TÍTULO

MÉTODO CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TROPICAIS, SEGUNDO A METODOLOGIA MCT

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Mini-MCV. Perda de Massa por Imersão. MCT.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 DEFINIÇÕES 3
2.1 Mini – MCV 3
2.2 Curva de deformabilidade 3
2.3 MCV 3
2.4 MCV x teor de umidade 3
2.5 Pi – perda de massa por imersão 3
2.6 Coeficiente c' 4
2.7 Coeficiente d' 4
2.8 Coeficiente e' 4
3 APARELHAGEM E MATERIAL 4
4 AMOSTRA 6
4.1 Preparo da amostra 6
5 AFERIÇÃO DO COMPACTADOR (K) 6
6 COMPACTAÇÃO 7
7 PERDA DE MASSA POR IMERSÃO (PI) 8
Pesar cada cápsula com a amostra seca desprendida, anotar na folha de ensaio e determinar a massa seca desprendida (Msd). 8
8 CÁLCULOS 9
8.1 Coeficiente c' 9
8.2 Coeficiente d' 10
8.3 Pi - Perda de massa por imersão 10
8.4 Coeficiente e' 11
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 11
ANEXO A – DESENHOS 12
ANEXO B – FICHAS DE ENSAIO 21
ANEXO B1 – ENSAIOS MINI-MCV 22
ANEXO B2 – DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO 24
ANEXO B3 – GRÁFICOS 26
ANEXO C – PROPRIEDADE TÍPICAS DOS GRUPOS DE SOLOS 28

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

1 OBJETIVO

Este método apresenta o procedimento para classificação dos solos tropicais, com base na metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical), que se fundamenta em parâmetros obtidos em corpos de prova compactados de dimensões reduzidas (50 mm de diâmetro). Prescreve os procedimentos de compactação dos corpos de prova, a determinação da perda de massa por imersão e a construção dos gráficos bem como a obtenção dos parâmetros classificatórios. Além disso, em apêndice, é apresentado: tabela com as propriedades dos principais grupos de solos considerados na classificação e desenhos técnicos dos equipamentos necessários.

2 DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste método são adotadas as definições seguintes:

2.1 Mini – MCV

Ensaio classificatório de solos para finalidades de obras viárias da metodologia MCT. A compactação dos corpos de prova é realizada em equipamento miniatura, na qual, para cada teor de umidade, aplica-se de maneira padronizada, energias crescentes de golpes, até atingir a massa específica aparente seca máxima, denominada de MCV.

2.2 Curva de deformabilidade

São curvas resultante da plotagem da deformabilidade ($\boldsymbol{An}$) sofrida pelo corpo de prova no processo de densificação para cada sequência de golpe, indicada no eixo das ordenadas, em função dos respectivos golpes, indicados no eixo das abscissas (escala logarítmica).

2.3 MCV

É o valor adimensional obtido pela expressão $\boldsymbol{MCV = 10\ log\ n}$, em que n é o número de golpes que resulta da intersecção da curva de deformabilidade com a reta paralela ao eixo do número de golpes (abcissas) para $\boldsymbol{An}$ = 2 mm.

2.4 MCV x teor de umidade

Gráfico de eixos ortogonais que tem nas abcissas (escala logarítmica) o valor de MCV e no eixo das ordenadas escala de umidades (%).

2.5 Pi – perda de massa por imersão

Valor indicativo da coesão dos solos compactados na condição de MCV, que em função do tipo de material, de baixa ou elevada massa específica aparente seca, são extraídos do gráfico de eixos ortogonais que tem no eixo das abcissas o valor de MCV e no eixo das ordenadas escala com os valores de Pi.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

2.6 Coeficiente c'

Coeficiente angular da parte mais inclinada e retilínea da curva de deformabilidade que definiu MCV o mais próximo do golpe 10.

2.7 Coeficiente d'

Coeficiente angular da parte retilínea (ou assimilável a uma reta) mais inclinada do ramo seco da curva de compactação, correspondente a 10 ou 12 golpes, dependendo da sequência de golpes utilizada no ensaio.

2.8 Coeficiente e'

Coeficiente, obtido pela Equação 1, que indica a laterização do solo:

$$\boldsymbol{e'} = \sqrt[3]{\left(\frac{\boldsymbol{Pi}}{\mathbf{100}} + \frac{\mathbf{20}}{\boldsymbol{d'}}\right)} \qquad (1)$$

O valor de d' deve ser multiplicado por 1000.

3 APARELHAGEM E MATERIAL

a) Compactador conforme Anexo A-1;

b) Base de concreto de 35 cm x 35 cm x 60 cm (altura), munida de parafusos previamente chumbados para fixação da base do compactador, conforme Anexo A-1;

c) Suporte articulável do extensômetro, fixado à base de concreto, que propicie um único posicionamento do extensômetro na ocasião da leitura e sua remoção durante a aplicação dos golpes, conforme Anexo A-1;

d) Soquete cilíndrico (tipo leve) de massa de 2,270 g (± 10 g), com diâmetro da base de 49,7 mm (±0,5 mm) e altura de queda de 305 mm (± 2 mm), conforme Anexo A-2;

e) Molde cilíndrico em aço inoxidável ou aço com tratamento antiferrugem, com diâmetro interno de 50,00 mm (±0,02 mm), diâmetro externo de 60,00 mm (± 0,5 mm) e altura de 130 mm (±0,5 mm), conforme Anexo A-1;

f) Anel de vedação em aço inoxidável, de seção triangular com diâmetro externo de 50 mm (± 0,2 mm), diâmetro interno de 44 mm (±0,2 mm) e altura de 3 mm (±0,2 mm) com um corte integral perpendicular, conforme Anexo A-1;

g) Conta golpes, acoplado à base superior do compactador e acionado pela borda superior do soquete, através de um sistema de alavanca, conforme Anexo A-4;

h) Extensômetro de curso de 50 mm (sensibilidade de 0,01 mm);

i) Peneira, abertura de 2,0 mm x 8" de diâmetro x 2" de altura em latão, com fundo e tampa;

