

**JOÃO DALLAMUTA
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)**

CONCEITOS E FERRAMENTAS NA ENGENHARIA DE TRANSPORTES



Atena
Editora
Ano 2019

João Dallamuta
Rennan Otavio Kanashiro
(Organizadores)

Conceitos e Ferramentas na Engenharia de Transportes

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C744	Conceitos e ferramentas na engenharia de transportes [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-352-1 DOI 10.22533/at.ed.521192405 1. Engenharia de transportes – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João. II. Kanashiro, Otavio. CDD 629.04
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta obra é composta por pesquisas realizadas por professores, alunos de graduação e pós-graduação cujas linhas de pesquisa procura modelar e propor soluções para problemas práticos de transporte, sobretudo no cenário brasileiro

Os desafios da engenharia de transporte envolvem aspectos técnicos inerentes ao ofício de engenheiro, mas sobretudo humanos, uma vez que envolve diretamente questões ligadas a segurança. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) o Brasil ocupa o quinto lugar entre os países recordistas em mortes no trânsito, atrás somente da Índia, China, Estados Unidos e Rússia. Considerando que dentre estas nações, apenas a Rússia apresenta população inferior a brasileira temos um trânsito violento tanto em indicadores absolutos quanto proporcionais.

Outros aspectos importantes no cenário de engenharia aplicada a problemas de trânsito é a eficiência. Temos uma matriz de transporte basicamente rodoviária e um ambiente regulatório e político complexo para mudar este cenário, via de regra nossos pesquisadores modelam e otimizam em cima de condições de contorno que não são nem de longe as melhores, como no dito popular, tiram leite de pedra. Ganhos de eficiência mesmo que pequenos, no Brasil são importantes, haja vista o cenário custoso (em valores monetários, tempo e riscos) que temos no Brasil.

E por fim, destacamos a importância da sustentabilidade. Há pouco mais de 40 anos atrás demos uma resposta a um problema, que na época era econômico e não de sustentabilidade, com o Proálcool. Atualmente novos desafios de sustentabilidade irão gerar impacto na engenharia de transporte. O biodiesel, veículos híbridos, elétricos e novas exigências legais de construção de vias tanto urbanas quanto intermunicipais, devem provocar mudanças nos paradigmas atuais.

Esta obra reunimos aspectos de modelagem, otimização e estudos de problemas práticos. Também são abordadas pesquisas nas áreas de construção e urbanismo. Todos os trabalhos com discussões de resultados e contribuições genuínas em suas áreas de conhecimento.

Boa leitura.

João Dallamuta
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
USO DE MODELAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS CONECTADA A UM SIG PARA A GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS	
José Leomar Fernandes Júnior Simone Becker Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.5211924051	
CAPÍTULO 2	15
MODELOS DE CONTROLE SEMAFÓRICO PARA OTIMIZAÇÃO DE FLUXO DE TRÁFEGO EM VIAS URBANAS	
Ana Caroline Meireles Soares João Viana da Fonseca Neto Patrícia Helena Moraes Rêgo	
DOI 10.22533/at.ed.5211924052	
CAPÍTULO 3	26
MODELAGEM DE UMA REDE LOGÍSTICA REVERSA PARA COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Adelaida Pallavicini Fonseca Milton Jonás Monteiro José Antonio Rodríguez Melquiades	
DOI 10.22533/at.ed.5211924053	
CAPÍTULO 4	44
SIMILARIDADES E DISSIMILITUDES DAS CARACTERÍSTICAS DOS CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO EM CIDADES GLOBAIS	
Maria Ivana Vanderlei Leonardo Herszon Meira Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto	
DOI 10.22533/at.ed.5211924054	
CAPÍTULO 5	60
SHOPPING CENTER COMO ATRATIVO DE CONDOMÍNIOS VERTICAIS E AS INFLUÊNCIAS NO TRÁFEGO VIÁRIO	
Maximillian Nascimento da Costa Jussara Socorro Cury Maciel	
DOI 10.22533/at.ed.5211924055	
CAPÍTULO 6	72
TRANSPORTES, ACESSIBILIDADE URBANA E AS CALÇADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO	
Lucas de Souza Ramalhaes Feitosa Roberto Righi	
DOI 10.22533/at.ed.5211924056	

CAPÍTULO 7	88
REGULAÇÃO DO USO DO ESPAÇO PÚBLICO EM CIDADES DE PEQUENO PORTE: UMA ANÁLISE TEÓRICA ENTRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS, A LEGISLAÇÃO E A PRÁTICA	
Dannúbia Ribeiro Pires	
Leonardo Herszon Meira	
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.5211924057	
CAPÍTULO 8	104
A RELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO ESCOLAR E MELHORIAS DECORRENTES DE PROGRAMAS DE TRANSPORTE ESCOLAR RURAL: UM ESTUDO EM SANTA MARIA DO CAMBUCÁ – PE	
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento	
Mauricio Oliveira de Andrade	
Dannúbia Ribeiro Pires	
DOI 10.22533/at.ed.5211924058	
CAPÍTULO 9	119
AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS A QUENTE DOSADAS PELA METODOLOGIA <i>SUPERPAVE</i>	
Matheus Covelo Machado	
Heraldo Nunes Pitanga	
Taciano Oliveira da Silva	
Adriano de Freitas Teixeira	
Valéria Martins da Costa Pena	
Giovani Levi Sant'Anna	
DOI 10.22533/at.ed.5211924059	
CAPÍTULO 10	135
CARACTERÍSTICAS DE VULNERABILIDADE EM IDOSOS E OBESOS NAS TRAVESSIAS DE PEDESTRE	
Frederico Souza Gualberto	
Janaína Amorim Dias	
Heloísa Maria Barbosa	
Marcelo Franco Porto	
Marconi Gomes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.52119240510	
CAPÍTULO 11	151
DESASTRES NATURAIS: SELEÇÃO E LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DE ABRIGOS PARA FLAGELADOS	
Manuela Marques Lalane Nappi	
João Carlos Souza	
DOI 10.22533/at.ed.52119240511	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	167

