

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO CAP 50/70
MODIFICADO POR ADIÇÃO DE LIGNINA

AUTORES:

Ana Letícia Nóbrega Rabello Tavares

Conrado Cesar Vitorino Pereira da Silva

Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 9º PDPETRO.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO CAP 50/70 MODIFICADO POR ADIÇÃO DE LIGNINA

Abstract

The Brazilian road network, as well as other countries, is constantly under evaluation and renovation due to the deterioration of pavements, notably asphalt pavements. The defects triggered originated from the bad use of the track due to large requests for which the pavement was not designed, in the poor execution of the construction process, in the use of materials with insufficient properties to meet the need, in the climatic conditions, among other causes. The study and development of paving materials have been greatly motivated by the many problems that pavements have faced. However, dependence on fossil fuels with the use of synthetic polymers, for example, is of concern, mainly because of the environmental impact resulting from such use. Thus, alternatives based on renewable and still reused resources of industrial processes are gaining ground, such as lignin, which is a natural polymer, a byproduct of the pulp and paper industry, and which has already shown great potential in some research from its association With the asphaltic binder, mainly due to its antioxidant properties. Thus, this research aimed to physically characterize the modified CAP 50/70 by addition of Lignin in the content of 1.5%. Conventional penetration, softening point and viscosity tests were performed. It was observed that the binders modified by addition of lignin were more resistant to temperature variation and permanent deformation. The lower variation of the softening points observed for the binders modified by addition of lignin to the pure binder reflects the influence of lignin on the aging resistance.

Introdução

Na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento. No Brasil, cerca de 95% das estradas pavimentadas são de revestimento asfáltico, além de ser também utilizado em grande parte das ruas (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Devido à importância que a malha ferroviária representa na infraestrutura do país e à sua inevitável deterioração por efeitos ambientais e de carga, tem sido necessária a adoção de modificadores das propriedades dos asfaltos. Entre esses, pode-se citar especialmente os polímeros de vários tipos que melhoram o desempenho do ligante. Todavia, o domínio dos combustíveis fósseis, principalmente polímeros sintéticos, torna-se ambientalmente alarmante. Surge daí a conveniência do foco em estudos sobre ligantes asfálticos modificados com produtos oriundos de fontes renováveis ou reaproveitados de processos industriais que sejam eficientes e causem pouco ou nenhum dano ao ambiente. Um exemplo desse tipo de material, e foco da presente pesquisa, é a lignina, um polímero natural de baixo custo e subproduto da indústria de papel e celulose.

Segundo Souto (2013), a lignina é um polímero natural aromático complexo, responsável por cerca de 30% dos carbonos da biosfera. As indústrias de papel e celulose geram, durante o seu processo, toneladas de lignina como subproduto, uma parte dessa produção é reprocessada e transformada em energia porém menos de 2% desta é utilizada comercialmente.

Estudos diversos mostram que esse material possui grande potencial quando associados a ligantes asfálticos. Pan (2012) considerou a lignina como um bioantioxidante para misturas asfálticas. Por sua vez, Willians (2008), verificou que a lignina usada como um antioxidante pode ajudar a retardar o envelhecimento oxidativo do pavimento e paliar falhas decorrente do endurecimento do asfalto.

Seguindo esse propósito, o emprego da lignina como aditivo pode trazer uma nova opção a ser incorporada às misturas asfálticas, melhorando as características destas, evento este que será analisado nesta pesquisa.

Metodologia

Materiais

Foi utilizado na pesquisa o ligante convencional CAP 50/70 e o CAP 55/75 adquiridos da distribuidora Stratura Asfaltos S/A (antiga Ipiranga Asfaltos S/A), apresentando propriedades que satisfazem aos parâmetros presentes na especificação de material do DNIT. Como aditivo, foi empregada a lignina, sendo esta extraída pelo Laboratório de Celulose e Papel (LCP) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e fornecida pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Métodos

Para a pesquisa, o ligante asfáltico foi submetido a ensaios de caracterização física e química:

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 (oito) gramas de cimento asfáltico de pavimentação, a uma velocidade constante, em temperaturas de 135°C, 150°C e 177°C, permitindo obter uma relação entre temperatura-viscosidade (BERNUCCI *et al.*, 2008). Esse ensaio é descrito e normatizado pelas NBR 15184:2004 e ASTM D 4402.

