

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE ASFALTO RECICLADO EM CAMADA POROSA DE ATRITO

Carla Marília Cavalcante Alecrim⁽¹⁾
Verônica Teixeira Franco Castelo Branco⁽²⁾

Universidade Federal do Ceará

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes - PETRAN

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a incorporação de material asfáltico fresado, em diferentes teores, em mistura asfáltica do tipo Camada Porosa de Atrito (CPA). As misturas propostas e uma mistura de referência, sem fresado, serão dosadas pelo método Marshall e o atendimento a parâmetros requeridos em norma será verificado. Além disso, propriedades funcionais e de rigidez, além da resistência à deformação permanente e à fadiga serão obtidas. A interação do Asfalto Modificado por Polímero (AMP) utilizado na CPA com o asfalto envelhecido presente no fresado será avaliada por meio do Reômetro de Cisalhamento Direto (do inglês, *Dynamic Shear Rheometer*). Por fim, pretende-se verificar, por meio de simulação em *software* de dimensionamento de pavimentos, a contribuição estrutural desta camada com espessuras mais esbeltas, já que vem sendo prática comum na cidade de Fortaleza (CE), onde a pesquisa está sendo desenvolvida, sua utilização em ambientes urbanos em detrimento de misturas densas.

1. PROPOSTA DE PESQUISA

As misturas asfálticas porosas são camadas de revestimento esbeltas colocadas acima de estruturas regulares de pavimentos com o objetivo de melhorar as condições de segurança do tráfego – aumento da aderência pneu-pavimento e a drenagem da água superficial - durante eventos de chuva e reduzir o ruído ao rolamento. No Brasil, este tipo de mistura é conhecido como Camada Porosa de Atrito (CPA), seu volume de vazios pode variar de 18 a 25% e é utilizada principalmente, assim como em outros países, em rodovias de alto volume de tráfego. No entanto, as misturas porosas vêm ganhando importância enquanto potencial alternativa para melhorar a sustentabilidade dos revestimentos em áreas urbanas (Praticò e Vaiana, 2012a). No que se refere à sustentabilidade, é cada vez mais comum pesquisadores proporem a combinação de duas ou mais técnicas sustentáveis, como misturas mornas, asfalto poroso e asfalto reciclado (RA, do inglês, *Reclaimed Asphalt*) – ou fresado, visando obter, simultaneamente, melhoras nos aspectos ambiental, social e econômico do pavimento.

Quanto ao uso de RA em misturas porosas (que normalmente requerem Asfalto Modificado por Polímero, AMP), alguns estudos já mostraram desempenho satisfatório, mas as especificações técnicas de muitos países ainda não permitem a utilização de quaisquer materiais reciclados nesse tipo de mistura. Não foram encontrados relatos de tal aplicação de RA no Brasil, mas é comum encontrar na literatura trabalhos que tratam da utilização de RA advindos de camadas de asfalto poroso antigas em novas camadas de asfalto poroso. No entanto, em centros urbanos onde a utilização de CPA é recente, este tipo de revestimento ainda não atingiu o fim da sua vida útil e, portanto, nesses casos este material ainda não está disponível para reutilização. Assim, este trabalho propõe-se investigar a utilização de RA advindos de revestimentos cujo ligante não contém polímero, normalmente disponíveis em maior quantidade, em novas CPAs, a partir da avaliação (i) mecânica da mistura reciclada, (ii) da interação dos ligantes envelhecido e virgem e (iii) do desempenho funcional e estrutural da camada.

2. BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os impactos ambientais causados pelos setores de produção têm preocupado os diversos ramos da indústria. Na pavimentação, essa preocupação se dá, principalmente, no esgotamento dos recursos naturais e na destinação dos resíduos gerados por essa atividade. A reciclagem de

misturas asfálticas permite redução de custos e de impactos ambientais, além de oferecer benefícios técnicos (Kennedy, 1998; Al-Qadi, 2007; Barco Carrión, 2015), já que o RA contém ligante, que é o insumo mais nobre da pavimentação, e agregados. Além disso, diversos trabalhos já mostraram que o uso deste material em misturas novas pode oferecer desempenho similar ou até mesmo superior ao de misturas produzidas exclusivamente com insumos virgens. O RA pode ser utilizado em diferentes tipos de mistura asfáltica, como as misturas a quente (Copeland, 2011), misturas mornas (Mallick *et al.*, 2008) e misturas porosas (Kanou *et al.*, 2010), que também podem ser quentes ou mornas.

