

**ANÁLISE DO LIGANTE ASFÁLTICO MODIFICADO COM BORRACHA DE PNEU**

Nayla Kelly Antunes de Oliveira (*), Damares de Sá Ramalho Neta, Larissa Santana Batista, Daniel Beserra Costa, Suélen Silva Figueiredo Andrade.

* Universidade Federal de Campina Grande, nayla-oliveira@hotmail.com

RESUMO

A adição de borracha de pneus inservíveis no ligante asfáltico se apresenta como uma alternativa viável quando é associada a quantidade de pneus disposta no meio ambiente e a necessidade de obtenção de pavimentos com maior durabilidade. Visto que a utilização de polímeros pode trazer vários benefícios para o comportamento dos ligantes asfálticos, como aumento da rigidez, da elasticidade e aumento da temperatura de utilização. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento do ligante asfáltico modificado a partir da adição de três teores de borracha de pneu triturada (2%, 5% e 8%), através do ensaio de penetração e ponto de amolecimento. O processo de incorporação do polímero ao ligante foi realizado utilizando-se um misturador de asfalto a temperatura de 165°C, 2000 rpm durante 2 horas. Os resultados obtidos com a realização dessa pesquisa indicam que o aumento do teor de borracha resultou no incremento da rigidez e da consistência do ligante, o que acarreta em melhorias na utilização desse no concreto asfáltico, visto que a melhoria dessas propriedades serve como indicativo para o aumento da resistência do pavimento ao aparecimento de defeitos e proporciona a inserção desse resíduo a um novo processo produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: borracha de pneu, ligante asfáltico, resíduo, pavimentação.

ABSTRACT

The addition of rubber from waste tires to the asphalt binder presents itself as a viable alternative when the amount of tires disposed in the environment is associated with the need to obtain pavements with longer durability. Since the use of polymers can bring several benefits to the behavior of asphalt binders, such as increased stiffness, elasticity and increased temperature of use. Thus, the present work aims to evaluate the behavior of the modified asphaltic binder from the addition of three levels of rubber tire (2%, 5% and 8%), through the penetration test and softening point. The process of incorporating the polymer into the binder was carried out using an asphalt mixer at 165 ° C, 2000 rpm for 2 hours. The results obtained with this research indicate that the increase of the rubber content resulted in the increase of the stiffness and the consistency of the binder, which results in improvements in the use of this in the asphalt concrete, since the improvement of these properties serves as indicative for the increase the resistance of the pavement to the appearance of defects and provides the insertion of this residue to a new productive process.

KEY WORDS: tire rubber, asphalt binder, residue, paving.

INTRODUÇÃO

O progresso de um país está diretamente vinculado ao setor de transportes, uma vez que o mesmo possibilita a mobilidade de pessoas e cargas, permitindo o crescimento de diversos setores e representando uma porcentagem significativa na economia, segundo dados do IBGE (2016) os serviços de transportes corresponderam a 4,2% dos custos operacionais totais da economia brasileira, incluindo despesas com materiais, serviços e mão de obra, chegando a representar 14,4% para a indústria mineral.

Em pesquisa realizada regulamente pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT) em 2015, 61,8% das rodovias pavimentadas, em relação ao seu estado geral, encontram-se em situação de regular a péssimo.

A utilização de ligantes modificados apresenta-se como uma alternativa viável para auxiliar na recuperação dos revestimentos, além de aumentar a vida útil e possibilitar melhorias nas propriedades do pavimento. A incorporação de borracha de pneu no ligante asfáltico é uma opção que vem sendo bastante disseminada internacionalmente e que contribui para a diminuição de resíduos decorrentes do descarte inadequado de pneumáticos no meio ambiente.

Segundo dados do Relatório Pneumáticos do Ibama de 2018, foram produzidos um total de 60.424.080 unidades de pneu no ano de 2017, quase 840 milhões de toneladas desse produto. De acordo com Morilha Junior e Greca (2003) o reaproveitamento de pneus inservíveis se constitui em todo o mundo de um desafio devido as suas peculiaridades de quantidade, durabilidade, volume e peso.



O pneu é um dos produtos de maior consumo no mundo e um dos resíduos de mais difícil decomposição na natureza. (SPECHT et al, 2002). No Brasil, são descartadas pelo menos 450 mil toneladas de pneus por ano. Para sua decomposição na natureza é necessário, em média, 600 anos, podendo tornar-se criadouros do mosquito transmissor de doenças e poluidor do meio ambiente (SEST; SENAT, 2017).