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

j) Bandeja de chapa de ferro galvanizado, com dimensões aproximadas 500 mm x 300 mm x 60 mm;

k) Bacia plástica com capacidade de 3 litros;

l) Saco de polietileno, com capacidade para 2 litros e espessura mínima de 0,12 mm;

m) Vaselina sólida ou cera;

n) Balança, de capacidade mínima de 4 kg (sensibilidade de 0,01 g);

o) Cápsula de porcelana ou alumínio, com capacidade de 75 ml, para determinação do teor de umidade;

p) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105 e 110ºC;

q) Recipientes herméticos com capacidade para guardar amostras (umedecidas) sem perda de umidade;

r) Extrator de amostras ajustável ao diâmetro do molde cilíndrico, com acionamento por meio de macaco hidráulico ou com sistema de acionamento compatível;

s) Vazador redondo manual, metálico de 47 mm de diâmetro;

t) Disco de polietileno de 0,2 mm de espessura e diâmetro de 47 mm;

u) Funil, com dimensões aproximadas do bocal maior de diâmetro 150 mm e bocal menor com 45 mm de diâmetro, comprimento de 250 mm;

v) Assentador de solo no molde, confeccionado em madeira, cilíndrico, com diâmetro de aproximadamente 48 mm e 50 mm de altura;

w) Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade aproximada de 4 l;

x) Dispositivo para medida de altura deslocada do corpo de prova, provido de extensômetro de curso mínimo de 10 mm (sensibilidade de 0,01 mm) e calços eventualmente necessários, conforme Anexo -A-5;

y) Espaçadores, tipo meia cana, com altura de 50 mm (±0,1 mm), diâmetro interno de 51 mm (±0,1 mm) e diâmetro externo de 60 mm (±0,1 mm), para posicionamento inicial do molde de compactação, conforme Anexo A-5;

z) Bastão tipo de meia cana de tubo plástico (PVC) de 50 mm de diâmetro, espessuras aproximadas de 5 mm e comprimento de 300 mm;

aa) Cilindro maciço em aço de altura padrão, de cerca de 50 mm (±0,01 mm) de altura e diâmetro de 49.7 mm (±0,2 mm);

bb) Tanque com dimensões aproximadas de 250 mm de altura x 270 mm de largura e 500 mm de comprimento, estanque à água, munido com tubo de dreno com tampa instalado horizontalmente na parte inferior de uma das laterais, conforme Anexo A-6;

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

cc) Base de suporte do molde cilíndrico, em PCV ou material similar, para ensaio de perda de massa por imersão, Anexo A-6;

4 AMOSTRA

4.1 Preparo da amostra

A amostra de solo destinada para o ensaio de classificação MCT deve ser preparada conforme preconiza o item 4.1 da norma DNER ME 041[(1)]:

Passar a amostra pela peneira n. 10 (abertura 2,0 mm) e medir a massa de 1,5 kg. Solos com massa retida na referida peneira superior a 10% não devem ser classificados por esse método.

Obter uma massa de 1500 g e dividi-la em 5 porções de 300 g cada. Com auxílio da bacia plástica, medir a massa de água a ser adicionada em cada uma das porções, de maneira que se consiga obter diferenças sucessivas crescentes de teores de umidade, de cerca de 2% nos solos arenosos, 3 a 4% nos solos argilosos lateríticos e de 5% nas argilas não lateríticas e siltes micaceos e caulínicos. Após a adição da água, revolver energicamente a mistura de forma a obter uma massa homogênea. Essas porções devem abranger a faixa de umidade tal que permita o traçado completo das curvas de compactação, preferencialmente, com dois pontos acima e dois pontos abaixo do teor ótimo de umidade.

Após o preparo de cada porção de solo, colocar a mistura em saco plástico, fechar bem para não deixar a amostra solta dentro do saco, e identificá-lo com o teor de umidade adicionado. Em seguida, colocá-lo no recipiente hermético por um período de no mínimo 12 horas.

5 AFERIÇÃO DO COMPACTADOR (K)

A instalação do extensômetro 50 mm de curso e sensibilidade de 0,01 mm no dispositivo articulável, deve ser posicionado de forma invertida, de tal forma que, para efetuar as leituras deve-se deslocar a haste do extensômetro na direção de cima para baixo.

Posicionar os espaçadores tipo meia cana envolvendo a base fixa do compactador, encaixar um molde cilíndrico na base inferior do compactador para que assente sobre os espaçadores e colocar dentro do molde um disco de polietileno, em seguida assentar o cilindro maciço, posicionar mais um disco de polietileno e posteriormente o soquete.

Movimentar previamente o suporte de sustentação do extensômetro, encaixando-o de maneira apropriada na placa superior do compactador, de forma que o eixo do extensômetro fique alinhado verticalmente com o topo da haste do soquete. Efetue a leitura do extensômetro (La).

