

**Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 089/94**

**Método de Ensaio**

Página 1 de 6

**RESUMO**

Este documento, que é uma norma técnica, apresenta o procedimento para a avaliação da durabilidade de agregado pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Prescreve a aparelhagem, soluções para o ensaio, a execução e condições para a obtenção dos resultados.

**ABSTRACT**

This document presents the procedure for determination of the soundness of aggregates by use of sodium or magnesium sulphate solutions. It prescribes the apparatus, test solutions and conditions for the obtention of results.

**SUMÁRIO**

0 APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 APARELHAGEM

4 SOLUÇÕES PARA O ENSAIO

5 AMOSTRA

6 ENSAIO

7 EXAME QUANTITATIVO

8 EXAME QUALITATIVO

9 RESULTADOS

Anexo informativo

**0 APRESENTAÇÃO**

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 089/64 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.

## 1 OBJETIVO

Este Método fixa o modo pelo qual se determina a resistência à desintegração dos agregados sujeitos à ação do tempo, pelo ataque de soluções saturadas de sulfato de sódio ou de magnésio.

**Nota :** Deve-se ressaltar que os resultados do ensaio, conforme se utilize um ou outro dos sais citados, são diversos, o que se deve considerar quando da fixação dos limites de perda nas especificações que exijam tal ensaio.

## 2 REFERÊNCIAS

### 2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 089/64, designada Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- b) ASTM C 88-76 – Test for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate.

## 3 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) peneiras de 63,5 – 50 – 38 – 32 – 25 – 19 – 16 – 12,7 – 9,5 – 8 4,8 – 4 – 2,4 – 1,2 – 0,6 – 0,3 e de 0,15 mm, inclusive tampa e fundo, de acordo ABNT EB-22, de 1988, registrada no SINMETRO como NBR-5734, designada Peneiras para ensaio;
- b) balança com capacidade de 5 kg, sensível a 1 g;
- c) balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g;
- d) cestos cilíndricos, de tela metálica de abertura de 4,8 mm e de 0,15 mm, com 20 cm de altura e 20 cm de diâmetro munidos de aiça;
- e) dispositivo capaz de manter a temperatura a  $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ;
- f) estufa capaz de manter a temperatura entre  $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$  e uma razão de evaporação média de no mínimo 25 g por hora, durante 4 (quatro) horas. Esta razão é determinada pela perda de água contida em bécheres de forma baixa, com capacidade de 1 (um) litro, tendo cada um 500 g de água a  $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e colocados no centro e nos cantos de cada prateleira da estufa. A estufa não deverá conter outros objetos e permanecer fechada durante a operação.

## 4 SOLUÇÕES PARA O ENSAIO

As soluções de sulfato de sódio ou de sulfato de magnésio devem ser preparadas dissolvendo-se uma quantidade de sal tal que, a uma temperatura entre  $25^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ , assegure, não só a saturação, mas também a presença de excesso de cristais nas soluções,

**Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 089/94**

**Método de Ensaio**

Página 3 de 6

após a preparação. Durante a adição do sal as soluções devem ser rigorosamente agitadas, operação que se deve repetir a intervalos freqüentes, até sua utilização. Depois de prontas, as soluções devem ser esfriadas à temperatura de  $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e mantidas nesta temperatura por, no mínimo, 48 horas antes da realização do ensaio.

No momento da utilização as soluções devem ser mais uma vez agitadas e apresentar, conforme o caso, as seguintes densidades:

- I – solução saturada de sulfato de sódio – densidade entre 1,151 e 1,174;
- II – solução saturada de magnésio – densidade entre 1,295 e 1,308;

**Nota :** Para a preparação das seguintes quantidades de reagente por litro d'água.

- I – sulfato de sódio (para saturação a  $22^{\circ}\text{C}$ ):  
 decaidratado ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 750 g ou mais;  
 anidro ( $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ ) ..... 350 g ou mais.

- II – sulfato de magnésio (para saturação a  $23^{\circ}\text{C}$ ):  
 heptaidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 1400 g ou mais;  
 anidro ( $\text{MgSO}_4$ ) ..... 350 g ou mais.

