

PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE AGREGADOS E LIGANTES DE REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS DO TIPO TRATAMENTO SUPERFICIAL

Gledson Silva Mesquita Júnior ⁽¹⁾

Suely Helena de Araújo Barroso ⁽²⁾

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes (PETRAN)

RESUMO

A dissertação de mestrado em andamento tem como principal objetivo propor critérios de seleção de ligantes e agregados para Tratamentos Superficiais (TS) com base em minimizar a ocorrência da perda de agregados e exsudação. Para tanto, serão avaliadas as etapas de dosagem e execução do revestimento através de corpos de prova retirados do campo e moldados em laboratório. Para avaliar a perda de agregado serão utilizados o *Wet Track Abrasion Test* (WTAT) e o *Flip-over Test* (FOT). Para o estudo da exsudação será usado o ensaio adaptado do *Loaded Wheel Test* (LWT). Durante esses testes, a identificação dos defeitos será realizada com o uso de Processamento Digital de Imagens (PDI). Espera-se contribuir para a melhoria das práticas utilizadas atualmente para a execução dos TS no Brasil e propor adaptações para as normas nacionais vigentes.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A aplicação de Tratamentos Superficiais (TS) como único revestimento asfáltico é uma prática comum em Rodovias de Baixo Volume de Tráfego (RBVT) brasileiras, principalmente em estados da Região Nordeste. Esse tipo de serviço é executado a partir da aplicação de camadas de ligante e agregado seguidas de compactação. O nível de serviço desse revestimento está associado à adequada seleção dos materiais, assim como à definição das taxas de dosagem e forma de compactação mais adequada. Em geral, as especificações de serviço para TS não contemplam critérios que definam controle técnico desses fatores, sendo importante que sejam desenvolvidas, no âmbito técnico e científico, normas ou procedimentos mais racionais de dosagem e execução dos serviços de TS.

No Estado do Ceará, o uso de TS compreende 64% dos revestimentos asfálticos aplicados em rodovias (DER-CE, 2017), indicando a necessidade de estudos que aperfeiçoem essa prática. Frequentemente, as técnicas aplicadas em campo podem resultar em revestimentos com defeitos funcionais ocasionados pelo uso inadequado dos materiais ou pela inclusão de processos empíricos na sua execução. Diferente do Brasil, a revisão dessas técnicas, com a inclusão de novos parâmetros, já trouxe bons resultados em países desenvolvidos onde esse serviço também é amplamente utilizado (Lee e Kim, 2009; Transit in New Zealand, 2005).

Os defeitos que mais prejudicam a qualidade dos TS são a exsudação e a perda de agregados (Silva, Barroso e Kim, 2018). A seleção de materiais e das suas taxas de aplicação adequadas são etapas fundamentais para redução da ocorrência desses defeitos. Tendo em vista essa problemática, o objetivo geral da presente dissertação é propor critérios de seleção de ligantes e agregados para tratamentos superficiais com base em minimizar a ocorrência da perda de agregados e exsudação. Foram também definidos os seguintes objetivos específicos: (i) identificar a ocorrência dos defeitos em revestimentos de TS no contexto estadual (Ceará) e nacional; (ii) caracterizar materiais (ligantes e agregados) convencionais e alternativos (agregado fresado) a serem utilizados em serviços de TS; (iii) testar diferentes dosagens dos materiais quanto à perda de agregado e exsudação; (iv) testar variações no grau de compactação das amostras e (v) avaliar o uso de PDI para a avaliação dos materiais quanto à exsudação.

2. BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Os TS compreendem um grupo de revestimentos betuminosos por penetração (DNIT, 2006). Embora a sua aplicação seja relativamente simples, existem alguns fatores que devem ser considerados para que os serviços sejam feitos adequadamente. Em geral, as propriedades de textura, porosidade e área superficial dos agregados influenciam diretamente no desempenho desse revestimento (Lee e Kim, 2008). Sendo assim, a seleção de materiais para TS é fundamental para um bom nível de serviço.

Deve-se ainda considerar a interação entre ligante e agregado, que nesse tipo de revestimento é feita apenas em campo, o que faz com que a etapa de compactação das camadas seja fundamental para a qualidade de execução do TS. É importante, diante disso, que a concepção dos novos revestimentos em TS seja feita de maneira otimizada visando adequar as variáveis principais de dosagem: a compactação; as taxas de agregado e ligante; e a faixa granulométrica utilizada. De fato, a granulometria exerce considerável relevância nesse caso, apresentando reflexos diretos no desempenho do revestimento (Silva, 2016; Lee e Kim, 2009; Mesquita Junior *et al.*, 2018). O uso de faixas mais uniformes, em geral, contribui para a mitigação dos principais defeitos ocorridos em TSs: a perda de agregado e a exsudação.

