

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

VARIAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE E VOLUME DE VAZIOS EM CORPOS DE PROVA DE CONCRETO ASFÁLTICO DENSO EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DO NÚMERO DE GOLPES DE COMPACTAÇÃO¹

Bruna Calabria Diniz², Diego Alan Wink Consatti³, Rudinei Cleiton Czedrowski⁴, José Antônio Santana Echeverria⁵.

¹ Projeto de pesquisa realizado no Curso de Engenharia Civil

² Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ, não bolsista PET

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ e Bolsista PET

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da UNIJUÍ e Bolsista PET

⁵ Orientador Me. em Engenharia Civil e Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

O presente artigo tem por objetivo principal apresentar o número de golpes necessário para obtenção do volume de vazios para realização do ensaio referente a determinação do dano por umidade induzida (Ensaio de Lottman Modificado) regido pela NBR 15617 (2015). Para composição da mistura do concreto asfáltico foi empregada a faixa C referência, seguindo a normativa 031/2004 do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes); segundo mistura estabelecida por Pizutti (2015). Para execução do ensaio de Marshall, foi estabelecido que para as 12 amostras realizadas, cada par de amostra seria compactado com 15, 20, 25, 30, 35 e 40 golpes por face, a fim de obter o volume de vazios esperado. A continuidade desta pesquisa representará a repetição dos procedimentos executados, para as faixas C superior e B referência, compactadas da mesma maneira da C.

1. INTRODUÇÃO

O ensaio de Lottman Modificado é regido pela NBR 15617 que prescreve os procedimentos necessários para a determinação do dano por umidade induzida dos corpos de prova de misturas asfálticas moldadas em laboratório. De acordo com Anitelli (2013) a importância desse ensaio está na avaliação dos parâmetros por ele obtidos, objetivando alteração na mistura se necessário. O autor cita como exemplo mudanças na faixa granulométrica e adição de aditivos que busquem melhoras na adesividade do ligante.

A partir do exposto, foram alavancados alguns questionamentos referentes a este ensaio. Para a realização do mesmo, torna-se indispensável a moldagem de corpos de prova (CP) - seguindo os parâmetros da mistura desejada - e é nessa etapa que o principal objetivo desta pesquisa é apresentado.

Para a moldagem dos CPs, a normativa vigente, DNER-ME 043 (1995), indica a compactação da mistura asfáltica por meio de 75 golpes com soquete em cada face do corpo de prova. Porém, não é exposto o número de golpes necessário para a obtenção do volume de vazios de 6 a 8%, exigido para o ensaio de dano por umidade induzida.

Sendo assim, o projeto de pesquisa desenvolvido procura identificar o número de golpes necessários para as misturas B Referência, C Referência e C Superior utilizadas no trabalho desenvolvido por Pizutti (2015), seguindo a composição de mistura de concreto asfáltico da

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

normativa 031 do DNIT-ES (2004). No momento, foram realizados ensaios relativos a mistura C referência, que consiste em uma curva granulométrica basicamente no centro da faixa C.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada levará em consideração dados quantitativos coletados ao final da realização dos ensaios previstos e pertinentes a esta pesquisa. Como também dados provenientes das misturas asfálticas a quente abordadas por Pizutti (2015). Em sua pesquisa, a autora aborda diferentes dosagens com destaque nas curvas granulométricas e na composição das misturas, realizando uma análise comparativa entre as curvas das faixas centrais e nos limites das faixas B e C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição da mistura

Os materiais pétreos são procedentes de uma jazida localizada no município de São Luiz Gonzaga, junto a BR 285. A cal empregada foi a hidratada do tipo dolamítica, classe dois, conforme propõe Pizutti (2015). As especificações a respeito do ligante asfáltico utilizado: origem (Canoas-RS) e tipologia (CAP 50-70). Para que fosse determinada a composição granulométrica para os agregados graúdos e miúdos, foram realizados os procedimentos indicados pela norma rodoviária, DNER-ME 083/98. Como consequência, foi obtida a seguinte curva granulométrica, reproduzindo a curva de Pizutti (2015):