**5 AMOSTRA**

5.1 Antes de qualquer das operações seguintes, de separação em frações, faz-se a análise granulométrica da amostra representativa do agregado.

5.2 Material passando na peneira de 9,5 mm – as frações para o ensaio, pesando em torno de 110 g cada uma, são separadas nas peneiras seguintes:

<b>Passando</b>	<b>Retido</b>
9,5 mm	4,8 mm
4,8 mm	2,4 mm
2,4 mm	1,2 mm
1,2 mm	0,6 mm
0,6 mm	0,3 mm

5.3 Material retido na peneira de 4,8 mm – as frações para o ensaio são as seguintes:

- a) 63,5 mm a 38 mm ..... 3 000 g  
 consistindo de:  
 material entre 63,5 mm e 50 mm ..... 50%  
 material entre 50 mm e 38 mm ..... 50%
- b) 38 mm a 19 mm ..... 1 500 g  
 consistindo de:  
 material entre 38 mm e 25 mm ..... 67%  
 material entre 25 mm e 19 mm ..... 33%

**Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio**  
**Norma Rodoviária**

**Método de Ensaio**

c) 19 mm a 9,5 mm ..... 1 000 g  
 consistindo de:  
     material entre 19 mm e 12,7 mm ..... 67%  
     material entre 12,7 mm e 9,5 mm ..... 33%

d) 9,5 mm a 4,8 mm ..... 3 000 g

e) Tamanhos maiores do que 63,5 mm, tomam-se frações de 3 000 g para cada aumento de 25 mm.

5.4 Se qualquer das frações especificadas nos itens 5.2 e 5.3, for menor do que 5% do peso da amostra total ela não deve ser ensaiada. Para efeito de cálculo ela deve ser considerada como tendo perda igual à média das perdas das frações imediatamente maior ou menor. Se uma destas não existir, deve ser considerada como tendo a mesma perda que a fração imediatamente menor ou maior que existir na amostra.

5.5 A amostra de agregado passando na peneira de 9,5 mm deve ser lavada em peneira de 0,3 mm, secada até constância de peso a 105°C – 110°C e separada nas diferentes frações, por meio da série de peneiras indicadas em 5.2. Das frações assim obtidas, seleciona-se quantidade suficiente para se obter mais de 100 g (em geral 110 g). As partículas de agregado que ficarem presas entre as malhas das peneiras não deverão ser usadas. Após o peneiramento final as frações são pesadas e colocadas nos cestos.

5.6 A amostra de material retido na peneira de 4,8 mm deve ser lavado, secada até constância de peso a 105°C – 110°C e separada, por peneiramento, nas diferentes frações indicadas em 5.3. Determina-se o peso de cada uma das frações que a seguir são colocadas em cestos separadas para o ensaio.

**Nota :** A amostra de material retido na peneira de 19 mm, deve ser contado o número de partículas existentes.

**6 ENSAIO**

6.1 A amostra deve ser imersa na solução de sulfato de sódio ou de magnésio por um período de 16 a 18 horas, de modo que o nível da solução fique 1 cm acima da amostra.

O recipiente que contém a amostra imersa na solução deve ser coberto para reduzir a evaporação e evitar contaminação. Durante o período de imersão a temperatura da solução deve ser mantida a 21°C ± 1°C.

6.2 Após o período de imersão a amostra deve ser retirada da solução, drenada durante 15 ± 5 min. e colocada em estufa para secar a 105°C – 110°C, até constância de peso. Devem ser tomadas, durante a secagem, precauções que evitem a perda de partículas retidas na peneira de menor abertura na qual a amostra foi preparada. Depois da secagem, a amostra deve ser esfriada até a temperatura ambiente.

**Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio**  
**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 089/94**

**Método de Ensaio**

Página 5 de 6

- 6.3 O processo de imersão e secagem alternadas constitui um ciclo, que deve ser repetido até que o número desejado de ciclos seja completado.
- 6.4 As frações maiores que 19 mm devem ser examinadas qualitativamente após cada imersão.