O uso de um parâmetro de uniformidade pode auxiliar a definir quais agregados são mais adequados. O *Performance-Based Uniformity Coefficient* (PUC) se apresenta como um bom critério de decisão, englobando limites em que há tendência de se ocorrer defeitos (Lee e Kim, 2009, Silva, 2018). Adams (2014) incluiu entre as principais causas associadas a esses defeitos, além de controle técnico inadequado, o uso de taxas excessivas de agregado e taxa insuficiente de ligante para recobrimento dos agregados. A definição dessas taxas requer atenção aos parâmetros de forma do agregado utilizado e da sua natureza.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia será dividida em duas fases (ver Figura 1).

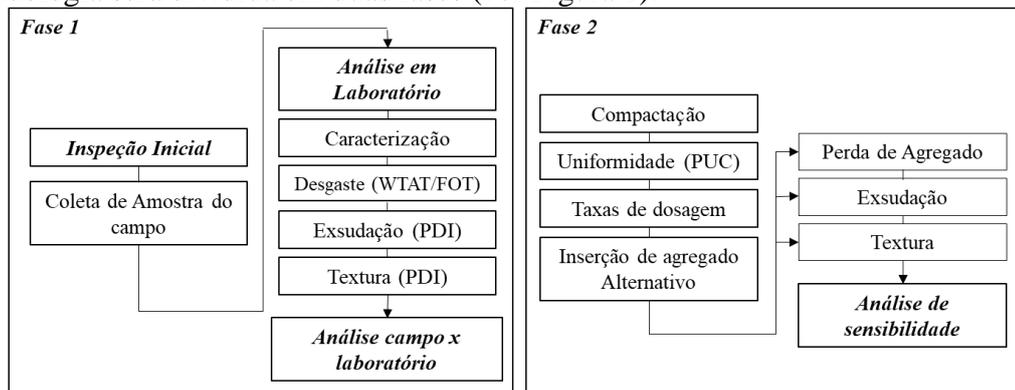


Figura 1: Fluxograma dos métodos a serem aplicados na pesquisa de mestrado

3.1 Fase 1 – Análise de Campo

Na primeira fase, será feito um diagnóstico das rodovias brasileiras em que há aplicação de TS nas estruturas. Será aplicado um questionário com a finalidade de elaborar um panorama nacional e um estadual (Ceará) acerca do uso desse serviço no Brasil, identificando as principais falhas e a ocorrência de defeitos. Serão enumerados ainda os procedimentos de dosagem adotados, assim como dados acerca da logística de execução do serviço. Em seguida, será selecionada uma obra com uma aplicação de TSD no estado do Ceará para acompanhamento. Serão retiradas amostras de campo para análise e comparadas com aquelas

preparadas em laboratório com os mesmos materiais. Serão agendadas visitas após a execução com a finalidade de avaliar, documentar e mapear a ocorrência de defeitos de campo.

Os materiais coletados na Fase 1 serão submetidos à metodologia de dosagem já estabelecida pela prática cearense (LOIOLA, 2009; PEREIRA, 2013; SILVA, 2018). Os corpos de prova moldados com os materiais coletados e os retirados do campo serão submetidos aos mesmos ensaios de desempenho. Para avaliar a perda de agregado serão utilizados o *Wet Track Abrasion Test* (WTAT) e o *Flip-over Test* (FOT). Para o estudo da exsudação será usado o ensaio adaptado do *Loaded Wheel Test* (LWT).

Após os testes de laboratório, a identificação dos defeitos de exsudação e perda de agregado serão calculados e avaliados também com o uso de Processamento Digital de Imagens (PDI) para que seja investigada a existência de uma correlação. Em seguida, os resultados obtidos a partir dos corpos de prova moldados em campo serão comparados com aqueles obtidos em laboratório. Os resultados desses testes devem, por conseguinte, ser comparados com a ocorrência dos defeitos no trecho em estudo.

Todos os corpos de prova utilizados nesta fase devem ainda ser submetidos à modelagem tridimensional antes e depois das análises. Essa técnica consiste em tratar imagens das amostras de modo a compor um modelo computacional com parâmetros de topografia e textura superficiais (ver Praticò, Vaiana e Iuele, 2015). Espera-se com esse teste observar a espessura do filme de ligante recobrindo os agregados e o arranjo dos mesmos. Será observada a evolução desses dados, conforme a execução dos ensaios, com o intuito de propor uma correlação e auxiliar na concepção de um modelo que indique quais variáveis mais interferiram nos testes de desempenho.

3.2 Fase 2 – Análise de Sensibilidade

Na segunda fase da proposta de pesquisa, os testes de desempenho apresentados na Fase 1 serão reproduzidos para novos corpos de prova nos quais serão aplicadas alterações dos seguintes fatores de dosagem: (i) a energia de compactação aplicada na moldagem: serão elaboradas amostras com energia de compactação superior e inferior à utilizada na moldagem da Fase 1; (ii) a uniformidade das granulometrias aplicadas em cada camada: as granulometrias dos agregados utilizados serão alteradas de acordo com o PUC calculado para maior e menor uniformidade; (iii) as taxas de ligante aplicadas: serão elaboradas novas amostras com modificação das taxas teóricas de ligante calculadas na dosagem em uma variação de 10% para aumento e diminuição dessa taxa e (iv) inserção do agregado fresado de ocorrência na Região Metropolitana de Fortaleza.

