

Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

SELEÇÃO DE CAPs PARA FORMAÇÃO DE MISTURAS ASFÁLTICAS POR MEIO DE UMA METODOLOGIA RÁPIDA E DE BAIXO CUSTO

Roberto Carlos da C. Ribeiro^{1,2}, Peter Rudolf Seidl¹ e Julio Cesar Guedes Correia²

¹ Escola de Química da UFRJ, Centro de Tecnologia, Bloco E, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, e-mail: pseidl@eq.ufrj.br

² Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Av. Ipê, 900, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, e-mail: rcarlos@cetem.gov.br e jguedes@cetem.gov.br

Resumo – Dentre várias avaliações para adequação de mistura asfálticas para utilização em vias públicas, o ensaio de resistência mecânica (LOTTMAN) é amplamente utilizado, porém requer um longo tempo de execução. Baseado nisto, pretende-se apresentar uma metodologia que selecione previamente, de maneira rápida e de baixo custo, os cimentos asfálticos de petróleo - (CAPs) que melhor se adsorvam na superfície de um agregado mineral e comparar tais resultados com os obtidos pelo ensaio LOTTMAN. Para tal, serão utilizados quatro diferentes CAPs brasileiros, chamados de A, B, C e D; e um agregado mineral basáltico da região de São Carlos – SP. Por meio dos resultados obtidos, pôde-se verificar que os CAPs A e C foram os que mostraram melhor desempenho de adsorção na superfície mineral (4,5 mg/g) e também os que apresentaram os melhores resultados LOTTMAN, inferiores a 80%. Com relação aos demais CAPs, ambos apresentaram os mais baixos valores de adsorção (2,5 mg/g) e apresentaram resultados LOTTMAN superiores a 80%. Pode-se concluir que a metodologia proposta pode indicar previamente CAP que melhor se adsorve na superfície mineral e que tal resultado pode refletir o comportamento mecânico da mistura asfáltica.

Palavras-Chave: Mistura asfáltica, Agregados Minerais, CAP

Abstract – The use of asphalts in public roads feels depends of mechanical studies (LOTTMAN), that request a long time of execution. Based on this, the objective of this work is to present a methodology that previously selects, in a fast way and of low cost, the asphalt cement - (CAP) that better adsorption in the surface of a mineral and to compare such results with obtained by LOTTMAN. For such, four different Brazilian CAPs, calls of A, B, C and D will be used; and a basaltic mineral from São Carlos – SP State. Through the obtained results, it could be verified that CAPs A and C were the ones that showed better acting of adsorption in the mineral surface (4,5 mg/g) and also the one that presented LOTTMAN results below 80. Regarding other CAPs, both presented the lowest values of adsorption (2,5 mg/g) and they presented LOTTMAN results above 80%. It can be concluded that the proposed methodology can indicate the better CAP to interact with the mineral surface and that such a result can reflect the mechanical behavior of asphalt.

Keywords: Asphalt, Asphalt Cement, Minerals

1. Introdução

O Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), em seu regulamento técnico Nº 01/92 – Rev 02, em suas especificações oficiais brasileiras, tanto pela classificação por viscosidade ou penetração, define cimento asfáltico de petróleo (CAP) como um líquido extremamente viscoso, semi-sólido ou sólido à temperatura ambiente, que apresenta comportamento termoplástico. Torna-se líquido quando aquecido, retornando ao estado original após resfriamento.

Segundo Samanos (1985), citado em Leite (1999), o CAP pode ser definido como um adesivo termoplástico, impermeável à água, viscoelástico e pouco reativo, que possibilita manuseio à quente, para aplicação em pavimentação que, por simples resfriamento, retorna às propriedades viscoelásticas correspondentes às condições de serviço; além disso, pode ser utilizado na impermeabilização da estrutura do pavimento, evitando a penetração de água de chuva e apresenta boa durabilidade, em face da pouca reatividade química.

Os cimentos asfálticos de petróleo (CAP) surgem durante o refino do petróleo, e constituem o resíduo da torre de destilação à vácuo. Por meio da inserção de petróleo pré-aquecido na torre de destilação, e o aquecimento do mesmo a uma temperatura entre 300° e 350°C, separa-se as gasolinas e os gasóleos do restante que é o CAP, ou seja, a sobra da destilação (John et al, 2000).

Após a saída da torre de destilação a vácuo, o CAP não é aplicado diretamente no processo de pavimentação. Na verdade, existe a necessidade da inclusão de uma parcela de minerais para formação da mistura asfáltica.

Segundo o DNIT os agregados minerais, constituem um dos principais componentes da pavimentação rodoviária, tendo como principais finalidades manter a estabilidade mecânica dos revestimentos, suportar o peso do tráfego e, ao mesmo tempo, transmitir-lo às camadas inferiores com uma pressão unitária reduzida.