Calcular a aferição do compactador ($\boldsymbol{K}$) pela equação 2:

$$\boldsymbol{K} = \boldsymbol{Ac} + \boldsymbol{La} \qquad (2)$$

Onde: $\boldsymbol{K}$ = constante do compactador (mm)

$\boldsymbol{Ac}$ = altura do cilindro maciço em aço padrão (50,00 mm)

$\boldsymbol{La}$ = leitura efetuada no item 5.3 (mm)

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

6 COMPACTAÇÃO

a) Untar a parede interna dos moldes cilíndricos com vaselina ou cera, com auxílio de um pano e, em seguida, remover o excesso com uma flanela seca;

b) Posicionar os espaçadores envolvendo a base fixa do compactador, inserir um anel de vedação (inferior) em uma das extremidades do molde de forma que a parte chanfrada do anel de vedação fique voltada para o interior do molde;

c) Colocar um disco de poliuretano sobre a base fixa do compactador, assentar o conjunto molde cilíndrico + anel de vedação (extremidade), na base fixa do compactador, de forma que o anel de vedação fique sobre o disco de poliuretano;

d) Posicionar o funil sobre o molde cilíndrico;

e) A compactação poderá ser executada do maior teor de umidade para o menor. Homogeneizar a mistura (solo + água) dentro do saco plástico e medir a massa de Mu = 200 g. Fechar a mistura remanescente do saco e guardá-la novamente no recipiente hermético para determinação do teor de umidade ao final da compactação;

f) Nesse método de ensaio são apresentadas duas sequências de golpes para a compactação dos corpos de prova:

- Sequência de Parsons: 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36, 48, 64, 96, 128, 192 e 256 golpes;
- Sequência simplificada: 0, 3, 6, 10, 20, 40, 60, 80, 100 120, 140, 160, 180 e 200 golpes;

g) Despejar a Mu dentro do molde com auxílio do bastão;

h) Colocar o anel de vedação superior no molde, de forma que a parte chanfrada do anel fique voltada para a amostra;

i) Colocar um disco de polietileno sobre o anel de vedação e com auxílio do assentador forçar o disco e o anel contra a superfície da amostra;

j) Posicionar a base do soquete sobre a amostra de solo e encaixar a parte superior da haste do soquete na abertura da placa superior do compactador;

k) Zerar o contador de golpes;

l) Efetuar a leitura 0 e anotar na folha de ensaio, conforme Anexo B;

m) Aplicar o golpe 1 erguendo o peso do soquete até encostar no limitador superior e deixá-lo cair em queda livre, em seguida, efetuar a leitura 1 e anotar na folha de ensaio. Remover os espaçadores;

n) Aplicar os golpes de uma das sequências apresentadas no item 6.6 e após cada número de golpes, efetuar as leituras e anotar na folha de ensaio.

o) A interrupção dos golpes ocorrerá quando:

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

- A diferença entre duas leituras consecutivas for negativa ou menor que 0,10 mm na adoção da sequência de Parsons;
- A diferença entre duas leituras consecutivas for inferior a 0,05 mm x o número de golpes entre as duas leituras, for menor que 0,10 mm, para a sequência simplificada;
- Ocorrer exsudação, no topo e/ou na base do corpo de prova;
- O número de golpes atingir 256.

p) Após a finalização da compactação de cada corpo de prova, com auxílio do extrator de amostra acoplado ao compactador, deslocar o corpo de prova até cerca de 2 mm da borda superior do molde.

q) Remover o molde cilíndrico com o corpo de prova, inverter e posicioná-lo sobre a base plana do compactador e com auxílio do soquete, golpear a amostra de forma a deslocar o corpo de prova até tangenciar a borda do molde.

r) Medir a altura final do corpo de prova (deslocado), com auxílio do dispositivo para medida de altura deslocada do corpo de prova e anotar na folha de ensaio (cm).

s) Determinar o teor de umidade de cada ponto com duas cápsulas por teor, conforme preconiza o método de ensaio DNER 214-ME[(2)].

7 PERDA DE MASSA POR IMERSÃO (PI)

Duas horas após o término da compactação, com o auxílio da alavanca extratora de corpos de prova acoplada ao compactador, deslocar 10 mm de cada corpo de prova da borda do molde cilíndrico.

Remover os discos plásticos e os anéis de vedação, posicionar as cápsulas dentro do tanque de imersão e, em seguida, colocar cada cilindro sobre as bases de suporte, de forma que a saliência de 10 mm da amostra fique centrada sobre a cápsula. Anotar na folha de ensaio (Anexo B) a identificação de cada molde cilíndrico e o número de cada cápsula correspondente. Conectar a alimentação de água no tubo do dreno e adicionar água ao tanque de forma lenta, evitando-se choque hidráulico na amostra. Interromper a alimentação de água quando atingir cerca de 3 cm acima dos moldes cilíndricos. Remover a alimentação de água e fechar o dreno.

Decorrido o tempo mínimo de 12 h de imersão, drenar a água do tanque, remover cada molde cilíndrico horizontalmente e fazer um croqui, na folha de ensaio, da forma do solo remanescente do interior do molde cilíndrico, para auxiliar a confirmação do cálculo do valor de Pi.

Remover as cápsulas que contenham parte das amostras desprendidas em seu interior, drenar parte da água de dentro das cápsulas inclinando-as, em seguida colocá-las na estufa (105ºC a 110ºC) por um período de no mínimo 12 h.

Pesar cada cápsula com a amostra seca desprendida, anotar na folha de ensaio e determinar a massa seca desprendida (Msd).

