

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS NA ESTABILIDADE DO CONCRETO BETUMINOSO UTILIZADO PARA REVESTIMENTO ASFÁLTICO

Diego Holanda dos Santos

*Discente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(diegohsbio@gmail.com)*

Vinícius Fernandes Ferreira

*Discente do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(vinicius_ff1@hotmail.com)*

Isa Lorena Silva Barbosa

Professora Mestra do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (isa_barbosao@hotmail.com)

RESUMO

Estudou-se a influência dos agregados graúdos na estabilidade do concreto betuminoso ideal para revestimento asfáltico. Após a definição do traço ideal com os materiais utilizados, foram dosadas mais duas misturas, variando-se a quantidade de brita para mais e para menos, afim de que fosse feita a análise da influência do agregado graúdo sobre as características mecânicas do CBUQ. Foi realizada a caracterização de todos os materiais individualmente para conseguir realizar os cálculos da dosagem ideal. A composição do concreto betuminoso satisfaz os valores de tolerância a respeito da granulometria ME-083 (DNER, 1998c), e os ensaios com a mistura foram: índice de vazios, relação betume/vazios e estabilidade mínima (Kgf), todos segundo a norma ME-043 (DNER, 1995) e resistência à tração por compressão diametral estática a 25° C segundo a ME-136 (DNIT, 2010b). Todos os ensaios observaram os parâmetros para CBUQ de camada de revestimento (Faixa C) e que se englobam no chamado ensaios Marshall. Com os três valores dos ensaios de desempenho, foi possível comparar os resultados de resistência e fluência de cada traço analisado, possibilitado estabelecer paralelo da composição granulométrica dos traços com o melhor resultado nos ensaios.

Palavras-Chave: Dosagem, CBUQ, Agregado graúdo.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Bernucci et al (2010) os pavimentos são estruturas compostas, constituídas de múltiplas camadas, tendo com camada mais externa o revestimento, este sendo o responsável por receber a carga dos veículos e sofrer a ação das intempéries ambientais. Devendo assim, ser o mais resistente possível aos esforços dinâmicos e variáveis do contato dos pneus com o revestimento e ser impermeável (o quanto possível).

Segundo o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006c) revestimento é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto à comodidade e segurança e a resistir ao desgaste. O revestimento é definido em cada rodovia de acordo com o “N”, número equivalente de operações do eixo simples padrão durante um período da contagem do tráfego de cada rodovia e de acordo com os parâmetros de tráfego usado no dimensionamento, para rodovias com o número N maior que 5×10^6 o Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) recomenda que seja adotado o revestimento de concreto betuminoso.

Praticamente todas as rodovias que possuem uma quantidade de tráfego mais elevada necessita de manutenções de seu revestimento com grande periodicidade. Em 2012 foram gastos R\$ 18,7 Bilhões e em 2013 foram gastos R\$ 12,7 Bilhões de reais na manutenção das rodovias, além do elevado gasto nas manutenções, a má conservação das rodovias aumenta a quantidade de combustível gastos, uma pesquisa realizada em 2013 pela CNT, indicou um gasto de R\$ 1,39 Bilhões de reais, agravando-se a situação pela emissão de gás carbônico na atmosfera principal gás do efeito estufa, com a quantidade de combustível gasto chega-se a lançar 1,77 Megatoneladas desse gás em um ano informa a pesquisa.

Diante deste déficit de estradas pavimentadas no país e sua relevância socioeconômica, fica claro a necessidade de estudos sobre a composição dos revestimentos das pavimentações, em especial para este trabalho o estudo do Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ), visando o melhor aproveitamento de materiais (agregado graúdo), maior economia, durabilidade e desenvolvimento do conhecimento técnico.

Após a realização de todos os ensaios, os resultados possibilitarão propor a influência do agregado graúdo sobre o CBUQ, fornecerá parâmetros para determinação dos agregados utilizados em dosagem de concreto betuminoso bem como ajudará a definir as melhores proporções de acordo com cada necessidade de projeto proposto. Assim, essa pesquisa poderá ser utilizada como parâmetro para o meio técnico, auxiliando nas definições das dosagens de CBUQ que visem maior economia, qualidade e benefícios ao meio ambiente.