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS A QUENTE DOSADAS PELA METODOLOGIA *SUPERPAVE*

Matheus Covelo Machado

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

Heraldo Nunes Pitanga

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

Taciano Oliveira da Silva

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

Adriano de Freitas Teixeira

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

Valéria Martins da Costa Pena

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

Giovani Levi Sant'Anna

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo principal analisar o comportamento mecânico de misturas asfálticas a quente dosadas pela metodologia *Superpave*, empregando-se o ligante asfáltico CAP 50/70. A faixa granulométrica selecionada para o estudo foi a “C”, destinada à camada de rolamento, segundo a especificação ES 031 (DNIT, 2006a). O teor asfáltico de projeto obtido foi de 3,8% em relação a massa total da mistura. Para essa mistura,

a razão entre as médias dos resultados dos ensaios de módulo de resiliência e de resistência à tração por compressão diametral foi similar ou inferior àquelas identificadas na literatura técnica para misturas asfálticas similares. Comparativamente a misturas asfálticas similares dosadas pelo método *Marshall*, essa razão foi significativamente diferente, realçando as possíveis incongruências entre esses métodos de dosagem e compactação. Com o presente trabalho, busca-se expandir o conhecimento das propriedades mecânicas de misturas asfálticas a quente dosadas segundo as exigências da metodologia *Superpave*.

PALAVRAS-CHAVE: Misturas asfálticas a quente. Dosagem *Superpave*. Propriedades mecânicas..

ABSTRACT: This study aimed to analyze the mechanical behavior of hot mix asphalt, dosed by *Superpave* methodology, using the asphalt binder CAP 50/70. The C particle size range was selected for the study, used in the surface course according to the specification ES 031 (DNIT, 2006a). The design asphaltic mixture contained 3.8% asphalt binder, in relation to the total mass of the mixture. For this mix, the ratio between the mean values of the results of tests of resilient modulus and tensile strength by diametrical compression was similar to or lower than those identified in the pertinent literature for

similar asphalt mixtures, Compared to similar asphalt mixtures dosed by the Marshall method, this ratio was significantly different, highlighting the possible differences between these dosing and compaction methods. With the present study, it is sought to expand the knowledge of the mechanical properties of hot mix asphalt dosed according to the requirements of the Superpave methodology.

KEYWORDS: Hot asphalt mixtures. Superpave method. Mechanical properties.

1 | INTRODUÇÃO

O modal rodoviário lidera a matriz de transportes do Brasil, contando, segundo o boletim estatístico da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2015), com 1.720.643 km de rodovias, dos quais 210.619 km são de rodovias pavimentadas. Mesmo representando pouco mais que 12% de toda malha rodoviária brasileira, as rodovias pavimentadas suportam grande parte do transporte, tanto de cargas quanto de passageiros.

Independentemente do tipo de pavimento rodoviário (rígido, flexível ou semi-rígido), tal estrutura deve ser projetada para resistir adequadamente aos esforços gerados pelo tráfego e pelo clima, além de garantir que o rolamento dos veículos se dê com conforto e segurança (Balbo, 2007). A estrutura do pavimento flexível, em particular, a mais amplamente empregada nas rodovias brasileiras, é composta, basicamente, pelas camadas de sub-base, base e revestimento asfáltico, com eventual presença da camada de reforço do subleito.

Por ser a camada externa do pavimento, o revestimento asfáltico sofre mais intensamente as ações do tráfego e das intempéries, justificando o estudo de suas propriedades mecânicas visando a averiguação prévia de seu desempenho sob solicitações similares às solicitações impostas em serviço (Bernucci et al., 2008).

Segundo Nascimento (2008), um dos fatores que influencia o desempenho do pavimento flexível é a correta dosagem experimental da mistura asfáltica constituinte da camada de revestimento. No Brasil, a técnica de dosagem Marshall é bastante utilizada, pois se trata de uma metodologia simples e de baixo custo, na qual se utilizam impactos de um soquete metálico como método de compactação. Contudo, uma técnica mais recente tem representado um avanço nas metodologias de dosagem, que é o sistema Superpave, pois este simula melhor as condições de compactação de campo, considerando variáveis climáticas e de tráfego como parâmetros na escolha dos materiais usados na mistura asfáltica destinada a compor a camada de revestimento asfáltico (Motta et al., 1996).

A necessidade de um novo método de dosagem veio da observação de deformações permanentes prematuras em rodovias americanas de tráfego pesado, durante os anos 80. Tais deformações foram associadas ao excesso de ligante nas misturas dosadas segundo o método Marshall e levavam a acreditar que os corpos de prova compactados com impacto estavam apresentando densidades diferentes das

misturas asfálticas produzidas em campo (Vasconcelos, 2004).

Dessa forma, foi apresentada pelo Strategic Highway Research Program (SHRP), programa de estudo desenvolvido nos EUA sobre materiais asfálticos, a metodologia Superpave, cuja principal inovação é a forma de compactação da mistura asfáltica. Enquanto no método de dosagem Marshall a compactação é feita por impacto (golpes), no método de dosagem Superpave ela é realizada por amassamento (giros), utilizando-se do Compactador Giratório Superpave (CGS). Dosagens de concreto asfáltico feitas pelas metodologias Marshall e Superpave podem resultar em teores de projeto semelhantes ao se manter a granulometria da mistura dos agregados, entretanto os parâmetros volumétricos e as características mecânicas das misturas compactadas se mostram diferentes, influenciados, fundamentalmente, pela forma de compactação (Marques et al., 2001).

Segundo Nascimento et al. (2006), as dosagens Marshall e Superpave para energias equivalentes fornecem teores de ligante de projeto similares, porém, em termos de propriedades mecânicas tais como o módulo de resiliência (MR) e a resistência à tração por compressão diametral (RT), podem resultar em valores diferentes, pois as estruturas do esqueleto mineral geradas pela compactação por impacto (Marshall) e por amassamento (Superpave) são distintas e interferem no valor dessas propriedades mecânicas. Informações complementares sobre a metodologia Superpave e seu protocolo podem ser encontradas em Bernucci et al. (2008) e em Asphalt Institute (2001).