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

8 CÁLCULOS

8.1 Coeficiente c'

As curvas de deformabilidade (Anexo – A7) são obtidas através da união dos pontos plotados em gráfico mono-log, onde o eixo das abcissas (escala logarítmica) corresponde ao número de golpes e o eixo das ordenadas corresponde ao $\boldsymbol{An}$ (escala linear). Dependendo da sequência de golpes utilizados no ensaio, o valor de $\boldsymbol{An}$ segue a determinação abaixo:

a) Sequência de Parsons – para a determinação de An utiliza-se a equação 3:

$$\boldsymbol{An = 4n - n} \qquad (3)$$

Onde: $\boldsymbol{An}$ é diferença entre leituras (mm)

$\boldsymbol{4n}$ = altura do corpo de prova após a aplicação de 4n golpes

$\boldsymbol{n}$ = altura do corpo de prova após aplicação de n de golpes

b) Sequência simplificada – toma-se como referência a última leitura (altura) correspondente ao último golpe acumulado aplicado no corpo-de-prova. A partir dela são subtraídas cada uma das leituras anteriores, obtendo-se um An para cada golpe da sequência simplificada, conforme equação 4:

$$\boldsymbol{An = Lf - Li} \qquad (4)$$

Onde: $\boldsymbol{An}$ é diferença entre leituras (mm)

$\boldsymbol{Lf}$= leitura final (último golpe)

$\boldsymbol{Li}$ = leitura correspondente ao golpe i (golpes anteriores)

Para a determinação do coeficiente c' toma-se como referência a curva de deformabilidade que definiu MCV o mais próximo do golpe 10. O coeficiente c' é função da sequência de golpes utilizada: Parsons ou simplificada. Determina-se o coeficiente c' conforme procedimento abaixo:

a) Sequência de Parsons - determinar o coeficiente angular do segmento da curva de deformabilidade que mais se aproxima de um segmento reto.

b) Sequência simplificada – determinar o coeficiente angular do segmento de reta entre $\boldsymbol{An}$ = 2 mm e $\boldsymbol{An}$ = 7 mm.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

8.2 Coeficiente d'

Calcular as massas específicas aparentes seca para conjunto de golpes, independente da sequência utilizada, para todas as umidades de compactação. Plota-se em um gráfico de eixos ortogonais que tem nas abcissas os teores de umidade (%) e no eixo das ordenadas as massas específicas aparente seca (g/cm³). Para a determinação do coeficiente d' toma-se como referência o segmento mais retilíneo com inclinação mais acentuada do ramo seco a curva de compactação de 12 golpes para a sequência de golpes de Parsons ou de 10 golpes para a sequência simplificada (Anexo – A7).

As curvas de compactação, independente da sequência utilizada, podem apresentar os seguintes tipos de formatos (Nogami e Villibor, 1995):

a) picos bem acentuados e ramo seco retilíneo de inclinação acentuada, caracterizando as areias argilosas bem graduadas. A inclinação do ramo seco será ainda mais acentuada se a argila presente for de natureza laterítica;

b) picos bem acentuados e ramo seco retilíneo de inclinação menos acentuada, caracterizando as argilas lateríticas;

c) picos pouco acentuados e ramo seco com algum encurvamento, característicos de siltes saprolíticos e areias pouco ou não coesivas.

8.3 Pi - Perda de massa por imersão

Para as cápsulas que contenham solo desprendido, calcular a perda de massa por imersão conforme equação 5:

$$\boldsymbol{Pi} = \frac{\boldsymbol{A} * \boldsymbol{M_{sd}}}{\boldsymbol{M_s}} * \boldsymbol{F_r} * \mathbf{100} \qquad (5)$$

Onde: $\boldsymbol{Pi}$ = perda de massa por imersão (%)

$\boldsymbol{A}$ = altura final do corpo de prova (cm)

$\boldsymbol{M_{sd}}$= massa seca desprendida (g)

$\boldsymbol{M_s}$= massa seca do corpo de prova (g)

$\boldsymbol{F_r}$= fator de relação

Verificar como o solo resultante da $\boldsymbol{M_{sd}}$ está dentro da cápsula: se "esfarelou", se caiu em pedaços ou num único bloco. Nesse último caso, implicará na adoção de um fator de redução ($\boldsymbol{F_r}$= 0,5) no cálculo de $\boldsymbol{Pi}$, minimizando o seu efeito no cálculo de e' pois, provavelmente, no deslocamento do corpo-de-prova ocorreram fissuras que propiciaram a perda em um único bloco. Nos demais caso adota-se $\boldsymbol{F_r}$= 1,0.

Plotar um gráfico em que no eixo das abcissas os valores de MCV e no eixo das ordenadas os valores de $\boldsymbol{Pi}$. Determinar o valor de $\boldsymbol{Pi}$ para valores de MCV igual a 10 ou 15 conforme procedimento:

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

a) MCV = 10 (golpe 10), para materiais que apresentam baixa massa específica aparente seca, altura do corpo de prova ≥ 48,00 mm. Tomar como referência a altura do corpo de prova correspondente ao teor de umidade que propiciou a definição de MCV o mais próximo do golpe 10.

b) MCV = 15 (golpe 32), para materiais que apresentam elevada massa específica aparente seca, altura do corpo de prova < 48,00 mm. Tomar como referência a altura do corpo de prova correspondente ao teor de umidade que propiciou a definição de MCV o mais próximo do golpe 10.

