



**MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM**  
**DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR**  
**DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**  
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas  
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330  
**Norma rodoviária**  
**Método de Ensaio**  
**DNER-ME 035/98**  
**p. 01/06**

## **Agregados - determinação da abrasão “Los Angeles”**

### **RESUMO**

Este documento prescreve o método para obtenção do valor da abrasão “Los Angeles” de agregado. Apresenta a aparelhagem, definições, a execução do ensaio nas graduações estabelecidas para o agregado, a carga abrasiva aplicada, e as condições para obtenção dos resultados.

### **ABSTRACT**

This document presents the procedure for obtaining the aggregate abrasion value by the use of the Los Angeles machine. It presents the apparatus, definitions, aggregate gradings for testing, abrasive loads and the conditions for obtaining results.

### **SUMÁRIO**

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Aparelhagem

5 Execução do ensaio

6 Resultados

### **0 PREFÁCIO**

Esta Norma tem por fim a substituição da DNER-ME 035/94, que adotava a ABNT NBR 6465/84 no DNER, pelo Processo de Referência, por outro texto correspondente, em conformidade com a DNER-PRO 101/97.

### **1 OBJETIVO**

Prescreve o método para determinação da abrasão “Los Angeles” de agregados.

### **2 REFERÊNCIAS**

2.1 Normas complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) DNER-EM 035/95 - Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos;

**Macrodescriptores MT** : agregado, ensaio em laboratório

**Microdescriptores DNER** : agregado, ensaio de laboratório, ensaio de desgaste

**Palavras-chave IRRD/ IPR** : agregado (4577), desgaste (3868), ensaio Los Angeles (6208)

**Descriptores SINORTEC** : abrasão, agregados, ensaio de abrasão

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 19/05/98, Resolução nº 14/98, Sessão nº CA/07/98

Autor: DNER/DrDTc (IPR) Revisão da DNER-ME 035/94 e

Processo nº 51170000507/92-34 Adaptação à DNER-PRO 101/97

- b) DNER-ME 083/94 - Agregados - análise granulométrica;
- c) DNER-PRO 120/97 - Coleta de amostras de agregados;
- d) DNER-PRO 199/96 - Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório;
- e) ABNT NBR 6465/84 - Agregados - determinação da abrasão “Los Angeles”;
- f) AASHTO Designation - T 96/83 - Resistance to abrasion of small-size coarse aggregate by use of the Los Angeles machine;
- g) ASTM C 131/89 - Standard test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine;
- h) ASTM C 535/89 - Standard test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine.

### 3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 e 3.2.

#### 3.1 Abrasão “Los Angeles” de agregado

Desgaste sofrido pelo agregado, quando colocado na máquina “Los Angeles” juntamente com uma carga abrasiva, submetido a um determinado número de revoluções desta máquina à velocidade de 30 rpm a 33 rpm, conforme 5.4.

O desgaste é convencionalmente expresso pela porcentagem, em peso, do material que passa, após o ensaio, pela peneira de malhas quadradas de 1,7 mm (ABNT nº 12).

#### 3.2 Agregado

Pedra britada, pedrisco e pedregulho.

### 4 APARELHAGEM

A execução deste ensaio requer os aparelhos e materiais prescritos de 4.1 a 4.8.

#### 4.1 Balança com capacidade de pelo menos 20 kg, sensível a 1 g.

4.2 Carga abrasiva - consistirá de 12 esferas de aço com aproximadamente 47,6 mm de diâmetro, cada uma pesando entre 390 e 445 g, e tendo o peso total de  $\pm 5000$  g. Esferas de ferro fundido poderão ser usadas, com as mesmas dimensões e carga, apresentando superfície uniforme e composição química de acordo com os limites seguintes:

a) carbono combinado	(Ccomb.)	no mín.	2,50%
b) grafite	(Cgraf.)	no máx.	0,25%
c) manganês	(Mn)	no máx.	0,50%
d) enxofre	(S)	no máx.	0,08%

- e) fósforo (P) no máx. 0,25%
- f) silício (Si) no máx. 1,00%

4.3 Estufa capaz de manter a faixa térmica de trabalho entre 105°C e 110°C.

4.4 Máquina “Los Angeles”, de acordo com a Figura.

Nota 1: A máquina deverá ser fabricada, fixada e operada para manter uma velocidade periférica uniforme.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