2 METODOLOGIA

Serão dosados três traços de CBUQ em três corpos-de-prova para cada traço (mistura), em todos os traços serão fixados os componentes: agregado miúdo e ligante

asfáltico. O ligante utilizado será o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) 50/70, o agregado miúdo será pó de pedra que apresente valor igual ou superior que 55% no ensaio de equivalente de areia.

Os ensaios necessários do ligante asfáltico de acordo com a norma do ES-031 (DNIT,2006) são: Ensaio do ponto de Penetração ME-155 (DNIT, 2010c); Ponto de amolecimento ME-131 (DNER, 2010); Viscosidade BROOKFIELD NBR-15184 (ABNT, 2005); Ponto de fulgor NBR-11341 (ABNT, 2015).

Os ensaios necessários do agregado graúdo de acordo com as instruções da norma ES- 031 (DNIT,2006) são: desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% ME-035, (DNER, 1998); índice de forma superior a 0,5 ME-086 (DNER, 1994b); adesividade ao ligante betuminoso com índice satisfatório ME-078 (DNER, 1994); densidade e absorção ME-081 (DNER, 1998b). Para a caracterização do agregado miúdo e material de enchimento são necessários os ensaios: equivalente de areia ME-054 (DNER, 1997); densidade real e aparente ME-084 (DNER, 1995b). Será adotado o mesmo agregado graúdo nos três traços do CBUQ, entretanto, será quantificado em três porções distintas para possibilitar a análise da influência deste na composição do concreto betuminoso e na fluência final.

Com os três valores dos ensaios será possível analisar de forma gráfica, uma curva, que indique a evolução da resistência do CBUQ com o aumento e diminuição da proporção do agregado graúdo.

A composição do concreto betuminoso deverá satisfazer os valores de tolerância a respeito da granulometria ME-083 (DNER, 1998c), os ensaios com a mistura serão: índice de vazios, relação betume/vazios, estabilidade mínima (Kgf) todos segundo a norma ME-043 (DNER, 1995) e resistência à tração por compressão diametral estática a 25° C segundo a ME-136 (DNIT, 2010b). Todos observando os parâmetros para CBUQ de camada de revestimento (Faixa C) e que se englobam no chamado ensaios Marshall.

Todos os ensaios serão realizados nos laboratórios da Objetivo Serviços Asfálticos e no laboratório Carlos Campos em Goiânia. Foi utilizado para cálculos e geração de gráficos o software Excel.

3 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

Todos os revestimentos asfálticos constituem-se de associações de ligantes asfálticos, de agregados e, em alguns casos, de produtos complementares. Essas associações, quando executadas e aplicadas apropriadamente, devem originar estruturas duráveis em sua vida de serviço. Para que isso ocorra, deve-se conhecer e selecionar as propriedades que os agregados devem conter (BERNUCCI et al, 2010).

O presente trabalho teve como objeto de estudo a avaliação da influência dos agregados graúdos nas características do Cimento Betuminoso Usinada à Quente, realizado em parceria com a Objetivo Serviços - Asfálticos, Laboratório Carlos Campos e Pedreira Anápolis. Numerosos testes foram realizados afim de se garantir que todos os insumos utilizados para a produção do revestimento asfáltico fossem dentro dos padrões exigidos para a Faixa "C" do DNIT, bem como das demais normas complementares.

