Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PTR3521 - Avaliação e Reabilitação de Pavimentos

S1: Camadas de retardamento para propagação de trincas de reflexão

Daniel Jomori Eliezer	**8994095**
Pedro Monzú Sanchez Pires de Campo	**8987909**
Victor Karassawa Ishida	**8994400**

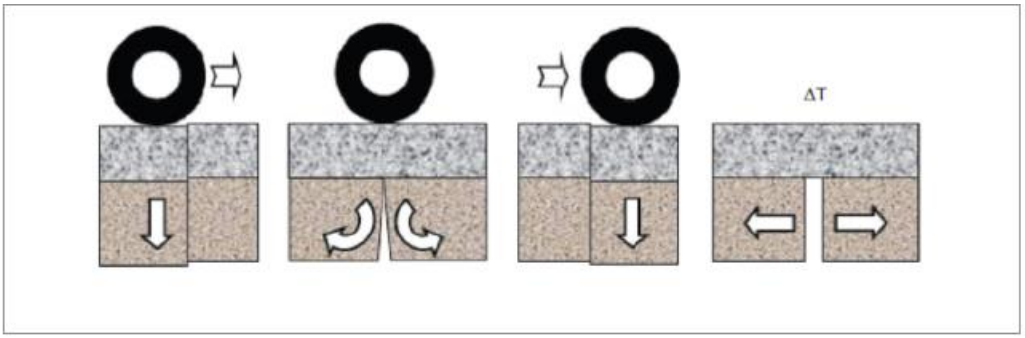
Abril de 2018

Introdução

Os pavimentos que possuem defeitos, são avaliados através de testes que devem indicar se há necessidade de restauração e, se sim, qual é o procedimento mais adequado para faze-la. Em muitos casos, é necessário introduzir uma nova camada de revestimento à estrutura (recapeamento). Nessas situações, é muito comum que com o tráfego e as variações de temperatura, as trincas existentes no pavimento antigo se propaguem para a camada recém implantada. Tal fenômeno se chama reflexão de trincas, e deve ser considerado no projeto de restauração, na previsão de vida útil do pavimento, e na elaboração de alternativas para retarda-lo.

A reflexão das trincas ocorre da seguinte maneira: quando o pavimento é solicitado por uma carga, há uma concentração de tensões na trinca da camada antiga. Assim, a trinca tende a se abrir nesse ponto que há uma descontinuidade na distribuição de esforços. Outro modo de abertura da fissura se dá quando a carga faz com que ocorram movimentos verticais relativos entre partes fissuradas da camada subjacente.

Tal problema é agravado em situações com grande repetição de cargas, bases muito rígidas com altos teores de cimentos, grandes variações de temperaturas, recalques, aumento da umidade, e problemas de construção, como cura malfeita, má execução de juntas e má qualidade do pavimento.



Os procedimentos para retardar a propagação das trincas de reflexão citados no seminário serão os seguintes: Geossintéticos (Geogrelha e geotêxtil), SAMI, Camadas de dissipação, aumento da espessura da camada asfáltica, emprego de revestimentos asfálticos com ligantes modificados e reciclagem do revestimento existente.

Geossintéticos

A instalação de geossintéticos entre o revestimento antigo e o recapeamento é um procedimento muito utilizado para retardar a reflexão das trincas, que podem ser ‘convertidas’ em microfissuras, ou desviadas horizontalmente. Há um aumento na aderência entre as camadas, que permite que o sistema funcione de forma unificada, e as tensões provenientes da superfície são melhores distribuídas, aumentando a vida útil do pavimento.

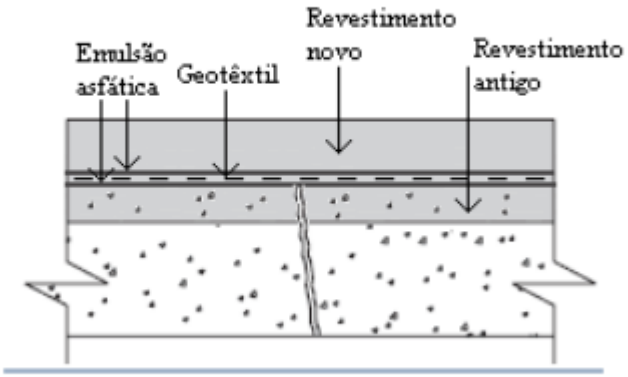
Sabe-se que a presença desses materiais, como geotêxteis e geogrelhas permitiriam reduzir a espessura do pavimento. No entanto, essa redução não é considerada nos projetos, pelo fato de depender de diversos fatores, como a composição das camadas, distribuição dos agregados, condições climáticas, e características do tráfego. Assim, opta-se por uma medida mais conservativa, pela grande variabilidade de respostas do pavimento.

