

VARIATION OF BULK SPECIFIC GRAVITY AND VOID VOLUME IN PROOF BODIES OF DENSE ASPHALTIC CONCRETE DUE THE VARIATION OF THE STROKES NUMBER IN COMPACTION

Diego A. W. Consatti^a, Rudinei C. Czedrowski^b, Bruna C. Diniz^c, Jose A. S. Echeverria^d

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Campus universitário - Ijuí - RS

*diegoconsatti@hotmail.com^a, rczedrowski@hotmail.com^b, bbrunadiniz@hotmail.com^c,
jose.echeverria@unijui.edu.br^d*

Abstract. The current article has the main goal to introduce the number of strokes necessary to obtain the void volume in order to conduct the test concerning the determination of moisture induced damage (Modified Lottman Test) conducted by NBR 15617 (2015). To the asphaltic concrete's mixture composition it was used the C reference range, following the rules 031/2004 from DNIT (Portuguese acronym for National Department of Transport Infrastructure); according to mixture established by Pizzuti (2015). For the execution of Marshall test, it was established that for the twelve samples taken, each pair of samples would be compressed with 15, 20, 25, 30, 35 and 40 strokes by face, to obtain the void volume expected that it is between 6% and 8%. The samples that resulted in these void volumes were: 20(2), 25(1), both of 35 and 40(2).

Key-word: *Modified Lottman, Asphaltic concrete, Void volume.*

1. INTRODUÇÃO

O ensaio de Lottman Modificado é regido pela NBR 15617 (2015) que prescreve os procedimentos necessários para a determinação do dano por umidade induzida dos corpos de prova de misturas asfálticas moldadas em laboratório [1].

A importância desse ensaio está na avaliação dos parâmetros por ele obtidos, objetivando alteração na mistura se necessário [2]. 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 indica a compactação da mistura asfáltica por meio de 75 golpes com soquete em cada face do CP [3]. Porém, não é exposto o número de golpes necessário para a obtenção do volume de vazios (Vv) 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 normativa 031/2004 do DNIT. 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

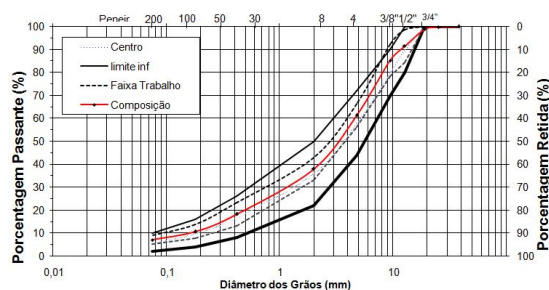
ao final da realização dos ensaios previstos e pertinentes a esta pesquisa. Como também dados provenientes das misturas asfálticas a quente abordadas por Pizutti [4]. Em sua pesquisa, a autora aborda diferentes dosagens com destaque nas curvas granulométricas e na composição das misturas, realizando uma análise comparativa entre as curvas das faixas centrais e nos limites das faixas B e C do DNIT (031/2004).

3. DESENVOLVIMENTO

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 [4]. As especificações a respeito do ligante asfáltico utilizado: origem (Canoas-RS) e a 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 Pizzutti (2015):

Gráfico 01: Curva granulométrica



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%.

Tabela 01: Composição da mistura

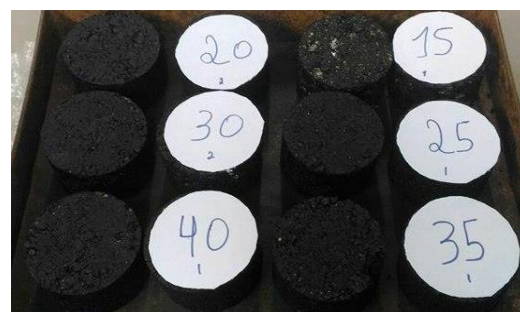
% mistura		1,5%	11,0%	35,5%	50,5%	1,5%
PENEIRA	mm	BRITA 1	BRITA 3/4	PEDRISCO 3/8	PÓ DE PEDRA	CAL
1 1/2	38,1	1,5	11,0	35,5	50,5	1,5
1	25,4	1,3	11,0	35,5	50,5	1,5
3/4"	19,1	0,4	10,9	35,5	50,5	1,5
1/2"	12,7	0,0	4,1	35,4	50,5	1,5
3/8"	9,5	0,0	0,2	33,1	50,5	1,5
n 4	4,8	0,0	0,0	9,8	50,0	1,5
n 10	2	0,0	0,0	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%

3.2 Corpos de Prova Marshall

De acordo com o apresentado por Bernucci *et al.* [5] a metodologia Marshall constitui-se da aplicação de diversos golpes de compressão sobre o CP de formato cilíndrico. Segundo o estabelecido pela norma DNER-ME 043 [6] o número de golpes necessário é de setenta e cinco por face do corpo-de-prova.

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

Figura 01: Aspecto das amostras após compactação



3.3 Parâmetros obtidos dos agregados e corpos de prova

3.3.1 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.

3.3.2 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 (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.

3.3.3 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:

Tabela 02: Dados dos Corpos-de-Prova

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

Para obtenção do Vv 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.

Tabela 03: Volume de vazios

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

Figura 02: Aspecto Corpos-de-Prova após ensaio com parafina



4. RESULTADOS

Para análise dos dados obtidos foram gerados os seguintes gráficos:

Gráfico 02: Densidade aparente x Número de golpes

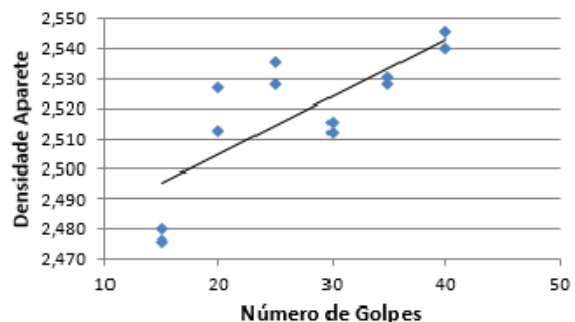


Gráfico 03: Volume de vazios x Número de golpes

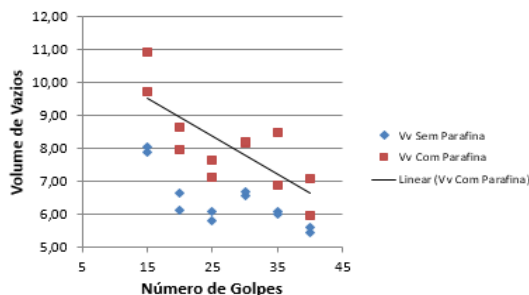
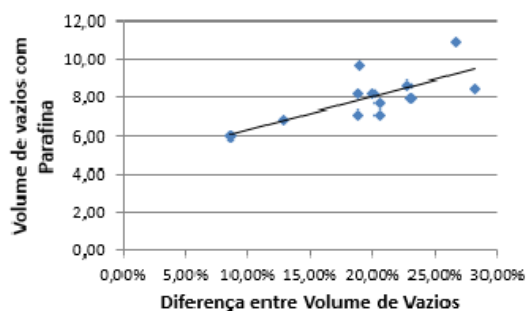


Gráfico 04: Volume de vazios com parafina x Diferença percentual entre volumes de vazios



5. CONCLUSÕES

O Vv para valores entre 8% e 11% apresentam resultados diferentes, com diferença maior que 20%, com o CP impermeabilizado utilizando parafina e fita.

A não utilização da impermeabilização do CP pode alterar os resultados de uma dosagem e até a aceitação de um serviço de concreto asfáltico.

Nesta granulometria em estudo, a aplicação de até 40 golpes por face resultou em um aumento linear da densidade aparente. Desta maneira, quanto maior a quantidade de golpes, maior a densidade obtida na amostra. A partir dos resultados obtidos com as amostras impermeabilizadas foi constatado que os CPs que atenderam ao Vv especificado entre 6 e 8% foram: o CP 20(2), 25(1), ambos os de 35 golpes e o CP 40(2).

AGRADECIMENTOS

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 UNIJUÍ e seu presente laboratorista pela ajuda com os ensaios.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Misturas asfálticas: Determinação do dano por umidade induzida**. Rio de Janeiro, 2015. 5 p.
- [2] ANITELLI, Andre. **Estudo do Dano por Umidade de Misturas Densas com A Ligantes Asfálticos Convencional e Modificado com Polímero SBS**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Eng. Civil) - USP, São Paulo, 2013.
- [3] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Misturas betuminosas a quente ensaio Marshall**. RJ, 1995. 11 p.
- [4] PIZUTTI, Janaína Terhorst. **Comparativo Laboratorial de Misturas Asfálticas Moldadas no Centro e Limites das Faixas B e C do DNIT**. 2015. 99 f. Monografia (Graduação em Eng.Civil) – UNIJUI/RS, Ijuí, 2015.
- [5] BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. RJ: Petrobras; ABEDA, 2008, 504 f.
- [6] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 043: Misturas betuminosas a quente - ensaio Marshall**. 1995, 11 p.
- [7] Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **DNIT 031 Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço**. RJ, 2004. 13 p.