Devido à ampla utilização de camadas porosas de asfalto em alguns países, a citar, Japão e Itália, surgiu a necessidade de reutilização de RA de velhos revestimentos deste tipo em novos. Resultados preliminares obtidos por estudo conduzido por Kanou *et al.* (2010) indicam que o uso de até 30% de RA com AMP em novas misturas porosas tem durabilidade equivalente à mistura virgem. Outros trabalhos também propuseram a incorporação de RA advindo de misturas porosas em novas misturas porosas (Praticò *et al.*, 2012a, 2012b; Frigio *et al.*, 2013, 2015). Além da utilização de RA em asfaltos porosos, o método de usinagem da mistura, em si, também pode contribuir para melhorar a sustentabilidade da infraestrutura de transportes, se, por exemplo, for utilizada associada à técnica de mistura morna, que permita a redução das temperaturas de aplicação, como o trabalho realizado por Goh e You (2012).

A reciclagem de misturas asfálticas permite economia de materiais, custo e energia, o que a torna uma técnica de suma importância no âmbito da pavimentação sustentável. Nesse contexto – e de acordo com os conceitos de sustentabilidade, em constante evolução - pavimentos asfálticos porosos têm potencial para melhorar o potencial sustentável da infraestrutura de transportes, uma vez que suas características permitem melhorias na segurança viária, na redução do ruído e drenagem da água. Como exemplos de camadas asfálticas permeáveis pode-se citar as misturas porosas européias (PEMs, do inglês, *Porous European Mixtures*), asfaltos porosos de duas camadas (TLPA, do inglês, *Two-Layer Porous Asphalt*), Camada Porosa de Atrito (CPA) e camadas de rolamento de graduação aberta (OGFC, do inglês, *Open-Graded Friction Courses*). A combinação da utilização de asfalto poroso com reciclagem de asfalto pode potencializar o atendimento do pavimento a requisitos de sustentabilidade, que consideram aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Uma das principais desvantagens das misturas porosas é sua baixa durabilidade e curta vida de serviço (Cooley *et al.*, 2009), o que implica na necessidade de frequentes ações de manutenção e reabilitação. Vários autores relatam a perda de agregados na superfície da camada como o principal fator que afeta a durabilidade destas misturas (Huber, 2000; Hagos *et al.*, 2007). Essa degradação pode ser agravada pela presença de umidade e/ou condições intensas de inverno, além de afetar a qualidade da passagem dos veículos e acelerar o aparecimento e a evolução de outros defeitos (Arámbula-Mercado *et al.*, 2019). Os testes mais utilizados para avaliar misturas porosas, comuns às especificações técnicas de vários países, são o desgaste Cântabro, que avalia a durabilidade por meio da resistência à perda de agregados, e Resistência à Tração (RT). No que se refere à resistência à água, é comum realizar testes em corpos de prova antes e após a etapa de condicionamento em água ou realizar ensaios que avaliem o dano por umidade, como o ensaio de dano por umidade induzida. Já para a avaliação do desempenho funcional dessas camadas, ensaios de permeabilidade e verificação de textura costumam ser realizados.

3. MÉTODO

Para atender aos objetivos desta pesquisa de mestrado, propõe-se o método detalhado do fluxograma da Figura 1.

