

Eixo Temático ET-11-018 - Outros

MISTURAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS COM 5% DE LÁTEX RECICLADO DE LUVAS DESCARTADAS PELA REDE DE SAÚDE

Joe Villena^{1,2}, Gabriel Di Marcantonio Mendes¹, Renato Dos Santos Dalledone¹

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Transportes, PR.

²Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, PR.

RESUMO

Uma grande quantidade de luvas de látex é descartada todos os dias, geralmente, após um único uso, por clínicas de saúde e hospitais. Após descarte, as luvas são agrupadas como lixo infectante e então recolhidas pelas empresas de coleta para esterilização. Após tratamento o resíduo gerado é classificado como lixo comum e, então, encaminhado para aterros sanitários. O látex é um polímero de alta capacidade de deformação e elasticidade que poderia ser utilizado para modificar o ligante asfáltico e produzir misturas asfálticas para uso em pavimentos. O objetivo do presente trabalho é determinar a viabilidade técnica da produção de misturas asfálticas modificadas com 5% de látex provenientes da reciclagem de luvas descartadas pela rede de saúde. Luvas novas foram cortadas e adicionadas ao ligante asfáltico na proporção de 5%, em massa. O produto foi denominado como asfalto-látex. Foi estudada a influência da adição do látex nas características físicas de penetração, ponto de amolecimento, recuperação elástica e viscosidade do ligante asfáltico. A influência nas características mecânicas de estabilidade Marshall, resistência à tração e módulo de resiliência, das misturas asfálticas com adição de látex, também foram avaliadas. Os resultados evidenciaram o aumento da coesão e da elasticidade do ligante devido à adição do látex. A estabilidade Marshall e módulo de resiliência das misturas com látex foram maiores aos da mistura sem adição. A pesquisa concluiu que a adição de 5% de látex no ligante asfáltico permitiria produzir misturas asfálticas com características mecânicas superiores aos das misturas convencionais. O desenvolvimento e aprimoramento desta tecnologia poderá colaborar na reutilização das luvas descartadas pela rede de saúde.

Palavra-chave: Luvas de látex; Ligante asfáltico; Asfalto-látex; Misturas asfálticas; Reciclagem.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal rodoviário é o principal meio de transporte de pessoas e cargas. No total, existem mais de 1.700.000 km de estradas construídas com o objetivo de atender as necessidades do país, porém, apenas 13%, ou 221.000 km, dessas são pavimentadas. A última pesquisa CNT de Rodovias (CNT, 2016) concluiu que 48,3% das estradas brasileiras apresentam algum tipo de problema. O defeito mais frequente é o desgaste da superfície do pavimento, problema que chega a representar em alguns dos estados, mais de 50% dos registros de danos das rodovias. O segundo problema mais frequente é a presença de trincas em malha ou remendos, que representam cerca de 20% dos defeitos encontrados.

As trincas que aparecem no revestimento asfáltico são denominadas, pela Norma DNIT - 005/2003 - TER (DNIT, 2003), como defeitos de superfície e podem ser classificadas em TLC (trincas isoladas curtas longitudinais), TLL (trincas longitudinais longas), TRR (trincas de retração), TBE (trincas de bloco com erosão) e TB (trincas de bloco sem erosão). As trincas podem ser causadas devido aos esforços excessivos nas camadas, à danificação por fadiga, etc.

As trincas por fadiga são causadas pela ação cíclica de cargas aplicadas pelas passagens das rodas dos veículos no pavimento. Essas ações geram um acúmulo de incontáveis zonas de plastificação, resultando com o tempo em fraturas e descontinuidades na estrutura

(BALBO, 2007). O processo de trincamento por fadiga é caracterizado pelo aparecimento de microfissuras na face inferior do revestimento asfáltico que vão se propagando, a cada aplicação de carga, até atingir a superfície do pavimento.

A pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento de ruas e rodovias na maioria dos países do mundo. No nosso país, 95% das vias para circulação de veículos utilizam este tipo de revestimento. O pavimento asfáltico, também chamado de pavimento flexível, é uma estrutura formada, geralmente, por quatro camadas de diferentes materiais: revestimento, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento é a camada superior deste tipo de pavimento e está composto basicamente pela mistura de ligante asfáltico e agregados pétreos, usinados em planta e compactados em campo a altas temperaturas. Essa camada tem como função resistir diretamente às ações do tráfego e à intempérie, transmitir as cargas dos veículos para as camadas subjacentes, impermeabilizar a estrutura do pavimento e garantir condições adequadas de conforto e segurança para os usuários (BERNUCCI et al., 2008)