Dentro dessa perspectiva, considerando-se o caráter ainda incipiente do emprego da metodologia Superpave no Brasil e buscando expandir o conhecimento das propriedades mecânicas de misturas asfálticas a quente dosadas segundo as exigências dessa metodologia, realizou-se, nesse trabalho, um estudo de parâmetros mecânicos derivados dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral (RT) e de módulo de resiliência (MR) a fim de contribuir para um melhor entendimento das respostas do material, quando dosado e compactado pela metodologia Superpave.

Adicionalmente, o presente trabalho visa ampliar o banco de dados nacionais pertinentes à dosagem de misturas asfálticas pela referida metodologia, a fim de que a mesma possa gradualmente ser considerada nos centros de pesquisa especializados, nos laboratórios dos cursos de graduação e pós-graduação e, conseqüentemente, na prática profissional da engenharia rodoviária nacional, contribuindo para a redução das patologias derivadas de eventuais incompatibilidades entre a dosagem de laboratório e o procedimento de execução em campo dessas misturas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para a realização dos ensaios de laboratório, foram utilizados os seguintes agregados: brita 0, brita 1 e pó de pedra. Esses agregados foram provenientes da pedreira Ervália, localizada no município de Ervália, situado na Zona da Mata Norte do estado de Minas Gerais. A faixa granulométrica adotada neste trabalho foi a C da especificação de serviço ES 031 (DNIT, 2006a), destinada à camada de rolamento de pavimentos flexíveis. O ligante asfáltico utilizado neste trabalho foi o CAP 50/70, oriundo da empresa Stratura Asfaltos S/A, localizada na cidade de Betim - MG.

2.2 Métodos

A Tabela 1 identifica os ensaios realizados sobre os materiais e misturas asfálticas previstos nesse programa experimental de pesquisa, com correspondente indicação da norma adotada. Os correspondentes valores de massa específica máxima medida (Gmm) de cada mistura asfáltica foram determinados segundo o *método Rice, regido pela norma D 2041* (ASTM, 2011).

Agregado graúdo	Material		
	Agregado miúdo	Ligante asfáltico	Mistura asfáltica
Análise granulométrica - ME 083 (DNER, 1998a)	Análise granulométrica - ME 083 (DNER, 1998a)	Penetração - ME 155 (DNIT, 2010a)	Massa específica máxima medida - D2041 (ASTM, 2011)
Abrasão Los Angeles - ME 035 (DNER, 1998b)	Massa específica - ME 194 (DNER, 1998d)	Ponto de fulgor - ME 148 (DNER, 1994c)	Resistência à tração por compressão diametral - ME 136 (DNIT, 2010c)
Absorção - ME 081 (DNER, 1998c)		Ponto de amolecimento - NBR 6560 (ABNT, 2008)	Módulo de resiliência - ME 135 (DNIT, 2010b)
Adesividade ao ligante betuminoso - ME 078 (DNER, 1994b)		Massa específica e densidade relativa - ME 193 (DNER, 1996)	Dosagem <i>Superpave</i> - AASHTO M 323 (2013), AASHTO R 35 (2014)
Índice de forma - ME 086 (DNER, 1994a)			

Tabela 1 - Ensaio realizados no programa experimental de pesquisa.

A metodologia de dosagem seguida baseou-se nos procedimentos M 323 (AASHTO, 2013), R 35 (AASHTO, 2014), descritos pela *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando o ligante à 165°C e os agregados à 175°C, ambos aquecidos em estufas. Após a homogeneização dos materiais, as misturas asfálticas eram encaminhadas para o envelhecimento de curto prazo, onde permaneciam por um período de duas horas à 140°C, junto com os moldes de compactação. Dando sequência ao procedimento, os moldes de compactação

com a mistura asfáltica dentro eram levados ao CGS para a aplicação do esforço de compactação. A compactação foi feita à 140°C para garantir que o CAP apresentasse a viscosidade proposta pela especificação de serviço ES 031 (DNIT, 2006a). Após a compactação, o corpo de prova é retirado do molde e resfriado à temperatura ambiente em uma superfície plana.

A presente pesquisa considerou, para fins de projeto, a condição de tráfego médio a alto (N de $3 \cdot 10^6$ a $10 \cdot 10^6$ solicitações do eixo padrão AASHTO), para a qual se definem, conforme Tabela 2, os respectivos números de giros do equipamento CGS pertinentes aos esforços de compactação em $N_{inicial}$, $N_{projeto}$ e $N_{máximo}$, os dois primeiros para avaliar a compatibilidade da mistura, o último para selecionar o teor de asfalto de projeto. A partir do tráfego considerado, Bernucci et al. (2008) sugerem que o projeto da mistura asfáltica envolveria ensaios de previsão de desempenho a uma temperatura além do projeto volumétrico da mesma, Nível 2 da metodologia Superpave, porém no Laboratório de Asfalto e Misturas do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa não se dispõe de equipamentos para realizar os ensaios exigidos pelos demais níveis.

Parâmetros de compactação			Tráfego
$N_{inicial}$	$N_{projeto}$	$N_{máximo}$	
6	50	75	Muito leve (local)
7	75	115	Médio (rodovias colaterais)
8	100	160	Médio a alto (vias principais, rodovias rurais)
9	125	205	Alto volume de tráfego (interestaduais, muito pesado)

Tabela 2 - Números de giros do equipamento CGS especificados na norma de dosagem Superpave (Bernucci et al., 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos agregados

As respectivas granulometrias dos agregados empregados na composição das misturas asfálticas consideradas na dosagem *Superpave* estão apresentadas na Figura 1 e na Tabela 3, a qual também reúne os demais índices físicos característicos desses materiais. Os agregados apresentaram propriedades adequadas para a utilização em misturas asfálticas do tipo concreto asfáltico, em conformidade com a especificação de serviço ES 031 (DNIT, 2006a).