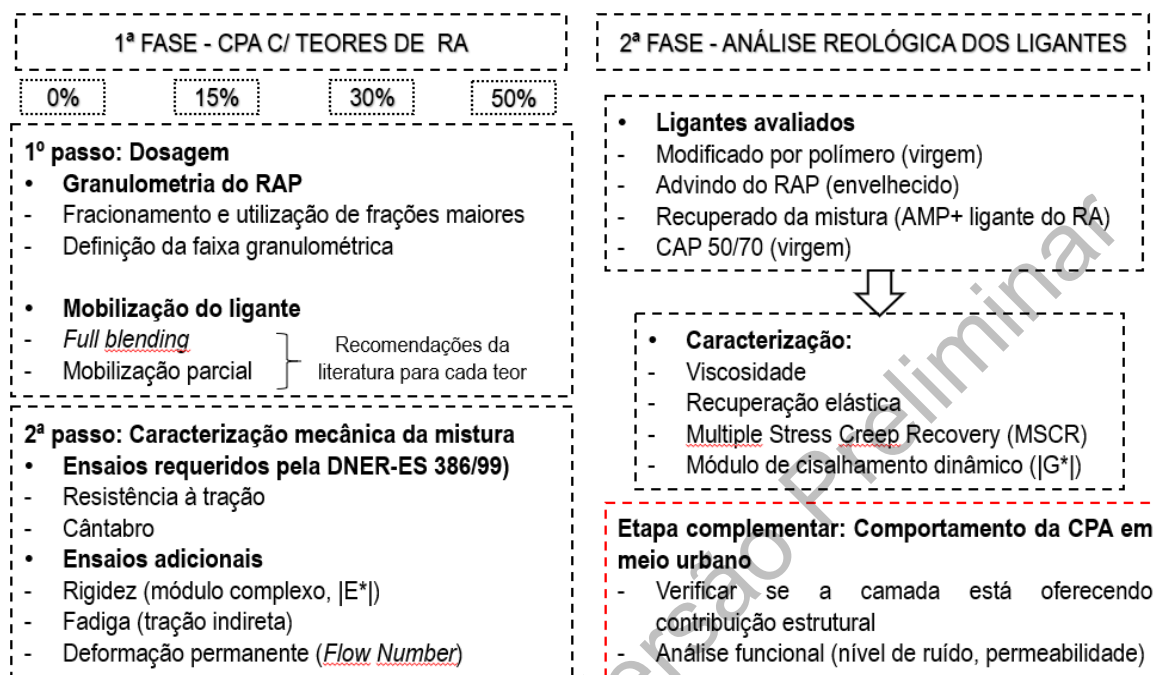


Figura 1: Fluxograma do método proposto para a pesquisa de mestrado

Na 1ª fase, vários teores de RA serão incorporados à CPA, considerando-se o que vem sendo posto na literatura no tocante ao percentual de mobilização do ligante do RA. Calcula-se, com base na granulometria do material reciclado que se pretende utilizar, de caráter mais fino, que será necessário utilizar apenas as frações mais graúdas deste. Feito isso, é necessário realizar os ensaios requeridos pela norma brasileira para misturas porosas, DNER-ES 386/99, a saber: desgaste Cântabro e RT. Por se tratar de uma camada funcional, é importante testar-se a permeabilidade desta mistura. Além disso, na etapa complementar, pretende-se obter o módulo complexo da mistura, como parâmetro de rigidez, bem como realizar ensaios de fadiga por tração indireta e de deformação permanente, por meio do *Flow number*, pois apesar de originalmente a CPA ser uma camada funcional, deseja-se verificar se a espessura de 3 cm de CPA que é aplicada em Fortaleza-CE está oferecendo contribuição estrutural. Maiores espessuras desta camada – assim como é utilizada no Japão, por exemplo – também serão testadas. Dessa forma, a rigidez da mistura, bem como seu comportamento frente aos defeitos citados podem ser utilizados como *inputs* em *softwares* de dimensionamento de pavimentos.