8.4 Coeficiente e’

Calcular o coeficiente e’ conforme equação 6 e determinar a classificação MCT.

$$\boldsymbol{e'} = \sqrt[3]{\left(\frac{\boldsymbol{Pi}}{\mathbf{100}} + \frac{\mathbf{20}}{\boldsymbol{d'}}\right)} \qquad (6)$$

Onde: $\boldsymbol{e'}$ = coeficiente que indica a laterização do solo

$\boldsymbol{Pi}$ = perda de massa por imersão (%)

$\boldsymbol{d'}$ = massa seca desprendida (g)

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER ME 041. Solos – preparação de amostras para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1994.

2 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER ME 214. Solos – determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 1994.

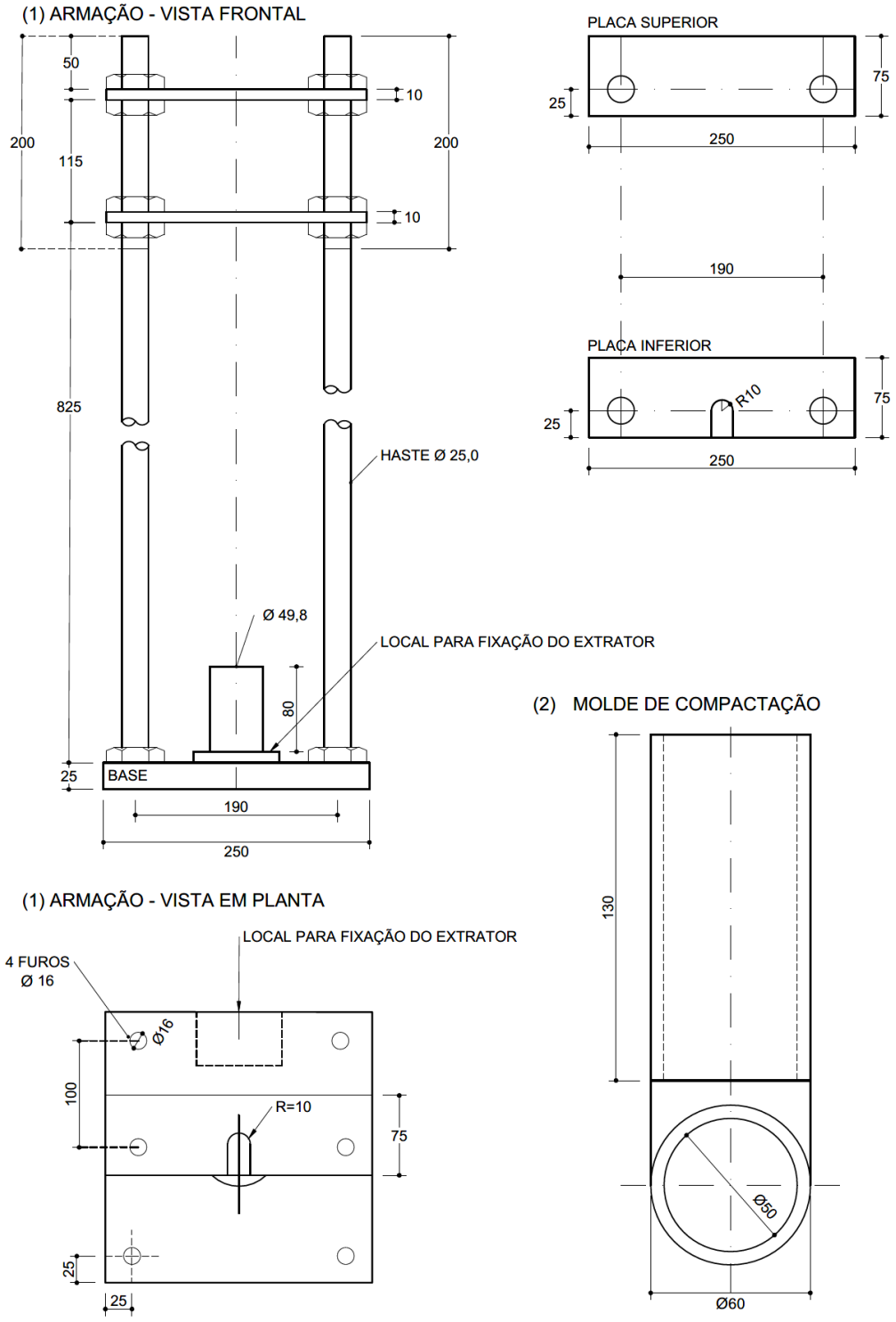
MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