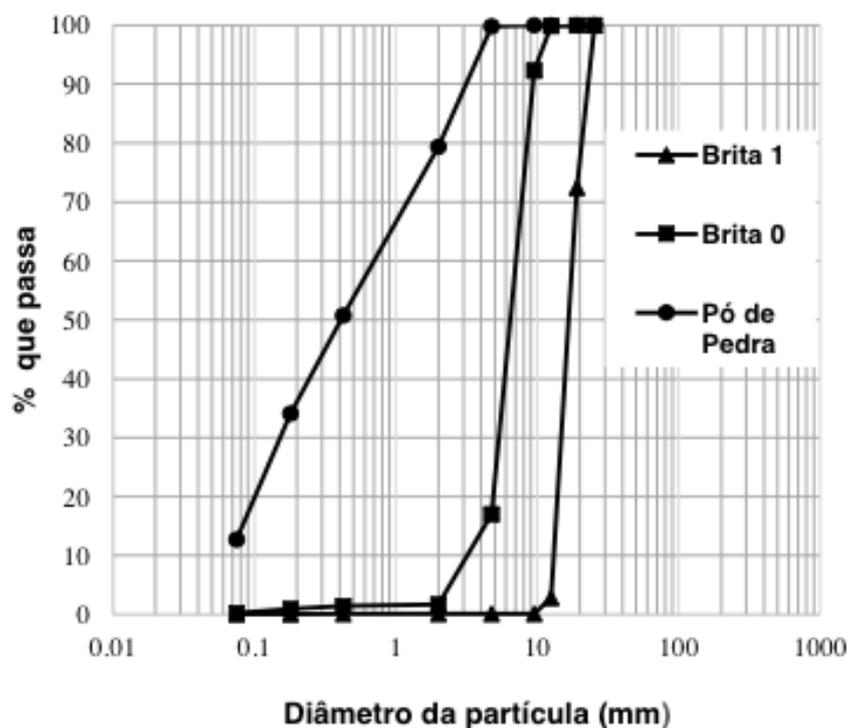


Figura 1 - Curvas granulométricas dos agregados minerais empregados na pesquisa.

Índice físico	Magnitude do índice físico		
	Brita 0	Brita 1	Pó de pedra
Abrasão Los Angeles (%)	44,9	44,9	-
Absorção (%)	0,65	0,68	-
Adesividade ao ligante betuminoso	Satisfatória	Satisfatória	-
Índice de forma (%)	0,68	0,68	-
Massa específica real (g/cm ³)	2,816	2,818	2,782
Massa específica aparente (g/cm ³)	2,771	2,775	-

Tabela 3 - Índices físicos dos agregados minerais empregados na pesquisa.

3.2 Caracterização do ligante asfáltico

As características físicas do ligante asfáltico empregado na pesquisa estão reunidas na Tabela 4. Nota-se que todos os resultados obtidos estão em conformidade com a especificação de material EM 095 (DNIT, 2006b) para o CAP 50/70.

Índice físico	Magnitude do índice físico
Penetração (dmm)	51
Ponto de fulgor (°C)	343
Ponto de amolecimento (°C)	51
Massa específica real (g/cm ³)	1,001
Densidade relativa	1,004

Tabela 4 - Índices físicos do ligante asfáltico empregado na pesquisa.

3.3 Caracterização das composições de agregados minerais das misturas tentativas

Atendendo às exigências da metodologia *Superpave*, as três composições granulométricas tentativas de agregados minerais empregadas na dosagem são apresentadas na Figura 2, em conjunto com os limites da faixa C da especificação ES 031 (DNIT, 2006a) e com as restrições estabelecidas por essa metodologia (pontos de controle).

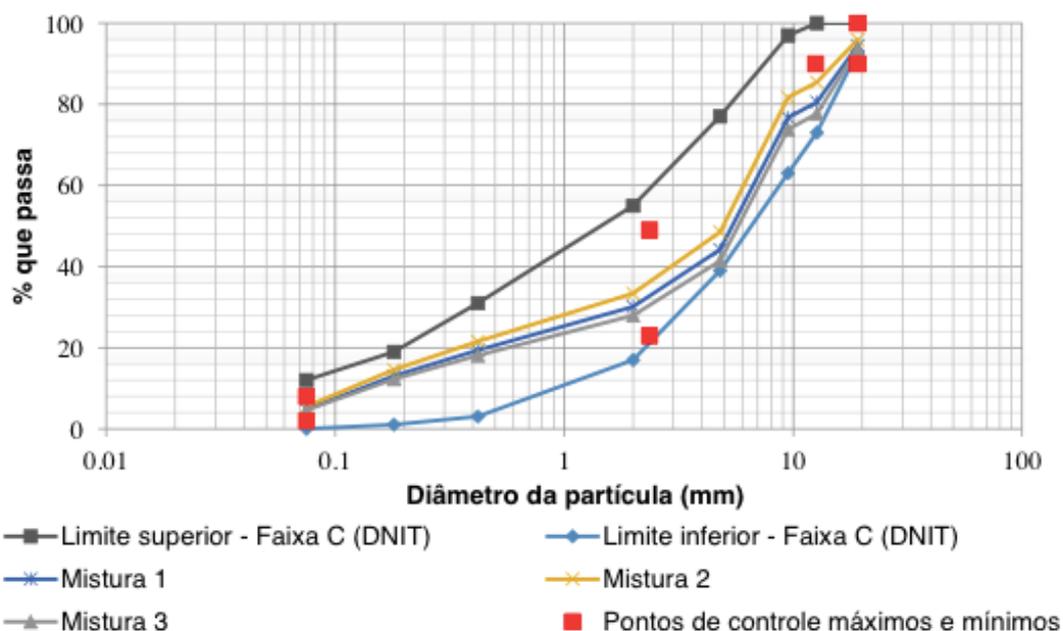


Figura 2 - Curvas granulométricas das misturas de agregados minerais tentativas empregadas na dosagem Superpave e dos limites da faixa C do DNIT.