Por terem um custo inicial elevado, os geossintéticos costumam ser instalados somente nos locais onde há problemas de fissuras, e não em todo o trecho recapeado.

- **Geotêxteis:**

Os geotêxteis são tecidos impregnados com ligante asfáltico para garantir melhor aderência entre as camadas, e promover uma distribuição mais uniforme das tensões de tração, reduzindo assim as tensões máximas na estrutura. Essa aderência ainda pode ser superior caso sejam aplicadas duas camadas de emulsão asfáltica entre o geotêxtil e as camadas em contato com ele. As trincas refletidas são atenuadas e desviadas na direção horizontal, prolongando assim o caminho percorrido por elas.

Além de retardar a reflexão das trincas, eles promovem uma barreira impermeável no pavimento, protegendo as camadas inferiores da ação das águas pluviais, prevenindo a estrutura de problemas como o bombeamento de finos, mesmo que haja patologias na superfície, como panelas e trilhas de rodas. Esse efeito também é observado nas geogrelhas, mas é menos eficiente.



- Geogrelhas

As geogrelhas são materiais poliméricos flexíveis, com grande resistência a fadiga. As geogrelhas alteram o mecanismo de trincamento, convertendo as trincas do pavimento subjacente em microfissuras de baixa severidade, que se propagam em sentidos aleatórios, com progressão lenta e descontínua, por reduzirem as tensões de tração na ponta das trincas.

O resultado disso é que as trincas que chegam à superfície possuem abertura menor do que as que chegariam na ausência das geogrelhas, garantindo melhor estanqueidade da estrutura. Além disso, quando houver necessidade de um futuro recapeamento, esse pode ser feito sem a necessidade de novas medidas para inibir a reflexão das trincas, pois essas possuiriam baixo potencial de propagação.

Num estudo do programa de doutorado do Engenheiro Guillermo Monstestruque Vilchez, no ITA, foram realizados ensaios, mostrando a influência da inserção de geogrelhas de poliéster, no que tange a reflexão de trincas. Foram ensaiados 2 corpos de prova de concreto asfáltico, um com geogrelhas, e o outro sem. Os resultados estão indicados na figura abaixo.