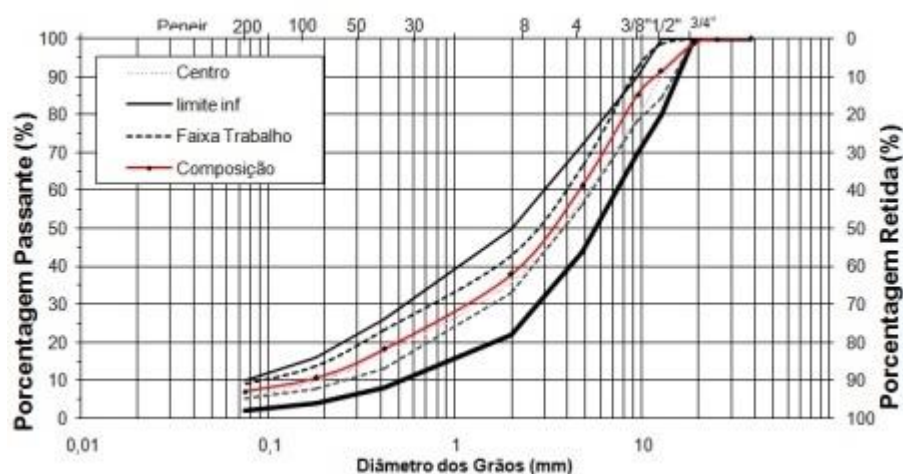


Gráfico 01: Curva granulométrica

Segundo o estabelecido pela normativa do DNIT (2006) a estabilidade dos pavimentos é devida entre outros fatores, ao entrosamento entre as partículas (representado pela granulometria dos agregados). Deste modo, há um aumento do atrito interno entre as partículas de variados tamanhos.

Na composição granulométrica da mistura foram utilizados os seguintes agregados: brita 3/4", brita 3/8", pó de pedra e cal. Para a composição granulométrica da mistura, procedem as frações na tabela 01. O teor de ligante, seguindo o estipulado, pela pesquisa que norteou a composição da mistura, foi de 4,70%.

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

% mistura		1,5%	11,0%	35,5%	50,5%	1,5%
PENEIRA	mm	BRITA 1	BRITA 3/4	PEDRISCO 3/8	PÓ DE PEDRA	CAL
1 1/2	38,1	1,5	11,0	35,5	50,5	1,5
1	25,4	1,3	11,0	35,5	50,5	1,5
3/4"	19,1	0,4	10,9	35,5	50,5	1,5
1/2"	12,7	0,0	4,1	35,4	50,5	1,5
3/8"	9,5	0,0	0,2	33,1	50,5	1,5
n 4	4,8	0,0	0,0	9,8	50,0	1,5
n 10	2	0,0	0,0	0,1	36,4	1,5
n 40	0,42	0,0	0,0	0,0	16,7	1,5
n 80	0,18	0,0	0,0	0,0	9,2	1,5
n 200	0,075	0,0	0,0	0,0	5,9	1,2
frações	BRITA 1	BRITA 3/4	PEDRISCO 3/8	PÓ DE PEDRA	CAL	TOTAL
%	1,5%	11,0%	35,5%	50,5%	1,50%	100,0%

Tabela 01: Composição da mistura

3.2. Corpos de Prova Marshall

De acordo com o apresentado por Bernucci et al. (2008) a metodologia Marshall constitui-se da aplicação de diversos golpes de compressão sobre o corpo de prova de formato cilíndrico. Segundo o estabelecido pela norma 043 do DNER-ME (1995) o número de golpes necessário é de setenta e cinco por face do corpo-de-prova.

É sabido que o Volume de vazios exigidos para a camada de rolamento é de 3 a 5% conforme especifica DNIT ES (2004) pela norma 031. Como busca-se aumentar o volume de vazios, para fins de utilização do CP no ensaio de Lottmann modificado (6 a 8%), o número de golpes foi diminuído de modo que o volume de vazios aumentasse. Assim, estipulou-se que seriam moldados seis pares de amostras, cada par sendo compactado com 15, 20, 25, 30, 35 e 40 golpes.

