

DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO NEWTONIANO EM LIGANTES COM AUXÍLIO DO VISCOSÍMETRO BROOKFIELD

Luciano P. Specht

Professor do curso de Engenharia Civil Universidade Federal de Santa Maria
luspecht@gmail.com

Helena L. Pinheiro

Acadêmica do curso de Engenharia Civil Universidade Federal de Santa Maria
helenalp93@gmail.com

Bruno P. Saffi

Acadêmico do curso de Engenharia Civil Universidade Federal de Santa Maria
bpsaffi@hotmail.com

Resumo. Este trabalho tem como objetivo estudar, em determinadas faixas de temperatura, se os ligantes comportam-se como fluidos newtonianos ou não-Newtonianos. A partir deste estudo é possível prever o comportamento de cada ligante quando realizada a compactação e mistura dos ligantes e agregados. Além disso, podem-se calcular parâmetros viscoelásticos, os quais estão relacionados com as propriedades de deformação de cada ligante. A pesquisa foi realizada com o uso do viscosímetro rotacional Brookfield. O método utilizado para realizar este ensaio está descrito na norma NBR 15184. Com o uso do viscosímetro foi possível medir as taxas de cisalhamento, tensões de cisalhamento e viscosidade de cada ligante, em temperaturas e velocidades diferentes. Com estas informações foi possível concluir que ligantes convencionais apresentam comportamento newtoniano, já alguns ligantes modificados apresentam comportamento não-Newtoniano, sendo assim precisam ser individualmente estudados a fim de obter uma temperatura de compactação e mistura adequada.

Palavras-chave: Newtonianos. Taxa de cisalhamento. Viscosidade.

1. INTRODUÇÃO

A pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento utilizada no Brasil, sendo utilizada em aproximadamente 95% dos casos. Cimentos Asfálticos do petróleo (CAP) atendem as principais situações nas quais os pavimentos são submetidos, como por exemplo, possuem grande capacidade de este ligar-se a agregados e baixa reatividade.

Além disso, como ligante asfáltico é muito utilizado na pavimentação, o estudo da viscosidade a diferentes taxas de cisalhamento, temperaturas e frequências, são essenciais para compreensão do desempenho do CAP.

Quando ligante é um fluido newtoniano pode ser descrito por um valor da viscosidade independente da taxa de aplicação de carga. Esta propriedade pode influenciar significativamente o desempenho das misturas asfálticas durante o processo de usinagem, compactação e vida em serviço.

2. METODOLOGIA

2.1 Planejamento

Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes ligantes asfálticos: CAP 30/45, Stylink, ligante modificado com adição de borracha, TLA AM, TLA modificado, CAP

50/70, Ecoflex, Flexpave e Hard Cap. Determinou-se, através da utilização do viscosímetro Brookfield, a viscosidade, taxa de cisalhamento e tensão de cisalhamento de cada ligante nas temperaturas de 150 e 177°C e nas velocidades de 20,50 e 100 RPM.

2.2 Ensaio

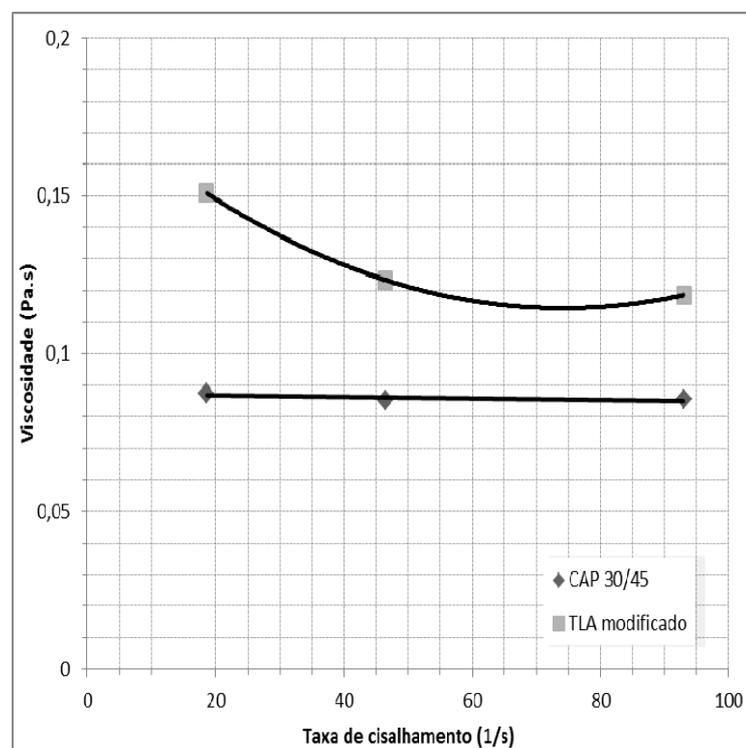
O ensaio desta pesquisa foi realizado com auxílio de um viscosímetro Brookfield acoplado a um controlador de temperatura THERMOSEL. Para realizar o ensaio foi necessário aquecer na estufa os ligantes por 4 horas a uma temperatura de aproximadamente 150°C. Depois de aquecido, o ligante é despejado em uma caneca de metal. Após o aquecimento do ligante, pesa-se uma amostra de ligante que contenha 11g podendo variar em 1g. Antes de ligar o equipamento, é necessário calibrá-lo, e alinhar as esferas na parte superior do viscosímetro e na parte inferior do Thermosel. Após ajustados, liga-se o Thermosel a uma temperatura de 150°C. Para realizar o ensaio precisa-se que o controlador de temperatura esteja estabilizado na temperatura desejada, por isso espera-se 10 minutos após o equipamento atingir a temperatura. Com a temperatura estabilizada e conectado o spindle, neste experimento foi utilizado apenas o spindle 21, pode-se começar o ensaio. Assim, liga-se o viscosímetro ajustando-o na velocidade de 20 RPM anotando três vezes em intervalos de 1 minuto os valores da viscosidade e taxa de cisalhamento. Repete-se esse procedimento para velocidades de 50 e 100 RPM. Concluído os ensaios com as três velocidades diferentes, repetimos o mesmo procedimento para temperatura de 177°C.

