59
10	1,33	10	1,98
25	0,83	25	1,05
35	0,55	35	0,62

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de Módulo de Resiliência

BINDER CAP 50/70		ROLAM. CAP 60/85	
T(°C)	MR (Mpa)	T(°C)	MR (Mpa)
5	30429	5	23589
10	19290	10	13615
25	6994	25	4936
35	3121	35	1908

O estudo mostrou também que as duas misturas, tanto com CAP 50/70 quanto com CAP 60/85, se comportaram de forma semelhante em relação ao desempenho no ensaio de Resistência à Tração (figura 1).

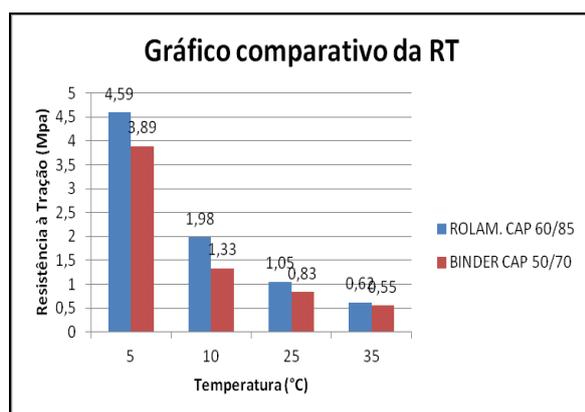


Figura 1 - Gráfico comparativo dos valores de RT para as diferentes temperaturas.

Analogamente, os valores de Módulo de Resiliência diminuem significativamente com o aumento da temperatura (gráfico 2).

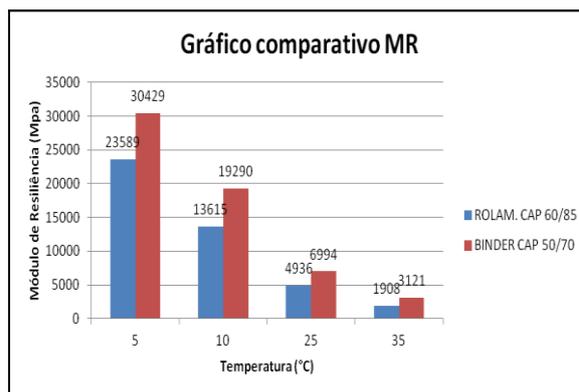


Figura 2 - comparativo dos valores de MR para diferentes temperaturas.

Com os gráficos em mãos, foi possível gerar uma curva para cada tipo de mistura e, equacionando essas curvas, criou-se um modelo de cálculo de Resistência à tração em função da temperatura, conforme figura 3 a seguir:

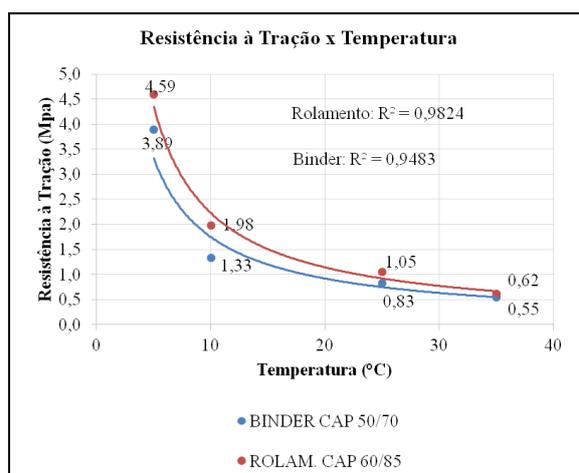


Figura 3 - Gráfico da Resistência à Tração em função da temperatura

Estas curvas para as misturas de Binder (Equação 1) e Rolamento (Equação 2) são representadas, respectivamente, pelas seguintes equações:

$$y = 14.831x^{-0.929} \quad (1)$$

$$y = 20.626x^{-0.967} \quad (2)$$

Assim como para os valores de RT, também foram geradas curvas de modelagem

de valores de Módulo de Resiliência, mostrados na figura 4:

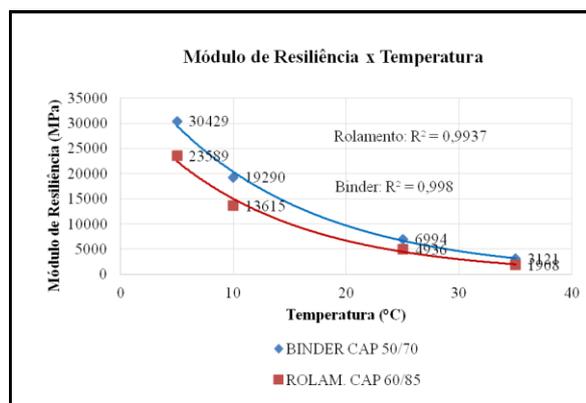


Figura 4 - Gráfico do Módulo de Resiliência em função do tempo

As curvas de MR para a mistura de Binder (Equação 3) e de Rolamento (Equação 4) foram equacionadas da seguinte forma:

$$y = -14010\ln(x) + 52386 \quad (3)$$

$$y = -10956\ln(x) + 40281 \quad (4)$$

Assim, chegou-se a uma modelagem próxima do que se esperava, pois os valores de confiabilidade que as linhas de tendência geraram foram muito próximos a 1.

5. CONCLUSÕES

Após a conclusão dos ensaios e dos resultados obtidos, foi possível conferir que os valores, tanto a Resistência à Tração como o Módulo de Resiliência foram significativamente influenciados, diminuindo conforme o aumento da temperatura. Verificou-se que este comportamento é mais acentuado nas temperaturas mais baixas. Já nas temperaturas mais elevadas notou-se que o comportamento mecânico do material é pouco influenciado pelo tipo de mistura.

Estas análises permitiram deduzir também que é possível criar um modelo para determinação da Resistência à Tração e do Módulo de Resiliência com um determinado valor de temperatura, dado que pode ser

retirado com facilidade em campo. Isto possibilita saber qual será o comportamento mecânico do material em diferentes temperaturas, conforme a região que se encontra e profundidade da camada asfáltica.

6. REFERÊNCIAS

- DNER-ME 193/96 – **Massa Específica de Materiais Asfálticos semissólidos;**
 NBR 6560/08 – **Ponto de Amolecimento de Material Betuminoso – Método Anel e Bola;**
 NBR 15184/04 – **Ensaio de Viscosidade em Viscosímetro Rotacional;**
 DNER – ME 078/94 – **Adesividade de ligante asfáltico;**
 DNIT ME 155/2010 – **Penetração de ligante asfáltico;**
 DNIT 031/2006-ES - **Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço;**
 DNER-ME 083/98 – **Análise Granulométrica;**
 DNER – ME 084/95 – **Massa específica de agregado miúdo;**
 DNER – ME 195/97 - **Determinação da absorção, massa específica real e aparente do agregado graúdo;**
 NBR 15087/2012 – **Resistência à tração por compressão diametral de misturas asfálticas;**
 NBR 15573/12 – **Densidade aparente de corpos de prova compactados;**
 NBR 15619/2012 – **Massa específica máxima medida (RICE);**
 DNER– ME 135/2010 – **Determinação do Módulo de Resiliência de misturas asfálticas;**
 Bernucci, Liedt B.; da Motta, Laura Maria G.; Ceratti, Jorge Augusto P.; Soares, Jorge B. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: Formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro, RJ – Brasil: Abeda (2010).