Devido as misturas asfálticas serem expostas a condições ambientais do ciclo hidrológico e consequentemente suscetíveis as intempéries (como: congelamento/descongelamento, variações da temperatura, etc.), é permitida a entrada da água na mistura por meio dos vazios (ANITELLI, 2013). Para o autor, um dos fatores preponderantes ligado ao dano por umidade é o volume de vazios, pois, quanto maior ele for, melhor a água irá percolar através dos mesmos na mistura asfáltica. Caso a mistura asfáltica tiver um baixo volume de vazios, será enquadrada na condição de material impermeável.

3.3 Parâmetros obtidos dos agregados e corpos de prova

Agregados miúdos: a densidade real da cal empregada na mistura foi de 2,537g/cm³, obtida através do ensaio regido pela NBR NM 23. Pela norma rodoviária DNER-ME (093/1994) foi obtida a densidade real do agregado miúdo pétreo utilizado na mistura, representado pelo valor de 2,966 g/cm³.

Agregados graúdos: quanto à caracterização dos agregados graúdos, os valores obtidos referentes as densidades, foram: densidade aparente (2,889g/cm³), densidade real (2,923g/cm³), densidade efetiva

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

(2,906g/cm³). Para obtenção dos valores, os procedimentos realizados, seguiram o prescrito pela norma DNER-ME 081/1998. A absorção de água pelos agregados foi representada pelo valor de 1,20 tendo seu ensaio regido pela NBR NM 53/2002.

Corpos de prova: depois de desformados, os CPs, foram medidos e pesados de maneira que alguns de seus parâmetros pudessem ser extraídos. Abaixo segue a tabela referente a esses valores:

Nº CP	h (cm)	d(cm)	Peso no ar	Peso na água
15(1)	6,55	10,16	1247,49	743,60
15(2)	6,57	10,24	1238,79	739,28
20(1)	6,24	10,21	1253,45	754,56
20(2)	6,25	10,19	1256,48	759,24
25(1)	6,28	10,19	1253,67	757,75
25(2)	6,26	10,17	1251,01	757,65
30(1)	6,37	10,16	1255,08	756,16
30(2)	6,40	10,16	1258,12	757,29
35(1)	6,33	10,17	1248,82	754,81
35(2)	6,29	10,16	1247,59	754,56
40(1)	6,20	10,16	1254,30	761,50
40(2)	6,23	10,17	1254,34	760,60

Tabela 02: Dados dos Corpos de Prova

Para Senço (2001) a porosidade (porcentagem de vazios) é obtida pela relação entre o volume de vazios e o volume total de uma porção de agregados com uma determinada compactação. Desse modo, torna-se plausível a determinação da porcentagem de vazios de uma porção de agregados, a partir da densidade real da massa específica aparente.

Segundo o apresentado na normativa a densidade aparente de uma mistura betuminosa é assim definida: "Relação entre o peso da mistura ao ar e a diferença entre o peso ao ar e o peso da mistura em suspensão na água" (DNER-ME, 1994, p.2). Para obtenção do volume de vazios foi realizado o ensaio conforme o prescrito pela DNER-ME 117/94, com e sem cobertura do CP com parafina e fita. De modo que pudesse ser realizada uma análise comparativa entre os dois resultados.