3. RESULTADOS

O comportamento newtoniano dos ligantes indica que a viscosidade do fluido é independente da taxa de deformação a que

ele esta submetido, ou seja, a viscosidade é influenciada apenas pela temperatura e pressão. Já um ligante não-Newtoniano não apresenta taxa de deformação diretamente proporcional à tensão de cisalhamento aplicada sob uma determinada área. O gráfico a seguir esta exemplificando, a uma temperatura de 177°C com o uso do Spindle 21, quando um comportamento é newtoniano, neste caso o CAP 30/45, e quando apresenta comportamento não-Newtoniano, no gráfico representado pelo TLA modificado.

Figura 1. Comportamento newtoniano e não newtoniano do ligante 30/45 e TLA modificado.



Na tabela a baixo está descrito o comportamento de cada ligante nas temperaturas de 150 e 177°C. Em alguns casos não foi possível determinar o comportamento dos ligantes devido à insuficiência de dados obtidos durante o ensaio.

Tabela 1. Determinação do comportamento newtoniano ou não-Newtoniano dos ligantes utilizados no ensaio.

Ligante	Comportamento a 150°C	Comportamento a 177°C
Ligante modificado com adição de borracha	Não foi possível determinar	Não-Newtoniano
CAP 30/45	Newtoniano	Newtoniano
TLA modificado	Newtoniano	Não-Newtoniano
CAP 50/70	Newtoniano	Newtoniano
Ecoflex	Não foi possível determinar	Não-Newtoniano
Flexpave	Não foi possível determinar	Não-Newtoniano
Hard CAP	Newtoniano	Newtoniano
Stylink	Não foi possível determinar	Newtoniano
TLA AM	Não foi possível determinar	Newtoniano

4. CONCLUSÕES

Quando o ligante é modificado por polímero possui comportamento não Newtoniano, para temperaturas superiores a 100 °C, segundo alguns trabalhos (Zanzotto et al., 1989; Leite, 1999; Bahia e Hanson, 2000). Já ligantes convencionais apresentam comportamento de líquido viscoso Newtoniano, em temperaturas acima de 100°C.

Com base na tabela 1 podemos concluir que os ligantes convencionais apresentam comportamento newtoniano, este resultado já era esperado devido ao estudo prévio sobre o comportamento de ligantes convencionais. Assim quando realizada a compactação e mistura de ligante e agregado

pode-se utilizar as temperaturas que obtemos através da utilização da norma. Já para os ligantes modificados que apresentam comportamento não-Newtoniano, como o ligante modificado por adição de borracha, TLA modificado, Ecoflex e Flexpave, precisam ser estudados separadamente, não podendo mais utilizar a norma para determinar a temperatura de mistura e compactação. O comportamento não-Newtoniano influencia nas temperaturas de mistura e compactação, pois o ligante modificado pode apresentar um alinhamento dos polímeros quando submetido a altas taxas de cisalhamento, e dessa maneira diminuir a sua viscosidade, não sendo precisando aquecê-lo a temperaturas tão elevadas como as descritas quando utilizamos a norma.

Agradecimentos

Os autores desse trabalho agradecem pela bolsa PET e à CAPES pela bolsa de iniciação científica Jovens Talentos para a Ciência e ao CNPq. Os autores desse artigo autorizam a publicação de todo o conteúdo do trabalho.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15184: Materiais Betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. 2004.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA 2006