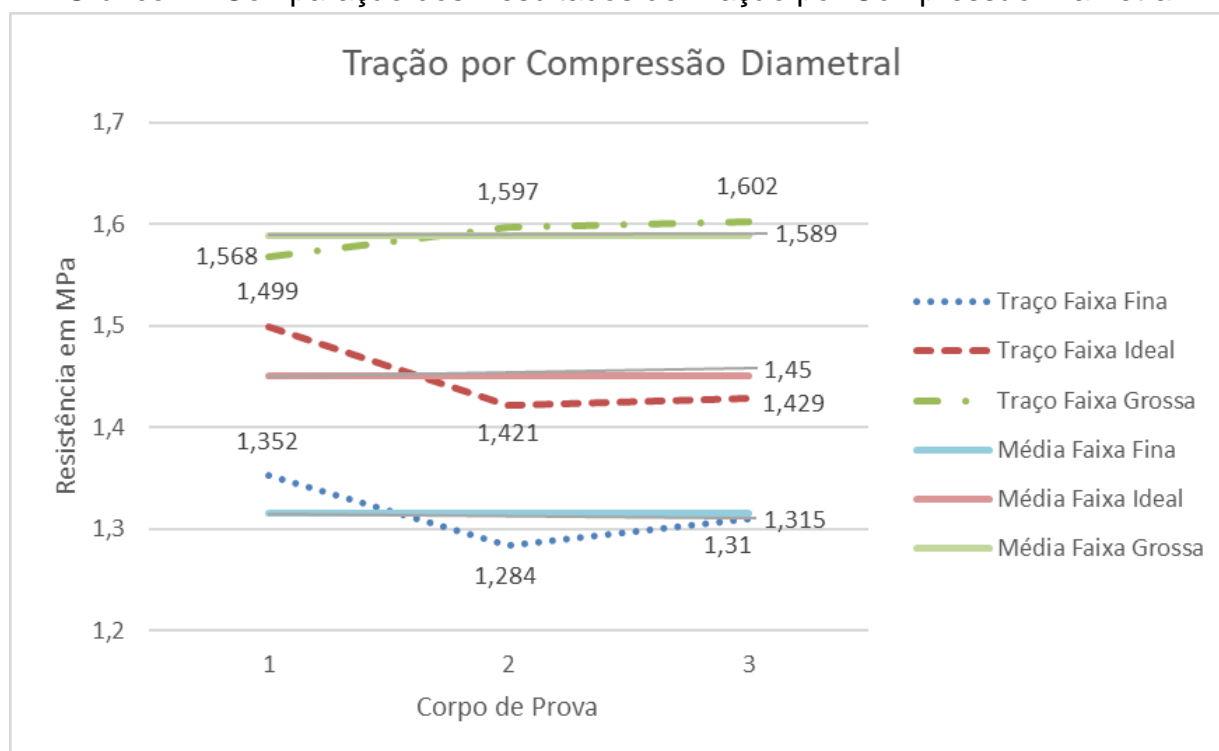
Os ensaios realizados durante os estudos, tanto para os agregados quanto para o ligante asfáltico e também para as suas misturas, mostraram resultados satisfatórios dando assim veracidade aos resultados finais encontrados.

Os métodos de ensaios descritos no capítulo 2, possibilitaram a caracterização dos agregados graúdo, miúdo e ligante asfáltico que compõem os concretos asfálticos em análise, sua comparação com os valores mínimos e/ou máximos requeridos pelas normas ES-031 (DNIT, 2006) e EM-095 (DNIT, 2006b), e constatação através dos resultados que os insumos atendem adequadamente os parâmetros requeridos. Deste modo, a análise dos resultados dos ensaios de tração por compressão diametral e compressão Marshall possibilitará a verificação da influência dos agregados no desempenho dos traços aqui estabelecidos.

3.1 ENSAIOS DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

A norma 031-ES (DNIT, 2006) estabelece que a resistência mínima à tração aceitável para a camada de rolamento seja de 0,65 MPa. Observa-se (Gráfico 1) que todos os traços atenderam adequadamente a exigência mínima, tendo traço da Faixa Grossa apresentado a melhor resistência média no valor de 1,589 Mpa, seguido da Faixa Ideal no valor de 1,45 MPa e a Faixa Fina apresentando a menor resistência a tração no valor de 1,315 MPa.