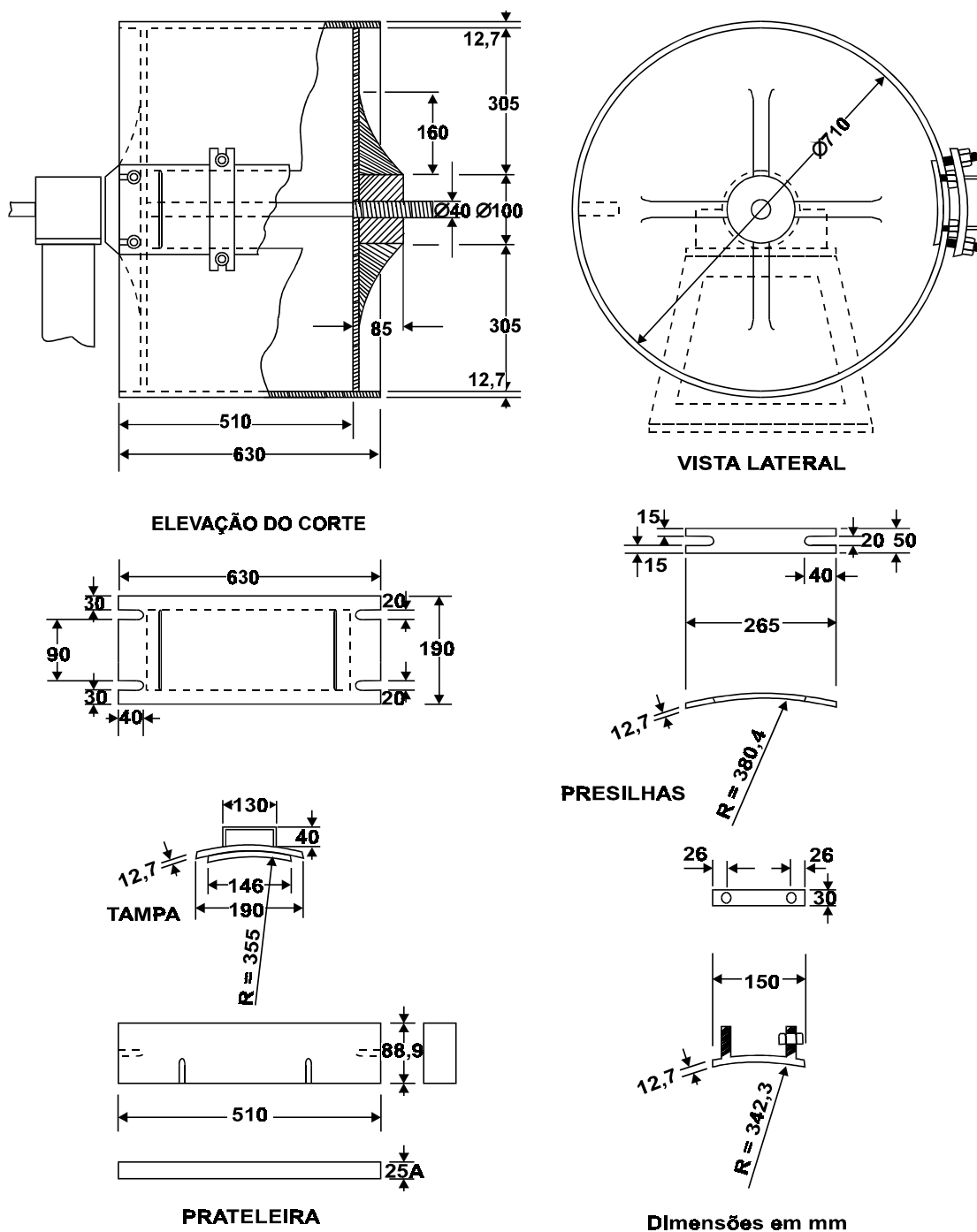


Figura - Máquina “Los Angeles”

4.5 Peneiras de malhas quadradas com caixilhos metálicos e aberturas, de acordo com a DNER-EM 035/95. Estas peneiras devem ter as seguintes aberturas nominais, em milímetros:

76 - 63 - 50 - 38 - 25 - 19 - 12,5 - 9,5 - 6,3 - 4,8 - 2,4 - 2 e 1,7.

4.6 Bandeja de folha de flandres de aproximadamente (700 x 500 x 50) mm.

4.7 Colher retangular ou pá de cabo curto.

4.8 Escova de fibra.

## 5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

### 5.1 Graduação da amostra

A amostra selecionada para ensaio, dentre as graduações A, B, C, D, E, F e G, deve ter a massa indicada na Tabela 1. A representatividade deste ensaio será intimamente ligada à granulometria do material ensaiado, portanto a graduação escolhida deverá ser aquela de granulometria mais próxima possível da que deverá ser usada na obra. O ensaio poderá, entretanto, ser executado em outra graduação, a critério dos interessados.