As percentagens dos agregados minerais em cada uma dessas composições e os correspondentes valores de massas específicas real (G_{sa}), aparente (G_{sb}), efetiva (G_{se}) e máxima medida (G_{mm}) são apresentados na Tabela 5, ressaltando-se que os três primeiros índices são pertinentes à mistura dos agregados (sem ligante), e o último é pertinente à mistura asfáltica (agregados e ligante).

Agregado	Mistura 1	Mistura 2	Mistura 3
	% na mistura de agregados		
Brita 0	43	44	43
Brita 1	20	15	23
Pó de pedra	37	41	34
Massas específicas	Mistura 1	Mistura 2	Mistura 3
G_{sa} (g/cm ³)	2,804	2,804	2,805
G_{sb} (g/cm ³)	2,768	2,768	2,768
G_{se} (g/cm ³)	2,786	2,785	2,786
G_{mm} (g/cm ³)	2,586	2,596	2,579

Tabela 5 - Características das composições granulométricas tentativas previstas na dosagem Superpave.

3.4 Resultados das dosagens tentativas

Para as composições granulométricas tentativas adotadas no programa experimental, a metodologia de dosagem Superpave indicou os valores de percentagem estimada de ligante (PI,est) apresentados na Tabela 6, os quais foram adotados na preparação das amostras compactadas no Compactador Giratório *Superpave* (CGS). Para o número de giros de projeto ($N_{projeto}$), os parâmetros volumétricos de interesse (VAM, RBV, %Gmm a $N_{inicial}$, %Gmm a $N_{máximo}$, P/A) foram quantificados, conforme apresentado nessa mesma Tabela.

Mistura tentativa	Percentagem estimada de ligante (%)	VAM (%)	RBV (%)	%Gmm a $N_{inicial}$	%Gmm a $N_{máximo}$	P/A
1	3,7	13,5	70,3	88,8	97,0	1,34
2	3,8	13,2	69,8	89,7	97,0	1,48
3	3,8	14,4	72,2	87,3	97,4	1,20

Tabela 6 - Percentagens estimadas de ligante para as misturas tentativas e correspondentes valores dos parâmetros volumétricos de interesse segundo a metodologia Superpave.

Os parâmetros volumétricos apresentados na Tabela 6 devem respeitar as exigências da metodologia *Superpave* descritas na Tabela 7, que, para o tráfego admitido nesse trabalho e o Tamanho Máximo Nominal (TMN = 19,0 mm) do agregado, são VAM > 13%, RBV entre 65% e 75%, %Gmm a $N_{inicial}$ < 89%, %Gmm a $N_{máximo}$ < 98% e P/A (relação pó/asfalto ou pó/betume efetivo) entre 0,6 e 1,2.

À luz dos resultados obtidos, constata-se que a mistura 1 não atende ao requisito da relação pó/asfalto, pois se mostrou superior ao limite de 1,2. Já a mistura 2, além de também apresentar resultado superior a 1,2 para a relação pó/asfalto, não respeitou o limite máximo do requisito %Gmm a $N_{inicial}$. Os parâmetros volumétricos da mistura 3 estão de acordo com a especificação, possibilitando, portanto, sua utilização como mistura granulométrica de projeto. Com isso, foram confeccionados dois corpos de prova para quatro teores de ligante diferentes (3,8%, 3,8% ± 0,5% e 3,8%+1,0%), obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 8.

Tráfego N AASHTO $\times 10^6$	Densidade relativa requerida (%Gmm)			Vazios no Agregado Mineral (VAM), % mínima						Relação Betume- Vazios (RBV), em %	Relação Pó- Asfalto (P/A), em %
	$N_{inicial}$	$N_{projeto}$	$N_{máximo}$	Tamanho Máximo Nominal (TMN), em mm							
				37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75		
< 0,3	≤ 91,5	96,0	≤ 98,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	70 - 80	0,6 - 1,2
0,3 a 3	≤ 90,5	96,0	≤ 98,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	65 - 78	0,6 - 1,2
3 a 10	≤ 89,0	96,0	≤ 98,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	65 - 75	0,6 - 1,2
10 a 30	≤ 89,0	96,0	≤ 98,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	65 - 75	0,6 - 1,2
> 30	≤ 89,0	96,0	≤ 98,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	65 - 75	0,6 - 1,2

Tabela 7 - Requisitos volumétricos do método Superpave (Bernucci et al., 2008).

Teor de ligante (%)	%Gmm a $N_{inicial}$ (N=8)	%Gmm a $N_{projeto}$ (N=100)	%Gmm a $N_{máximo}$ (N=160)	Vv (%)	VAM (%)	RBV (%)	Massa específica (g/cm ³)
3,3	87,65	95,69	96,84	4,31	13,17	67,30	2,485
3,8	87,74	96,05	97,21	3,95	13,20	70,04	2,497
4,3	89,15	97,66	98,91	2,34	12,91	81,87	2,519
4,8	89,48	98,88	100,00	1,12	12,96	91,37	2,530

Tabela 8 - Resumo dos parâmetros volumétricos da mistura granulométrica de projeto compactada no número de giros correspondente a $N_{projeto}$.

As curvas de variação das propriedades volumétricas de interesse em função do teor de ligante, para a compactação no número de giros $N_{projeto}$, são apresentadas na Figura 3.

Analisando os resultados, percebeu-se que a mistura asfáltica com teor de ligante asfáltico de 3,8% apresentou Vv de 3,95%, muito próximo, portanto, ao volume de vazios alvo de 4% prescrito pela metodologia *Superpave*.

Além disso, o resultado de 13,2% de VAM está de acordo com a especificação dessa metodologia para esse parâmetro volumétrico, conforme Tabela 7, que exige uma porcentagem maior que 13%. O parâmetro RBV apresentou resultado igual a 70,04%, que se encontra dentro do intervalo de 65% a 75% também prescrito pela metodologia de dosagem para a categoria de tráfego admitida nesse trabalho.

Os resultados em relação aos parâmetros de densidade relativa requerida %Gmm a $N_{inicial}$ e %Gmm a $N_{máximo}$ também atenderam aos requisitos *Superpave* presentes na Tabela 7 (87,74% e 97,21%, respectivamente).