Penetração

O ensaio de penetração, normatizado pela NBR 6576:1988 da ABNT, objetiva tipificar a resistência de uma amostra de asfalto em estado semissólido. É realizado com o material submerso em um banho de água, à temperatura de 25°C, sujeito à penetração de uma agulha padronizada, com peso determinado. Dado isto, obtém-se, com a escala graduada do aparelho penetrômetro, a distância percorrida pela agulha no interior da massa de asfalto em décimos de milímetros (dmm), ao tempo de 5 (cinco) segundos.

Ponto de Amolecimento

A finalidade desse ensaio resume-se em medir a consistência do cimento asfáltico de petróleo com a variação de temperatura. No entanto, é sabido que o amolecimento de um material betuminoso não se dá a uma temperatura fixa, ocorrendo variações graduais da consistência com a elevação da temperatura, o que torna o ensaio prescindível. Para Bernucci *et al.* (2008) o ponto de amolecimento é uma estimativa da suscetibilidade térmica do cimento asfáltico de pavimentação e de asfaltos modificados. No Brasil, o método mais utilizado é conhecido como “anel e bola”, sendo referido na norma NBR 6560:2000.

Envelhecimento a Curto Prazo – RTFO

O Rolling Thin-Film Oven – RTFO corresponde a uma estufa de película fina plana que, mediante o aquecimento a 163°C, provoca a evaporação e oxidação do ligante asfáltico presente gerando o envelhecimento a curto prazo do mesmo, possibilitando, ainda, avaliar a volatilidade do material. Para esse ensaio, utiliza-se as especificações da ASTM D 2872:1997 e da NBR 15235:2005 para CAP puro e modificado.

Resultados e Discussão

Viscosidade Rotacional (Brookfield)

As Figuras 1 e 2 apresentam os valores de viscosidade para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP modificado por adição de lignina no teor de 1,5%, antes após envelhecimento a curto prazo, respectivamente.

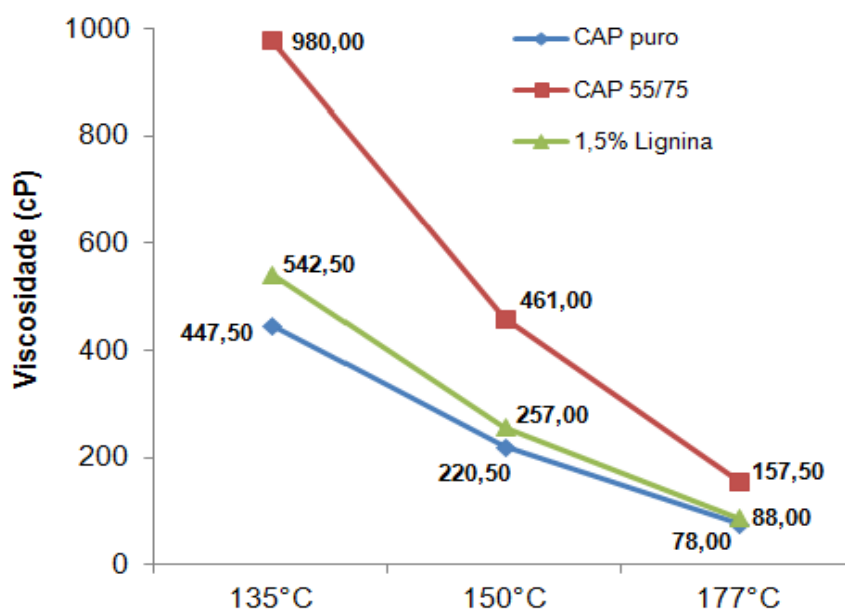


Figura 1 – Viscosidade para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina antes do envelhecimento a curto prazo-RTFO

De acordo com os resultados obtidos, pôde observar que a incorporação de 1,5% de lignina ao CAP 50/70, promoveu o aumento da viscosidade em todas as condições de temperatura analisadas, sendo esses valores inferiores aos obtidos para o CAP 55/75.

Os resultados obtidos satisfazem os valores estabelecidos pelas normas da ABNT NBR 37 e ASTM D 4402, que estabelecem valores de viscosidade mínimos para a temperatura de 135°C de 274cP, para temperatura de 150°C de 112cP e para temperatura de 177°C de 28-114cP.

