

## ESTUDO SOBRE A DENSIDADE REAL DO AGREGADO MIÚDO

### **Larissa Montagner de Barros**

Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
larissa\_montagner@hotmail.com

### **Douglas Martins Mocelin**

Acadêmico de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
douglas.martins.m@hotmail.com

### **André Luiz Bock**

Doutorando de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
andre.bock@ufrgs.br

### **Gracieli Bordin Colpo**

Mestranda de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
gracieli.colpo@ufrgs.br

### **Prof. DSc. Jorge Augusto Pereira Ceratti**

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
jorge.ceratti@ufrgs.br

### **Prof. PhD. Lélío Antônio Teixeira Brito**

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
lelio.brito@ufrgs.br

*Resumo. O presente trabalho discute a variação na determinação do peso específico do agregado miúdo calculado por diferentes procedimentos para fins de projeto de Misturas Asfálticas. O método de ensaio DNER ME084/95 preconiza apenas a consideração de material entre 4,75mm a 0,075mm (miúdo). No entanto, para determinação da densidade máxima teórica (DMT) há necessidade de consideração do peso específico do material menor que 0,075mm (fíler). Para tanto, é comum a determinação do peso específico do material miúdo através do “método do picnômetro” que considera todo o material menor que 4,75mm (miúdo + fíler). Assim, comparou-se as variações do peso específico real dos grãos calculado conforme o método usual do picnômetro com o valor calculado conforme a ponderação: do resultado obtido no DNER ME084/95 (miúdo) e DNER ME085/94 para cálculo da densidade do fíler, segundo suas percentagens de composição de cada fração.*

## 1. INTRODUÇÃO

As normas utilizadas em ensaios laboratoriais para a determinação da densidade real do agregado fazem uma divisão entre os materiais conforme sua granulometria. A DNER-ME 084/95 avalia o material passante na peneira 4 e retido na peneira 200 – “Material miúdo”; a DNER-ME 085/94 avalia o agregado passante da peneira 200 – “Fíler”; com os resultados dos dois ensaios se faz uma ponderação em relação a sua granulometria e a porcentagem de cada material em sua curva obtendo a densidade do agregado miúdo. Neste contexto, o presente trabalho faz uma comparação da densidade real de um agregado miúdo basáltico, obtida através das duas normas e quando esta densidade é realizada em conjunto num único ensaio.

## 2. OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo geral do trabalho foi realizar uma comparação entre a densidade real do agregado miúdo seguindo as peneiras recomendadas pela DNER-ME 084/95 onde

separamos o material passante da peneira 4 e retido na 200 e a DNER-ME 085/95 onde foi utilizado o material passante da peneira 200 para calcular a primeira densidade, em contraproposta para o cálculo da segunda densidade foi realizado um único ensaio unindo todo o material passante da peneira 4 e foram feitas análises sobre os resultados.

### 3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

#### 3.1 Separação do material

Foi separada uma amostra de material basáltico e este foi quarteado e peneirado em peneirador elétrico para manter uma uniformidade nas amostras. Foram realizados dois processos de peneiração, um utilizando as peneiras 4 (4,75 mm) e 200 (0,075 mm) e utilizando o material retido entre elas para a determinação da densidade do miúdo e passante para a determinação do fíler, e outro somente com a peneira 4 (4,75mm) utilizando o material em conjunto para o ensaio.

#### 3.2 Preparação do material

Com as amostras selecionadas, o material que contem fino (fíler) e o fíler já foram colocadas na estufa para secar à (105 a 110) °C. O material que não possui fino primeiramente é lavado e após é colocado em estufa, a figura 1 apresenta uma amostra do material sem fíler e com fíler e a figura 2 apresenta uma amostra de fíler.



Figura 1. Amostra de agregado com e sem material fino (fíler).

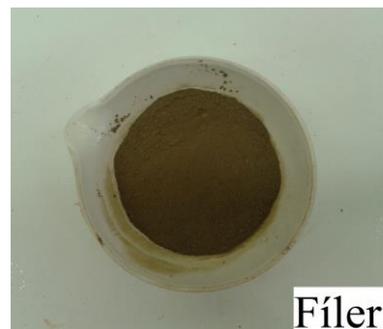


Figura 2. Amostra de fíler.

#### 3.3 Ensaio de Laboratório

##### 3.3.1 Determinação da densidade

As especificações a seguir foram utilizadas para a determinação do agregado miúdo segundo a DNER-ME 085/94 e para determinação da densidade do agregado em conjunto no picnômetro, com o material já seco e resfriado é selecionada uma amostra de aproximadamente 250g, esta amostra é colocada dentro do picnômetro, então adicionamos água destilada até uma determinada altura (menisco) onde todo o material esteja submerso e permanecendo assim por 24h (figura 3). Após estas 24h o picnômetro é posto dentro do banho-maria a 60 °C, quando todo o conteúdo já estiver com a temperatura equalizada utiliza-se uma bomba de vácuo durante 15 minutos para a retirada do ar contido na amostra (figura 4).

Após a retirada do ar da amostra, o picnômetro é removido do banho-maria, seco e pesado, com a verificação da temperatura (figura 5).



Figura 3. Picnômetros com o agregado e água destilada. Picnômetros da esquerda sem fíler e picnômetros da direita com fíler.



Figura 4. Picnômetro no banho-maria a 60 °C para retirada do ar com bomba de vácuo.



Figura 5. Processo de pesagem do picnômetro após a retirada do ar e verificação da temperatura da amostra.

Posteriormente um período de repouso (cerca de 90 minutos) o procedimento de pesagem e verificação da temperatura é novamente realizado. Com temperatura e peso anotados é possível calcular a densidade real conforme a equação (1).

$$\text{Peso específico} = \frac{E}{(D - A) - (C - B)} \quad (1)$$

E = massa do material seco, após secar em estufa.

D = massa do picnômetro mais água calibração.

A = massa do picnômetro seco.

B = massa do picnômetro mais massa do material.

C = massa do picnômetro mais material mais água destilada.

Para a determinação da densidade real do filer equação (2), foi utilizada a DNER-ME 085/94 onde é utilizado o frasco de Le

Chatelier, nele coloca-se uma quantidade de querosene e imerge o frasco em banho-maria para equalizar a temperatura do frasco e do líquido realizando a primeira leitura do nível de líquido, com a temperatura equalizada foi separado uma amostra de 60g de filer e esta é colocada no frasco juntamente com o líquido, após faz-se movimentos giratórios circulares no frasco para expulsar o ar contido, no fim desse procedimento o frasco volta para o banho para fazer a leitura final do nível do líquido conforme figura 6.

$$\text{Peso espe. real} = \frac{\text{Massa do material}}{\text{Volume do líquido deslocado}} \quad (2)$$



Figura 6. Leitura final do nível de líquido.

#### 4. RESULTADOS

Foram realizados três ensaios de densidade real de agregado miúdo com quatro amostras de materiais em cada, três ensaios seguindo a separação do agregado segundo as peneiras recomendadas na DNER-ME 084/95 e outros três ensaios incluindo o filer do agregado no ensaio como já foi comentando anteriormente. Os resultados obtidos estão relacionados nas tabelas abaixo em g/cm<sup>3</sup> (tabela 1 e 2).

Tabela 1. Resultados obtidos dos ensaios sem a utilização do material fino.

<b>SEM FÍLER</b>		
<b>Peso Específico - Ensaio 1</b>	<b>Peso Específico - Ensaio 2</b>	<b>Peso Específico - Ensaio 3</b>
2.754	2.806	2.883
2.780	2.824	2.873
2.747	2.816	2.896
2.766	2.831	2.894
M = 2.823		

Tabela 2. Resultados obtidos dos ensaios onde o material fino foi considerado.

<b>COM FÍLER</b>		
<b>Peso Específico - Ensaio 1</b>	<b>Peso Específico - Ensaio 2</b>	<b>Peso Específico - Ensaio 3</b>
2.855	2.815	2.819
2.837	2.798	2.791
2.837	2.823	2.811
2.824	2.813	2.801
M = 2.819		

Para a densidade do fíler foram realizados dois ensaios com os resultados abaixo em g/cm<sup>3</sup> (tabela 3).

Tabela 3. Resultados obtidos dos ensaios de densidade do fíler.

<b>FÍLER</b>	
<b>Peso Específico - Ensaio 1</b>	<b>Peso Específico - Ensaio 2</b>
2.753	2.747
M = 2.750	

Com os resultados usaram-se os valores médios da densidade sem fíler (DNER-ME 084/95) e da densidade do fíler (DNER-ME 085/94) e faz-se um cálculo ponderando em relação à porcentagem de material contida na granulometria, neste caso esses valores foram obtidos em ensaios preliminares obtendo-se 90.4% do material retido acima da peneira 200 e 9.6% do material passante na peneira 200. Tendo como resultado para a densidade ponderada 2.816.

## 5. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos em laboratório foi possível perceber que a densidade real do agregado miúdo pode ser calculada tanto seguindo as especificações das normas DNER-ME como em um único ensaio onde todo o material passante da peneira 4 é ensaiado de uma só vez, pois através do trabalho foi comprovado que a diferença entre os métodos não é significativa.

## 6. REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, MT. DNER-ME 084/95, Agregado miúdo- determinação da densidade real.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, MT. DNER-ME 085/94, Material finamente pulverizado- determinação da massa específica real.

VASCONCELOS, K. L.; SOARES, J. B. Influência dos Métodos de ensaio para determinação das densidades real e aparente de agregados na dosagem de misturas asfálticas. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 34., 2003, Campinas, SP.

BERNUCCI B. L.; et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro – Brasil: PETROBRAS : ABEDA, 2006.