

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MISTURAS
ASFÁLTICAS MORNAS E QUENTES SOB DIFERENTES TEMPERATURAS
DE COMPACTAÇÃO¹
EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF WARM AND ASPHALT
MIXTURES UNDER DIFFERENT COMPACTION TEMPERATURES**

**Paola Nadine Johann Külzer², Fábio Pereira Rossato³, Antônio Haas
Júnior⁴, Laura Alpe Coppetti⁵**

¹ Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da URI Santo Ângelo.

² Graduanda em Engenharia Civil pela URI Santo Ângelo.

³ Prof. Me. na URI Santo Ângelo

⁴ Engenheiro Civil pela URI Santo Ângelo

⁵ Graduanda em Engenharia Civil pela URI Santo Ângelo.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a poluição ambiental faz surgir a cada ano novos métodos que ajudam a diminuir os danos causados pela mesma. Na engenharia civil, o setor rodoviário tem seguido essa tendência e assim, surgiram, entre outras, as misturas asfálticas mornas, que buscam reduzir as emissões de poluentes e o consumo de combustível (MELLO, 2012). Foram dois os fatores mais importantes para a concepção de uma nova visão de sustentabilidade no setor: a busca da União Europeia por formas de cumprir as metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto e o fato de que o Ministério do Trabalho e das Relações Sociais da Alemanha passou a considerar limites de exposição para os trabalhadores expostos a fumos de asfalto em 1996 (MOTTA, 2011). Este último fator em particular, remete rapidamente às elevadas temperaturas de usinagem e compactação das misturas asfálticas, que, além da exposição inadequada dos trabalhadores às mesmas, estas aceleram o envelhecimento do ligante pela queima da mistura asfáltica. Em contrapartida, baixas temperaturas podem não garantir a viscosidade ideal que o ligante asfáltico necessita para recobrir perfeitamente os agregados e conseqüentemente, obter a homogeneidade da mistura asfáltica (MELLO, 2012). Logo, as misturas asfálticas mornas surgem como uma ótima alternativa de revestimento para os pavimentos brasileiros, com desempenho satisfatório e menor consumo de energia. Aliado às misturas mornas, cita-se o uso de aditivos surfactantes como o Evotherm, que permite que a redução de temperatura de usinagem e de compactação de misturas mornas seja de ordem de 50 a 75°C em comparação com uma mistura em temperatura convencional (D'ANGELO et al., 2008). Portanto, o presente trabalho visa avaliar as propriedades mecânicas de misturas asfálticas mornas e a quente com o uso do aditivo surfactante Evotherm, quando compactadas em diferentes temperaturas, a partir de ensaios laboratoriais de Desgaste de Cântabro, Resistência à Tração por Compressão Diametral e Módulo de Resiliência.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

METODOLOGIA

Primeiramente, definiram-se os materiais a serem utilizados na mistura, classificada como Faixa C do DNIT - 031/2006-ES. Os agregados, bem como o ligante asfáltico, foram fornecidos pela empresa Construbras e fazem parte do projeto de restauração da BR 285. Para a faixa determinada, foram definidos os percentuais de 15% de brita 3/4", 27% de brita 3/8", 56,5% de pó de pedra e 1,5% de cal hidratada. O cimento asfáltico de petróleo utilizado foi o CAP 50/70. Também foi escolhido o aditivo Evotherm M1, devido ao fácil acesso ao mesmo; e determinado o teor ótimo de projeto no valor de 4,6%, através da Metodologia Marshall, conforme a norma DNER-ME 043/1995. Logo, a matriz experimental ficou definida por 5 misturas asfálticas distintas, sendo 3 misturas à quente e 2 misturas mornas. Adotou-se como mistura de referência a mistura a quente compactada na sua temperatura ideal de compactação, 150°C (REF). Também foram reproduzidas duas misturas a quente, mas com diferentes temperaturas de compactação comparadas com a mistura referência que foram de 140°C (REF-10°C) e 130°C (REF-20°C). E por final, foram reproduzidas duas misturas mornas com o uso de 0,5% do aditivo Evotherm em relação ao teor de CAP utilizado e compactadas a temperatura de 140°C (E-10°C) e 130°C (E-20°C). Tendo as misturas definidas, realizaram-se os ensaios de Desgaste de Cântabro, que, segundo Bernucci et al. (2008) tem como objetivo avaliar o comportamento das misturas quanto à perda de material; Resistência à Tração por Compressão Diametral, de acordo com a norma DNIT 136/2010; Módulo de Resiliência, que calcula a deformação esperada quando há aplicação de carga cisalhante, dinâmica ou resiliente, de acordo com o Asphalt Institute (2007), ensaio este regido pela norma DNIT-ME 135/2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

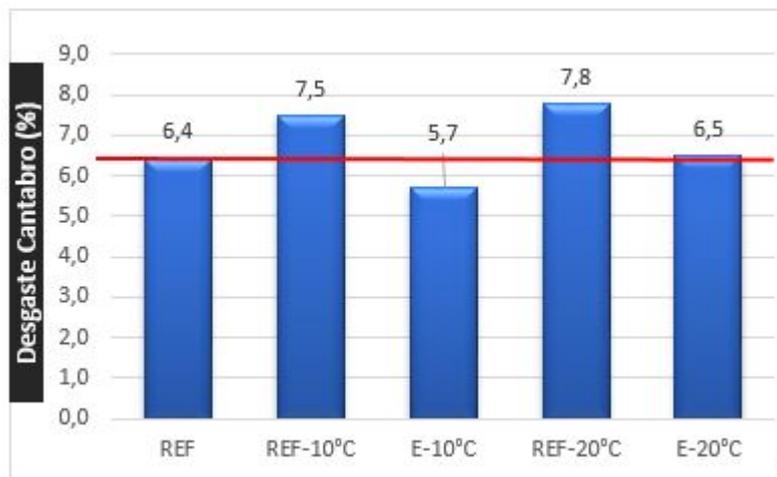
1. Desgaste de Cântabro

Após a realização dos ensaios foi calculado o Desgaste Cântabro através da fórmula especificada na norma DNER ME 383/99. Os resultados são observados no Gráfico 1. Logo, se comparadas à mistura de referência, a mistura REF - 20°C possui em média um desgaste superior de 21,9% e a mistura REF - 10°C obteve em média um desgaste superior de 17,2%, comparadas à mistura de referência, conforme pode ser visto no Gráfico 1. Percebe-se que a utilização do aditivo garantiu melhor integridade para as misturas, tanto a -10°C quanto a -20°C da temperatura ideal de compactação; e ficou evidente que a falta de aditivo aumentou o desgaste das amostras à medida que a temperatura de compactação se afastou da temperatura considerada ideal, mistura de referência. Percebeu-se também que, as misturas com o uso de aditivo apresentaram-se mais resistentes se comparadas às misturas a quente ao desgaste à medida que a temperatura de compactação diminuiu.

Gráfico 1 - Resultados do ensaio de Desgaste de Cântabro.

01 a 04 de outubro de 2018

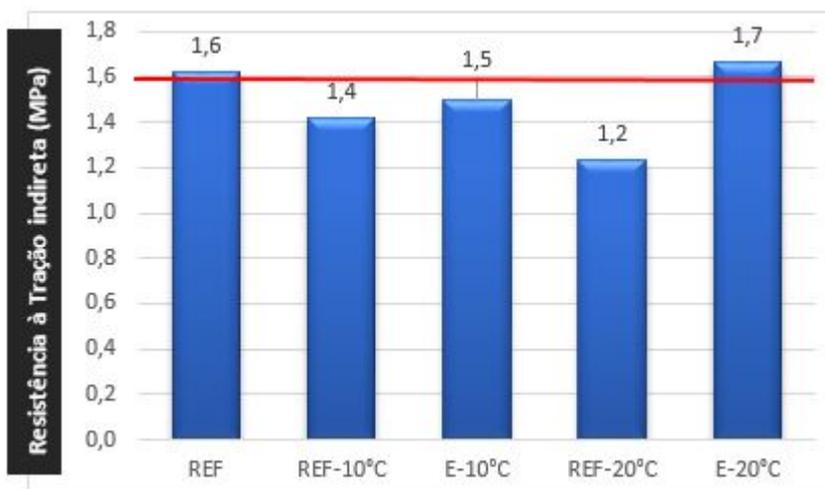
Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica



2. Resistência à Tração

Para este ensaio, após a determinação da carga de ruptura por tração, foram calculadas as tensões de tração (RT) de cada amostra de acordo com a fórmula especificada na norma DNIT-ME 136/2010. Os resultados dos ensaios estão apresentados no Gráfico 2, onde fica evidente que as misturas a quente com temperaturas reduzidas apresentaram uma resistência muito inferior quando comparadas com as misturas de referência. Já as misturas mornas com o aditivo Evotherm apresentaram resistências muito próximas que a mistura de referência. Quando comparadas à mistura de referência, a mistura morna E - 20°C obteve em média uma resistência à tração superior de 2,6% e a mistura morna E - 10°C possui em média uma resistência à tração inferior de 7,2%. Já a mistura REF - 20°C obteve em média uma resistência inferior de 24% e a mistura REF - 10°C possui em média uma resistência inferior de 12,6% comparadas à mistura de referência.

Gráfico 2 - Resultados do ensaio de Resistência à Tração Indireta.



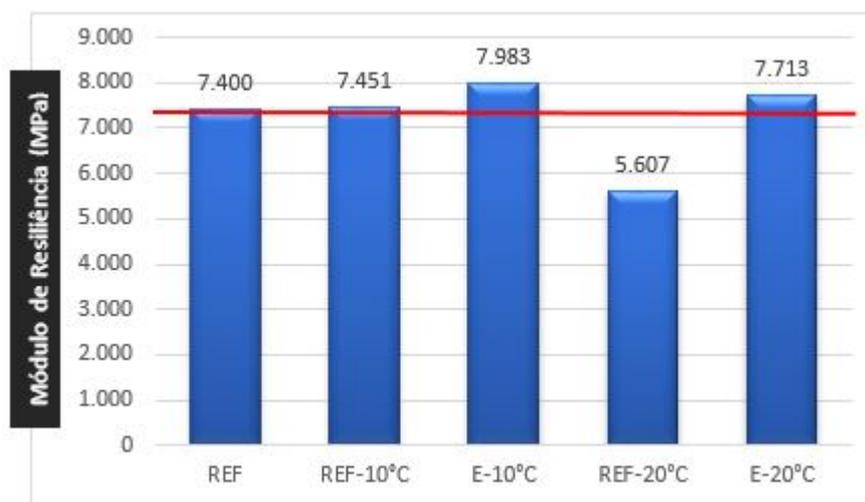
01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

3. Módulo de Resiliência

O ensaio de Módulo de Resiliência, realizado a temperatura de 25°C, bem como os outros ensaios propostos, foi realizado conforme a norma do DNIT 135/2010 e apresentou os seguintes resultados, dispostos no Gráfico 3. Ao fazer a comparação entre a mistura E-10°C com a mistura REF-10°C nota-se que a mesma possui em média um valor de MR superior de 7,1% que à mistura REF-10°C. Já a mistura E-20°C obteve em média um valor de MR superior de 37,6% se comparada com a mistura REF-20°C. Assim fica evidente que a utilização do aditivo garantiu uma melhor integridade para as misturas, tanto a -10°C quanto a -20°C da temperatura ideal de compactação. As misturas mornas com o aditivo Evotherm apresentaram resultados relativamente superiores se comparadas com a mistura de referência. Já a mistura REF - 20°C apresentou um resultado muito inferior se comparada com a mistura de referência e a mistura REF - 10°C obteve um valor semelhante à mesma.

Gráfico 3 - Resultados do ensaio de Módulo de Resiliência.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho comprovou os benefícios da utilização de novas tecnologias que permitem a redução de temperatura de usinagem e de compactação de misturas asfálticas. As diferentes misturas analisadas, compostas por CAP 50/70 e o aditivo Evotherm foram avaliadas através do ensaio de Resistência à Tração, Módulo de Resiliência e Desgaste Cântabro. Verificou-se que a utilização do aditivo em questão garantiu as misturas manterem um mesmo padrão de RT e MR, e um melhor padrão de Desgaste Cântabro, mesmo quando compactadas a uma temperatura abaixo da ideal. Enquanto que, para as misturas a quente, compactadas a uma temperatura abaixo da ideal a queda de resistência nos parâmetros de RT, MR e Desgaste Cântabro foram significativas. De acordo com Motta (2011), a redução da temperatura de usinagem e compactação tende a dar um maior volume de vazios o que diminui os parâmetros de RT e MR. Contudo, a utilização de misturas mornas apresentou-se como uma ótima alternativa para

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica

distâncias de transportes muito grandes, onde ocorre uma perda da temperatura mais acentuada da mistura asfáltica. Garantindo um rendimento muito semelhante ou até mesmo melhor que a própria mistura asfáltica a quente compactada na temperatura ideal.

PALAVRAS CHAVE

Misturas Quentes; Misturas Mornas; Evotherm.

KEY-WORDS

Hot Mixes; Warm Mixes; Evotherm.

REFERÊNCIAS

ASPHALT INSTITUTE. **The Asphalt Handbook**. MS-4.7th edit. Asphalt Institute, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARE, J. B. **Pavimentação asfáltica: Formação Básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 3ª reimp., 2008.

D'ANGELO, J.; HARM, E.; BARTOSZEK, J.; BAUMGARDNER, G.; CORRIGAN, M.; COWSERT, J.; HARMAN, T.; JAMSHIDI, M.; JONES, W.; NEWCOMB, D.; PROWELL, B.; SINES, R.; YEATON, B. **Warm-Mix Asphalt: European Practice**. International Technology Scanning Program. Virginia, 2008.

MELLO, D. **Avaliação da adição de Evotherm no comportamento de misturas asfálticas em laboratório e no desempenho em campo**. Florianópolis, 2012.

MOTTA, R. S. **Estudo de Misturas Asfálticas Mornas em Revestimentos de Pavimentos para Redução de Emissão de Poluentes e de Consumo Energético**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.