Os ligantes asfálticos provêm da destilação do petróleo a altas temperaturas e são materiais viscoelásticos e suscetíveis às variações térmicas. O cimento asfáltico de petróleo (CAP) é o tipo de ligante asfáltico obtido especificamente para atender às características necessárias para seu uso direto em revestimentos asfálticos. Na busca para se obter modificações nas propriedades, tanto químicas quanto físicas, dos ligantes, são utilizadas adições em sua composição química. As modificações mais empregadas, atualmente, são a adição de borracha moída de pneu e de polímeros do tipo SBS (copolímero de estireno butadieno), SBR (borracha de butadieno estireno), EVA (copolímero de etileno acetato de vinila) e RET (coluna de etileno com dois copolímeros acoplados) (MACHADO; 2007). O uso destas adições permite alterar algumas das propriedades do CAP como: diminuir a fluência, elevar a coesão, reduzir a suscetibilidade térmica, baixar a viscosidade à temperatura de aplicação, melhorar a resistência à deformação plástica, fissuração e fadiga, melhorar a adesividade e a durabilidade.

O ligante modificado com adição de borracha de pneu é denominado de asfalto borracha. Segundo Balbo (2007), os CAPs modificados com 18% a 25% de borracha apresentam elevada viscosidade. A borracha utilizada na produção deste tipo de ligante tem origem pneus velhos de veículos de passeio ou caminhões e representa cerca de 40% da massa dos pneus. A borracha dos pneus pode ser dividida em dois tipos: natural, cuja extração é proveniente de uma derivada da seringueira (*hevea brasiliensis*; e, sintética, que corresponde a um tipo de polímero com propriedades físicas semelhantes à borracha natural, sendo derivada do petróleo ou do gás natural) (FONTES, 2009).

A borracha natural, extraída da seringueira, é conhecida como látex. O látex é, também, um polímero, especificamente um elastômero, que tem como principais características a sua alta capacidade de deformação e elasticidade. Antes do seu uso para fabricação de produtos, o látex precisa passar por um processo de vulcanização, o qual consiste em um aquecimento do polímero com enxofre, quebrando as duplas ligações e gerando pontes de enxofre. Tal procedimento é responsável pelo aumento de resistência do material e por permitir que, após ser esticado, ele volte à forma original. O látex pode ser utilizado na fabricação de vários produtos, desde utensílios de cozinha, luvas de borracha, brinquedos, pneus, entre outros.

Um dos produtos derivados do látex são as luvas cirúrgicas. As luvas de látex são, atualmente, o principal equipamento de proteção individual usado pela maioria dos profissionais de saúde. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, classifica as luvas da seguinte forma: quanto à matéria prima, produzidas a base de borracha natural, borracha sintética ou mistura de borracha natural e sintética, ou de policloreto de vinila; quanto à superfície, em texturizadas e antiderrapantes, e lisas; quanto ao formato, em luvas cirúrgicas, e luvas para procedimentos não cirúrgicas; quanto à esterilização, em estéreis, e não estéreis; quanto ao uso de pós ou outro lubrificante em, com pó, e isenta de pó (ANVISA, 2011).

Não existem estatísticas suficientes que permitam definir o tempo de vida útil das luvas de látex. Oliveira et al. (2016) recomendam que, para procedimentos cirúrgicos longos, a troca das luvas seja realizada a cada 120 minutos em cirurgias do aparelho digestivo, ginecológicas e

torácicas, a cada 90 minutos em cirurgias orais e maxilofaciais e a cada 60 minutos em cirurgias oftálmicas. Este tempo de vida útil, porém, é muito menor nos casos de intervenções não cirúrgicas.

Por ser um produto de um único uso, existe uma grande quantidade de luvas de látex sendo descartada todos os dias principalmente por clínicas de saúde e hospitais. Em Curitiba, existem empresas especializadas para a coleta e o tratamento deste tipo de resíduo hospitalar, entre elas estão as empresas Eccos, Serquip e CAVO. Após descarte, não existe a separação entre as luvas de látex e os outros resíduos hospitalares, tais quais seringas, lenços, etc. Todos estes resíduos são agrupados como lixo infectante e então recolhidos pelas empresas de coleta.

Somente na empresa CAVO que realiza parte da coleta e o tratamento do lixo infectante em Curitiba, são coletadas cerca de sete toneladas deste tipo de lixo por dia (informação verbal)¹. O lixo é armazenado em contêineres, onde o mesmo é pesado e então encaminhado para esterilização num micro-ondas de grande porte. O funcionamento do micro-ondas é representado esquematicamente pela Figura 1 e explicado pelo Quadro 1.

