

# PERDA DE MASSA POR IMERSÃO

Durante a década de 70, Nogami pesquisou o fenômeno erosivo em taludes de rodovias ao longo do tempo, através de observações sistemáticas no campo, que indicaram que os cortes em solos lateríticos e saprolíticos apresentavam diferentes resistências quanto à erosão. Experimentalmente verificou que esses solos submetidos ao ensaio de perda de massa por imersão, obtidos em laboratório, para solos devidamente compactados.

Em 1975, Nogami e Villibor procuravam parâmetros que pudessem classificar os solos tropicais (lateríticos e saprolíticos), sendo que um dos parâmetros já definidos seria obtido pelo ensaio de perda de massa por imersão.

Em 1980, os referidos autores propuseram a Classificação MCT, que se utiliza com um dos ensaios o de Perda de Massa por Imersão, através do parâmetro  $P_i$ .

Será apresentado o procedimento do Ensaio de Perda de Massa por Imersão, com exemplo aplicativo para obtenção do parâmetro  $P_i$ , além de algumas peculiaridades dos solos quanto a esse fenômeno.

## OBJETIVO

Determinar, em laboratório, a perda de massa de amostras compactadas quando submetidas à imersão.

Os valores obtidos são utilizados para a classificação MCT de solos, previsão de erosão em bordas de pavimento e orientação do sistema de drenagem de águas da plataforma.

## DEFINIÇÕES

**Coefficiente de Perda de Massa por Imersão ( $P_i$ ):** é a porcentagem da massa seca desprendida de um CP, quando imerso, em relação à parte extrudada (10 mm) da amostra de solo compactada. O coeficiente  $P_i$  é calculado pela expressão (1).

$$P_i = 100 \times \frac{M_i \times L_{CP}}{M_s \times L_e} \times F_c \quad (1)$$

$P_i$ : Coeficiente de perda de massa por imersão (%);

$M_i$ : Massa seca desprendida [g];

$M_s$ : Massa seca do CP, logo após sua compactação [mm];

$L_{CP}$ : Altura do CP, logo após sua compactação [mm];

$L_e$ : Altura da parte extrudada do CP ( $L_e = 10$  mm);

$F_c$ : Fator de correção do  $P_i$  ( $F_c = 1,0$ : desprendimento normal e  $F_c = 0,5$ : desprendimento em monobloco).

O fator de correção depende da maneira como o solo se desprende do CP. Na Figura 1 estão apresentados os dois casos; para cada um tem-se os seguintes valores:

$F_c = 0,5$ : desprendimento em monobloco;

$F_c = 1,0$ : desprendimento normal.

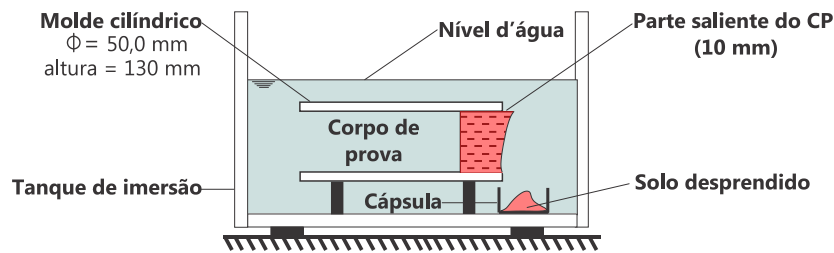


**Figura 1** – Desprendimento: monobloco (esquerda) e normal (direita).

**Gráfico da Perda de Massa por Imersão ( $P_i$ ) em função do Teor de Umidade de Compactação ( $h_c$ ):** Possibilita avaliar a influência do teor de umidade do CP no coeficiente  $P_i$ , sendo  $P_i$  em ordenadas e  $h_c$  em abcissas, ambos expressos em porcentagem e plotados em escala linear.

## APARELHAGEM

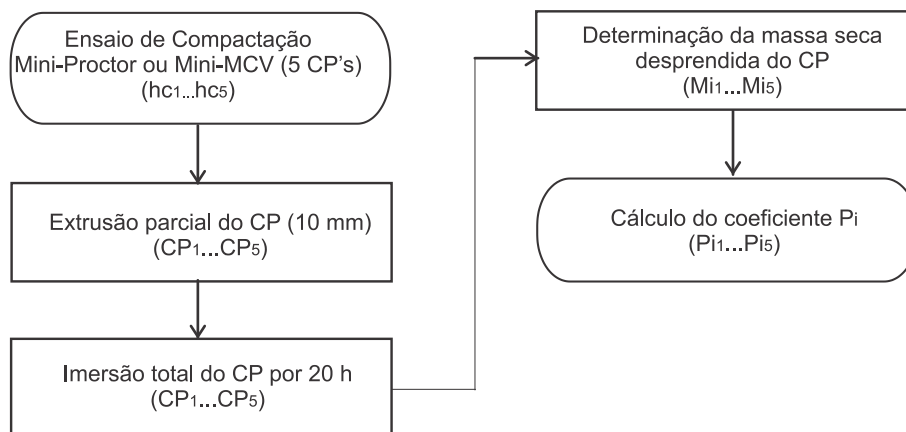
A Figura 2 mostra o croqui do Ensaio de Perda de Massa por Imersão.