Os pneus descartados inteiros podem ser utilizados em diversas aplicações, como por exemplo em obras de contenções, nas margens de rios para evitar desmoronamentos, nas construções de quebra-mares, na construção de parques infantis, no controle de erosões, na drenagem de gases em aterros sanitários etc. No Brasil, as carcaças são reaproveitadas como estrutura de recifes artificiais no mar, visando o aumento da produção pesqueira (ODA, 2000).

A utilização de polímero dos mais diversos tipos e categorias, é uma prática comum, pois várias pesquisas têm mostrado que a modificação do ligante tem proporcionado melhorias no desempenho da camada de revestimento asfáltica, devido principalmente ao aumento da resistência à deformação permanente, assim como também proporciona uma redução dos efeitos prejudiciais do envelhecimento do ligante asfáltico (CARVALHO, 2018).

Segundo Neves Filho (2004) a inserção de borracha de pneu nos pavimentos pode melhorar o desempenho dos pavimentos mediante aumento da rigidez a elevadas temperaturas (reduzindo a deformação permanente nas trilhas de roda), aumento da flexibilidade (retardando o aparecimento de trincas) e aumento da impermeabilização proporcionada pelos revestimentos asfálticos. Porém o custo relativamente alto dessa modificação se apresenta como um obstáculo para a sua utilização.

Logo, o presente estudo tem a finalidade de avaliar a inserção da borracha de pneu triturada no ligante asfáltico como forma de viabilizar um novo destino a esse resíduo e melhorar o desempenho dos pavimentos.

OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é analisar a viabilidade da adição de três teores de borracha de pneu no ligante asfáltico, verificando se os ligantes modificados atendem a exigências para a sua utilização e propondo a reinserção desse rejeito, antes inerte, a uma nova cadeia produtiva, minimizando os impactos ambientais causados pelo mesmo e agregando valor econômico.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com normas referentes aos ensaios a serem realizados de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os materiais utilizados foram o CAP e borracha de pneu triturada. O ligante asfáltico será do tipo 50/70, com propriedades de acordo com o regulamentado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) e o polímero utilizado é do tipo triturado pós-consumo.

O processo para adição da borracha de pneu ao CAP foi realizado através do processo úmido, utilizando um misturador de asfalto modelo 722D, a mistura se procedeu com rotações de 2000 rpm e sob temperatura de 165°. Os teores de adição de borracha foram de 2%, 5% e 8%.

Para verificar características básicas para utilização dos ligantes modificados foram realizados os ensaios de ponto de amolecimento (método do anel e bola) e o ensaio de penetração. A seguir, na Figura 1, é demonstrado o fluxograma da realização dos ensaios:

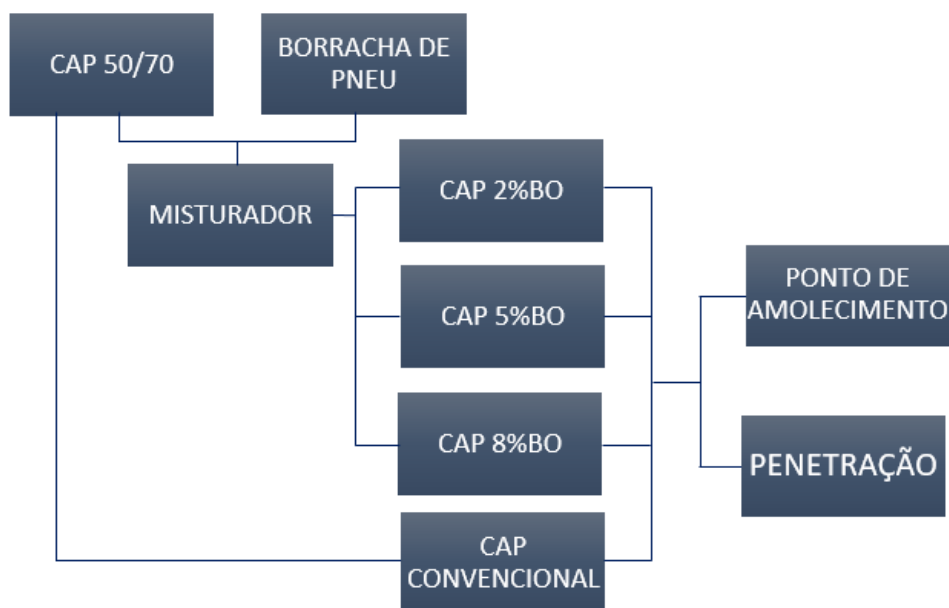
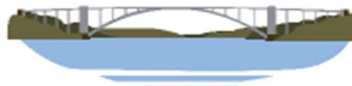


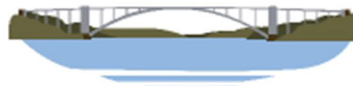
Figura 1. Fluxograma. Fonte: Autor do Trabalho

O ensaio de penetração é regido pela norma da ABNT NBR 6576:200, e o mesmo é utilizado pelas normativas brasileiras como forma de caracterizar o ligante asfáltico quanto a sua consistência quando está no estado semissólido, o mesmo determina de forma indireta a viscosidade dos materiais asfálticos

A penetração é a distância em décimos de milímetros que uma agulha padrão, de 100 g, penetra verticalmente na amostra durante um período de 5 segundos a uma temperatura de 25°C. Para isso a amostra foi resfriada para temperatura de ensaio colocando-a em banho maria. O equipamento utilizado para a realização do ensaio é o penetrômetro e a Figura 2 ilustra a realização do ensaio em questão.