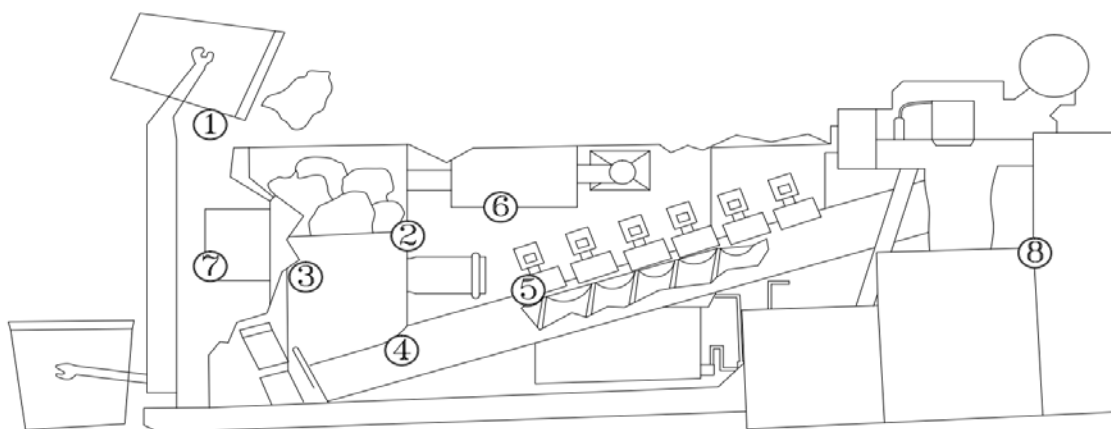


Figura 1. Representação esquemática do micro-ondas. Fonte: Empresa CAVO (informação verbal).

Quadro 1. Etapas do funcionamento do micro-ondas.

1	ALIMENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO: os contêineres são acoplados ao elevador de contêineres do equipamento e automaticamente basculados diretamente à tremonha no topo do equipamento, evitando o contato direto dos funcionários com os resíduos infectantes.
2	CÂMARA DE RECEPÇÃO E INJEÇÃO DE VAPOR: objetivando a eliminação de potenciais germes patogênicos, antes de cada abertura da tampa da tremonha, o interior da câmara é tratado com vapor de alta temperatura, que é succionado por um sistema de filtros.
3	PRÉ-TRITURAÇÃO: promove a redução do volume do resíduo, melhorando a performance do tratamento, além de descaracterizar e homogeneizar o resíduo.
4	FLUXO DE VAPOR: após a etapa de trituração, os resíduos são submetidos à ação de um fluxo de vapor d'água, a uma temperatura de 150°C. Este fluxo de vapor tem a finalidade de iniciar o processo de desinfecção e também umedecer a massa de resíduos, melhorando a eficácia da etapa seguinte.
5	EXPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS AOS EMISSORES DE MICROONDAS: nesse processo, os resíduos passam por uma rosca sem fim e são submetidos às microondas e consequente desinfecção.
6	FILTROS: o equipamento é dotado de um sistema de filtros, composto de: exaustor, pré-filtro, hepa-filtro, e filtro de carvão ativado.
7	MONITORAMENTO DO EQUIPAMENTO: o equipamento dispõe de um sistema eletrônico de monitoramento, que avalia a temperatura e o tempo de exposição dos resíduos, registrando-as.
8	RESÍDUO DESINFECTADO: finalizado o processo de desinfecção, os resíduos são descarregados em um recipiente adequado ao transporte até o aterro sanitário.

Fonte: Empresa CAVO (informação verbal).

Após o tratamento do lixo infectante pelo micro-ondas, o resíduo gerado é classificado como lixo comum e é então encaminhado e despejado em aterros sanitários. No caso do município de Curitiba, o lixo desinfetado é encaminhado para o Aterro de Fazenda Rio Grande (informação verbal)¹.

Segundo informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba (SUTILE, 2017), no ano de 2016 foram distribuídas 7.510.608 unidades de luvas de procedimento não cirúrgico e 178.291 pares de luvas cirúrgicas estéreis. Considerando que cada unidade de luva pesa cinco gramas, a massa total de luvas distribuídas e, provavelmente, consumidas em 2016, em Curitiba, foi de 39,336 toneladas.

Atualmente, não existe outra destinação para a grande quantidade de luvas utilizadas ano a ano na rede, pública e privada, de saúde a não ser a estocagem em aterros. Cabe, no entanto, a hipótese de que após a sua esterilização, o látex das luvas possa ser reutilizado na fabricação de algum produto que não oferecesse risco de contaminação aos usuários. Esse produto poderia ser um ligante asfáltico modificado com adição de látex otimizado para seu uso na produção de misturas asfálticas. Nesse sentido, deve-se lembrar que como a mistura asfáltica é usinada a altas temperaturas, superiores aos 100 °C, qualquer patógeno que pudesse estar presente nas luvas, já desinfetadas, seria eliminado durante o processo de produção. O desenvolvimento desta tecnologia permitiria diminuir a quantidade de lixo infectante que é estocado, dia a dia, nos aterros, além de ter disponibilidade de um produto que melhorasse o desempenho das misturas asfálticas no pavimento.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é determinar a viabilidade técnica da produção de misturas asfálticas modificadas com 5% de látex provenientes da reciclagem de luvas descartadas pela rede de saúde.

