

MISTURAS

PRIMEIROS RESULTADOS DO PROJETO CIRPOL: ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE BETUMES ENVELHECIDOS

María González
MOEVE, Alcalá de Henares, Madrid, España; maria.gonzalez@cmoeveglobal.com

María del Mar Colás
MOEVE, Alcalá de Henares, Madrid, España; marimar.colas@moeveglobal.com

Antonio Garcia
MOEVE, Alcalá de Henares, Madrid, España; a.garcia.siller@moeveglobal.com

Irune Indacoechea
GITECO-UC Universidad de Cantabria, Santander, España; irune.indacoechea@unican.es

Pedro Lastra
GITECO-UC Universidad de Cantabria, Santander, España; i.pedro.lastragonzalez@unican.es

Daniel Castro
GITECO-UC Universidad de Cantabria, Santander, España; daniel.castro@unican.es

Teresa Carvalho
MOEVE, Lisboa, Portugal; teresa.carvalho@moeveglobal.com

Tema: Projeto, Tecnologia, Investigação e Desenvolvimento

PALAVRAS-CHAVE: RAP, betume, modificado, envelhecimento.

RESUMO EXECUTIVO

Os betumes modificados com polímeros (BMP) têm sido utilizados há décadas em todo o mundo com o objetivo de obter pavimentos betuminosos de elevado desempenho e durabilidade. A utilização deste tipo de ligantes em camadas de desgaste para tráfegos exigentes é combinada com a utilização de agregados de elevada qualidade, que podem ser reutilizados, contribuindo para a circularidade do setor da pavimentação. Um conhecimento adequado do estado do ligante no momento em que se realiza a fresagem permitirá evitar a perda desse material, que poderá contribuir para aplicações maior valor acrescentado.

O material mais utilizado na modificação de betumes é o copolímero em bloco estireno-butadieno-estireno (SBS), que se caracteriza por ser uma estrutura que combina blocos elastoméricos (butadieno), que conferem elasticidade ao betume. São utilizados principalmente para a produção de misturas de elevado desempenho em camadas de desgaste, devido ao seu melhor comportamento mecânico, à sua capacidade de suportar cargas elevadas e à sua maior resistência a falhas por fadiga ou deformações plásticas. Embora nos betumes convencionais o processo de envelhecimento seja bem conhecido (em certo grau), o dos BMPs é menos compreendido. Para extrair o máximo potencial da reutilização do material fresado que contenha esse tipo de ligante, é fundamental entender como é que o envelhecimento afeta a estrutura e as propriedades do ligante modificado.

No caso dos BMPs, além da deterioração do betume base, ocorre a degradação do polímero. No caso do SBS, devido à estrutura molecular com ligações duplas C=C insaturadas, o bloco elastomérico é sensível ao dano por envelhecimento oxidativo durante a exposição a condições ambientais de temperatura, humidade e

radiação, sendo que as mudanças geradas afetam a rede polimérica e a efetividade do polímero como modificador.

O avanço necessário para otimizar a reutilização de misturas betuminosas com betumes modificados com polímeros baseia-se na capacidade de tratar o material fresado de forma a restituir propriedades semelhantes às iniciais. Para isso, é necessário, em primeiro lugar, ser capaz de caracterizar o grau de envelhecimento, não apenas nos termos habituais para os betumes convencionais, que estão bem caracterizados, mas também levando em consideração o efeito que o envelhecimento tem sobre o polímero. Atualmente, não existe um protocolo estabelecido, nem consenso, sobre quais os ensaios necessários para uma caracterização precisa e eficiente do envelhecimento nos BMPs.

Os parâmetros básicos de caracterização dos betumes são a determinação da penetração (EN 1426) e da temperatura de amolecimento (EN 1427), pois fornecem, de maneira simples, informações sobre a consistência do betume e sobre a temperatura a que o ligante começa a fluir. No entanto, esses ensaios empíricos não são suficientes para avaliar o comportamento dos BMPs devido ao comportamento viscoelástico originado pela estrutura polimérica. Por esse motivo, nos últimos anos, começaram a ser introduzidos ensaios de tipo reológico, que permitem uma avaliação mais completa dos BMPs por meio da análise das componentes viscosa e elástica do comportamento mecânico do material, sendo a percentagem de recuperação obtida nesses ensaios considerada por alguns autores como um índice reológico de interesse para avaliar a integridade da rede polimérica dos BMPs envelhecidos. Além disso, ensaios físico-químicos, como a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), têm sido usados em vários estudos, pois permitem detectar a oxidação do betume e a degradação do SBS.

A mudança na estrutura e composição do betume durante o envelhecimento resulta numa deterioração das suas propriedades físicas e reológicas. Na reutilização de material fresado, tem-se explorado a aplicação de um rejuvenescedor, que, em muitas ocasiões, apresenta um efeito positivo sobre os betumes convencionais envelhecidos: aumenta a penetração, a ductilidade e diminui a viscosidade e o módulo complexo do ligante. No entanto, o efeito desses materiais nos BMPs não é suficiente, pois, embora possam influenciar positivamente o betume envelhecido, não recuperam a atividade da rede polimérica. Poucos estudos abordam em profundidade a reutilização de fresado com BMP. Destacam-se os estudos realizados por alguns autores que, com o objetivo de agir sobre a falta de atividade polimérica nos BMPs envelhecidos, investigaram as propriedades rejuvenescedoras na adição de betumes modificados com polímeros, com resultados promissores. Este artigo apresenta diferentes métodos de caracterização de betumes modificados com polímeros em estado virgem e com diferentes graus de envelhecimento, com o objetivo de determinar quais os ensaios que representam melhor o grau de envelhecimento dos betumes modificados com polímeros. Também foi estudado o efeito sobre as propriedades de ligantes altamente envelhecidos, tanto em modelos de laboratório como em ligantes provenientes de fresado real, da incorporação de um betume rejuvenescedor desenhado ad hoc.

Neste artigo, são apresentados os primeiros resultados do projeto CIRPOL na caracterização de betumes envelhecidos por meio de ensaios empíricos, reológicos e espectroscopia infravermelha, assim como no estudo do efeito de introduzir um rejuvenescedor nesses betumes envelhecidos. As principais conclusões obtidas até ao momento são as seguintes:

- A amostra de material fresado apresenta um grau de envelhecimento superior ao das amostras modelo de laboratório submetidas a 60h de envelhecimento PAV. Esta amostra é a que apresenta maior rigidez, menor resistência à fadiga (LAS) e maior grau de oxidação (FTIR).

- Embora todos os ensaios sejam úteis para caracterizar o comportamento do ligante, os que parecem mais determinantes são aqueles que têm maior relação com a elasticidade do ligante, e, portanto, com a rede polimérica. Até o momento, destacam-se os ensaios DSR, MCRST e LAS, pois todos eles têm variáveis que dependem da elasticidade do ligante.

- A caracterização FTIR fornece informações relevantes sobre o envelhecimento dos BMPs. Parece fornecer mais informações sobre o envelhecimento dos betumes modificados com polímeros do que sobre o grau de envelhecimento de um betume base convencional.

- O estudo de modelos que simulem diferentes graus de mistura entre o ligante envelhecido e o ligante rejuvenescedor pode ser útil para ajustar as características do ligante de aporte e permitir obter o melhor desempenho.