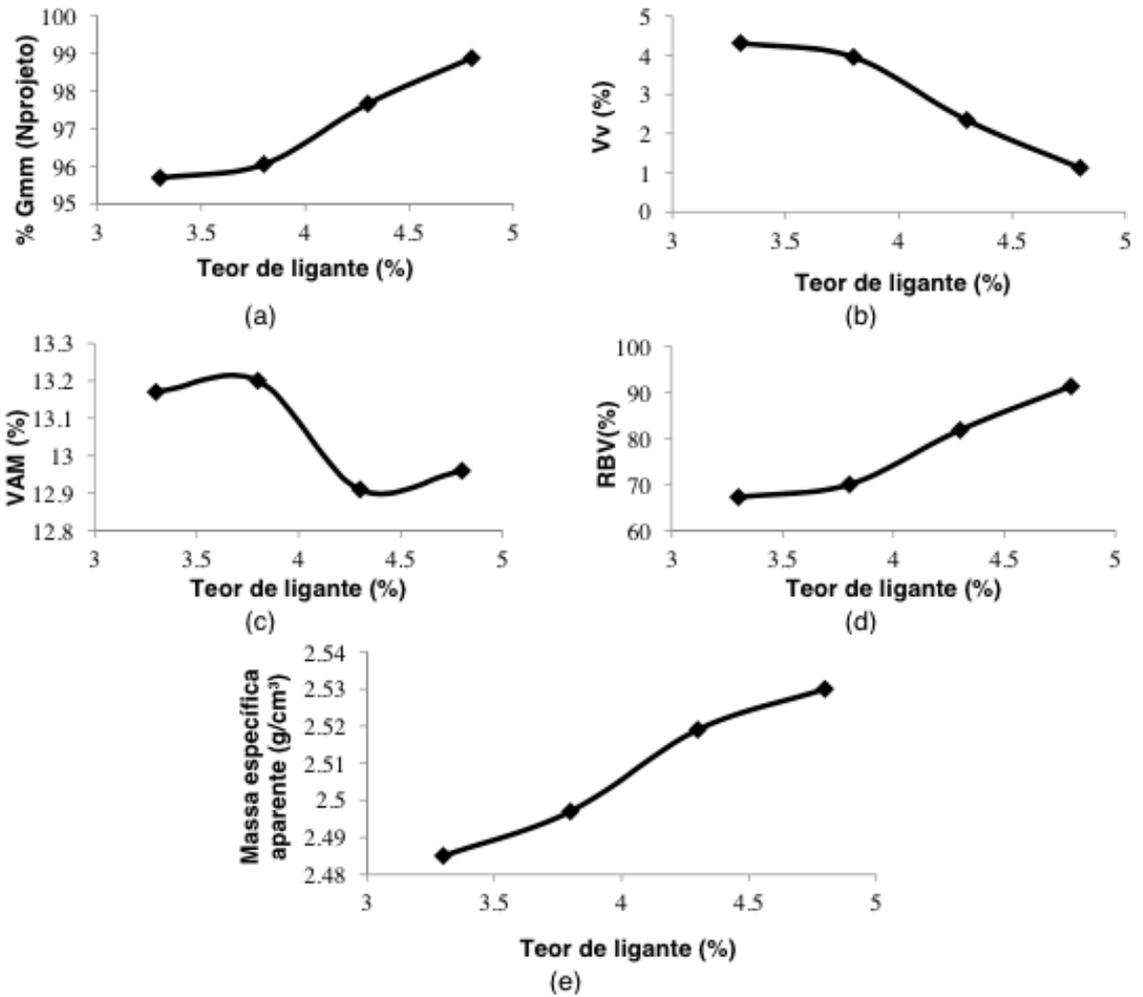


Figura 3 - Curvas de variação dos parâmetros volumétricos de interesse da dosagem Superpave em função do teor de ligante, para a compactação no Nprojeto: (a) %Gmm; (b) Vv; (c) VAM; (d) RBV; (e) Massa específica aparente.

Após essa análise, a mistura granulométrica 3, com teor de ligante asfáltico de 3,8%, foi adotada como a mistura asfáltica de projeto. Na Tabela 9, encontra-se o resumo dos valores das propriedades volumétricas da mistura de projeto, juntamente com os critérios extraídos da Tabela 7 para a categoria de tráfego admitida nesse trabalho.

Propriedade da mistura	Resultado	Critério
Vv	3,95%	4%
VAM	13,20%	≥13%
RBV	70,04%	65% a 75%
Relação Pó-Asfalto (P/A)	1,20	0,6 a 1,2
%Gmm a $N_{inicial}$ (N=8)	87,74%	< 89%
%Gmm a $N_{máximo}$ (N=160)	97,21%	< 98%

Tabela 9 - Propriedades volumétricas da mistura de projeto e correspondentes critérios limites estabelecidos pela metodologia Superpave para a categoria de tráfego adotada.

3.5 Resultados dos ensaios mecânicos sobre a mistura de projeto

3.5.1 Resistência à tração por compressão diametral (RT)

A Tabela 10 apresenta os resultados dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral (RT) realizados sobre corpos de prova da mistura asfáltica de projeto. Segundo a especificação de serviço ES 031 (DNIT, 2006a), misturas asfálticas usinadas a quente, dimensionadas para a camada de rolamento, devem obter resistência à tração por compressão diametral estática, ensaiadas a 25°C, superior a 0,65 MPa, o que foi atendido pela mistura asfáltica de projeto compactada no $N_{projeto}=100$, para a qual obteve-se a média de 1,20 MPa.

Corpo de prova	Carga de ruptura (kgf)	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Resistência à tração por compressão diametral (MPa)	Resistência à tração por compressão diametral média (MPa)	Desvio padrão médio (MPa)
1	1212	99,91	62,40	1,24		
2	1123	99,91	62,64	1,14	1,20	0,04
3	1233	100,03	63,81	1,23		

Tabela 10 - Resultados dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral estática (RT) sobre corpos de prova da mistura asfáltica de projeto.

