

CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE LIGANTES ASFÁLTICOS PUROS E MODIFICADOS EM BAIXAS TEMPERATURAS

Lara Mara Ferreira da Rosa

Carlos Alberto Thebit Filho, Adalberto Leandro Faxina

Patrícia Hennig Osmari

Escola de Engenharia de São Carlos | Universidade de São Paulo

laramariafdr@usp.br

Objetivos

Tradicionalmente, a caracterização de temperaturas baixas de ligantes asfálticos é realizada no reômetro de fluência de viga (BBR), no entanto o emprego deste equipamento apresenta algumas desvantagens, como a dificuldade no manuseio da amostra e a quantidade excessiva de material necessário para a sua preparação. Recentemente, o reômetro de cisalhamento dinâmico (DSR), que é o equipamento empregado para as demais caracterizações de ligantes asfálticos, passou por um aprimoramento tecnológico que permite a caracterização de temperaturas baixas com uma geometria de placas paralelas de 4mm.

Diante do exposto, este trabalho busca avaliar o uso do DSR com a geometria de 4mm para caracterizações em baixas temperaturas, propondo uma alternativa ao método com o BBR.

A nova abordagem visa unificar caracterizações reológicas em um único equipamento. Além disso, a identificação de possíveis parâmetros reológicos em baixas temperaturas ou correlações com dados de temperaturas intermediárias e altas pode promover uma avaliação sistemática da aplicação dos ligantes em diferentes ambientes com níveis de tráfego e condições ambientais diversas.

Métodos e Procedimentos

Diferentemente do BBR, o DSR emprega uma placa de 4 mm de diâmetro, o que oferece uma vantagem significativa ao requerer uma quantidade mínima de amostra, 25 mg, enquanto o BBR requer 15g.

Neste estudo, cinco ligantes foram envelhecidos a curto prazo e a longo prazo (RTFOT + PAV) para simular as condições em que o material apresenta alta susceptibilidade às temperaturas baixas em campo.

A caracterização reológica dos ligantes foi realizada no DSR com a geometria de placas paralelas de 4 mm e no BBR, com as vigotas. Os ensaios, conduzidos de acordo com os protocolos da especificação Superpave, foram realizados a 10°C acima das temperaturas da classificação PG do material.

O DSR foi empregado para a determinação do módulo de cisalhamento $G(t)$, enquanto o BBR mediu a rigidez elástica $S(t)$, por meio de carregamentos aplicados às amostras. Ademais, outro parâmetro é calculado a fim de comparação, a taxa de relaxação m_r para o DSR e m_c para o BBR, que é obtida através da reta tangente a curva para um ensaio de 2 horas no primeiro reômetro, e de 60 segundos no outro.

Resultados

As Figuras 1 e 2 apresentam a correlação de dados entre os dois equipamentos para os cinco ligantes puros a temperaturas de -16°C e -22°C. É notório que obteve-se um resultado satisfatório com um coeficiente de Pearson (r) próximo a 1 em ambos os gráficos.

É válido ressaltar que observou-se que em temperaturas mais baixas os resultados do DSR são maiores. Além disso, somente o ligante B a -22°C apresentou resultados dispersos observados na correlação da taxa de relaxação, com uma variância calculada de aproximadamente 30%, isso pode ter ocorrido devido a deficiências nas etapas de calibração, de *trimming* ou com o envelhecimento da amostra, pois o ligante tem suas propriedades modificadas com a temperatura.

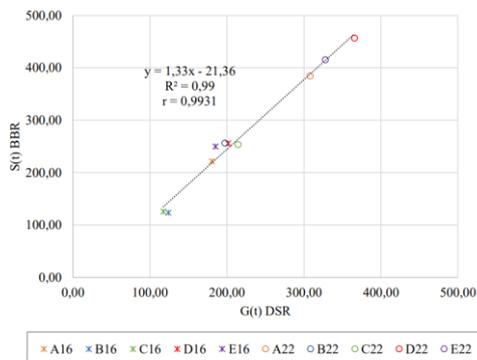


Figura 1: Gráfico S(t) versus G(t)

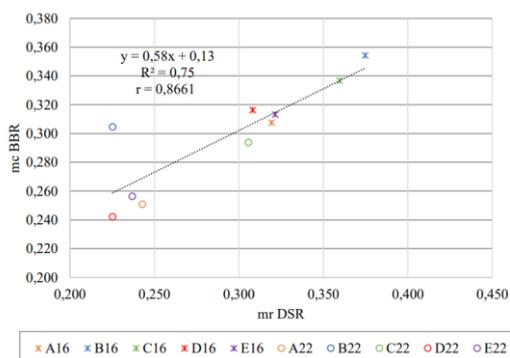


Figura 2: Gráfico mc versus mr

Conclusões

O DSR apresentou valores próximos ao BBR na maioria dos dados, o que demonstra indícios de boa relação entre os resultados obtidos nos dois equipamentos.

Conclui-se, portanto, que é possível substituir o BBR, embora haja a necessidade de realizar mais ensaios com ligantes asfálticos puros e modificados para ampliar o banco de dados deste estudo e garantir maior repetibilidade e reprodutibilidade dos ensaios realizados com a geometria de 4mm do DSR. Os resultados obtidos até agora representam um avanço significativo para essa nova técnica.

Agradecimentos

Agradecimento ao Programa Unificado de Bolsas da Universidade de São Paulo (PUB - USP) pela oportunidade de desenvolver este projeto.

Referências

BERNUCCI, L. B., MOTTA, L. M. G., CERATTI, J. A. P., SOARES, J. B., **Pavimentação Asfáltica - Formação Básica para Engenheiros**. 2ª edição, Rio de Janeiro, PETROBRAS/ABEDA, 2010.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 448/2024 – ME: Pavimentação – Ligante asfáltico – Determinação das propriedades reológicas de ligantes asfálticos usando reômetro de cisalhamento dinâmico – Método de ensaio**. Brasília, 2024.

SUI, C.; FARRAR, M. J.; HARNSBERGER, W. T.; TURNER, T. F. **New Low-Temperature Performance-Grading Method Using 4-mm Parallel Plates on a Dynamic Shear Rheometer**, Transportation Research Record, 2011.