Gráfico 1 - Comparação dos Resultados de Tração por Compressão Diametral



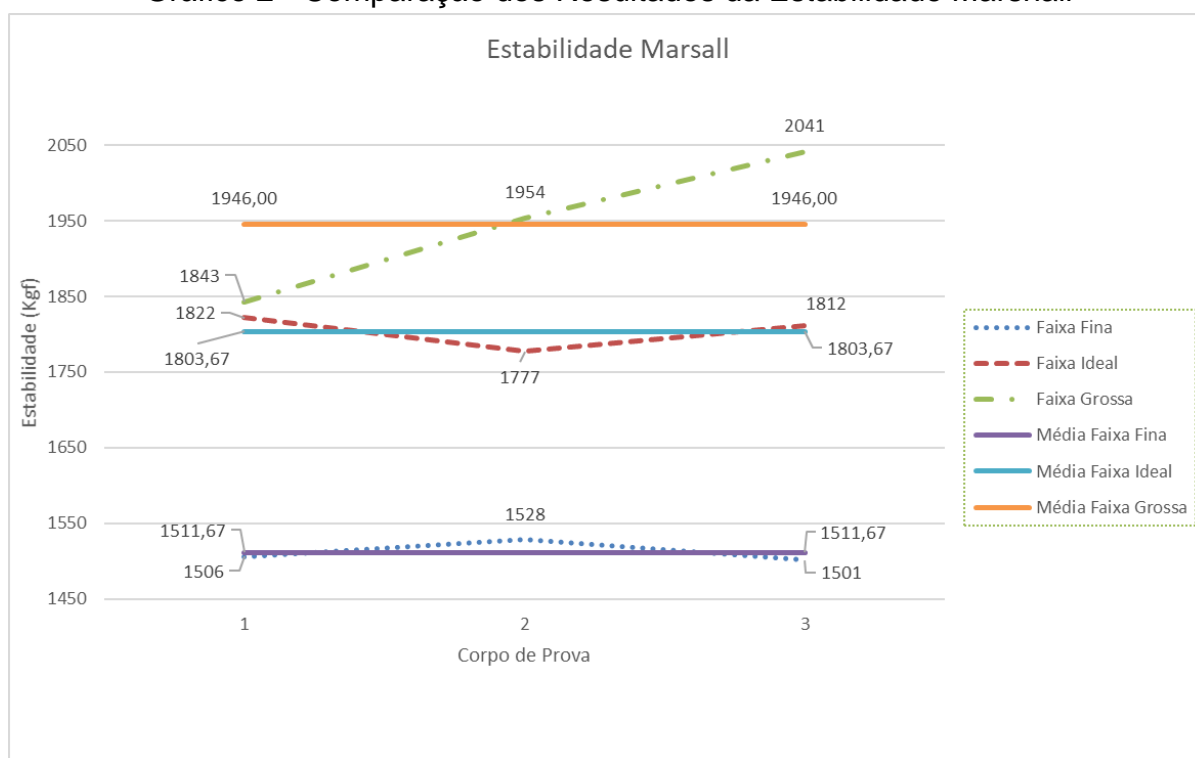
Fonte: Próprios autores, 2018.

3.2 ENSAIOS MARSHALL

3.2.1 Estabilidade Marshall

A norma 031-ES (DNIT, 2006) determina que o concreto asfáltico tenha estabilidade mínima de 500 kgf para moldagem com 75 golpes. Os resultados obtidos (Gráfico 2) demonstram que todos os traços atenderam o parâmetro mínimo exigido, tendo a Faixa Grossa apresentado a melhor resistência à compressão radial no valor médio de 1946 Kgf, seguida da Faixa Ideal com valor médio de 1803,67 Kgf, tendo a Faixa Fina apresentado o menor valor de resistência de 1511,67 Kgf.