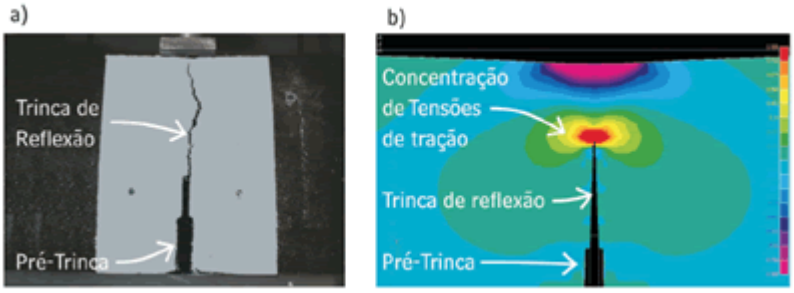


Figura 1 - Resultado sem a geogrelha, após 80 000 ciclos de carga

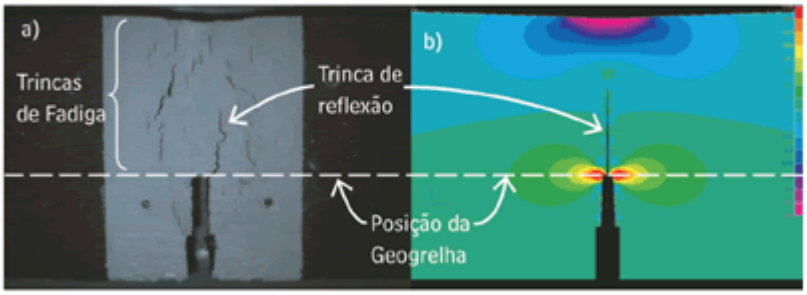


Figura 2 - Resultado com a geogrelha, após 500 000 ciclos de carga

É possível notar que, na ausência da geogrelha, houve a ruptura da viga ao redor de 80 000 ciclos, e a trinca original subiu verticalmente até o topo. Em sua presença, as microfissuras se propagaram de forma aleatória, em decorrência da fadiga da própria massa asfáltica. Evidenciando a importância da geogrelha no controle das trincas de reflexão.

SAMI (stress absorbing membrane interlayer)

Trata-se de uma camada executada entre um revestimento deteriorado, e o recapeamento. Podem ser constituídas de microrrevestimento asfálticos, tratamentos superficiais por penetração com ligantes asfálticos modificados por polímeros ou por borracha de pneus, ou misturas asfálticas com elevado teor de asfalto modificado por polímeros. A SAMI reduz as tensões e deformações em trincas de severidades moderadas, em decorrência das características de recuperação elástica do ligante asfáltico, na temperatura de campo.

Usualmente são aplicados 2 sistemas de projeto: No primeiro, a SAMI é composta por 2 camadas, com 25mm a 75mm de espessura. No segundo, é aplicada inicialmente uma camada de concreto asfáltico sobre o pavimento trincado, para

garantir a uniformidade da superfície, e evitar uma descontinuidade de tensões, melhorando o funcionamento da SAMI.

Em estudos de engenheiros ingleses, foram ensaiados alguns corpos de provas, com diversas condições, para analisar o desempenho do SAMI com a variação de temperatura, espessura, espessura da camada de recapeamento, efeito do tráfego, etc. Foi possível chegar em algumas conclusões:

- A eficiência do SAMI na reflexão de trincas é perceptível a partir de 20°C. Isso é fácil de entender, ao considerar que seu funcionamento depende da flexibilidade, que reduz com a diminuição da temperatura
- Camadas muito espessas(SAMI) podem gerar grandes deformações que por sua vez podem gerar maiores tensões na camada superior. Por sua vez, camadas de cobertura asfáltica maiores diminuem a tensão nas camadas inferiores
- A boa aderência é fundamental para o sistema, que deve funcionar de forma unificada. A má aderência faz com que os componentes funcionem de forma independente, e o desempenho é prejudicado
- O tipo de carregamento decorrente do uso planejado (rodovias, aeroporto) influencia na escolha do material. No geral SAMIs não são tão eficientes em aeroportos devido à grande solicitação gerada.

Comparando o desempenho da SAMI com os materiais geossintéticos, observa-se uma eficiência similar na prevenção de trincas de reflexão. No entanto, o custo da SAMI é maior.

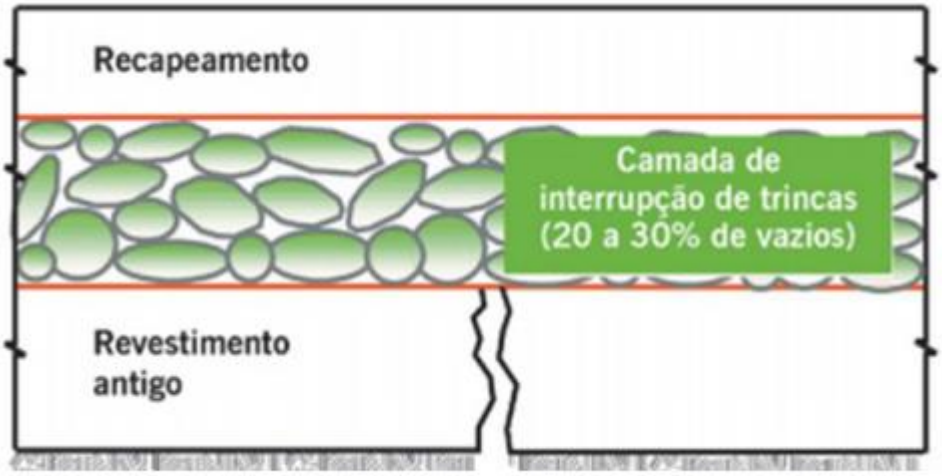
Camadas de dissipação

As camadas de dissipação, ou camadas de absorção de trincas, é uma faixa de pavimento, construída entre a superfície antiga deteriorada e o recapeamento. Essa camada possui espessura de pelo menos 100mm, e é composta por partículas graúdas, com poucos finos, e podem ser misturadas com pequeno teor de ligante asfáltico.

