



AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ADIÇÃO DE ÓLEO DE MAMONA NA VISCOSIDADE DO CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO

Daniel Beserra Costa¹; Fabiano Pereira Cavalcante²;
John Kennedy Guedes Rodrigues³; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça⁴; Yane
Coutinho Lira⁵.

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
daniel.beserra@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
fabiano@jbr.eng.br

³ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
jkennedy@pq.cnpq.br

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
ana.duartemendonca@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Engenharia Civil –
yane.coutinho@hotmail.com

RESUMO

A malha rodoviária do Brasil apresenta mais de 1,691 milhão de quilômetros de estradas, onde somente 12% desse montante são pavimentadas, o que não condiz com a condição natural do Brasil como um país rodoviário. O ligante asfáltico é o principal aglutinante utilizado no revestimento brasileiro, sendo, dentre todos os componentes da mistura asfáltica, o que sofre maior impacto com as cargas solicitantes. O incremento de aditivos ao ligante proporciona melhorias físicas, químicas e reológicas ao ligante tradicional, um destes aditivos é o polímero elastômero (SBS). O CAP modificado com SBS apresenta como melhorias em suas características o aumento da recuperação elástica e da resistência ao envelhecimento. Em contrapartida apresenta uma elevada viscosidade, o que aumenta as temperaturas de trabalhabilidade do ligante asfáltico, implicando em um aumento de gastos em sua aplicação. O óleo de mamona, uma vez que é um óleo inerte, antioxidante, com propriedades tensoativas e de fácil mistura, mostrando-se promissor para reduzir a elevada viscosidade dos ligantes asfálticos. Esse estudo tem como finalidade avaliar a influência do óleo de mamona na viscosidade do cimento asfáltico de petróleo modificado com polímero (SBS) através de ensaios de viscosidade rotacional (Brookfield). Onde as amostras apresentaram uma diminuição da viscosidade com a adição do óleo de mamona, demonstrando assim uma boa capacidade de redução da temperatura de usinagem (TU) e temperatura de compactação (TC).

Palavras-chave: SBS, Óleo de mamona, Viscosidade.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com uma pesquisa da Confederação Nacional dos Transportes (CNT) em 2014, a malha rodoviária do Brasil apresenta mais de 1,691 milhão de quilômetros de estradas, onde somente 12% desse montante são pavimentadas, valor abaixo da necessidade de demanda dos setores que dela necessitam. E dessas estradas pavimentadas 62,1% dos trechos pesquisados apresentam algum tipo de problema. A pesquisa aponta também que 44,7% da malha pavimentada pesquisada exibem desgastes e 19,1% têm trincas e remendos. Em outros 3,3% apresentam afundamentos, ondulações e buracos, e em 0,5% a pista está destruída. O que não condiz com a condição natural do Brasil como um país rodoviário, uma vez que a maior parte de seus deslocamentos de mercadorias ou pessoas se dá através de vias rodoviárias.

De acordo com a Associação Brasileira de Transportes, Logística e Carga (2014), com o aumento da frota de carros, o Brasil tem um automóvel para cada 4,4 habitantes. Sendo assim, produtos que aumentem a eficiência do CAP vem sendo um grande foco das pesquisas sobre ligantes asfálticos.

O ligante asfáltico é o principal aglutinante utilizado no revestimento brasileiro, sendo, dentre todos os componentes da mistura asfáltica, o que sofre maior impacto com as cargas solicitantes e intempéries, o que faz com que seja criteriosamente avaliado e categorizado de acordo com as condições com aos quais será exposto durante sua vida útil.



Figura 1 - Ligante asfáltico de petróleo.

A adição de modificadores ao ligante asfáltico já é uma realidade na construção civil, existindo vários aditivos sendo aplicados comercialmente. Alguns destes aditivos são à base de polímeros, a sua adição proporciona melhorias físicas, químicas e reológicas ao ligante tradicional, aumentando características como, durabilidade, recuperação elástica e resistência ao envelhecimento. Atualmente no Brasil, os ligantes asfálticos modificados de maior comercialização são os modificados por estireno-butadieno (SB), estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), estireno-estileno-butadieno-estireno (SEBS), acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), acetato de vinila (EVA) e borracha [BERNUCCI et. al., 2006]. Dentre estes, o que apresenta maior utilização comercial, é o CAP modificado com polímero elastômero (SBS), por apresentar, entre outras características elevada recuperação elástica, alta adesão e resistência à oxidação.