**Figura 2** – Croqui do Ensaio de Perda de Massa por Imersão

## EXECUÇÃO DO ENSAIO

As etapas da execução do ensaio estão ilustradas na Figura 3.



**Figura 3** – Fluxograma da execução do Ensaio de Contração Axial

Eventualmente, para estudos, os ensaios poderão ser executados em amostras indeformadas. A seguir serão descritos apenas os procedimentos com amostras compactadas em laboratório.

### Obtenção dos CPs

Realizar o mesmo procedimento adotado para execução do Ensaio de Compactação Mini-Proctor ou para Compactação Mini-MCV, obtendo 5 CPs moldados com diferentes teores de umidade a serem submetidos ao ensaio. A Figura 4 mostra a extração parcial de um CP compactado;



Figura 4 – Extração parcial do CP

### Extração parcial dos CPs

Por meio do dispositivo de extração, extrair parcialmente, o CP do molde cilíndrico, para que, exatamente 10 mm da face superior do CP, fique saliente ( $L_e$ ), conforme Figura 4.

Armazenar o CP em recipiente hermeticamente fechado, durante a extrusão dos demais CPs, para que a umidade dos mesmos não seja alterada.



Figura 5 – Imersão dos CP's

### Imersão dos CPs

Primeiramente, deve-se pesar as cápsulas vazias ( $M_i$ ), anotando os valores na folha de ensaio. Colocar os conjuntos CPs, juntamente com seus suportes e cápsulas, em tanque de imersão (sem água), de maneira que o centro da cápsula esteja alinhado com o centro da base do CP (Figura 5).

Preencher o tanque de imersão, de maneira contínua e suave, até que a lâmina d'água atinja, no mínimo, 10 mm acima da superfície externa do molde (Figura 5). Analisar o comportamento dos CPs nos primeiros minutos de imersão em água, anotando eventuais peculiaridades.



Figura 6 – Aspecto dos CP's após imersão

Após 20 horas retirar cuidadosamente os CPs do tanque de imersão, anotando o aspecto do solo que permaneceu no molde cilíndrico (Figura 6).

### Determinação da massa seca desprendida ( $M_i$ )

Retirar, cuidadosamente, as cápsulas nas quais houve deposição de solo e anotar o aspecto do material, após a eliminação da água limpa (Figura 7). Colocar a cápsula em estufa (temperatura de 105 – 110°C) por, no mínimo, 12 horas ou constância de peso. Pesar a massa do solo seco desprendido depositado na cápsula ( $M_i$ ).



Figura 7 – Retirada da água limpa da cápsula com o solo desprendido

O ensaio de Perda de Massa por Imersão, foi padronizado pelo DER-SP como o método de ensaio DER-SP M-197/88 "Determinação da perda de massa por imersão de solos compactados".

## EXERCÍCIO APLICATIVO

Uma amostra de solo foi submetida ao Ensaio de Compactação Mini-MCV e de Perda de Massa por Imersão, estando os CPs em diferentes umidades. A Tabela 1 sintetiza o andamento do ensaio de Perda de Massa por Imersão e as características de compactação do CP. Determinar o coeficiente  $P_i$  deste solo.

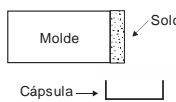
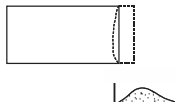
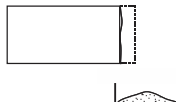


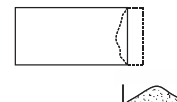
### Cálculo do coeficiente $P_i$

A partir dos dados da Tabela 1, o coeficiente  $P_i$  do CP compactado no molde nº5 ( $CP_5$ ) é calculado por:

$$\text{Expressão (1): } P_i = 100 \cdot \frac{47,58 \cdot 50,52}{166,84 \cdot 10} \times 1 = 144,1\%$$

Analogamente calcula-se para os demais CPs, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Dados e resultados do Ensaio de Perda de Massa por Imersão

ENSAIO DE PERDA DE MASSA POR IMERSÃO						
CONDIÇÃO DE COMPACTAÇÃO						
Molde	nº	5	30	32	36	51
Teor de Umidade (hc)	(%)	19,9	17,9	15,8	13,7	11,6
Massa Úmida (Mu)	(g)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Massa Seca (Ms)	(g)	166,84	169,60	172,71	175,83	179,15
Altura do C.P ( $L_{CP}$ )	(mm)	50,52	48,84	47,23	50,43	53,99
CROQUIS						
						
DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DESPRENDIDA						
Cápsula	nº	90	28	18	11	93
Massa Seca + Tara ( $M_i + M_t$ )	(g)	101,77	81,44	65,89	85,19	93,21
Massa da Tara ( $M_t$ )	(g)	54,19	50,94	51,08	53,44	55,86
Massa Desprendida ( $M_i$ )	(g)	47,58	30,50	14,81	31,75	37,35
Fator de Correção ( $F_c$ )		1	1	1	1	1
<b>Coeficiente <math>P_i</math></b>	<b>(%)</b>	<b>144,1</b>	<b>87,8</b>	<b>40,5</b>	<b>91,1</b>	<b>112,6</b>
Observação:						
Operador: Márcio			Data: 23/10/2014			