MATERIAIS

Na presente pesquisa foram utilizados: agregados pétreos; ligante asfáltico CAP 50-70; e, luvas de procedimento não cirúrgico novas.

MÉTODOS

As etapas do presente estudo são detalhadas a continuação:

Etapa 1 - Caracterização dos materiais: Nesta etapa foram realizados os seguintes ensaios:

- Agregados pétreos: granulometria (DNER-ME 083/98) e densidade real e aparente (DNER-ME 081/98 e DNER-ME 084/95).
- Ligante asfáltico CAP 50-70 e Asfalto-látex: penetração – segundo a norma DNIT 155/2010 – ME (DNIT, 2010d); ponto de amolecimento – segundo a norma DNIT 131/2010 – ME (DNIT, 2010b); viscosidade Brookfield – segundo a norma ABNT NBR 15184:2004 (ABNT, 2004); recuperação elástica – segundo a norma DNIT 130/2010-ME (DNIT, 2010a); e, massa específica – segundo a norma DNER – ME 193/96 (DNER, 1996).
- Látex: Determinação da massa

Etapa 2 - Produção de asfalto-látex: As luvas utilizadas foram compradas do comércio local e lavadas para retirar o pó do seu interior. Posteriormente, foram cortadas manualmente com tesoura com a finalidade de reduzir o tamanho das mesmas (Figura 2) e permitir uma boa homogeneização com o ligante asfáltico. A continuação, o ligante asfáltico foi aquecido em um fogareiro a uma temperatura de 210 °C e misturado com o látex por um período de, aproximadamente, 30 minutos. O processo de homogeneização foi realizado com

auxílio de uma espátula até que não houberam rastros das partículas de látex. O processo de produção é mostrado na Figura 3. Finalmente, o asfalto-látex foi deixado em repouso a temperatura ambiente para esfriamento e posterior uso. A proporção escolhida de látex:ligante no asfalto-látex foi de 5:95. Posteriormente, esperasse ampliar a pesquisa para abranger outros teores.



Figura 2. Luvas picadas. Fonte: Os autores (2017).

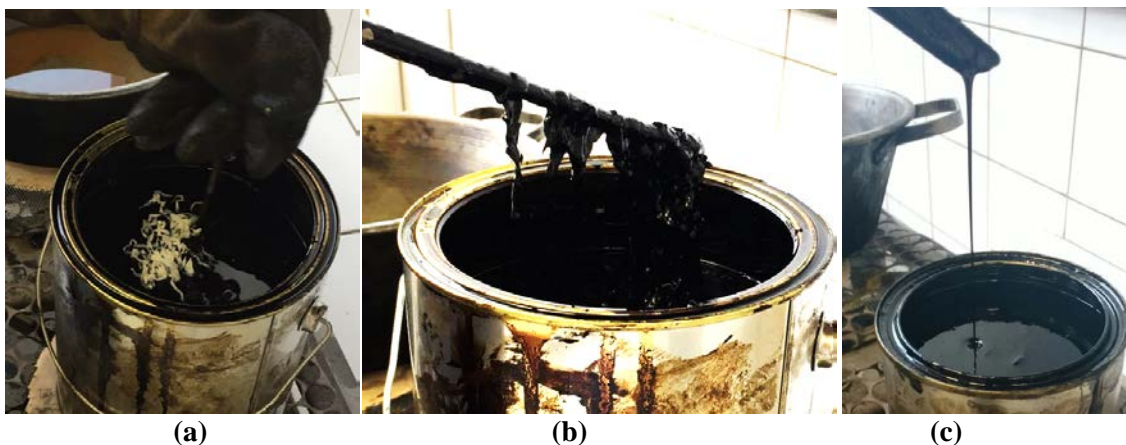


Figura 3. Processo de produção do asfalto-látex. Fonte: Os autores (2017). Legenda: a) Luvas picadas sendo adicionadas no ligante asfáltico quente. b) Asfalto-látex heterogêneo apresentando partículas das luvas picadas. c) Asfalto-látex homogêneo sem presença de partículas das luvas picadas.