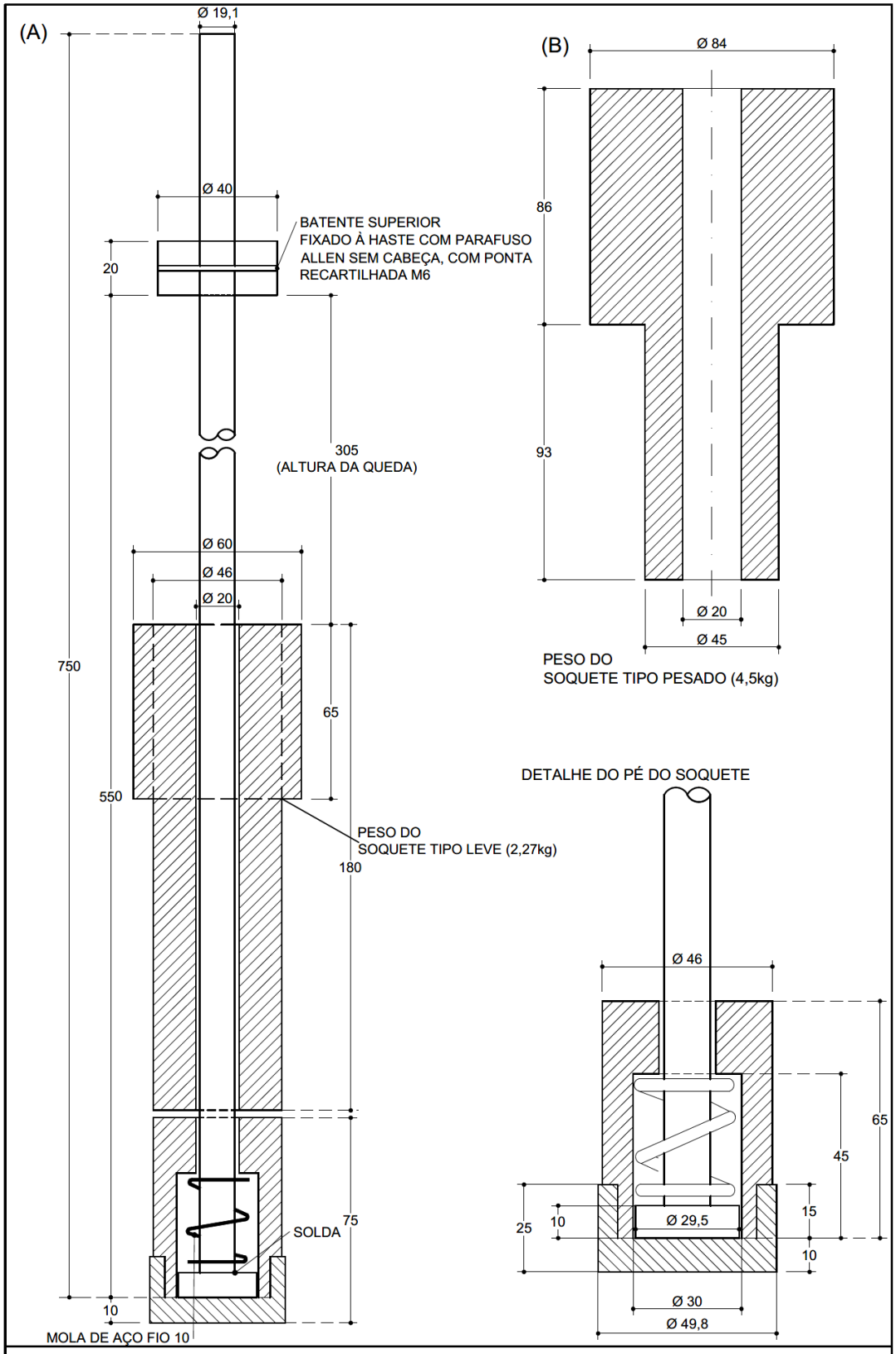
ANEXO A – DESENHOS

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



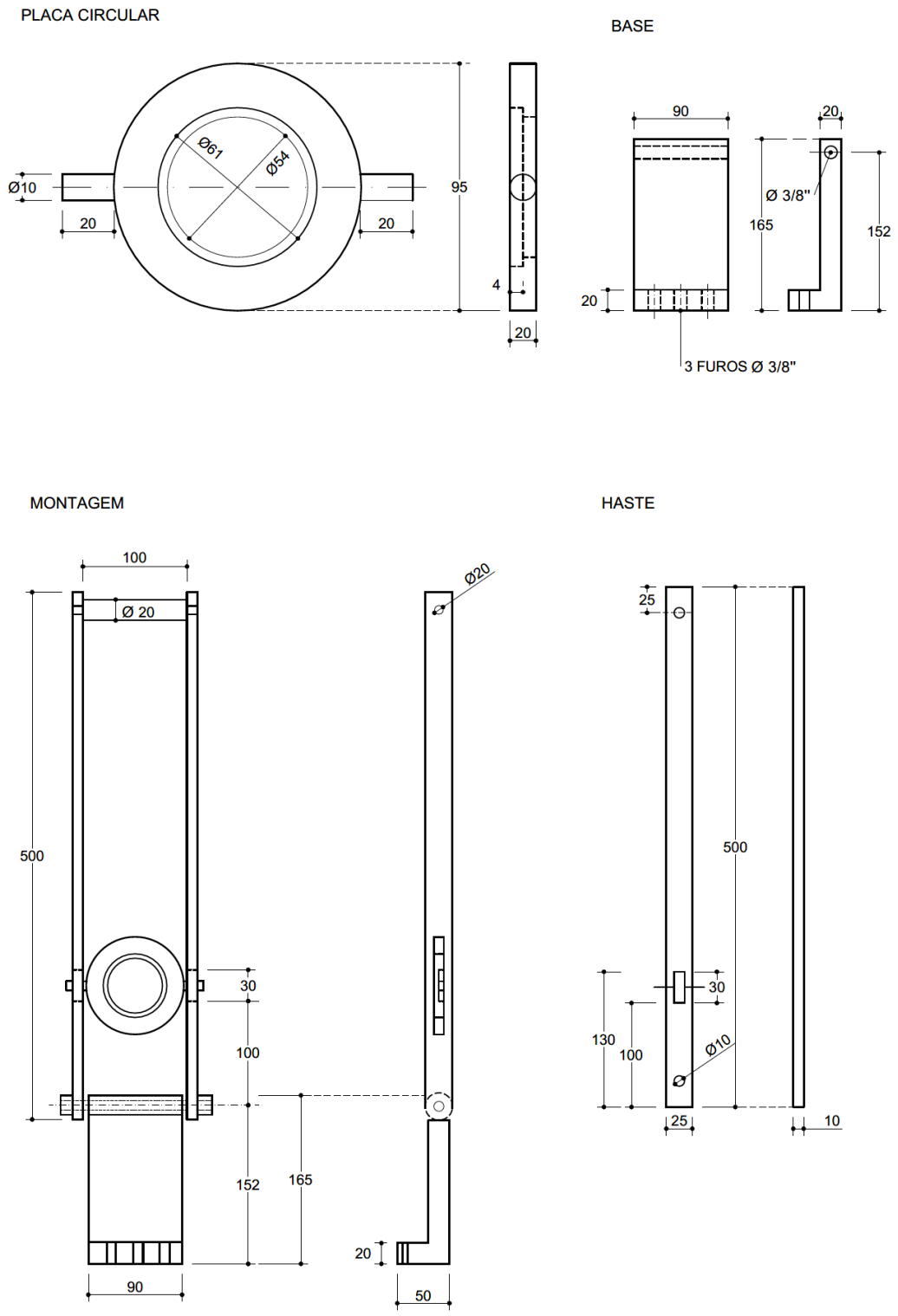
ANEXO A-1 :
ARMAÇÃO DO COMPACTADOR MINIATURA E MOLDE PARA COMPACTAÇÃO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