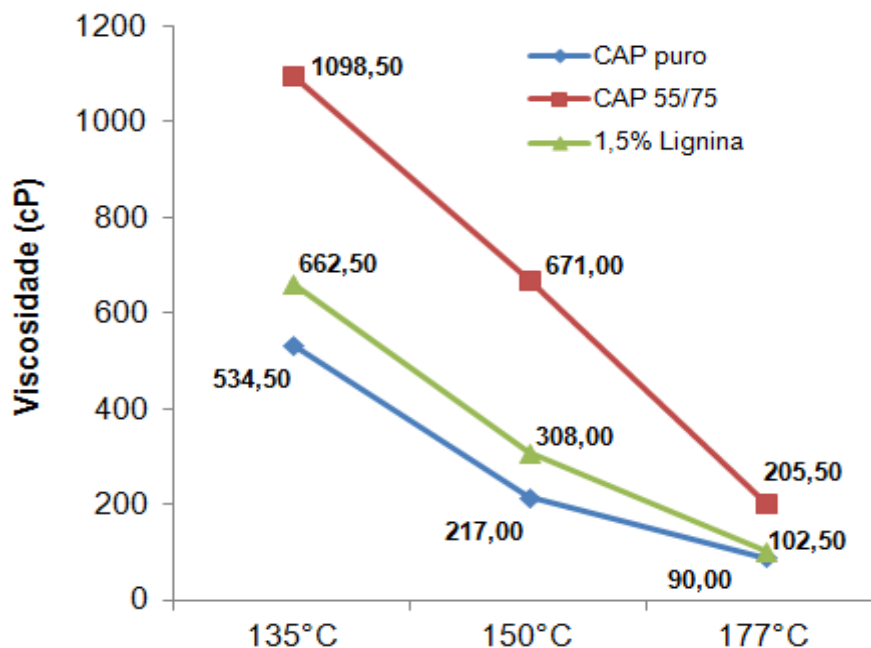


Figura 2 - Viscosidade para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina após envelhecimento a curto prazo-RTFO

Para a viscosidade após envelhecimento a curto prazo, verificou-se o mesmo comportamento, houve um aumento dos valores da viscosidade com a incorporação de 1,5% de lignina. Posto que a viscosidade controla a eficácia do ligante e sua trabalhabilidade, o aumento de tal propriedade implica na utilização de temperaturas mais elevadas para o processo de usinagem e compactação.

Penetração

A Figura 3 ilustra os resultados obtidos para o ensaio de penetração para as amostras de CAP puro, CAP 55/75 e CAP modificado por adição de 1,5% de lignina, antes e após o RTFO.