Etapa 3 - Dosagem das misturas asfálticas: Foram dosadas duas misturas, uma sem adição de látex, denominada de mistura de referência e outra com adição de látex, denominada de mistura modificada. A curva granulométrica de agregados, utilizada para ambas misturas, se enquadra dentro das especificações da Faixa C do DNIT (DNIT-ES 031/2006) para misturas asfálticas de granulometria densa. As misturas foram dosadas segundo a metodologia Marshall (DNER-ME 043/95) e tem como objetivo a determinação do teor ótimo de ligante a partir de parâmetros volumétricos e dos resultados do ensaio de estabilidade Marshall de corpos de prova moldados. O ensaio de estabilidade Marshall consiste da aplicação de uma carga de compressão sobre um corpo de prova cilíndrico, condicionado a 60 °C; misturas asfálticas mais resistentes geralmente apresentam maiores valores de estabilidade. A perda de resistência está relacionada com a perda da estabilidade da mistura devido ao deslocamento ou quebra de agregados. (BERNUCCI et al., 2008). Os resultados do ensaio de estabilidade são às vezes correlacionados

com a resistência da mistura às deformações permanente, embora muitas vezes esta correlação esteja errada.

Etapa 4 - Caracterização mecânica das misturas asfálticas: Nesta etapa serão realizados os seguintes ensaios: resistência à tração – segundo a norma DNIT 136/2010 – ME (DNIT, 2010 c) e módulo de resiliência segundo a norma ASTM D 4123 (ASTM, 1982).

Etapa 5 - Análise dos resultados: Nesta etapa serão analisados os resultados dos ensaios realizados.

A Figura 4 mostra o fluxograma da pesquisa.

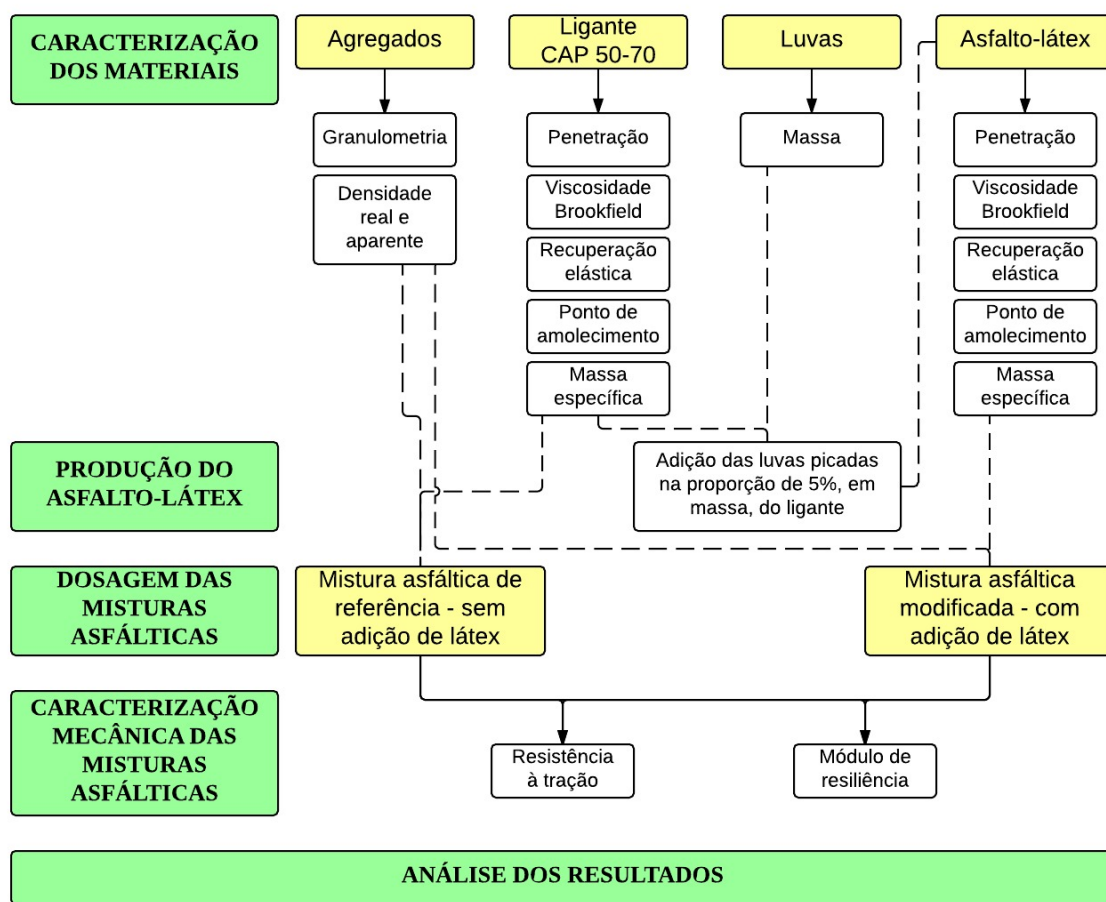


Figura 4. Fluxograma da pesquisa. Fonte: Os autores (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos materiais

As características físicas do ligante CAP 50-70 e do asfalto-látex, e a variação dos resultados do último em relação ao primeiro, são mostrados na Tabela 1. Na Tabela, nota-se influência da adição do látex no incremento da coesão do ligante asfáltico, a partir dos resultados dos ensaios de penetração e ponto de amolecimento. O resultado mais expressivo é o do ensaio de recuperação elástica que mostrou um incremento de, aproximadamente, 27%. Neste sentido, poderia se dizer que a adição do látex torna mais elástico o ligante, podendo ser vantajoso o uso desta adição no combate ao fissuramento por fadiga das misturas asfálticas.