4. RESULTADOS PRELIMINARES E ESPERADOS

4.1 Avaliação da exsudação

É esperado como um dos principais resultados desse estudo a concepção de uma metodologia para a avaliação de TS em laboratório quanto à exsudação.

4.2 Resultados da análise de campo

Além de fomentar a importância das avaliações de campo, espera-se que, como resultado da Fase 1, sejam elencados erros nas etapas de execução dos TS e sejam recomendadas melhorias. Como produto desta etapa, serão elaborados manuais para melhor prática dos TS e um questionário de avaliação de serviço que sirva para orientar a sua adequada execução.

Além disso, os resultados obtidos nessa etapa devem servir como meio para avaliar a qualidade da metodologia de análise proposta em verificar em laboratório o desempenho dos revestimentos em campo. Sendo assim, espera-se que esses resultados estimulem a criação de um banco de dados de caracterização de agregados para TS para o estado do Ceará.

4.3 Resultados da análise de sensibilidade

Espera-se ao final desta etapa que sejam identificadas as influências que cada variável de dosagem exerce sobre a qualidade dos TS. A partir disso, será proposto um modelo que tente expor matematicamente essa relação de influência.

4.4. Resultados quanto ao emprego do fresado em TS

O uso do material fresado como componente de camadas de TS já se apresentou como uma possibilidade eficaz em um estudo preliminar que comparou a inserção desse material em uma composição com agregado mineral para uma única camada (Mesquita Junior *et al.*, 2018). Espera-se que esse material seja incorporado nas demais análises propostas neste estudo sem perda de desempenho ou necessidade de acréscimo de consumo de outros insumos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da pesquisa através: (i) do CNPq pela bolsa de mestrado; (ii) do Edital Universal Processo 432432/2016-17 do CNPq e (iii) à Petrobras por meio da Rede Temática de Asfaltos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. M. (2014) Development of a Performance-Based Mix Design and Performance-Related Specification for Chip Seal Surface Treatments. Tese (doutorado). Civil Engineering, NC State University. Raleigh.
- CNT (2015) Pesquisa CNT de Rodovias 2015: Relatório Gerencial. Brasília.
- DER-CE (2000) *DERT-CE. ES – P 11/00: Tratamento Superficial Duplo. Especificações gerais para serviços e obras rodoviárias*. Pavimentação. Fortaleza, Ceará.
- DER-CE (2017). Informativo gerencial 2017. Disponível em: <http://www.der.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/30/2018/01/informativo_gerencial2017.pdf>. (Acesso em: 09/07/2018)
- Lee, J. S. e Kim, Y. R. (2008) Understanding the Effects of Aggregate and Emulsion Application Rates on Performance of Asphalt Surface Treatments. TRR Journal of the TRB, v. 2044, Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D.C., p. 71–78. DOI: 10.3141/2044-08
- Lee, J. S. e Kim, Y. R. (2009) Performance-Based Uniformity Coefficient of Chip Seal Aggregate. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, v. 2108, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., p. 53–60. DOI: 10.3141/2108-06
- Loiola, P. R. R. (2009) Estudo de Agregados e Ligantes Alternativos para Emprego em Tratamentos Superficiais de Rodovias. Dissertação (mestrado). Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- Mesquita Júnior, G. S. M.; Silva, R. C.; Barroso, S. H. de A.; Kim, Y. R. (2018) *Evaluation of the integration of alternative materials in laboratorial tests of chip seals*. 2018 ISAP Conference.
- Pereira, S. L. O. (2013) Avaliação dos Tratamentos Superficiais simples, duplo e triplo de rodovias através do emprego de diferentes agregados da região metropolitana de Fortaleza. Dissertação (mestrado). Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- Praticò, F. G.; Vaiana, R.; Iuele, T. (2015) *Macrotexture modeling and experimental validation for pavement surface treatments*. Construction and Building Materials 95 (2015) 658-666
- Silva, R. C. (2016) Introdução de um novo coeficiente para análise de desempenho dos tratamentos superficiais a partir dos estudos desenvolvidos nos Estados do Ceará/Brasil e Carolina do Norte/USA. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Graduação em Engenharia Civil
- Silva, R. C.; Barroso, S. H. de A.; Y. R. Kim. (2018) Introdução do coeficiente de uniformidade para avaliação de revestimentos asfálticos do tipo tratamentos superficiais. Revista Transportes. V. 26 n. 1. P 42-53. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i1.1371>
- Transit New Zealand (2005) Chip sealing in New Zealand. ISBN: 0-478-10562-2.

(1) gledson@det.ufc.br e (2) suelly@det.ufc.br