A grande variação mineralógica encontrada no Brasil impede uma padronização quanto ao comportamento de agregados para utilização em pavimentação. Devido a esse aspecto, diferentes minerais, possivelmente, apresentarão diferentes desempenhos quando formarem a mistura asfáltica.

Dentre algumas formas de avaliação do desempenho das misturas asfálticas, os ensaios de resistência mecânica – LOTTMAN são amplamente estudados (*Asphalt Institute*, 1995). Esse tipo de análise requer a confecção de corpos de prova de mistura asfáltica, variando-se o número de golpes e realizando-se, posteriormente a avaliação mecânica. Geralmente, muitos corpos de prova são moldados, até que se obtenha o número ideal de golpes, e observa-se um longo tempo de duração para execução deste ensaio e conseqüentemente o alto custo envolvido na operação e manutenção da aparelhagem.

Segundo Elphinstone (1997) e o SHRP (1993), os principais fatores que podem afetar a adesão entre o CAP e os agregados são a composição mineralógica, química e morfológica, a porosidade, a durabilidade, a área superficial, o teor de umidade, a absorção de água e a forma dos agregados minerais. Quanto aos cimentos asfálticos os principais fatores são: características físico-químicas, composição química e propriedades viscoelásticas.

A mistura asfáltica deve apresentar um teor de vazios adequados, permeabilidade, espessura adequada para suportar o tráfego e boa distribuição granulométrica. Por fim, as influências externas como chuva, umidade, pH, variações de temperatura (neve e sol intenso), tráfego e a má drenagem de solos podem afetar diretamente a adesão entre o CAP e o agregado causando inúmeros problemas no pavimento, como o aparecimento de depressões, buracos e desprendimentos.

Baseado nisto, o objetivo deste trabalho é avaliar o processo de adsorção entre diferentes CAPs com um agregado mineral basáltico, por meio de uma metodologia desenvolvida e patenteada pela Coordenação de Apoio Tecnológico (CATE) do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e comparar os resultados obtidos com os obtidos pelo ensaio LOTTMAN. Dessa forma, pretende-se contribuir para o setor de pavimentação, apresentando uma metodologia de menor custo e mais rápida, capaz de realizar uma pré-seleção dos CAPs para os ensaios LOTTMAN.

2. Metodologia

2.1. Origem dos Materiais

Para execução deste trabalho serão utilizados quatro diferentes cimentos asfálticos de petróleo (CAP), oriundos de refinarias brasileiras e um agregado mineral basáltico da região de São Carlos – SP.

2.2 MEDIDAS DE ADSORÇÃO

Primeiramente deve-se elaborar a curva de calibração utilizando-se as soluções de CAPs 1,0% p/v. Destas soluções se retiraram alíquotas para preparação de soluções com as seguintes concentrações: 0,0005, 0,001 e 0,005 mg/L. Essas soluções foram analisadas em um espectrofotômetro de Ultravioleta – visível, obtendo-se assim a curva de calibração (concentração inicial versus absorbância), para cada CAP. A partir daí, foram obtidas as equações de reta que foram empregadas nos ensaios de adsorção com os agregados minerais, a fim de se obter os valores de adsorção final.

Nos ensaios de adsorção, pesou-se o agregado mineral, que foram colocados em 10 tubos de centrífuga. A cada tubo adicionou-se 25 mL de uma solução de concentração específica, sendo elas: 0,0005; 0,001; 0,0015; 0,0025; 0,005; 0,0075; 0,01; 0,0125; 0,015 e 0,02 mg/L. A seguir, os tubos foram agitados durante quatro horas. Após esse período o material foi centrifugado, sendo cada material sobrenadante analisado em espectrofotômetro de Ultravioleta – visível.

Com isso, pôde-se obter os valores de absorbância após a adsorção com os agregados minerais. De posse destes valores e de cada equação de reta, pôde-se obter os valores das concentrações finais e conseqüentemente das adsorções de cada CAP no agregado mineral.

A classificação obtida para os quatro cimentos asfálticos, bem como a indicação do mais adequado para formar o mistura asfáltica de melhor qualidade, devem ser comprovadas com ensaios LOTTMAN. Neste ensaio, corpos de prova de mistura asfáltica são moldados com cada um dos CAPs e com os agregados oriundos de São Carlos, onde se mede a resistência mecânica de cada um deles, obtendo-se assim uma nova classificação dos CAPs, bem como verificando se o CAP indicado pelo método de adsorção, foi realmente o mais adequado para formação do mistura asfáltica de melhor qualidade.