Tabela 1. Características físicas do CAP 50-70 e do asfalto-látex.

Ensaio	CAP 50-70	Asfalto-látex	Variação (%)
Penetração (0,1 mm)	42	44,8	6,7
Recuperação elástica (%)	14	17,8	27,1
Ponto de amolecimento (°C)	49,5	52,5	6,1
Massa específica (g/cm ³)	0,994	1,000	0,6

Fonte: Os autores (2017).

Os resultados do ensaio de viscosidade Brookfield dos ligantes é mostrada na Figura 5. Devido à natureza do asfalto-látex, o ensaio de viscosidade foi realizado para temperaturas entre 145 °C e 235 °C. Na Figura, constata-se que a adição de látex no CAP 50-70 incrementa a viscosidade do mesmo, tornando-o mais coeso a altas temperaturas.

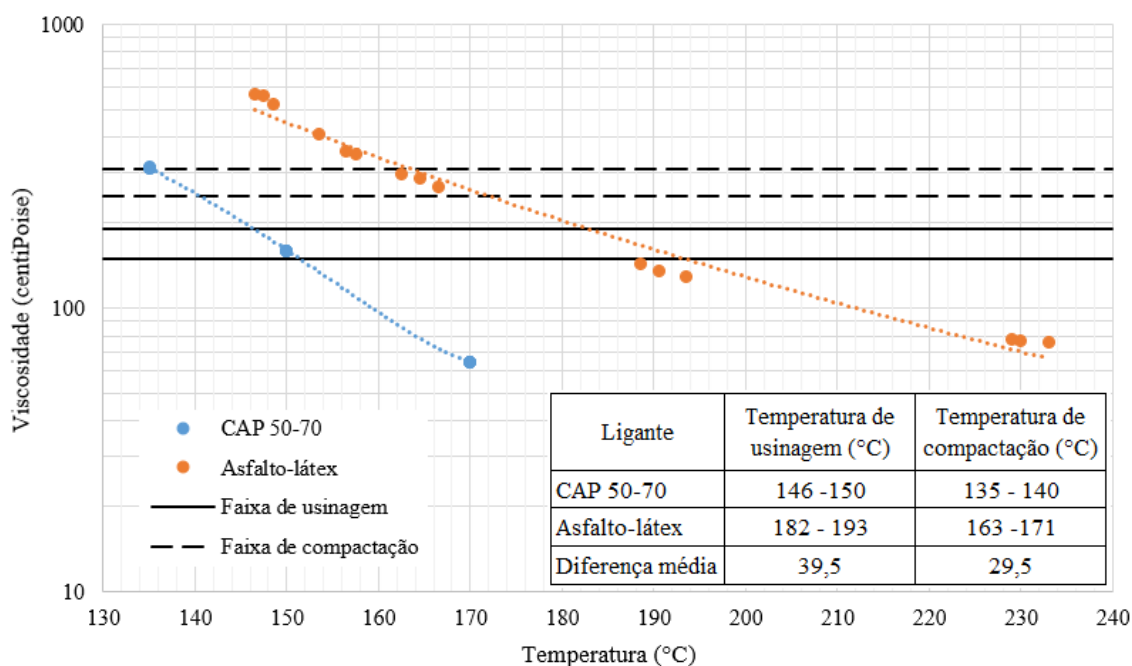


Figura 5. Viscosidade, em função da temperatura de ensaio, do CAP 50-70 e do asfalto-látex. Fonte: Os autores (2017).

O incremento na viscosidade influi na temperatura na qual o ligante asfáltico deverá estar para permitir a usinagem e a compactação das misturas asfálticas. No caso da temperatura de usinagem, a mesma se incrementou em 39,5 °C. Já a temperatura de compactação sofreu um incremento menor, de 29,5 °C. O incremento da temperatura de usinagem e compactação poderia ser considerado baixo se comparado com o incremento causado pela adição de outros modificadores do ligante tais como a borracha moída de pneu. Um exemplo deste fato é o trabalho desenvolvido por Domingos et al. (2012) no qual os autores avaliaram a viscosidade do CAP 50-70 em comparação com um ligante do mesmo tipo modificado com 14% de borracha. No estudo, foi determinado que a adição da borracha incrementou em 54 °C a temperatura de usinagem e em 49 °C a temperatura de compactação.

A massa média das luvas utilizadas no estudo foi determinada em cinco gramas.