O ligante asfáltico modificado com polímero elastômero (SBS) apresenta em suas características uma elevada viscosidade, o que aumenta as temperaturas de trabalhabilidade do



ligante asfáltico. Na Tabela 1 podemos comparar os limites de viscosidade para o CAP 50/70 (ligante asfáltico mais utilizado nas estruturas asfálticas do Brasil) e o CAP 55/75 (SBS), normatizados pelas normas DNIT 095/2006-EM e DNIT 129/2011-EM, respectivamente. Tal fato implica em um aumento de gastos em sua aplicação, pois um dos fatores cruciais para o melhor desempenho do asfalto está intimamente ligado com a execução correta de sua mistura. Para correta aplicação do CAP é necessário a obtenção da curva de viscosidade de formas precisas, pois dela será obtida as temperaturas para realização da mistura asfáltica. Torna-se assim necessário a obtenção e avaliação da viscosidade por métodos mais precisos.

Tabela 1: Variação dos limites de viscosidade entre CAP 50/70 e 55/75.

Viscosidade Rotacional (Brookfield)			
Amostra\ Temperatura	135 °C	150 °C	177 °C
DNIT 095/2006 –EM Cap 50/70 (cP)	Min, 274	Min, 112	Min, 57-285
DNIT 129/2011-EM CAP 55/75(cP)	Max, 3000	Max, 2000	Max, 1000

A utilização do aparelho viscosímetro rotacional (Brookfield) é um importante avaliador deste critério, sendo um equipamento geralmente utilizado para a determinação de viscosidade de matérias de baixa viscosidade, como graxas, tintas, medicamentos, adesivos, óleos, cosméticos, plásticos, alimentos, xampu, colas, entre outros. É possível, então, compreender a precisão que este equipamento oferece em suas análises, sendo possível a confecção de uma curva

que relaciona a temperatura com a viscosidade. A correta aplicação das temperaturas na mistura asfáltica, tem como objetivo proporcionar uma perfeita cobertura dos agregados, bem como a correta temperatura para execução.



Figura 2: Viscosímetro Brookfield.

O óleo de mamona, também chamado óleo de rícino, é comumente usado na medicina popular como agente purgativo, também sendo empregado em vários processos industriais, como na fabricação de tintas, lubrificantes, cosméticos, drogas farmacêuticas, corantes, desinfetantes, anilinas, germicidas, óleos lubrificantes de baixa temperatura, colas e aderentes, fungicidas, inseticidas, tintas de impressão, vernizes, entre outros, apresentando uma elevada valorização deste óleo.

Uma importante propriedade do óleo de mamona é ser composto por 80 a 90% de um único ácido graxo (ácido ricinoleico) cuja fórmula molecular é (C₁₇H₃₂OHCOOH), o qual lhe confere alta viscosidade e solubilidade em álcool a baixas temperaturas. Pode ser utilizado como matéria prima para o biodiesel, mas a quase totalidade do óleo produzido no mundo tem sido utilizada pela indústria química para produtos de maior valor agregado.



Figura 3: Óleo de mamona.

O óleo de mamona, sendo um composto oleico de relativa facilidade de aquisição na região nordestina, oriundo de fonte renovável e biodegradável, apresenta características promissoras na adição ao ligante asfáltico (SBS), uma vez que é um óleo inerte, antioxidante, com propriedades tensoativas e de fácil mistura, mostrando-se promissor para reduzir a elevada viscosidade dos ligantes e ligantes modificados por polímeros.

Esse estudo tem como finalidade avaliar a influência do óleo de mamona na viscosidade do cimento asfáltico de petróleo modificado com polímero (SBS).

2. METODOLOGIA

A Figura 4 apresenta o Fluxograma das etapas da pesquisa.

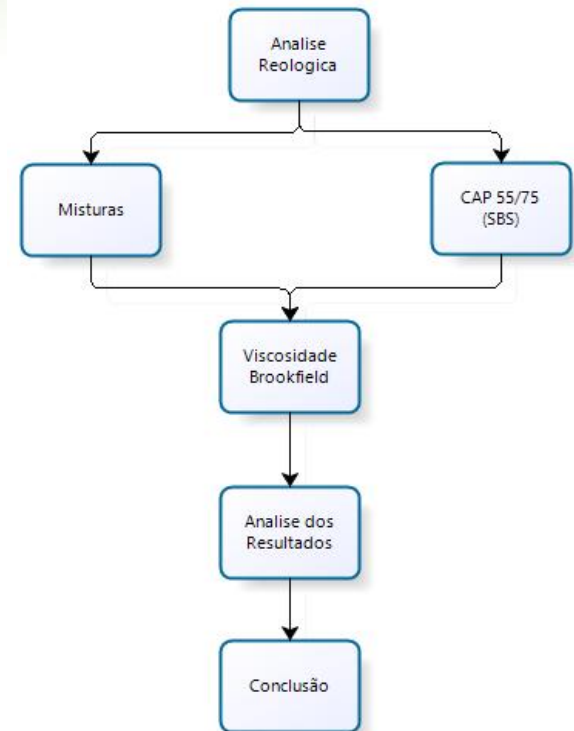


Figura 4: Fluxograma das etapas da pesquisa.

2.1 Materiais

- *CAP 55/75 (SBS)*: Cimento asfáltico de petróleo modificado com polímero elastômero
- *Óleo de Mamona*: O óleo bruto é de coloração palha claro que, ao ser refinado, fica quase incolor, com odor característico e adocicado.

2.2 Métodos

2.2.1. Mistura

Partindo do princípio que para realização de uma mistura ideal, os compostos envolvidos devem estar em sua fase líquida para real homogeneização da amostra. E ambos componentes da mistura se apresentam fluidos com o aumento de temperatura, e



com base em análises de estudos feitos em amostras de CAP 50/70 [SOUZA, 2012]. Foi determinado os melhores parâmetros a serem realizadas as misturas entre o ligante asfáltico de petróleo (CAP 55/75) e o óleo de mamona.

Sendo, estes parâmetros, tempo de mistura de 20 minutos, temperatura de mistura de 135 °C e velocidade de rotação aproximadamente de 406 rpm. Seguindo a seguinte metodologia, aquecimento da amostra a uma temperatura de 120°C em estufas. Em seguida, colocou-se o ligante puro em um misturador mecânico com a manta pré-aquecida à mesma temperatura, com rotações de 300 rpm. Ao ser atingida a temperatura de 135°C, foram adicionados os percentuais relativos do óleo de mamona e elevou-se os números de rotações para 406 rpm, mantendo-se em um intervalo de 20 minutos para obtenção de uma homogeneização perfeita. Decorrido este tempo, a nova composição foi retirada do misturador, deixando-a esfriar à temperatura ambiente e estocando-a adequadamente para uso.

Sendo também determinado que as amostras iniciais serão com 3%, 4% e 5% de óleo de mamona da amostra total, para uma avaliação inicial do comportamento da mistura em solução.

2.2.2. Viscosidade rotacional (Brookfield)

O viscosímetro Brookfield é um viscosímetro rotacional de cilindros coaxiais, que mede a viscosidade através do torque necessário para rotacionar um Splinder (ponta de prova) imerso na amostra de aproximadamente 8 gramas de cimento asfáltico de pavimentação, a uma velocidade constante, em temperaturas de 135°C, 150°C e 177°C, permitindo obter um a relação entre

temperatura-viscosidade. [BERNUCCI et. al., 2006]

Pelo método de compactação SUPERPAVE, que determina os parâmetros para a compactação de misturas asfálticas, há uma relação entre a viscosidade do ligante asfáltico de petróleo e a temperatura de compactação e usinagem. Que é estabelecido pelo valor de $0,17 \pm 0,02$ Pa.s para a viscosidade na temperatura de usinagem (TU) e $0,28 \pm 0,03$ Pa.s para a viscosidade na temperatura de compactação (TC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Viscosidade rotacional (Brookfield)

Os resultados no ensaio de viscosidade Brookfield estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados viscosidade rotacional (Brookfield)

Viscosidade Rotacional (Brookfield)			
Amostra\ Temperatura	135 °C	150 °C	177 °C
CAP 55/75 (cP)	979,00	464,00	160,00
CAP 55/75 + 3% óleo de mamona (cP)	788,75	383,50	137,50
CAP 55/75 + 4% óleo de mamona (cP)	741,25	365,50	131,75
CAP 55/75 + 5% óleo de mamona (cP)	697,50	343,00	119,25
Norma ABNT NBR 15184 (cP)	Max, 3000	Max, 2000	Max, 1000



Observa-se que as amostras analisadas corresponderam às exigências da norma. É nítida a redução da viscosidade com o acréscimo do óleo de mamona, bem como sua redução continuada com a variação de teores adicionados ao CAP 55/75. O acréscimo inicial de 3% de óleo de mamona representa uma diminuição de 19,43% da viscosidade do ligante asfáltico modificado com polímero (SBS) para a temperatura de 135°C e de 14% para a temperatura de 177°C. Diminuindo a temperatura de usinagem e compactação em aproximadamente de 3 a 5°C. Para as amostras com 4% de óleo de mamona ocorreu uma diminuição na viscosidade de aproximadamente 6% para as temperaturas de 135°C, de aproximadamente 5% para as temperaturas de 155°C e de 4% para as temperaturas de 177°C, em comparação a viscosidade obtida das amostras com 3% de óleo de mamona. Para as amostras com 5% de óleo de mamona ocorreu uma diminuição na viscosidade de aproximadamente 6% para as temperaturas de 135°C, de aproximadamente 5% para as temperaturas de 155°C e de 9,5% para as temperaturas de 177°C, em comparação a viscosidade obtida das amostras com 4% de óleo de mamona.

O aumento da proporção do óleo de mamona nas amostras, proporcionaram a diminuição na viscosidade do CAP55/75 (SBS), diminuindo a TU e TC. Tal influência do óleo de mamona no CAP pode representar uma diminuição de 3°C a 7°C nas temperaturas de usinagem e compactação.

4. CONCLUSÕES

Ao avaliar as viscosidades do ligante asfáltico modificado com polímero elastômero (SBS) e suas misturas com óleo de mamona, observou-se uma

diminuição dessa viscosidade com a adição do óleo de mamona, demonstrando assim uma boa capacidade de redução da TU e TC, podendo atingir reduções de 3°C a 7°C. Constatou-se, também, que as principais características do CAP 55/75 não foram alteradas de forma significativa e as amostras mantiveram-se dentro do estabelecido pelas normas vigentes. O acréscimo de óleo de mamona ao CAP 55/75, torna-se uma excelente alternativa para tornar a usinagem deste ligante mais econômica.

5. AGRADECIMENTOS

ATECEL – Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior.

LEP – Laboratório de Engenharia de Pavimentos, pela oportunidade de realização da pesquisa.

UAEC - Unidade Acadêmica de Engenharia Civil

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

JBR Engenharia

Ao CNPq

Ao Professor Dr. John Kennedy Guedes Rodrigues, pela orientação e apoio.

À Professora Ph.D. Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça, pelo apoio, suporte e amizade.

Aos meus amigos, que me ajudaram no desenvolvimento da pesquisa.



6. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15184/04, Materiais betuminosos – Determinação da Viscosidade em Temperaturas Elevadas Usando um Viscosímetro Rotacional, 2004.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L.M .G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B., **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Petrobras, ABEDA, Rio de Janeiro, 2007.

DNIT: Departamento Nacional de Infra-Estrutura e Transportes, ME 129/2011. CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO MODIFICADO POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO. Rio de Janeiro, 2011.

DNIT: Departamento Nacional de Infra-Estrutura e Transportes, ME 095/2006. CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO – ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL. Rio de Janeiro, 2011.

ROBERTS, F.L.; KANDHAL, P.S; BROWN, R.E.; LEE, D. e KENNED, Y. T. W. (1996). **Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction**. NAPA, Maryland, USA.

SOUZA, L. J. S. **Estudo das propriedades mecânicas de misturas asfálticas com cimento asfáltico de petróleo modificado com óleo de mamona**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. 2012.