2.3 ENSAIOS LOTTMAN

O percentual de vazios em cada corpo de prova foi obtido por meio de variações do número de golpes durante a confecção dos corpos, mantendo-se a distribuição dos agregados e cimento asfáltico constantes.

Aplicou-se os seguintes números de golpes: 14, 12, 13 e 15; na confecção dos corpos de prova A, B, C e D, respectivamente, até obtenção de um teor de vazios entre 6 e 8%. A seguir, os mesmos foram pesados secos, imersos em água e úmidos. Com isso, pôde-se calcular o percentual de vazios contido em cada um deles, definindo-se assim o número correto de golpes a serem dados nos corpos de prova utilizados no ensaio AASHTO T 283/89 – LOTTMAN.

Para o ensaio LOTTMAN, moldou-se três corpos de prova para cada CAP, com o número de golpes estabelecido anteriormente. A seguir, cada um foi submetido a um ensaio de resistência descrito a seguir.

O primeiro corpo de prova foi avaliado quanto à resistência à tração por compressão diametral sem nenhum tipo de condicionamento. Os outros dois foram sujeitos a um processo de condicionamento especificado no método AASHTO T 283/89, simulando a ação do intemperismo nos corpos de prova, como descrito a seguir: Submeteu-se os corpos de prova imerso em água, a uma pressão de vácuo de 25,4 cm a 66 cm de coluna de mercúrio por um período de cinco a dez minutos, para aumento do grau de saturação. O corpo de prova saturado foi revestido com filme plástico e colocado em sacos plásticos contendo aproximadamente 10 mL de água.

As amostras foram resfriadas à temperatura de $-18 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 16 horas. Em seguida as amostras foram retiradas da refrigeração, sendo uma analisada imediatamente quanto à resistência à tração por compressão diametral, com o intuito de simular a influência dos dias extremamente frios e verificar sua influência na resistência mecânica.

A outra amostra, após o período de congelamento, foi imersa em banho à temperatura de $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. A amostra foi removida para outro banho com temperatura de $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por um período de 2 ± 1 hora e então posteriormente submetida ao ensaio de resistência à tração por compressão diametral, com o intuito de se observar a variação de resistência à tração, após variações bruscas de temperatura.

O resultado do ensaio foi obtido em percentual, sendo reportado pela relação entre a média dos valores de resistência à tração dos corpos de prova submetidos previamente ao condicionamento (RC) e, a resistência dos corpos de prova sem condicionamento (RSC), por meio da equação: Razão de Resistência (%) = $\frac{RC}{RSC} \cdot 100 \%$.

3. Resultados e Discussão

3.1 MEDIDAS DE ADSORÇÃO

A figura 01 apresenta os resultados da adsorção dos quatro diferentes cimentos asfálticos com o agregado mineral basáltico da região de São Carlos.

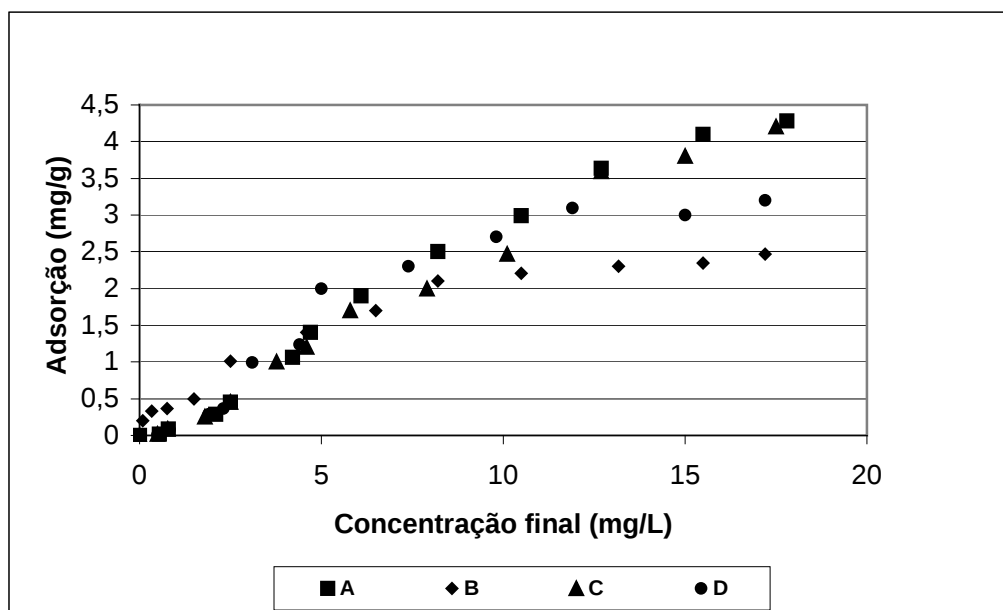


Figura 01: Adsorção (mg/g) de CAPS em função de suas concentrações na superfície mineral do basalto.