**Tabela 1 - Graduação para ensaio**

Peneiras Abertura em mm		Amostra - massa parcial em gramas						
Passando em	Retido em	Grad. A	Grad. B	Grad. C	Grad. D	Grad. E	Grad. F	Grad. G
76	63	—	—	—	—	2500 ± 50	—	—
63	50	—	—	—	—	2500 ± 50	—	—
50	38	—	—	—	—	5000 ± 50	5000 ± 50	—
38	25	1250 ± 25	—	—	—	—	5000 ± 25	5000 ± 25
25	19	1250 ± 25	—	—	—	—	—	5000 ± 25
19	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10	—	—	—	—	—
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10	—	—	—	—	—
9,5	6,3	—	—	2500 ± 10	—	—	—	—
6,3	4,8	—	—	2500 ± 10	—	—	—	—
4,8	2,4	—	—	—	5000 ± 10	—	—	—
Massas totais em gramas		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	10000 ± 100	10000 ± 75	10000 ± 50
Nº de rotações do tambor		500	500	500	500	1000	1000	1000

## 5.2 Preparação da amostra

Fixada a graduação a ser adotada no ensaio, a amostra deve ser preparada de acordo com as indicações seguintes:

- o material recebido é lavado e seco em estufa, à temperatura entre 105°C e 110°C, até se verificar constância de peso;
- depois de seco, peneira-se o agregado e quarteam-se as diferentes porções retiradas nas diferentes peneiras, para fornecer a amostra da graduação escolhida;
- determinam-se as massas das porções de graduação escolhida, com aproximação de 1 g, e tendo em vista a obtenção das massas especificadas na Tabela 1, obedecendo-se às respectivas tolerâncias. Reunem-se, a seguir, as diversas porções da mesma graduação, misturam-se bem e somam-se as massas parciais correspondentes, obtendo-se, assim, a massa da amostra seca, antes do ensaio ( $m_n$ ).

## 5.3 Carga abrasiva

5.3.1 A carga abrasiva, a ser usada para cada graduação, deve ser a da Tabela 2.

**Tabela 2 - Carga abrasiva**

Graduação	Número de esferas	Massa de carga (g)
A	12	5.000 ± 25
B	11	4.584 ± 25
C	8	3.330 ± 20
D	6	2.500 ± 15
E	12	5.000 ± 25
F	12	5.000 ± 25
G	12	5.000 ± 25

5.3.2 Deve-se verificar periodicamente se as esferas satisfazem às condições fixadas quanto a massa, dimensões e uniformidade de superfície.

## 5.4 Procedimento

A execução deste ensaio exige as operações seguintes:

- verificada a limpeza interna do tambor, colocam-se no mesmo a amostra e a respectiva carga abrasiva; a seguir é cuidadosamente fechado para evitar perda de material;
- faz-se girar o tambor com velocidade de 30 a 33 rpm até completar 500 rotações, para as graduações A, B, C e D e 1000 rotações para as graduações E, F e G, conforme Tabela 1.

Nota 2: Folga ou deslizamento no mecanismo muito comumente fornecem resultados que não são comparáveis a outras máquinas “Los Angeles” que produzem velocidades periféricas constantes.

- c) retira-se todo o material do tambor, separam-se as esferas, limpam-se as mesmas com a escova, e faz-se passar a amostra na peneira 1,7 mm, rejeitando-se o material passante;
- d) lava-se o material retido na própria peneira (1,7 mm); reúne-se o mesmo, e em seguida é seco em estufa à temperatura entre 105°C e 110°C, durante, no mínimo, 3 horas;
- e) retira-se o material da estufa, deixa-se esfriar, e determina-se sua massa com aproximação de 1 g, obtendo-se a massa da amostra lavada e seca ( $m'_n$ ).

## 6 RESULTADOS

A abrasão “Los Angeles” do agregado é calculada pela fórmula seguinte:

$$A_n = \frac{m_n - m'_n}{m_n} \times 100$$

em que:

- $A_n$  = abrasão “Los Angeles” da graduação n, com aproximação de 1%;
- n = graduação (A, B, C, D, E, F ou G) escolhida para o ensaio;
- $m_n$  = massa total da amostra seca, colocada na máquina;
- $m'_n$  = massa da amostra lavada e seca, após o ensaio (retida na peneira de 1,7 mm).

O ensaio será expresso com aproximação de 1%.

Nota 3: Se o agregado estiver essencialmente livre de materiais aderentes e de pó, as exigências de lavagem do agregado, antes e na fase final do ensaio, podem ser tornadas sem efeito, mediante cuidadosa avaliação. O material eliminado com a lavagem raramente atinge o valor de 0,2% do peso da amostra original.

Nota 4: Quando este método é aplicado, as amostras constituídas de fragmentos escolhidos entre os de forma mais aproximada da cúbica, provenientes do britamento manual, a partir de blocos de pedra, os resultados da abrasão, em geral são numericamente menores que os obtidos em agregados da mesma rocha, provenientes de britamento mecânico.

Nota 5: A interpretação do resultado deverá levar em conta a composição mineralógica, estrutura da rocha e a respectiva aplicação do agregado.