Figura 2: Realização do ensaio de penetração. Fonte: Autor do Trabalho.



O ensaio de ponto de amolecimento determina de forma empírica a temperatura de escoamento do ligante asfáltico e foi realizado conforme a NBR 6560 (Método do Anel e Bola). Duas amostras do ligante em estudo são colocados em anéis padronizados sob carga constante de duas esferas de aço, de peso e dimensão conhecidas, e postos em um béquer de forma que o conjunto é aquecido a uma velocidade constante de 5 °C/min. Ligantes asfálticos com altas temperaturas de ponto de amolecimento são mais resistentes à deformação permanente



Figura 2: Aparato para a utilização do ensaio de ponto de amolecimento. Fonte: Autor do Trabalho.

RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos para o ensaio de penetração o CAP puro apresenta penetração compatível com a sua classificação, entre 50 e 70 décimos de mm, estabelecida pela ANP n° 19 (2005). Nota-se que com o aumento de teor de borracha a capacidade da agulha penetrar no ligante diminui, ou seja, com o acréscimo de borracha a consistência aumenta resultando em uma maior rigidez. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos com a realização desse ensaio.

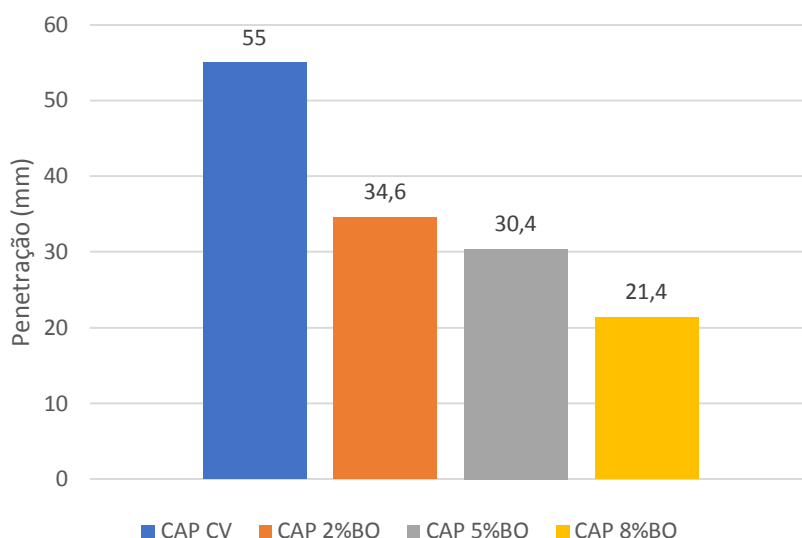


Figura 3: Resultados do ensaio de penetração. Fonte: Autor do Trabalho.



Os valores encontrados com a adição de 2% e 5% de borracha estão dentro dos limites especificados pela ANP n° 39 (2008), de 30 a 70 0,1mm, que estabelece os critérios a serem seguidos para cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moída de pneus e somente o teor de 8% de BO, apresentou penetração abaixo do limite estabelecido de acordo com a normativa.

O ponto de amolecimento do ligante aumenta com o teor de borracha, provocando um aumento da temperatura do ponto de amolecimento de 54,5°C no CAP puro para 69°C com o teor de 8% de borracha de pneu. Os valores encontrados foram coerentes quando comparados aos resultados obtidos no ensaio de penetração, pois espera-se que com o aumento da adição do teor do polímero o ligante se torne mais duro e dessa forma aumenta-se a temperatura na qual o ligante atinge a condição de escoamento. A Figura 4 apresenta os resultados obtidos com a realização desse ensaio.