Pela figura 01, nota-se uma adsorção não seletiva dos CAPs aos agregados até uma concentração final em torno de 10 mg/L. Após esse valor, percebeu-se que os CAPs produzidos nas refinarias A e C apresentaram maior tendência à adsorção com os agregados, uma vez que os valores de adsorção saltaram de aproximadamente 2 para 4,5 mg/g. Quanto aos CAPs produzidos nas refinarias B e D, estes não apresentaram uma adsorção tão efetiva como as outras duas, uma vez que seus resultados não ultrapassaram valores em torno de 3 e 2,5 mg/L respectivamente.

Por meio deste ensaio, pôde-se determinar que os cimentos asfálticos produzidos nas refinarias A e C seriam mais adequados para produção de uma mistura asfáltica de melhor qualidade utilizando-se o agregado da região de São Carlos. Resultados mais precisos só poderão ser fornecidos após análises de resistência mecânica, obtidas por meio do ensaio LOTTMAN.

3.2 ENSAIOS LOTTMAN

Os valores da razão de resistência à tração dos corpos de prova após condicionamento e sem condicionamento estão apresentados na tabela 01. É sabido, (Franquet, 1999) que quanto maior o valor da razão de resistência, maior tração o mistura asfáltica produzido suportará.

Pôde-se verificar que os maiores resultados foram encontrados pelos mistura asfálticas confeccionados com os CAPs oriundos das refinarias A e C porém, o mistura asfáltica confeccionado com o CAP A apresentou um valor 10% maior que o C, sendo considerado o mais adequado para utilização como pavimento asfáltico, utilizando-se o agregado de São Carlos.

HICKS (1991) relatou que para índice mínimo de 70% da razão de resistência retida, a mistura asfáltica pode ser considerada adequada quanto a adesividade, entretanto o valor mínimo segundo as especificações SUPERPAVE é de 80%.

Considerando tais informações, pode-se assegurar que os CAPs B e D não estão adequados em gerar mistura asfálticas de qualidade com os agregados em estudo, diferentemente do que ocorre com os demais CAPs.

Verificou-se também, que a classificação obtida por meio dos ensaios de resistência à tração foi exatamente igual à obtida nos ensaios de adsorção, confirmando-se assim, que o ensaio proposto de adsorção pode ser utilizado como uma ferramenta para seleção de CAPs que realizarão ensaios LOTTMAN. Em ambos resultados se foi possível observar que o CAP oriundo da refinaria A apresentou melhor desempenho, seguido por C, D e B.

Tabela 01: Valores das razões de resistência à tração (%) dos CAPs

	A	B	C	D
Razão de Resistência à tração (%)	114,46	69,49	104,64	74,54

5. Conclusões

Pode-se concluir, preliminarmente, que a metodologia desenvolvida para avaliação da adsorção de CAPs em minerais pode indicar de maneira simples e rápida, qual o CAP mais adequado para formação da mistura asfáltica. Além disso, tais resultados foram corroborados com as análises LOTTMAN, que são utilizadas amplamente no setor de pavimentação. Porém, estudos com diferentes minerais, com composição química e mineralógica diferenciadas devem ser estudados, a fim de se quantificar e dar crédito ao método.

6. Agradecimentos

Ao Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH13) pelo apoio financeiro dado a este projeto e ao Centro de Tecnologia Mineral por ceder seus laboratórios para execução de alguns experimentos.

7. Referências

- ASPHALT ISNTITUTE (1995), “Norms for Asphalt Production”.
- ELPHINGSTONE, G. M., “Adhesion and Cohesion in Asphlt – Aggregate Systems”, Dissertation Submitted to Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 1997.
- FRANQUET, P. F., Adhesividad y Activación – Carreteras 103, Septiembre-Octubre,1999.
- HICKS, R. G. (1991), Moisture Damage in Asphalt Concrete, TRB – Transportation Research Board, NCHRP Synthesis oh Highway Practice, nº175.
- JOHN, V. M., VILELA, L. O., WU L. e YUKI, M. A., “Materiais Betuminosos para Pavimentação”, Relatório Técnico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
- LEITE, L. F. M., Estudos de Preparo e Caracterização de Mistura asfálticas Modificados por Polímero, Tese de Doutorado, Instituto de Macromoléculas (IMA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), p.09, 1999.
- SAMANOS, J., Le role du bitume dans la route, Pétrole et techniques, nº 318, p.42-47, aout/sept, 1985.
- SHRP-A-341 – Strategic Highway Research Program, National Research Council, Fundamental Properties of Asphalt-Aggregate Interactions Including Adhesion and Absorption, Washington DC, USA, 1993.