**7. EXAME QUANTITATIVO**

- 7.1 Depois de completo o ciclo final e após o resfriamento da amostra, esta deve ser lavada em solução de cloreto de bário a 10%, para que fique livre de excessos de sulfato de sódio ou de magnésio. Lava-se a amostra em água corrente.
- 7.2 Peneirar o material passando na peneira de 9,5 mm na mesma série de peneiras em que foi retido antes do ensaio, e peneirar o material retido na peneira de 4,8 mm nas peneiras a seguir descritas, conforme as dimensões das partículas:

<b>Dimensão da partícula</b>	<b>Peneira para determinar a perda</b>
63,5 mm a 38 mm	32 mm
38 mm a 19 mm	16 mm
19 mm a 9,5 mm	8 mm
9,5 mm a 4,8 mm	4 mm

**Nota :** Uma informação adicional valiosa pode ser acrescentada, fazendo-se o exame visual de cada fração, observando-se se houver excessivo fendilhamento dos grãos ensaiados. Sugere-se também, como subsídio à interpretação dos resultados do ensaio, que todas as frações, inclusive os fragmentos, completados os ciclos, sejam misturadas e peneiradas, em uma série completa de peneiras, para a determinação do módulo de finura. Os resultados da análise granulométrica devem ser anotados pelas porcentagens acumuladas retidas em cada peneira.

**8 EXAME QUALITATIVO**

O exame qualitativo e seu registro devem consistir de duas partes:

- a) observação do efeito da ação do sulfato de sódio ou de magnésio e a natureza da ação;
- b) contagem do número de partículas afetadas.

**Nota :** De um modo geral as ações observadas podem ser classificadas como: desintegração, fendilhamento, esmagamento, quebra ou laminagem. Embora, somente, para as partículas maiores que 19 mm seja exigido exame qualitativo, recomenda-se fazer o exame das partículas de menor tamanho para que se verifique se há evidência de fendilhamento excessivo.

**9 RESULTADOS**

Anotam-se como resultado do ensaio, indicando a natureza da solução usada, os seguintes dados:

- a) percentagem em peso de cada fração da amostra que, após o ensaio, passe através da peneira na qual a fração foi originalmente retida;
- b) média ponderada calculada em função da percentagem de perda de cada fração e com base na granulometria da amostra ou de preferência, na granulometria da porção do material da qual a amostra é representativa. Nestes cálculos, frações que passam na peneira de 0,3 mm não devem ser consideradas;
- c) número de partículas maiores de 19 mm do ensaio, após o ensaio quantas foram afetadas e como foram (desintegração, fendilhamento, esmagamento, quebra, laminagem, etc.).

**ANEXO INFORMATIVO**

**SUGESTÃO PARA APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO ENSAIO**  
**(Com valores numéricos ilustrativos)**

Composição granulométrica da amostra original		%	Peso das frações da amostra antes do ensaio	Percentagem da fração após o ensaio, que passa na peneira em que foi originalmente retida (% de perda)	Média ponderada calculada com base na granulometria da amostra original (% de perda corrigida)
Passando mm	Retido mm				
<b>Material passando na peneira de 9,5 mm</b>					
0,15	-	5,0	-	-	-
0,3	0,15	11,4	-	-	-
0,6	0,3	26,0	100	4,2	1,09
1,2	0,6	25,2	100	4,8	1,27
2,4	1,2	17,0	100	8,0	1,36
4,8	2,4	10,8	100	11,2	1,21
9,5	4,8	4,6	-	11,2*	0,52
<b>Totais</b>		100,0	400	-	5,39
<b>Material retido na peneira de 4,8 mm</b>					
63,5	38,0	20,0	3000**	4,8	0,96
38,0	19,0	45,0	1500**	8,0	3,60
19,0	9,5	23,0	1000**	9,6	2,20
9,5	4,8	12,0	300**	11,2	1,34
<b>Totais</b>		100,0	5800	-	8,10

\* Como entre as peneiras de 9,5 mm e 4,8 a percentagem é inferior a 5%, anota-se, como % de perda desta fração a correspondente à fração imediatamente menor (11,2).

\*\* Quantidades mínimas : frações maiores podem ser utilizadas.