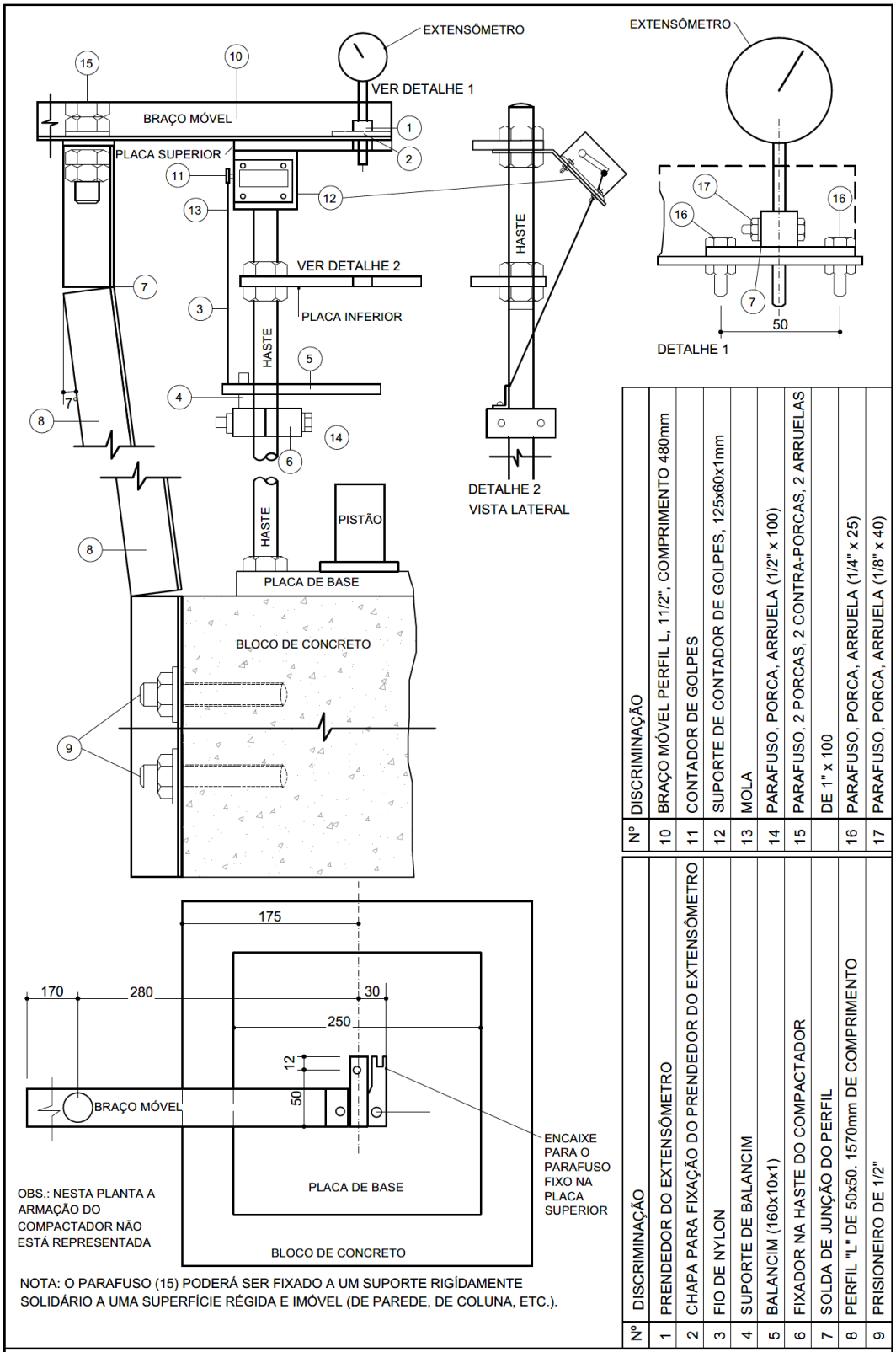
ANEXO A-2:
SOQUETES TIPO LEVE E TIPO PESADO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



