

Análise experimental do teor de cimento asfáltico de petróleo na resistência à compressão radial de concreto betuminoso usinado a quente, utilizado para pavimentação.

Experimental analysis of petroleum asphalt cement content on radial compressive strength of hot-machined bituminous concrete used for paving.

RESUMO

O concreto asfáltico é utilizado para revestimento de vias proporcionando aumento da resistência. Este é composto por uma mistura de agregados e ligante asfáltico usinado a quente. Assim, o presente trabalho busca determinar, de acordo com o método de ensaio Marshall, a estabilidade, que pode ser definida como a resistência máxima a compressão radial e a fluência, que corresponde à deformação total apresentada pelo corpo de prova. Através deste ensaio busca-se estabelecer a melhor quantidade de cimento asfáltico de petróleo, buscando melhorar a qualidade do concreto betuminoso a ser utilizado para pavimentação na cidade de Toledo-PR. Para isso foram moldados corpos de prova de concreto asfáltico variando o teor de ligante utilizado 5,5% (porcentagem utilizada nos pavimentos de Toledo-PR) e 6,0% (para avaliar se houve melhorias nos pavimentos). Os resultados mostraram que concretos betuminosos dosados com base nos traços para pavimentação grossa, com maior teor de ligante tendem a apresentar maior resistência e fluência em relação ao teor menor de ligante. Desta forma, foi possível concluir que, um aumento na quantidade de ligantes, proporcionou o aumento da capacidade aglomerante deste concreto obtendo então melhores resultados com o teor de 6,0% de ligante na mistura.

PALAVRAS-CHAVE: Cimento asfáltico. Resistência. Pavimentos betuminosos.

Ariana Ramos Tiburcio
ariana-810@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil.

Carlos Eduardo Tino Balestra
carlosbalestra@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil.

Jonathan Luiz Giron
norig25@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

Asphalt concrete is used for road lining providing increased strength. It is composed of a mixture of aggregates and hot machined asphalt binder. Thus, the present work seeks to determine, according to the Marshall test method, the stability, which can be defined as the maximum radial compression strength and creep, which corresponds to the total deformation presented by the specimen. Through this test, we seek to establish the best amount of petroleum asphalt cement, seeking to improve the quality of bituminous concrete to be used for paving in the city of Toledo-PR. For this purpose, asphalt concrete specimens were molded, varying the binder content used 5.5% (percentage used in the Toledo-PR pavements) and 6.0% (to evaluate if there were improvements in the pavements). The results showed that bituminous concretes dosed based on the traces for

coarse paving, with higher binder content, tend to present higher strength and creep in relation to the lower binder content. Therefore, it was concluded that an increase in the amount of binders, increased the bonding capacity of this concrete, obtaining better results with 6.0% binder content in the mixture.

KEYWORDS: Asphalt cement. Resistance. Bituminous floors.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como foco analisar qual a porcentagem de ligante mais adequada a ser utilizada na pavimentação de ruas na cidade de Toledo-PR, visando melhorias na resistência e durabilidade destes pavimentos. Para a obtenção de uma porcentagem que permita este fato é necessário a realização de ensaios, o método de dosagem utilizado atualmente no Brasil é denominado método Marshall.

O revestimento asfáltico é a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento. (BERNUCCI; MOTTA; CERATTI; SOARES, 2008, p. 11).

Através do ensaio Marshall é possível à obtenção da estabilidade, que é a resistência à compressão radial e a fluência que é a deformação total do corpo-de-prova a partir do momento em que é aplicada a carga inicial. A determinação destes valores permite então encontrar o teor de ligante necessário de acordo com os agregados utilizados.

O controle da dosagem de ligante é importante para a obtenção de um pavimento que não apresente desagregação, por falta de ligante, ou uma superfície escorregadia e deformável por conta do excesso do mesmo.

As orientações para a execução do ensaio são encontradas na norma do DNER-ME 043/95 que padronizam o método Marshall.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e equipamentos utilizados para a moldagem dos corpos de prova e execução do ensaio Marshall estão listados abaixo:

- a) cimento asfáltico de petróleo;
- b) brita e pó de pedra;
- c) molde de compactação de aço, consistindo de anéis superior e inferior e de uma placa base. A placa base e o anel superior devem encaixar-se perfeitamente nas extremidades do anel inferior;
- d) bandeja metálica e espátula com cabo de madeira, para que produza uma mistura homogênea, na temperatura e tempo requeridos, com capacidade de 5 litros;