3.5.2 Módulo de resiliência (MR)

A Tabela 11 apresenta os resultados dos ensaios para determinação do módulo de resiliência (MR) da mistura asfáltica de projeto, compactada no $N_{projeto}=100$ giros e também ensaiada a 25°C.

Corpo de prova	Módulo de resiliência (MPa)	Módulo de resiliência médio (MPa)	Desvio padrão médio (MPa)
1	3668		
2	3570	3733	152
3	3960		

Tabela 11 - Resultados dos ensaios de módulo de resiliência sobre corpos de prova da mistura asfáltica de projeto.

Para fins comparativos, apresentam-se, na Tabela 12, os resultados de propriedades mecânicas de revestimentos asfálticos derivados de ensaios similares aos contemplados nesse trabalho, também baseados na dosagem *Superpave* de misturas asfálticas e destinados à faixa granulométrica C. E a fim de estender essa comparação dos resultados de propriedades mecânicas de revestimentos asfálticos, a Tabela 13 apresenta resultados de pesquisas que utilizaram a metodologia de dosagem *Marshall* e destinados também à faixa granulométrica C. Além das propriedades mecânicas

de interesse, a saber, módulo de resiliência (MR) e resistência à tração estática por compressão diametral (RT), foram indicados os correspondentes valores da relação MR/RT.

Segundo Bernucci *et al.* (2008), a razão MR/RT tem sido considerada pela literatura técnica como um indicador da vida de fadiga de misturas asfálticas compactadas, visto que tal índice aglutina, simultaneamente, dados de rigidez e de resistência do material, sendo preferível, de um lado, uma menor magnitude dessa razão, devido à necessidade estrutural de se projetar camadas de revestimento asfáltico que tenham baixa rigidez, visando evitar a elevada absorção de tensões que levem ao trincamento prematuro do revestimento, e, de outro lado, uma elevada resistência à tração, visto que uma maior resistência à tração na ruptura é, geralmente, também associada a uma maior resistência à fadiga. Leite *et al.* (2000) e Pinheiro *et al.* (2003) estimam que misturas com razão MR/RT da ordem de 3000, tal como a da presente pesquisa, apresentam um bom comportamento estrutural sob a ação das solicitações dinâmicas devidas ao tráfego e intempéricas devidas ao clima, ou seja, tendem a ser, simultaneamente, adequadamente flexíveis e resistentes aos esforços de tração gerados por tais solicitações. Nesse cenário, para uma mesma RT, uma menor relação MR/RT pode ser particularmente vantajosa, visto que permite o dimensionamento de revestimentos asfálticos menos espessos para uma mesma vida de fadiga. Salienta-se, porém, segundo Vasconcelos (2004), que o parâmetro MR/RT não deve eliminar a necessidade de estudo da vida de fadiga de misturas asfálticas, uma vez que o ensaio de fadiga considera diferentes níveis de tensão.

Mistura/Autor	Módulo de resiliência – MR (MPa)	Resistência à tração por compressão diametral – RT (MPa)	MR/RT
Concreto asfáltico – CAP	6003	1,72	3490
50/60 – Vasconcelos (2004)	6421	1,47	4368
	4181	1,43	2924
Concreto asfáltico – CAP	2982	0,88	3389
50/70 – Araújo <i>et al.</i> (2008)			
Concreto asfáltico – CAP	4496	1,16	3875
50/70 – Borges <i>et al.</i> (2016)			
Concreto asfáltico – CAP	3584	1,15	3117
50/70 – Bruxel (2015)			
Concreto asfáltico – CAP	3988	1,16	3438
50/70 – Pinheiro <i>et al.</i> (2014)			
Concreto asfáltico – CAP	3733	1,20	3111
50/70 – Presente pesquisa			

Tabela 12 - Comparativo entre os resultados dessa pesquisa e os obtidos na literatura técnica para a faixa C do DNIT e para ligantes asfálticos similares.

Mistura/Autor	Módulo de resiliência – MR (MPa)	Resistência à tração por compressão diametral – RT (MPa)	MR/RT
Concreto asfáltico – CAP 50/70 – Borges <i>et al.</i> (2016)	4073	0,91	4475
Concreto asfáltico – CAP 50/70 – Tinajeros <i>et al.</i> (2016)	2656	1,11	2393
Concreto asfáltico – CAP 50/70 – Prudente (2015)	5723	1,06	5399

Tabela 13 - Resultados de outras pesquisas obtidos na literatura técnica para a faixa C do DNIT e para ligantes asfálticos similares, utilizando a dosagem Marshall.

Pode-se notar que a mistura asfáltica projetada nesse trabalho apresentou um comportamento satisfatório em relação ao que é recomendado na literatura em termos de RT, MR e a razão MR/RT. Comparando as misturas asfálticas projetadas utilizando a metodologia de dosagem *Superpave* com as misturas produzidas a partir do método *Marshall*, observou-se que a relação MR/RT possui diferenças significativas na ordem de grandeza, além de que há uma maior disparidade nos resultados fornecidos pelo método de dosagem *Marshall*.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo visou contribuir com a ampliação do banco de dados técnico-científicos nacionais pertinentes à aplicação da metodologia de dosagem *Superpave*, ainda tímida em nosso país, buscando estimular o desenvolvimento de novas pesquisas que contemplem o emprego do referido método e, conseqüentemente, que fomentem a perspectiva de sua inserção crescente no âmbito da prática da Engenharia Rodoviária nacional. Sua motivação decorreu da constatação, em campo, da incidência de patologias precoces em rodovias dosadas segundo a metodologia *Marshall*, o que realça a importância técnica de se considerar, na dosagem de misturas asfálticas constituintes da camada de revestimento asfáltico dessas rodovias, uma metodologia que seja mais representativa das condições executivas em campo, sobretudo da compactação dessas misturas. Para as particularidades dessa pesquisa, os resultados dos ensaios mecânicos realizados sobre a mistura asfáltica de projeto são indicativos, com base na literatura técnica correspondente a misturas e ensaios similares, de um desempenho estrutural satisfatório em termos de resistência aos mecanismos de trincamento térmico e/ou por fadiga, o que, porém, não exclui a necessidade de realização de ensaios de fadiga para tais misturas.