Gráfico 2 - Comparação dos Resultados da Estabilidade Marshall

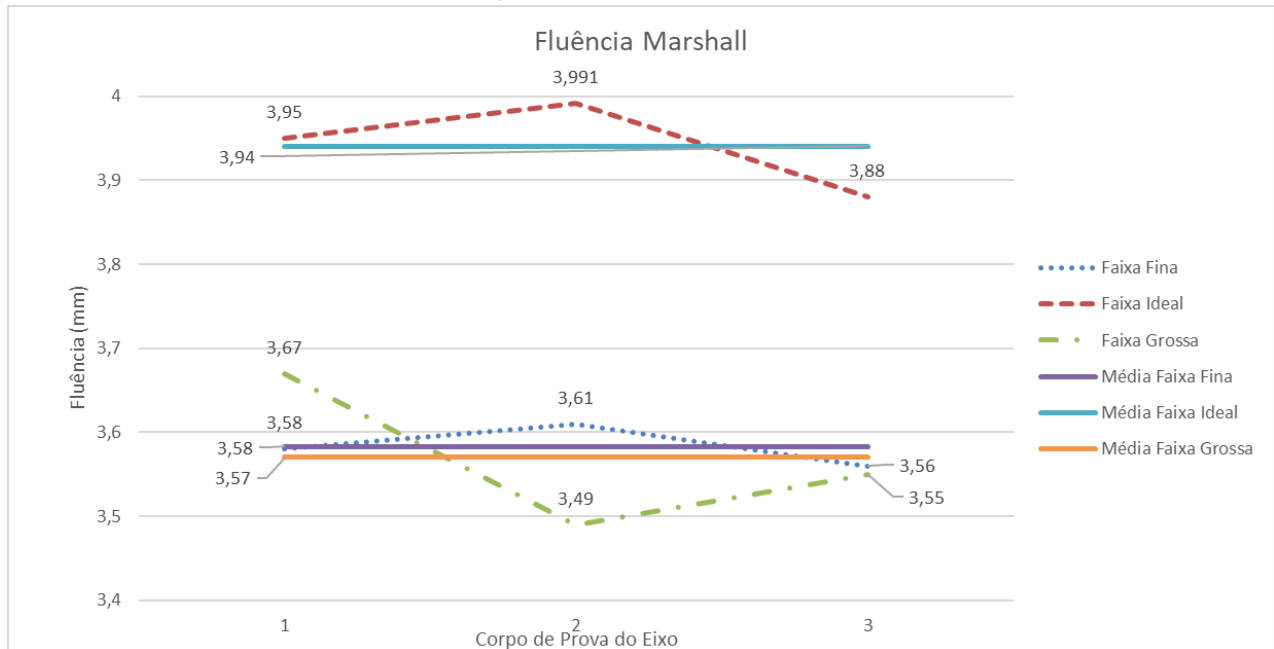


Fonte: Próprios autores, 2018.

3.2.2 Fluência Marshall

A determinação do valor ideal da fluência ou margem de trabalho depende diretamente da observação empírica do comportamento do concreto asfáltico, sendo adotado neste trabalho os valores utilizados pela usina de CBUQ onde foram realizados os experimentos que varia de 2,5 à 4,5 mm. Com base nestes parâmetros observa-se que o traço Ideal apresentou a maior deformação vertical média, no valor de 3,94 mm, seguido da Faixa Fina com 3,58 mm e a Faixa Grossa apresentando a menor deformação de 3,57mm.

Gráfico 3 - Comparação dos Resultados da Fluência Marshall



Fonte: Próprios autores, 2018.

4 CONCLUSÃO

Conforme pôde-se observar todas as misturas atenderam aos requisitos estabelecidos pelas normas. Todavia, o traço Faixa Grossa apresentou os melhores resultados nos ensaios de tração e compressão, demonstrando ainda uma menor deformação vertical (fluência) quando comparado com os outros traços. Pode se atribuir tal desempenho ao maior percentual de agregado graúdo presente na mistura (58%), comparado com a Faixa Ideal (52%) e Faixa Fina (41,5%).

Assim, sugere-se para trabalhos futuros a análise da viabilidade econômica dos traços aqui apresentados, verificando o custo comercial de cada traço e sua viabilidade de mercado.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15184: Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. Rio de Janeiro. 2005

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11341: Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto de Cleveand. Rio de Janeiro. 2015.

BERNUCCI, Liedi Bariani, MOTTA, Laura Maria Goretti da, CERATTI, Jorge Augusto Pereira, & SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 3ª ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA. 2010

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial. BRASÍLIA: CNT : SEST : SENAT. 2017

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 078. Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro. 1994

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 086. Agregados – determinação do índice de forma. Rio de Janeiro. 1994b

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 043. Misturas betuminosas a quente: Ensaio Marshall. Rio de Janeiro. 1995

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 084. Agregado miúdo – determinação da densidade real. Rio de Janeiro. 1995b

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 054. Equivalente de Areia. Rio de Janeiro. 1997

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 035. Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro. 1998

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 081. Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo. Rio de Janeiro. 1998b

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem. ME – 083. Agregados – análise granulométrica. Rio de Janeiro. 1998c

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. ES – 031. Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro. 2006.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. EM – 095. Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material. Rio de Janeiro. 2006b

DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2006c

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. ME – 131. Materiais asfálticos – Determinação de ponto de amolecimento – Método do Anel e Bola – Método de ensaio. Rio de Janeiro. 2010.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. ME – 136. Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas - Determinação da resistência à tração por compressão diametral - Método de ensaio. Rio de Janeiro. 2010b

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. ME – 155. Material asfáltico – Determinação de Penetração – Método de ensaio. Rio de Janeiro. 2010c

UOL, Má conservação de rodovias elevam em R\$ 14 Bilhões os gastos de combustíveis. <http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/11/01/ma-conservacao-de->

rodovias-elevam-em-r-14-bi-gasto-de-combustivel-diz-pesquisa.htm. Consultado em fevereiro de 2016.