Dosagem das misturas asfálticas

Os resultados da estabilidade Marshall da dosagem das misturas asfálticas são mostrados na Figura 6. Independente do teor de ligante utilizado na dosagem, a estabilidade da mistura modificada foi superior à da mistura de referência. Este comportamento pode ser atribuído ao aumento da coesão do asfalto-látex visto que o tipo e granulometria dos agregados

usados das misturas foi o mesmo. Dessa forma, o asfalto-látex fornece maior coesão à mistura tornando-a mais estável frente à carga aplicada na temperatura de ensaio, 60 °C. Este ganho de resistência pode ser vantajoso quando à mistura estiver submetida aos esforços de cisalhamento, aplicados pelos veículos, que promovem a deformação permanente do revestimento asfáltico na trilha de roda. Esta manifestação patológica é potencializada pela magnitude de carga aplicada e pela temperatura que o revestimento asfáltico atinge em campo.

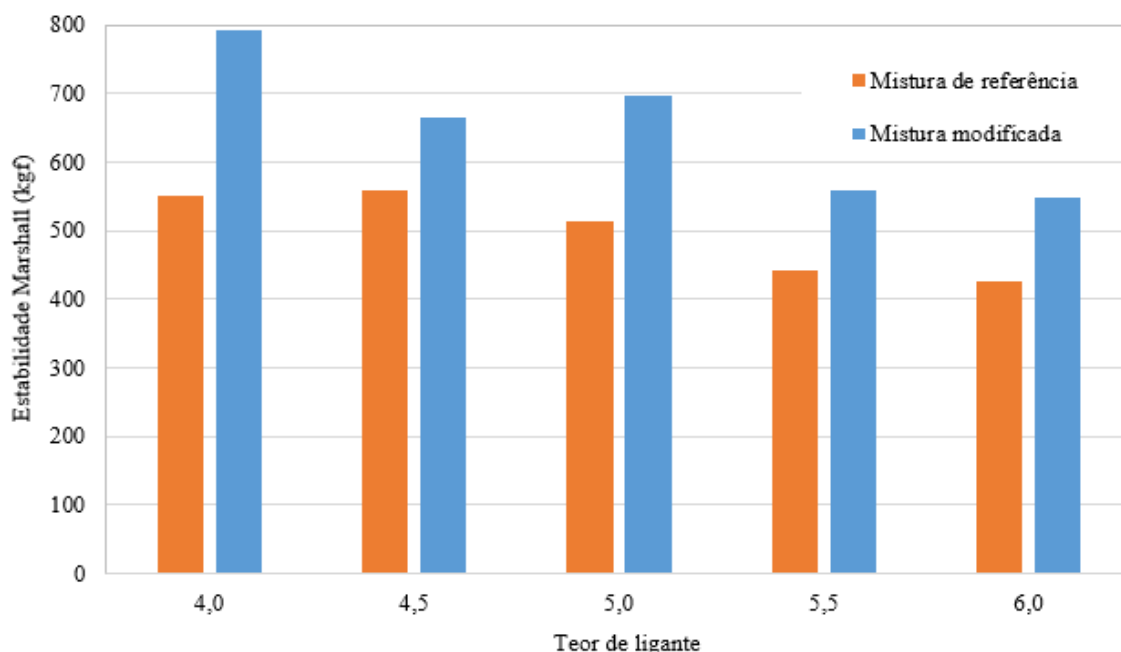


Figura 6. Estabilidade Marshall, em função do teor de ligante utilizado, das misturas asfálticas. Fonte: Os autores (2017).

Com base nos resultados da dosagem Marshall, foi determinado um teor ótimo de ligante de 5,63% para a mistura de referência e de 5,29% para a mistura modificada com látex necessários para que as mesmas atinjam um volume de vazios de 4% após compactação.

Caracterização mecânica das misturas asfálticas

Os resultados dos ensaios de resistência à tração e módulo de resiliência das misturas são mostrados na Tabela 2. Na Tabela, é possível verificar que a adição de látex não mudou significativamente a resistência à tração das misturas modificadas em relação às de referência. O ganho, no entanto, foi mais significativo no módulo de resiliência. Para esta característica, a adição de látex promoveu o incremento em, aproximadamente, 26% em relação à mistura de referência. Este ganho de resistência pode estar relacionado com a elevada coesão apresentada pelo asfalto-látex que torna a mistura menos deformável frente às tensões aplicadas no ensaio.

Tabela 2. Resistência à tração e módulo de resiliência das misturas estudadas.

Resistência à tração (MPa)			Módulo de resiliência (MPa)		
Mistura de referência	Mistura modificada	Variação (%)	Mistura de referência	Mistura modificada	Variação (%)
1,08	1,14	5,6	2857	3588	25,6

Fonte: Os autores (2017).

O incremento do módulo de resiliência da mistura asfáltica devido à adição de látex poderia ser benéfico do ponto de vista estrutural. Neste caso, um revestimento asfáltico mais

rígido poderia se deformar menos e proteger as camadas inferiores do pavimento. O fato do revestimento ser mais rígido poderia significar, também, uma maior concentração de tensões e trincamento prematuro. Por esse motivo, são necessários ensaios de desempenho, além dos já realizados, para determinar o comportamento da mistura frente às manifestações patológicas de fadiga e deformação permanente do revestimento asfáltico.

CONCLUSÕES

Ao termo deste estudo, conseguiu-se demonstrar a viabilidade técnica do uso de látex proveniente da reciclagem de luvas descartadas pela rede de saúde na produção de misturas asfálticas. Especificamente concluiu-se que:

- A adição de 5% de látex no ligante asfáltico CAP 50-70 incrementou a penetração, ponto de amolecimento e recuperação elástica. Esta última característica teve um ganho de, aproximadamente, 27%. Estes resultados evidenciarão o aumento da coesão e elasticidade do ligante devido à adição do látex.
- A viscosidade do asfalto-látex é significativamente maior que a do CAP 50-70 a altas temperaturas. A adição do látex incrementou a temperatura de usinagem e compactação das misturas modificadas em 39,5 °C e 29,5 °C, em relação à mistura de referência.
- No ensaio de estabilidade Marshall, independente do teor de ligante avaliado, todas as misturas modificadas apresentaram resultados superiores aos das misturas de referência. Este comportamento pode ser resultado do aumento da coesão do ligante e poderia permitir que a mistura modificada fosse mais resistente às deformações permanentes em campo a temperaturas próximas aos 60 °C.
- Não houve mudança significativa na resistência à tração das misturas asfálticas decorrente da adição de látex. Contudo, o valor do módulo de resiliência da mistura modificada foi, aproximadamente, 26% superior ao da mistura de referência. Certamente, a mistura tornou-se menos deformável a temperatura ambiente.
- Os resultados obtidos permitem concluir que a adição de 5% de látex no ligante asfáltico poderia ser utilizado na produção de misturas asfálticas modificadas com características mecânicas superiores aos das misturas convencionais. O desenvolvimento e aprimoramento desta tecnologia poderá colaborar na reutilização das luvas descartadas pela rede de saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à empresa CBB Asfaltos pelo fornecimento do ligante asfáltico, à empresa Mineração Costa pelo fornecimento dos agregados pétreos e à Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba pelo fornecimento de dados de consumo das luvas no município.

REFERÊNCIAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 55, de 4 de novembro de 2011**. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/download/category/218-luvas-para-procedimentos?download=1045:resolucao-rdc-n-55-2011-anvisa>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

ASTM - American Society of Testing and Materials. **ASTM D 4123**: standard method of indirect tension test for resilient modulus of bituminous mixtures. USA: ASTM, 1982.

BALBO, J.T. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.A. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS, ABEDA, 2008.

CNT - Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa CNT de Rodovias – Relatório Gerencial**. São Paulo: SEST, SENAT. 2016.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15184: Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 043/95**: Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall. Rio de Janeiro: DNER, 1995.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 081/98**: agregados: determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 084/95**: agregado miúdo: determinação da densidade real. Rio de Janeiro: DNER, 1995.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 193/96**: Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos - determinação da densidade e da massa específica. Rio de Janeiro: IPR, 1996.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 005-TER**: defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 031/06-ES**: Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 130/2010-ME**: Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro - Método de Ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2010a.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 131/2010-ME**: Materiais asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento - Método do Anel e Bola Método de Ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2010b.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 136/2010-ME**: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2010c.

DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 155/2010-ME**: Material asfáltico - Determinação da penetração - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2010d.

DOMINGOS, M.D.I.; PAMPLONA, T.F.; FAXINA, A.L.; GIGANTE, A. C. Viscosidade rotacional de ligantes asfálticos modificados de mesmo grau de desempenho. **Transportes**, v. 20, n. 2, 2012. <https://doi.org/10.4237/transportes.v20i2.560>

FONTES, L. P. T. L. **Optimização do desempenho de misturas betuminosas com betume modificado com borracha para reabilitação de pavimentos**. Tese (doutorado), Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Minho, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PT0029-T.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2017.

MACHADO, R. Z. **Asfalto modificado com polímero SBS para pavimentos drenantes**. 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000401970>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

OLIVEIRA, A.D.; GAMA, C.S.; FRANÇA, P.R. Qual o intervalo de tempo sugerido para a troca de luvas cirúrgicas? Uma revisão integrativa. **Rev. Eletr. Enf.**, 2016. <https://doi.org/10.5216/ree.v18.37036>

SUTILE, V. M. **Pesquisa sobre reutilização de luvas descartadas pela rede pública de saúde** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por joevilla@gmail.com, em 06 sep. 2017.