REFERÊNCIAS

- AASHTO M 323 (2013). **Specification for Superpave Volumetric Mix Design**. American Association of State Highway and Transportation Officials, **USA**.
- AASHTO R 35 (2014). **Practice for Superpave Volumetric Design for Asphalt Mixtures**. American Association of State Highway and Transportation Officials, **USA**.
- ASTM D2041 (2011). **Standard test method for theoretical maximum specific gravity and density of bituminous paving mixtures**. *American Society for Testing and Materials*, USA.
- Araújo Júnior, P. C., A. C. Vale, J. B. Soares e M. D. T. Casagrande (2008). Análise Laboratorial do Cimento Asfáltico de Petróleo – CAP 30/45 – em Misturas Asfálticas. **Anais do 19º Encontro do Asfalto**, Rio de Janeiro.
- Asphalt Institute (2001). **Superpave Mix Design**. Superpave Series N°2 (SP-2), USA.
- ABNT (2008). NBR 6560. **Materiais betuminosos - determinação do ponto de amolecimento - método do anel e bola**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Balbo, J. T. (2007). **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. Editora Oficina de textos, São Paulo.
- Bernucci, L. B., L. M. G. Motta, J. A. P. Ceratti e J. B. Soares (2008). **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. ABEDA, Rio de Janeiro.
- Borges, P. R., G. S. Pereira, T. O. Silva, H. N. Pitanga, G. L. Sant’Anna, C. A. T. Carmo e G. L. O. Marques (2016). Comportamento mecânico de misturas asfálticas a quente dosadas pela metodologia *Marshall* e compactadas no compactador *Marshall* e no CGS (Compactador Giratório *Superpave*). **Anais do XXX ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, Rio de Janeiro.
- Bruxel, D. F. (2015). **Estudo do comportamento viscoelástico de concretos asfálticos convencionais e modificados através de ensaios de laboratório e de análise de desempenho**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Santa Maria, Santa Maria, 129p.
- CNT (2015). **Boletim Estatístico - CNT** – Março, 2015. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3>. Acesso em 20 de maio de 2015.
- DNER - ME 086 (1994a). **Agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER – ME 078 (1994b). **Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, São Paulo.
- DNER – ME 148 (1994c). **Material betuminoso – determinação dos pontos de fulgor e de combustão: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER – ME 193 (1996). **Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER – ME 083 (1998a). **Agregados – análise granulométrica: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.
- DNER – ME 035 (1998b). **Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”: método de ensaio**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, São Paulo.

DNER – ME 081 (1998c). **Agregados – determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo: método de ensaio.** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.

DNER – ME 194 (1998d). **Agregados – determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman: método de ensaio.** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro.

DNIT - EM 095 (2006b). **Cimento asfáltico de petróleo – Especificação de material.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.

DNIT – ES 031 (2006a). **Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico: especificação de serviço.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.

DNIT - ME 155 (2010a). **Material asfáltico - Determinação da penetração: método de ensaio.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.

DNIT - ME 135 (2010b). **Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas - Determinação do módulo de resiliência: método de ensaio.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro.

DNIT - ME 136 (2010c). **Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas - Determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio.** Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes Rio de Janeiro.

Leite, L. F. M., L. M. G. Motta, L. B. Bernucci e J. B. Soares (2000). Mechanical behavior of asphalt rubber mixes prepared in laboratory. **Proceedings, Asphalt Rubber: the pavement material of the 21st century.** Vilamoura, p. 309-318.

Marques, G. L. O., L. M. G. Motta e L. M. Leite (2001). Exemplos de Dosagem Superpave no Brasil. **Anais da 33^a Reunião Anual de Pavimentação,** Florianópolis.

Motta, L. M. G., I. Tonial, L. M. F. Leite e R.S. Constantino (1996). **Princípios do Projeto e Análise Superpave de Misturas Asfálticas.** Tradução comentada, IBP.

Nascimento, L., L. Leite, E. F. Campos, G. Marques e L. Motta (2006). Uso da tomografia computadorizada e de imagens digitais para o estudo de misturas asfálticas. **Anais do 18^o Encontro do Asfalto,** Rio de Janeiro.

Nascimento, L. A. (2008). **Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 204p.

Pinheiro, G. S., R. L. Oliveira, F. P. Rossato, D. S. Pereira e L.P. Specht (2014). Análise comparativa dos parâmetros de RT e MR para misturas com diferentes ligantes asfálticos a diferentes temperaturas. **Anais do XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia – CRICTE 2014,** Alegrete, p. 1-4.

Pinheiro, J. H. M., J. B. Soares e L. F. M. Leite (2003). Caracterização de misturas asfálticas com borracha produzidas pelos processos úmido e seco. **Anais do XVII ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes,** Rio de Janeiro, p.116-129.

Prudente, C. Q. A. (2015). **Estudo laboratorial de misturas asfálticas a quente utilizadas em Goiás.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 113 f.

Tinajeros, R. A. P., T. O. Silva, H. N. Pitanga, D. C. Lima e G. L. O. Marques (2016). Estudo do comportamento mecânico de misturas asfálticas a quente produzidas com ligantes convencional e modificado por polímero SBS. **Anais do XXX ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em**

Transportes, Rio de Janeiro.

Vasconcelos, K. L. (2004). **Comportamento mecânico de misturas asfálticas a quente dosadas pelas metodologias Marshall e Superpave com diferentes granulometrias**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 132 p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JOÃO DALLAMUTA: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

RENNAN OTAVIO KANASHIRO - Professor na Universidade Norte do Paraná (Unopar). Graduação e Mestrado em Engenharia Mecânica pela UTFPR. Trabalha com temas: Identificação de Sistemas, Problema Inverso e Otimização.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-352-1