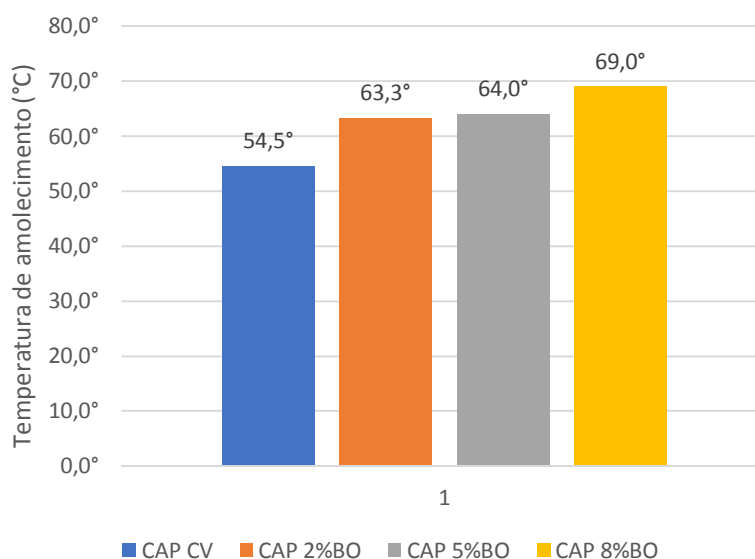


Figura 4: Resultado do ensaio de ponto de amolecimento. Fonte: Autor do Trabalho.

Os resultados obtidos com o ensaio de ponto de amolecimento estão expostos na Figura 24, a resolução ANP n° 19 (2005) estabelece que 46°C é limite mínimo para a temperatura de ponto de amolecimento para o ligante puro CAP 50/70, e dessa forma todos os ligantes em estudo atenderam essa especificação.

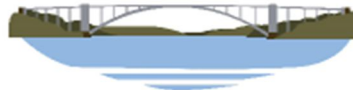
Avaliando os valores encontrados para os teores de BO, a ANP n° 39 (2008) especifica que o valor mínimo para temperatura de amolecimento do ligante é de 50°C, implicando que todos os teores de BO satisfizeram essa resolução. Oda (2000) afirma que o aumento do ponto de amolecimento é crescente de acordo com o acréscimo de borracha, o que indica um aumento da resistência à deformação permanente das misturas contendo asfalto borracha.

CONCLUSÕES

Através dos ensaios realizados no trabalho, foi possível comprovar que a adição de borracha de pneu garante melhorias nas propriedades do asfalto. A diminuição da penetração resulta no aumento da rigidez do ligante e dessa forma contribui para o aumento da resistência do asfalto, melhorando principalmente a resistência do mesmo às trincas por fadiga.

O aumento do ponto de amolecimento do ligante modificado por borracha mostra que o mesmo consegue suportar temperaturas mais elevadas sem perder suas características iniciais, apresentando características mais favoráveis, conseguindo suportar altas temperaturas sem passar pelo processo de deformação permanente.

Conclui-se que a adição de borracha de pneu no ligante asfáltico apresenta-se como uma opção viável para a utilização dos pneumáticos em um novo ciclo produtivo, dando um novo destino final a esse rejeito, contribuindo para a diminuição de doenças e o acúmulo de resíduos decorrentes da má deposição dos mesmos em lixões e aterros, além de melhorar as propriedades do ligante asfáltico.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 6560**: Materiais betuminosos: determinação do ponto de amolecimento: método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.
2. _____. **NBR 6576**. Materiais betuminosos: determinação da penetração. Rio de Janeiro, 1998.
3. CARVALHO, M. A. R. **Estudo das propriedades mecânicas de misturas asfálticas com CAP 50/70 modificado por polímero reativo/não-reativo e ácido polifosfórico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2018.
4. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT). **Anuário CNT do Transporte 2017**. 2017.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contas Nacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Relatório de pneumáticos: Resolução Conama nº 416/09: 20178 (anobase 2017)** / Diretoria de Qualidade Ambiental. – Brasília: Ibama, 2018 75 p.
7. MORILHA JÚNIOR, A. E GRECA, M. R. **Considerações Relacionadas ao Asfalto Ecológico – Ecofléx** - IEP, Apostila sobre Asfalto Borracha, Instituto de Engenharia do Paraná, p. 12. 2003.
8. NEVES FILHO, C. D. **Avaliação laboratorial de misturas asfálticas SMA produzidas com ligante asfalto-borracha**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 196p. 2004.
9. ODA, S. **Análise da viabilidade técnica da utilização do ligante asfalto-borracha em obras de pavimentação**. Tese (Doutorado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
10. SERVIÇO SOCIAL DO TRANSPORTE/ SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM DO TRANSPORTE. **Cerca de 450 mil toneladas de pneus são descartadas por ano no Brasil**. 2017.
11. SPECHT, L. P., CERATTI, J. A. E PALUDO, I. **Utilização de Borracha Reciclada como Agregado de Concreto Asfáltico: Avaliação Laboratorial**. XVI Encontro de Asfalto, IBP, Rio de Janeiro. 2002.