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Nº CPS	Volume de vazios (%)	Volume de vazios com parafina (%)	Vazios Agregado Mineral (%)	Diferença entre Volume de Vazios (%)
15(1)	8,02	10,92	19,619	26,59
15(2)	7,86	9,70	19,479	18,95
20(1)	6,65	8,62	18,425	22,81
20(2)	6,12	7,65	17,957	23,07
25(1)	6,08	7,13	17,922	20,59
25(2)	5,79	8,17	17,672	18,83
30(1)	6,54	8,21	18,324	20,02
30(2)	6,67	8,47	18,439	18,79
35(1)	6,08	6,87	17,924	28,24
35(2)	5,98	6,87	17,842	12,92
40(1)	5,43	5,94	17,361	8,57
40(2)	5,61	7,06	17,516	20,50

Tabela 03: Volume de Vazios

Para análise dos dados obtidos foram gerados os seguintes gráficos:

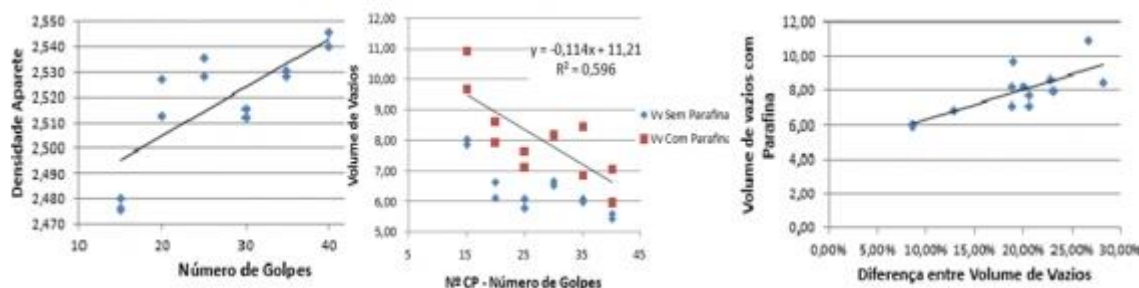


Gráfico 02: Relações obtidas

4. CONCLUSÕES

O volume de vazios para valores entre 8% e 11% apresentam divergência de resultados, com diferença maior que 20%, com o CP impermeabilizado utilizando parafina e fita para o Volume de vazios calculado sem impermeabilização. A não utilização da impermeabilização do CP pode alterar os resultados de uma dosagem e até a aceitação de um serviço de concreto asfáltico.

Para a mistura em análise, a aplicação de até 40 golpes por face resultou em um aumento linear da densidade aparente. Desse modo, nesta faixa de esforço de compactação, quanto maior o número de golpes, maior a densidade obtida na amostra. A partir dos resultados obtidos com as amostras impermeabilizadas, foi constatado que os corpos de prova que atenderam ao volume de vazios especificado entre 6 e 8% foram: o CP 20(2), 25(1), ambos os de 35 golpes e o CP 40(2).

5. PALAVRAS-CHAVE

Lottman Modificado. Concreto Asfáltico. Volume de vazios.

6. AGRADECIMENTOS

Modalidade do trabalho: Relato de experiência
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Os autores desta pesquisa agradecem ao MEC pelo PET (Programa de Educação Tutorial), de modo a proporcionar além de bolsas, a oportunidade de trabalhar em pesquisas e no desenvolvimento de atividades, agregando ao acadêmico grande gama conhecimento. Ao Laboratório de Engenharia Civil (LEC) da UNIJUI e seu presente laboratorista pela ajuda com os ensaios realizados

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15617: Determinação do dano por umidade induzida. Rio de Janeiro, 2015.

5 p.

ANITELLI, André. Estudo do Dano por Umidade de Misturas Densas com Ligantes Asfálticos Convencional e Modificado com Polímero SBS. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Eng. Civil) - USP, São Paulo, 2013.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. RJ: Petrobras; ABEDA, 2008, 504 f.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. DNER-ME 043: Misturas betuminosas a quente - ensaio Marshall. 1995, 11 p.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. DNIT 031: Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. RJ, 2004. 13 p.

PIZUTTI, Janaina Terhorst. Comparativo Laboratorial de Misturas Asfálticas Moldadas no Centro e Limites das Faixas B e C do DNIT. 2015. 99 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) UNIJUI/RS, Ijuí, 2015.

SENÇO, Wlastermiler. Manual de Técnicas de Pavimentação. 1 ed. 2 v. São Paulo: Pini, 2001. 761 p.