- e) balança com capacidade de 5 kg, com resolução de 1 g, capaz de permitir pesagem hidrostática e paquímetro com exatidão de 0,1 mm;
- f) extrator de corpo-de-prova, de aço, em forma de disco;
- g) peneiras de 25 - 19 - 9,5 - 4,8 e de 2,0 mm de abertura, inclusive tampa e fundo, de acordo com a DNER-EM 035/95, intitulada Peneiras de malha quadrada para análise granulométrica;
- h) termômetro digital, para medição em banho d'água;
- i) base e soquete de compactação, de aço, com 4540 g de massa e uma altura de queda livre de 45,72 cm. A face de compactação no pé do soquete é plana e circular;
- j) papel filtro de diâmetro de 101,6 mm e óleo desmoldante;
- k) luva com proteção de couro na face externa da palmas dos dedos;
- l) estufa e chapa aquecedora;
- m) molde de compressão de aço;
- n) medidor de fluência, com graduações de 0,25 mm;
- o) Prensa capaz de aplicar cargas de até 39,2 KN (4000 kgf) manual, com embolo movimentando-se a uma velocidade de 5 cm por minuto, equipada com um anel dinamométrico com capacidade de 22,2 KN (2265 kgf) equipado com um defletômetro, com graduação de 0,0025 mm, para medir encurtamentos e avaliação de carga;
- p) Banho d'água, com capacidade para 8 corpos-de-prova, provido de uma prateleira plana e perfurada para permitir a circulação de água por baixo dos corpos-de-prova. O nível d'água deve ficar três cm acima dos corpos-de-prova e com controle da temperatura d'água para $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Para a preparação dos corpos-de-prova foi necessário calcular para cada dosagem de mistura betuminosa a quantidade de agregados capaz de produzir um corpo de prova. Secaram-se os agregados até massa constante em estufa e separou-se nas frações das peneiras. Pesaram-se os agregados para um corpo-de-prova, de cada vez, em recipientes separados na fração obtida durante o peneiramento, que após a mistura do ligante seja capaz de produzir um corpo-de-prova com cerca de 1200 g e $(63,5 \pm 1,3)$ mm de altura. O mesmo procedimento é aplicado para os outros corpos-de-prova.

Colocaram-se os recipientes contendo os agregados em estufa para aquecer a temperatura aproximadamente 10°C a 15°C acima da temperatura do ligante, não devendo ultrapassar a temperatura de 177°C . Misturaram-se os agregados de cada recipiente abrindo uma cratera para receber o ligante que foi pesado para cada teor, efetuou-se a mistura rapidamente, 2 a 3 minutos, até a completa cobertura dos agregados e colocou-se a mistura no molde de compactação.

A compactação foi realizada utilizando o molde de compactação e o soquete, limpos e aquecidos em estufa a $(90 \text{ a } 150)^\circ\text{C}$. Posicionou-se o molde no suporte de compactação e introduziu-se nele uma folha de papel filtro, de dimensões conforme a seção do molde. Colocou-se a mistura no molde, de uma só vez e acomodou-se a mistura quente com 15 golpes vigorosos de espátula.

Realocou-se o anel superior e aplicou-se com o soquete 75 golpes sobre a mistura, com altura de queda livre de 45,72 cm. Removeu-se o anel superior e inverteu-se o anel inferior e forçou-se com o soquete até a mistura atingir a placa base e aplicou-se o mesmo número de golpes no corpo-de-prova invertido. Após a compactação o corpo-de-prova foi colocado em superfície limpa e plana e aguardou-se o resfriamento para a retirada do corpo-de-prova com o auxílio do extrator de amostra, deixou-se em repouso durante 12 horas. A altura do corpo-de-prova foi medida com o paquímetro em quatro posições diametralmente opostas, adotou-se como altura o valor da média aritmética das quatro leituras.

Os corpos-de-prova foram imersos em banho-maria a $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$, por um período de 30 a 40 minutos. Em seguida colocou-se cada corpo-de-prova no molde de compressão, que estava aquecido na temperatura de $(21 \text{ a } 38)^\circ\text{C}$. O molde foi posicionado na prensa e está operada a uma velocidade de 5 cm por minuto até o rompimento do corpo-de-prova, o valor máximo observado foi lido e convertido em N (kgf), foi anotada como estabilidade lida. O valor da estabilidade Marshall foi obtido multiplicando a estabilidade lida pelo fator de correção para a espessura do corpo-de-prova. A fluência foi obtida pela medida lida no defletômetro no momento em que o corpo-de-prova se rompe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram moldados e ensaiados 4 corpos-de-prova para cada teor de ligante (5,5% e 6,0%). Os resultados foram obtidos utilizando a média aritmética apresentada por cada teor. Ver a Tabela 1.

Tabela 1 – Estabilidade e fluência para as porcentagens de ligantes ensaiados

% de ligante	Estabilidade (kgf)	Fluência (mm)
5,5	496	2,54
6,0	689	4,58

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados encontrados sugerem que o aumento na quantidade de ligante proporcionou uma maior capacidade aglomerante e impermeável. Fazendo com que a resistência para os corpos-de-prova com teor de 6,0% de ligante tenham apresentado melhor comportamento.

Conforme pode ser observado na Figura 1, houve uma maior capacidade de compactação do corpo-de-prova com a diferenciação do teor de ligante.

Figura 1 – Comparação de compactação do corpo-de-prova



Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

Por meio destes ensaios foi verificado um aumento da resistência e da fluência com a adição de 0,5% de ligante na dosagem do concreto betuminoso utilizado usualmente nos pavimentos de Toledo-PR. Chegando no teor onde o pavimento não apresente desagregação, por falta de ligante, e não possui superfície escorregadia e deformável por conta do excesso do mesmo. Alcançado o objetivo de obter um pavimento asfáltico de melhor qualidade para o município.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Carlos Balestra, pelo suporte técnico e o incentivo. A empresa ENDUR, pela doação dos materiais. A UTFPR, pelo laboratório e fomento no ensino. E aos amigos, que deram suporte para a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros. **Petrobras: Abeda**, Rio de Janeiro, v.1, p. 10, 2008. Disponível em : https://www.researchgate.net/publication/264785655_Pavimentacao_Asfaltica_Formacao_Basica_para_Engenheiros/link/53efb03a0cf23733e812d792/download. Acesso em: 05 ago. 2019.

DNER-EM 035/95 – Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

DNER-EM 043/95 – Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall.