ESTUDO DO RETORNO ELÁSTICO POR TORÇÃO DE ASFALTOS MODIFICADOS

Thiago Hilário da Cruz (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Lilian Tais de Gouveia (Orientador), e-mail: ltgouveia@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil

Engenharias - Engenharia Civil - Infraestrutura de Transportes

Palavras-chave: recuperação elástica, asfalto modificado, influência da temperatura, NLT-329/91.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é analisar asfaltos modificados por polímeros quanto às suas propriedades físicas. O uso de asfaltos modificados por polímeros como ligante em revestimentos de pavimentos flexíveis pode reduzir a frequência das manutenções nos pavimentos e aumentar a vida de serviço destes. A redução das manutenções no pavimento é importante principalmente em vias de difícil acesso ou onde o custo de paralização do tráfego para que sejam feitas correções é muito elevado, por exemplo em pontes, viadutos e corredores de ônibus. Foram realizados ensaios com e sem controle de temperatura de banho durante o retorno elástico do asfalto e foi observado que a temperatura do banho não acarreta mudanças significativas nos resultados. Análises comparativas do retorno elástico de diferentes asfaltos modificados e um asfalto convencional demonstram que o asfalto convencional tem valores de retorno elástico expressivamente mais baixos que os resultados obtidos com os asfaltos modificados. Foi observado maior retorno elástico para o asfalto Poliflex 60/85 SBS, seguido do asfalto Tyreflex AB 8. O menor retorno elástico foi obtido com o asfalto Poliflex 60/85 RET.

Introdução

No Brasil, a recuperação elástica é medida através do ensaio regulamentado pela norma 130/2010 do DNIT, a qual utiliza o ductilômetro. O ensaio é composto de vários procedimentos complexos, que envolvem entre outros fatores o controle da temperatura, sendo necessárias mais de 4 h para realização, entre preparação da amostra e obtenção do resultado. Além disso, a recuperação é o valor médio em % de três ensaios, caso haja o rompimento da amostra durante a tração não é possível usar o método, ou seja, deve-se usar um alternativo para determinação deste parâmetro.

Em alguns países, para verificação da recuperação elástica, são utilizado o torciômetro, esse ensaio é regulamentado pela NLT 329/91, desenvolvida na Espanha pelo *Centro de Estudios de Carreteras* (Madri) e o *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas*. Trata-se de um método mais simples e rápido para obtenção do retorno elástico em amostras de ligantes asfálticos modificados, além de exigir um equipamento mais barato se comparado ao especificado na norma 130/2010 do DNIT. A NLT 329/91 não tem correspondente brasileira, embora distribuidoras nacionais de asfalto realizem esse ensaio para asfaltos modificados destinados à exportação. Não há na norma espanhola, nem na escassa literatura

sobre o assunto, dados sobre a precisão do ensaio. O presente estudo visa levantar e analisar dados experimentais do ensaio, avaliando diferentes tipos de asfaltos modificados e asfalto convencional, bem como realizar inferências estatísticas que determinem a precisão do ensaio.

Materiais e Métodos

Caracterização das amostras

As amostras necessárias para realização do ensaio foram cedidas pela CBB Indústria e Comércio de Asfaltos e Engenharia Ltda (Curitiba-PR): amostras de asfalto convencional, asfalto modificado por polímero do tipo RET (*Reactive Elastomeric Terpolymer*), Asfalto-Borracha (ligante asfáltico modificado por borracha de pneus e compactado a quente) e asfalto modificado por SBS (copolímero de estireno-butadieno-estireno).
De acordo com a resolução ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) nº 32 de 21/09/2010, anexo Regulamento Técnico ANP nº 4/2010, os valores presentes na denominação dos asfaltos modificados por polímeros elastoméricos são referentes respectivamente ao ponto de amolecimento em graus Celsius (ºC) e à recuperação elástica a 25 ºC, em porcentagem (%).

Ensaio de recuperação elástica por torção

Para análise da recuperação elástica, empregou-se o ensaio normatizado pela NLT 329/91, que como já mencionado não possui correspondente brasileira. O Medidor de recuperação elástica empregado é de fabricação da SOLOTEST.

Planejamento do ensaio
Foram realizados 10 ensaios de retorno elástico por torção para cada amostra de asfalto, acompanhando a seguinte divisão:

• Réplicas para cada tipo de asfalto (Poliflex 60/85 SBS, Poliflex 60/85 RET, TYREFLEX AB8 e CAP 50/70) de acordo com o procedimento descrito na norma, ou seja, com o tempo de giro entre 3 e 5 s, sem controlar a temperatura durante o intervalo de retorno de 30 min ± 15 s;
• Réplicas para cada tipo de asfalto (Poliflex 60/85 SBS, Poliflex 60/85 RET, TYREFLEX AB8 e CAP 50/70) de acordo com o procedimento descrito na norma, ou seja, com o tempo de giro entre 3 e 5 s, controlando a temperatura (25 ± 0,1°C) durante o intervalo de retorno de 30 min ± 15 s.

Depois de executados os ensaios, foram feitas inferências estatísticas.

Teste de Hipóteses
As análises foram efetuadas utilizando a variável t-Student para comparação de resultados através do teste de hipóteses, pois é indicado para amostras pequenas (n≤30), aleatórias e com distribuição de forma Normal (SPIEGEL, 1993).
Foi utilizado também o teste de hipótese ANOVA (*análise da variância*), onde o objetivo da análise de variância é avaliar se as diferenças observadas entre as médias das amostras são estatisticamente significantes (LAPPONI, 2005).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos através dos ensaios de retorno elástico (NLT 329/91) estão apresentados na Tabela 1. O controle de temperatura durante o tempo de retorno elástico (30 minutos) não foi feito em metade das réplicas de cada amostra, e na outra metade foi controlada a temperatura a fim de verificar a influência desta variável nos ensaios realizados.

Tabela 1: Resultados da porcentagem de retorno elástico dos asfaltos estudados

	POLIFLEX 60/85 SBS	POLIFLEX 60/85 RET	TYREFLEX AB 8	CAP 50/70
Sem controle de temperatura durante o retorno	76,5	53,0	59,0	5,0
	75,0	56,0	54,0	4,0
	74,0	57,0	56,0	4,0
	79,0	57,0	53,0	5,0
	77,0	52,0	54,0	5,5
Média aritmética do retorno elástico	77,2	55,0	55,2	4,7
Com controle de temperatura durante o retorno (25 °C por 30 minutos)	75,0	56,0	57,0	4,0
	74,0	58,0	54,0	6,0
	74,0	54,0	56,5	6,0
	76,0	58,0	54,0	4,5
	73,0	55,0	55,0	4,5
Média aritmética do retorno elástico	74,4	56,2	55,3	5,0

Ao proceder análises estatísticas comparativas entre valores de retorno elástico obtidos para uma mesma amostra de asfalto, variando o controle de temperatura de banho, pode-se notar que as médias são estatisticamente iguais para todas as amostras (Poliflex 60/85 SBS, Poliflex 60/85 RET, TYREFLEX AB8 e CAP 50/70. Portanto, pode-se afirmar que o controle da temperatura a 25 °C, durante os 30 minutos que sucedem o giro, parece não interferir nos resultados.

Uma análise comparativa entre as médias de retorno elástico obtidos para cada amostra de asfalto foi realizada. Foi utilizado o teste de hipóteses ANOVA, considerando a população amostral de 10 réplicas para cada amostra, uma vez que o controle da temperatura não acarretou variações nas médias dos ligantes. Os resultados indicam haver diferenças entre as amostras. Entretanto, o teste de hipótese ANOVA não permite identificar quais amostras diferiram entre si. Para isto, foi utilizado o Teste de Tukey (*TSD – Test Significant Difference*) que revelou que há diferença entre médias das amostras Poliflex 60/85 SBS e Poliflex 60/85 RET, Poliflfex 60/85 SBS e Tyreflex AB 8, Poliflex 60/85 e CAP 50/70, Poliflex 60/85 RET e CAP 50/70 e Tyreflex AB 8 e CAP50/70.

O asfalto CAP 50/70 teve retorno elástico muito menor que os asfaltos modificados, cerca de 5%. Durante os ensaios, após o giro, seu retorno se dava nos primeiros 5 minutos, permanecendo na mesma posição até a finalização do tempo exigido pela norma.

O asfalto Poliflex 60/85 SBS demonstrou maior retorno elástico (76%). O retorno elástico se desenvolvia até o último momento do tempo especificado em norma.
O asfalto Poliflex 60/85 RET apresentou retorno elástico pior (56%) quando comparado aos outros dois asfaltos modificados.

Conclusões

O retorno elástico é um parâmetro indicador do comportamento do material à deformação, pois avalia o grau em que uma substância recupera sua forma original após a aplicação e liberação da solicitação (YILDIRIM, 2007).
Foram realizados ensaios com e sem controle de temperatura de banho durante o retorno elástico do asfalto. Pode-se observar que controlar ou não a temperatura do banho, após efetuado o giro do cilindro, não acarretou mudanças significativas nos resultados de retorno elástico.
Análises comparativas do retorno elástico de diferentes asfaltos modificados e um asfalto convencional demonstraram que o asfalto convencional apresentou valores de retorno elástico expressivamente mais baixos que os resultados obtidos com os asfaltos modificados. Comparativamente entre os asfaltos modificados, foi observado maior retorno elástico para o asfalto Poliflex 60/85 SBS, seguido do asfalto Tyreflex AB 8. O menor retorno elástico foi obtido com o asfalto Poliflex 60/85 RET.

Agradecimentos

Com muito carinho, sou eternamente grato à Professora Lilian, orientadora deste trabalho, não somente por ter me ensinado, mas por ter me feito aprender. Grato também pelo suporte e todo o conhecimento compartilhado com nós, estudantes, de forma direta e fácil entendimento. Pela influência que teve em minha vida acadêmica e terá em minha vida profissional.
À Thiago Seliger Woellner, que além de amigo e colega de trabalho, é uma grande inspiração profissional e pessoal.
Agradeço a todos os funcionários do Departamento de Engenharia Civil, em especial a Elizir da Aparecida Chemin, auxiliar do laboratório de pavimentação, pelo auxílio e companhia durante os ensaios deste trabalho.
Agradeço também a esta universidade, ao CNPq e à Fundação Araucária pelo suporte financeiro que possibilita a milhares de jovens estudantes a oportunidade da realização de trabalhos como este em prol do desenvolvimento tecnológico e intelectual.

Referências

CENTRO DE ESTUDIOS DE CARRETERAS DEL CEDEX. **Norma NLT-329/91, Recuperación Elástica por Torsión de Betunes Asfálticos Modificados.** Espanha, 1991.
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **NORMA DNIT 130/2010 – ME. Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro – Método de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2004.
LAPPONI, J. C. **Estatística usando Excel**. (Programa de computador). Rio de Janeiro, 2005.