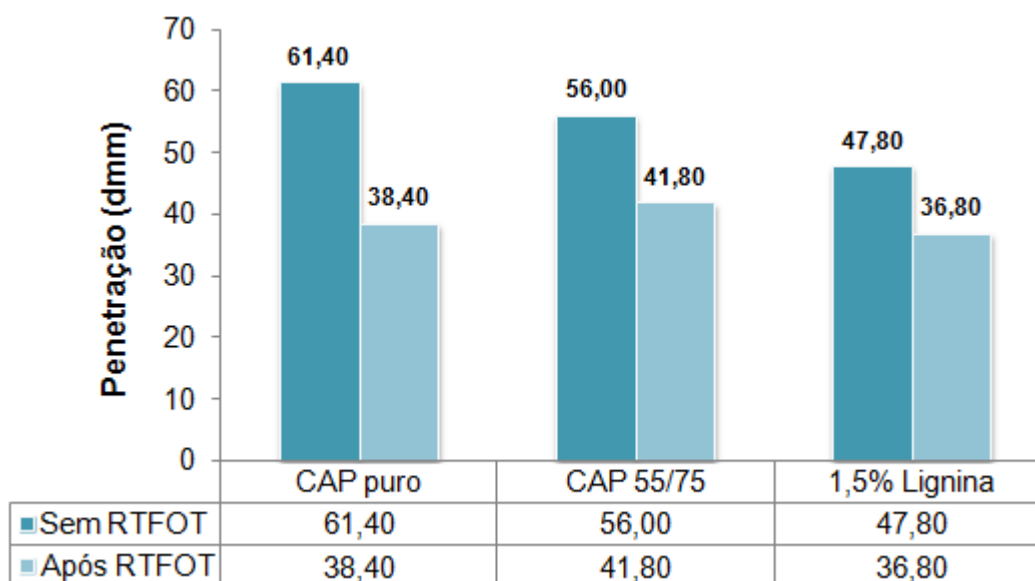


Figura 3 – Penetração para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina antes e após RTFO.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se que, após o RTFO, o CAP puro e o CAP com 1,5% de incorporação de lignina não apresentam resultados que se enquadram na faixa aceitável pelas especificações brasileiras, que regulamentam uma penetração de 50 a 70 dmm. Por sua vez, o CAP 55/75, após o RTFO, também apresenta inadequação normativa, posto que encontra-se com penetração inferior à estabelecida por norma, de 45 dmm.

Conforme Bernucci *et al.* (2008), a consistência do CAP é tanto maior quanto menor for a penetração da agulha padrão. Deste modo, diante dos resultados obtidos, é notório o aumento de rigidez do CAP 55/75 (modificado com SBS) e do CAP aditivado com lignina, em comparação ao CAP puro, tanto antes quanto após o envelhecimento a curto prazo.

Ponto de Amolecimento

A Figura 4 ilustra os resultados obtidos para o ensaio de ponto de amolecimento das amostras de CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina, antes e após o RTFO.

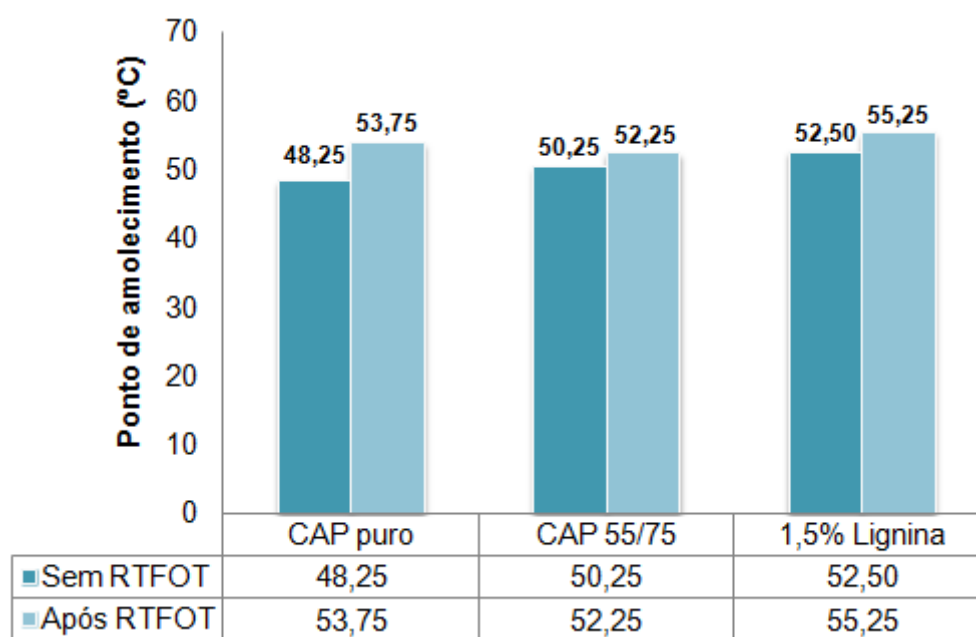


Figura 4 – Ponto de amolecimento para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina antes e após RTFOT.

Nota-se, um aumento na temperatura de ponto de amolecimento no CAP aditivado com lignina quando comparado ao CAP puro, tanto antes quanto após envelhecimento a curto prazo. Esse ensaio confere um ponto positivo ao CAP com 1,5% de lignina, em razão de que quanto maior o ponto de amolecimento, menor a ocorrência de deformações e menos sensível torna-se o ligante à temperatura, mantendo suas propriedades inalteradas mesmo em temperaturas mais altas.

Envelhecimento a curto prazo

A Figura 5 ilustra os resultados do ensaio de envelhecimento a curto prazo quanto à variação da perda de massa para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina.