Essa granulometria aberta garante uma grande quantidade de vazios, formando uma camada flexível, que conseguem aliviar uma movimentação diferencial proveniente das camadas subjacentes, evitando a geração de tensões no recapeamento, e assim, evitam a propagação das trincas. Quanto maior for os movimentos horizontais e verticais, maior deve ser o tamanho dos agregados e a porcentagem de vazios da camada, sendo que os agregados devem ser rígidos, e menores que 75mm.

Esse tipo de pavimento, denominado sandwich pavement, apesar da eficiência, o seu uso é desaconselhável pela FAA, já que caso a drenagem não seja

realizada satisfatoriamente, a água fica confinada dentro desta camada, gerando perda de resistência do pavimento. Também é importante destacar a deformabilidade desta camada frente à grandes solicitações, não sendo recomendada para pistas de aeroporto.



Aumento da espessura da camada asfáltica

Uma alternativa para retardar a reflexão das trincas é realizar um recapeamento com uma espessura maior. Esse método, além de aumentar o percurso a ser percorrido pelas trincas, até chegar a superfície, promove uma redução na variação da temperatura, garantindo menores retrações térmicas. Por fim, reduz a velocidade de propagação por reduzir os esforços de flexão e cisalhamento.

É importante salientar que deve ser feito uma análise da capacidade estrutural das camadas adjacentes, bom como as solicitações que o pavimento será exposto. Essa solução não deve ser adotada caso esse aumento da espessura não seja previsto no projeto original. Além disso, deve ser feito uma análise das causas das trincas, remediá-las, caso seja necessário.

Emprego de Revestimentos asfálticos com ligantes modificados

A ideia é adicionar borracha moída, ou polímeros, sejam naturais ou sintéticos, ao ligante asfáltico do recapeamento, a fim de melhorar suas propriedades físicas, promovendo maior flexibilidade, melhor susceptibilidade térmica, impermeabilidade e adesão. Essas características garantem uma menor absorção das tensões, e retardamento da reflexão das trincas. É comum que se execute uma camada de nivelamento fina, para funcionar como um dissipador parcial das trincas

Reciclagem do revestimento existente

Essa alternativa é usada para reduzir as trincas com potencial de reflexão. Caso seja necessário, após a reciclagem, deve ser feita uma nova camada de rolamento. Esse método consiste na reutilização total dos materiais dos pavimentos danificados, reduzindo consideravelmente a necessidade de importar novos agregados. Esses materiais fresados podem ser associados a agentes rejuvenescedores, a cimento Portland, espumas de asfalto, a ligantes asfálticos novos e até a novos agregados, para melhorar a granulometria da mistura. Esse processo pode ser feito em usinas, ou até mesmo in loco. No entanto, tal técnica não pode ser executada em todas as situações, como por exemplo, situações com camadas muito heterogênea, havendo dificuldades na compactação, e alguns problemas de desagregação. Além de exigir equipamentos muito complexos.

Referências

http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/114/artigo285509-1.aspx

http://revistas.unifacs.br/index.php/sepa/article/viewFile/4949/3298

http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/2009/TGIEI014_Rafael.pdf

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B.. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros

Pavimentação asfáltica: materiais, projeto, e restauração - José Tadeu Balbo

VILCHEZ, Guillermo Montestruque. Estudos de sistemas anti-reflexão de trincas na restauração de pavimentos asfálticos. 142 f. 1996. Tese (Mestrado em Ciências de Infraestrutura de Transporte) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 1996.

Rafael Ribeiro Rocha - Estudo da Prevenção de Trincas de Reflexão em Pavimentos Semi-rígido - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA