

# ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS PASSANTE NA PENEIRA DE 75 $\mu$ M (N<sup>o</sup>200), POR LAVAGEM

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Setembro de 2014



DESIGNAÇÃO - ARTERIS T- 11-05 (2013)<sup>1</sup>

## Método Padrão para Ensaio de

# Análise Granulométrica de Agregados Passante na Peneira de 75 $\mu$ M (Nº200), por Lavagem

Designação ARTERIS T 11 – 05 (2013)<sup>1</sup>



---

## 1. ESCOPO

1.1. Este método estabelece a determinação da quantidade de material mais fino do que a peneira de 75  $\mu$ m (nº. 200) por lavagem. Partículas de argila e de agregados são dispersos por lavagem, assim como materiais solúveis em água, serão removidos durante o ensaio.

1.2. Dois procedimentos são incluídos, um usando somente água durante a operação de lavagem, e outro incluindo um detergente para ajudar a soltar o material abaixo da peneira de 75  $\mu$ m (nº. 200) do material graúdo. A menos que seja especificado, Procedimento A (somente água) deverá ser usado.

1.3. Os valores padrões adotados estão referenciados em unidades do sistema universal.

1.4. Este método pode envolver materiais, operações e equipamentos prejudiciais à saúde. Este método não tem o propósito de atender todos os problemas de segurança associados ao seu uso. É responsabilidade de quem usá-lo estabelecer antecipadamente as práticas apropriadas de segurança e determinar a aplicabilidade dos regulamentos específicos.

---

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

2.1. Normas :

- AASHTO M 92 – Malhas das peneiras nos ensaios
- ARTERIS ET-231 – Balanças usadas nos ensaios
- ARTERIS T 2 – Amostragem de agregados
- ARTERIS T-27 – Análise granulométrica de agregado fino e graúdo
- ARTERIS T 248 – Redução de amostras de agregados para ensaio

2.2. Normas ASTM:

- C 117 – Método de ensaio de granulometria de material passante na peneira de 75  $\mu$ m (nº. 200) por lavagem
- C 670 – Prática para a precisão e variáveis adotadas para métodos de ensaios para materiais de construção.

---

### **3. SUMÁRIO DO MÉTODO**

3.1. Uma amostra de agregado é lavada de maneira especificada, usando água pura ou contendo um detergente, como especificado. A água de lavagem decantada, contendo partículas suspensas e dissolvidas é passada através da peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200). A perda em massa resultante do tratamento de lavagem é calculado como uma porcentagem de massa da amostra original e é relatada com uma porcentagem do material passante na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200), por lavagem.

---

### **4. SIGNIFICADO E USO**

4.1. O material passante na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) pode ser separado das partículas maiores muito mais eficientemente e completamente pelo peneiramento úmido do que seco. Portanto, quando uma determinação acurada de material passante na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) em agregado fino e graúdo é desejada, este método é usado antes do ensaio de peneiramento a seco, de acordo com ARTERIS T-27. Os resultados deste método de ensaio são incluídos nos cálculos do ARTERIS T-27, e a quantidade total do material passante na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) por lavagem mais aquele obtido com o peneiramento seco da mesma amostra é usado no relatório final. Usualmente a quantidade adicional obtida no peneiramento seco é muito pequena. Se for grande, a eficiência da operação de lavagem deve ser verificada. Pode ser inclusive uma indicação da degradação do agregado.

4.2. A água pura é adequada para separar o material passante na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) para a maioria dos agregados graúdos. Em alguns casos, o material fino adere às partículas graúdas, tais como, argilas agarradas e alguns finos de agregados que foram objeto de extração de betume. Nestes casos, o material fino será separado mais rápido com detergente na água.

---

### **5. EQUIPAMENTOS e MATERIAIS**

5.1. *Balança* – A balança deve ter capacidade suficiente e precisão igual, ou melhor, que 0,1 por cento da massa da amostra, e atender aos requisitos da ARTERIS ET-231.

5.2. *Peneiras* – Um conjunto de 2 peneiras deve ser montada, a de baixo de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) e acima com a abertura no intervalo entre a malha de 2,36 mm (nº. 8) e 1,18 mm (nº. 16), ambas de acordo com a M 92.

5.3. *Recipiente* – Uma bandeja ou bacia de tamanho suficiente para conter a amostra coberta com água e para permitir uma agitação vigorosa sem perda de amostra ou água.

5.4. *Estufa* – Um forno de tamanho apropriado capaz de manter uma temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ).

5.5. *Detergente* – Qualquer agente de dispersão, tais como um detergente líquido para lavagem de pratos, para promover a separação do material fino.

**Nota 1** – O uso de um agitador mecânico para realizar a operação de lavagem não é proibido, desde que seus resultados sejam consistentes com aqueles obtidos na operação manual. Os usos de equipamentos de lavagem mecânicos podem causar degradação da amostra com alguns materiais.

---

## 6. AMOSTRAGEM

6.1. Amostre o agregado de acordo com T 2. Se a mesma amostra vai ser usada para o ensaio ARTERIS T-27, obedeça aos procedimentos aplicáveis dele.

6.2. Misture totalmente a amostra e reduza sua quantidade para um tamanho adequado ao ensaio usando os procedimentos aplicáveis descritos na T 248. Se a mesma amostra vai ser ensaiada também pelo ARTERIS T-27, a massa mínima necessária deve a indicada para aquele ensaio. Ou então, a massa, depois de seca, deve atender o seguinte:

---

Tamanho nominal máximo	Quantidade mínima, g
4,75 mm (nº. 4) ou menor	300
9,50 mm (3/8")	1000
19,0 mm (3/4")	2500
37,5 mm (1 1/2") ou maior	5000

---

O tamanho da amostra para o ensaio deve ser o resultado final da redução. Redução para uma massa pré-determinada não é permitida. Se o tamanho nominal máximo do agregado a ser ensaiado não estiver na lista acima, o imediatamente maior deve ser usado para determinar a quantidade mínima da amostra.

---

## 7. SELEÇÃO DO PROCEDIMENTO

7.1. O procedimento A deve ser usado, a menos que seja especificado com valores da especificação com os quais deve ser comparado ou quando determinado pelo cliente para quem o trabalho está sendo realizado.

---

## 8. PROCEDIMENTO A – LAVAGEM COM ÁGUA PURA

8.1. Seque a amostra até massa constante à temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ). Determine a massa com aproximação de 0,1 por cento da amostra total seca.

8.2. Se a especificação aplicável exige que a quantidade passante na peneira de  $75 \mu\text{m}$  (nº. 200) deve ser determinada na porção da amostra passando numa peneira menor que a do tamanho máximo nominal do agregado, separe a amostra na peneira designada e determine a massa do material com aproximação de 0,1 por cento. Use esta massa como parte da amostra original previsto na seção 10.1.

**Nota 2** – Algumas especificações para agregados com o tamanho nominal do agregado de 50 mm ou maior, por exemplo, estabelecem um limite para o material passante na peneira de  $75 \mu\text{m}$  (nº. 200) determinada naquela porção da amostra passando na malha de 25,0 mm. Tal procedimento é necessário porque é impraticável lavar amostras do tamanho especificado quando a mesma amostra é usada na análise granulométrica pelo ARTERIS T-27.

8.3. Após a secagem e determinação da massa, coloque a amostra no recipiente e adicione água suficiente para cobri-la. Nenhum detergente, agente dispersor ou outra substância deve ser adicionada à água. Agite a amostra com vigor suficiente para conseguir a completa separação das partículas passantes na peneira de  $75 \mu\text{m}$  (nº. 200) daquelas graúdas e para que o material fino fique em suspensão. O uso de uma colher grande ou outra ferramenta similar para mexer e agitar o agregado no banho tem sido satisfatório. Imediatamente escorra a água de lavagem contendo os sólidos suspensos ou dissolvidos sobre o conjunto de 2 peneiras, montadas com a peneira maior no topo. Tenha cuidado para evitar, tanto quanto possível, a decantação das partículas graúdas da amostra.

8.4. Adicione uma segunda carga de água na amostra dentro do recipiente, agite e decante como antes. Repita esta operação até que a água fique limpa.

**Nota 3** – Se usar equipamento mecânico de lavagem, a vazão de água, agitação e decantação pode ser uma operação contínua.

**Nota 4** – Um bico de aspersão ou uma mangueira de borracha conectada à torneira pode ser usada para enxaguar qualquer material que caia dentro das peneiras. A velocidade da água, que pode ser aumentada pelo aperto da mangueira ou bico de aspersão, não deve causar espirros sobre os lados da peneira.

8.5. Retorne todo o material retido neste conjunto de peneiras com um jorro de água para o recipiente com a amostra. Seque o agregado lavado até massa constante à temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) e pese com aproximação de 0,1 por cento da amostra original.

**Nota 5** – Depois da amostra lavada e escorrida e todo material retido na peneira de 75 µm (nº. 200) devolvido ao recipiente, nenhuma água deve ser decantada do mesmo sem passar pela malha da peneira, para evitar perda de material. Excesso de água existente no recipiente deve evaporar durante o processo de secagem.

---

## **9. PROCEDIMENTO B – LAVAGEM USANDO UM DETERGENTE**

9.1. Prepare a amostra da mesma maneira que o procedimento A.

9.2. Após a secagem e pesagem, coloque a amostra no recipiente. Adicione água suficiente para cobrir a amostra e logo após o detergente (Nota 6). Agite a amostra com suficiente vigor para conseguir a completa separação de todas as partículas abaixo da peneira de 75 µm (nº. 200) do material gráudo e para fazer com que o material fino fique em suspensão. O uso de colher grande ou outro instrumento similar para mexer e agitar o agregado na água de lavagem tem sido satisfatório. Imediatamente escorra a água contendo os sólidos suspensos e dissolvidos sobre o conjunto de peneiras, montado com a peneira de malha mais grossa em cima. Tenha cuidado para evitar, tanto quanto possível, a queda das partículas gráudas da amostra na peneira.

**Nota 6** – Deve haver quantidade suficiente de detergente para produzir pouca espuma, quando a amostra é agitada. A quantidade vai depender da dureza da água e da qualidade do detergente. Espuma excessiva poderá derramar sobre as peneiras e carregar algum material com ela.

9.3. Adicione uma segunda carga de água (sem detergente) na amostra dentro do recipiente, agite, e escorra como antes. Repita a operação até que a água de lavagem esteja limpa.

9.4. Termine o ensaio da mesma maneira que o procedimento A.

---

## **10. CÁLCULO**

10.1. Calcule a quantidade de material abaixo da peneira de 75 µm (nº. 200), por lavagem como segue:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

A = Porcentagem de material abaixo da peneira de 75 µm (nº. 200), por lavagem

B = Massa da amostra seca original

C = Massa da amostra seca após lavagem, g.

---

## 11. RELATÓRIO

11.1. Informe a porcentagem do material passando na malha de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200) por lavagem com aproximação de 0,1 por cento, exceto se o resultado for acima de 10 por cento, quando deverá ser o número inteiro.

11.2. Informe qual o procedimento usado, por escrito no relatório.

---

## 12. PRECISÃO E VARIÁVEIS

12.1. *Precisão* – As estimativas de precisão para este ensaio listado na tabela 1 são baseados em ensaios do programa de amostragem de proficiência de laboratórios de referência da AASHTO, sendo os mesmos realizados de acordo com este método e o ASTM C 117. As diferenças significativas entre os métodos existentes na época, com dados obtidos quando o T 11 especificava e o ASTM C117 proibia o uso de detergente. Os dados são baseados na análise de mais de 100 pares de resultados de 40 a 100 laboratórios.

TABELA 1 – PRECISÃO		
	Desvio Padrão (1s), <sup>a</sup> Porcentagem	Intervalo aceitável de 2 resultados (d2s), <sup>a</sup> Porcentagem
<i>Agregado graúdo:</i> <sup>b</sup>		
Precisão um operador	0,10	0,28
	0,22	0,62
Precisão Multilaboratório		
<i>Agregado Fino</i> <sup>c</sup>		
Precisão um operador	0,15	0,43
	0,29	0,82
Precisão Multilaboratório		

<sup>a</sup> Estes números representam os limites (1s) e (d2s) descritos na ASTM C670

<sup>b</sup> As estimativas de precisão são baseadas em agregados tendo um tamanho nominal máximo de 19,0 mm (3/4") com menos de 1,5 por cento passando na peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº.200).

<sup>c</sup> As estimativas de precisão para o agregado fino são baseadas tendo 1,0 e 3,0 por cento abaixo da peneira de 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200).

12.1.1. Os valores de precisão para agregados finos da tabela 1 são baseados em amostras com 500 g de tamanho nominal. Revisão deste método em 1996 permite que o ensaio possa ser feito com amostras de 300 g, no mínimo. Análise de resultados de ensaios de 300 g e 500 g das amostras dos ensaios de proficiência 99 e 100 (amostras 99 e 100 foram essencialmente idênticos) produziram os valores de precisão da tabela 2, o que indicou diferenças mínimas devido ao tamanho da amostra.

<b>TABELA 2 INFORMAÇÕES DOS DADOS DE PRECISÃO PARA AMOSTRAS DE 300g e 500g</b>							
Amostra proficiente de agregado miúdo				Mesmo laboratório		Entre laboratórios	
Resultado do ensaio	Tamanho amostra	Nº Labs	Média	1s	d2s	1s	d2s
AASHTO T 11 / ASTM C 117 (Total de material passando malha no. 200, por lavagem, %)	500 g	270	1,23	0,08	0,24	0,23	0,66
	300 g	264	1,20	0,10	0,29	0,24	0,68

**NOTA 7** – Os valores para agregado fino na tabela 1 serão revisados para refletir o tamanho da amostra de 300 g quando tiver sido executado um número suficiente de amostras proficientes de agregados para termos dados confiáveis.

12.2. *Variação* – Desde que não há material de referencia adequada para a determinação da variação deste método de ensaio, nenhum indicador de variáveis é feito.