A interação do ligante envelhecido do RA com o ligante virgem incorporado a mistura é objeto de constante investigação quando se trata do uso de fresado em misturas asfálticas. Por se tratar de um tipo de revestimento que normalmente necessita de AMP, que é um produto mais oneroso, essa interação é particularmente importante, em especial nos casos em que maiores teores de RA é utilizado. Assim sendo, pretende-se testar com o uso do reômetro de cisalhamento dinâmico (DSR) ligantes virgens (o AMP utilizado em campo e um ligante comum, como o CAP 50/70, por exemplo), ligante recuperado do RA (da fração a ser utilizada na CPA) e ligantes recuperados das CPAs com RA. Ensaio convencionais também serão executados.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se entender como se comportam as CPAs com adição de RA, tanto do ponto de vista da interação dos ligantes bem como do desempenho mecânico da mistura. Para a 1ª fase, espera-se tecer recomendações quanto a viabilidade da incorporação de RA advindo de mistura sem polímero em CPA, além de se obter os parâmetros necessários para avaliar tensões e deformações em estruturas com utilização dessas misturas na camada de revestimento, a partir do uso de programas de dimensionamento - que é um dos objetivos que se pretende atingir na etapa complementar desta pesquisa. Com a 2ª fase, espera-se contribuir para a compreensão da interação entre diferentes proporções de um ligante envelhecido e um AMP, além de utilizar este conhecimento para tentar explicar parcialmente o comportamento da mistura asfáltica em campo. Por fim, pretende-se, ainda na etapa complementar, verificar se as misturas propostas satisfazem os aspectos funcionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da pesquisa através do CNPq pela bolsa de mestrado, à Insttate Engenharia Ltda. pelo apoio através da infraestrutura de laboratório, e ao laboratório de ligantes do LMP/UFC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barco Carrión, A. J.; D. Lo Presti e G.D. Airey (2015) Binder Design of High RAP Content Hot and Warm Asphalt Mixture Wearing Courses. *Road Materials and Pavement Design*, v. 16, n. S1, p. 460-474.
- Cooley Jr., L.A., J. W. Brumfield, R. B. Mallick, W. S. Mogawer, M. Partl, L. Pulikakos e G. Hicks (2009) Construction and Maintenance Practices for Permeable Friction Courses (National Cooperative Research Program Report 640). *In: National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D.C.*
- Copeland, A. (2011) Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures: State of the Practice. *In Publication No. FHWA-HRT-11-021. U.S. Department of Transportation.*
- Frigio, F., E. Pasquini, G. Ferrotti e F. Canestrari (2013) Improved durability of recycled porous asphalt. *Construction and Building Materials*, v. 48, p. 755-763.
- Frigio, F., E. Pasquini, M. N. Partl e F. Canestrari (2015) Use of Reclaimed Asphalt in Porous Asphalt Mixtures: Laboratory and Field Evaluations. *Journal of Materials in Civil Engineering*, v. 27(7): 04014211.
- Goh, S. W. e Z. You (2012) Mechanical Properties of Porous Asphalt Pavement Materials with Warm Mix Asphalt and RAP. *Journal of Transport Engineering*, v. 138, n.1, p. 90-97.
- Hagos, E. T., A. A. Molenaar, M. F. C. Van de Ven e J. L. M. Voskuilen (2007) Durability Related Investigation into Porous Asphalt. *Proceedings of the International Conference on Advanced Characterization of Pavement and Soil Engineering Materials*. Greece, Athens.
- Huber, G. (2000) Performance Survey on Open-Graded Friction Course Mixes (Synthesis of Highway Practice 284). *In Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.*
- Kanou, T., H. Nitta, I. Sasaki, A. Kawakami e K. Kubo (2010) Highly-Aged and Highly Modified Asphalt Concrete Recycling in Japan. *In 11th International Conference on Asphalt Pavements*, v. 1. Nagoia, Aichi, Japan.
- Kennedy, T. W., W. O. Tam e M. Solaimanian (1998) Optimizing Use of Reclaimed Asphalt Pavement with the SuperPave System. *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists*, v. 67, p. 311-333.
- Mallick, R. B., P. S. Kandhal e R. L. Bradburry (2008) Using Warm Mix Asphalt Technology to Incorporate High Percentage of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) material in asphalt mixes. *In 86th TRB - Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C.
- Praticò, F. G. e R. Vaiana (2012) Improving Infrastructure Sustainability in Suburban and Urban Areas: Is Pporous Asphalt the Right Answer? And How? *WIT Transactions on The Built Environment*, v. 128, p. 673-684.
- Praticò, F. G., R. Vaiana, M. Giunta, A. Moro e T. Iuele (2012) Permeable Wearing Courses by Recycling PEMs: Strategies and Technical Procedures. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, v. 53, p. 276 – 285.
- Praticò, F. G., R. Vaiana e M. Giunta (2013) Pavement Sustainability: Permeable Wearing Courses by Recycling Porous European Mixes. *Journal of Architecture Engineering*, v.19, n.3, p. 186-192.

(1) Carla Marília Cavalcante Alecrim (cmariliac.civil@gmail.com)

(2) Verônica Teixeira Franco Castelo Branco (veronica@det.ufc.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará
R. Prof. Armando Farias, 703 - Pici, Fortaleza - CE, 60020-181