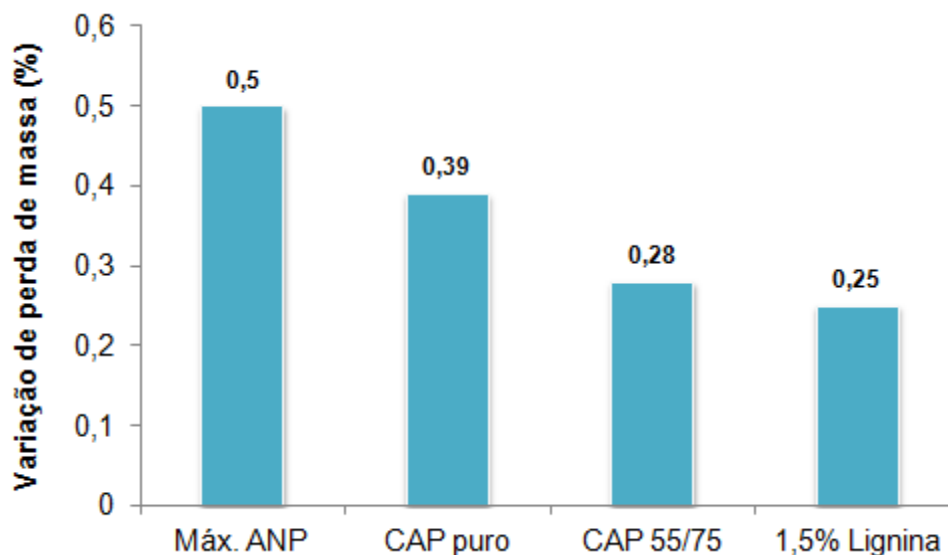


Figura 5 – Perda média de massa para o CAP puro, CAP 55/75 e CAP com 1,5% de lignina.

Segundo Bernucci *et al.* (2008), esse ensaio provoca um endurecimento do asfalto, ocasionando queda na penetração e aumento na temperatura de amolecimento, efeito notório no processo de usinagem da mistura asfáltica. Verifica-se, ainda, que todas as amostras encontram-se em concordância com as diretrizes exigidas pela Agência Nacional de Petróleo, as quais regulamentam o máximo de 0,5% de variação de massa por perda de voláteis e pela oxidação.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- A incorporação de lignina ao CAP 50/70, conferiu uma maior viscosidade, sendo necessário, assim, temperaturas mais elevadas para o processo de usinagem e compactação. Conjuntamente, esse fato resulta na diminuição da penetração e em uma maior resistência à deformação permanente.
- Ocorreu também uma significativa redução na perda de massa pelo envelhecimento de curto prazo com a adição da lignina, fato que confere ao material uma maior resistência a aumentos de temperatura, o que também é clarificado pela elevação obtida no ponto de amolecimento.
- É necessário a realização de análises acerca da viabilidade econômica da aplicação além de ensaios de caracterização reológica, visando o conhecimento mais profundo das propriedades do CAP com incorporação de lignina no teor de 1,5%, a fim também, de atribuir condições viáveis ao transporte, estocagem e usinagem.

Agradecimentos

LEP – Laboratório de Engenharia de Pavimentos

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

Referências Bibliográficas

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 15184/04, **Materiais betuminosos – Determinação da Viscosidade em Temperaturas Elevadas Usando um Viscosímetro Rotacional**, 2004.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 15235/09, **Materiais asfálticos - Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional**, 2009.

ABNT : ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 6576/98, **Penetração do Ligante Asfáltico**, 1998.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 6560/00, **Ponto de Amolecimento do Ligante Asfáltico**, 2000.

ASTM: American Society for Testing and Materials. ASTM D 4402-13: **Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer**.

ASTM: American Society for Testing and Materials (1997). ASTM D 2872-97: **Rolling Thin Film Oven Test – Estufa de filme fino rotativo - RTFO**.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Abeda, 2008.

PAN, T.; SUN, L.; YU, Q.(2012). **An atomistic-based chemophysical environment for evaluating asphalt oxidation and antioxidants**. Journal of Molecular Modeling, Washington, Estados Unidos da América.

SOUTO, F.; CALADO, V.;PEREIRA, N. (2013). **Fibras de Carbono a Partir de Lignina: Uma Revisão da Literatura**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

WILIANS, C.; R. (2008). **Using Lignin as an Asphalt Antioxidant**, disponível em: <www.ctre.iastate.edu>, consultado em 10 ago 2017.