ANEXO A-3:
DISPOSITIVO DE ALAVANCAS PARA EXTRAÇÃO DE CORPOS DE PROVA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



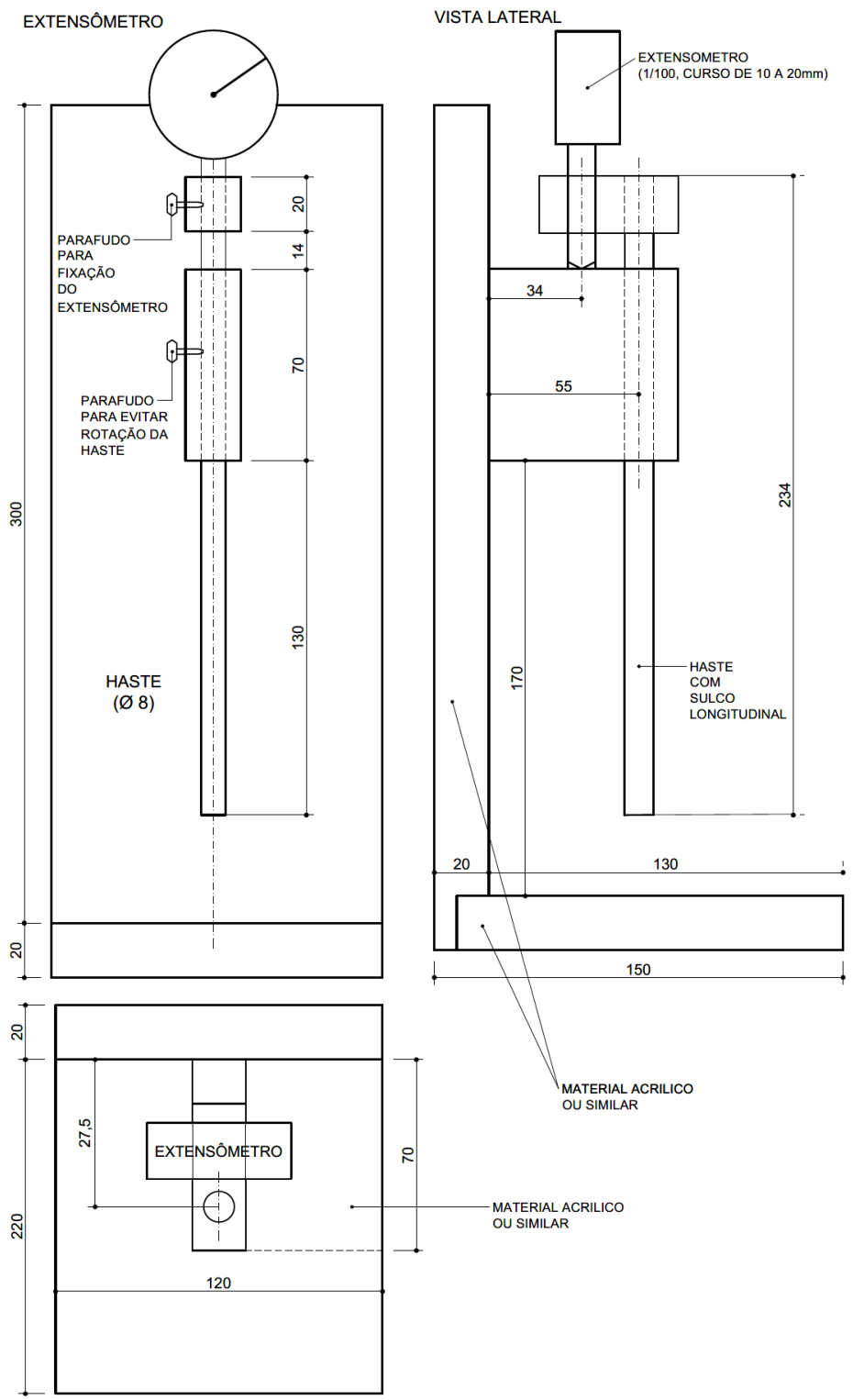
Nº	DISCRIMINAÇÃO
10	BRAÇO MÓVEL PERFIL L, 11/2", COMPRIMENTO 480mm
11	CONTADOR DE GOLPES
12	SUPORTE DE CONTADOR DE GOLPES, 125x60x1mm
13	MOLA
14	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/2" x 100)
15	PARAFUSO, 2 PORCAS, 2 CONTRA-PORCAS, 2 ARRUELAS
	DE 1" x 100
16	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/4" x 25)
17	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/8" x 40)

Nº	DISCRIMINAÇÃO
1	PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO
2	CHAPA PARA FIXAÇÃO DO PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO
3	FIO DE NYLON
4	SUPORTE DE BALANCIM
5	BALANCIM (160x10x1)
6	FIXADOR NA HASTE DO COMPACTADOR
7	SOLDA DE JUNÇÃO DO PERFIL
8	PERFIL "L" DE 50x50. 1570mm DE COMPRIMENTO
9	PRISIONEIRO DE 1/2"

NOTA: O PARAFUSO (15) PODERÁ SER FIXADO A UM SUPORTE RIGIDAMENTE SOLIDÁRIO A UMA SUPERFÍCIE RÉGIDA E IMÓVEL (DE PAREDE, DE COLUNA, ETC.).

ANEXO A-4:
PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO E CONTA GOLPES DO COMPACTADOR MINIATURA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



ANEXO A-5:
APARELHO PARA MEDIDA DA ALTURA DE CORPOS DE PROVA MINIATURA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

ANEXO A-6

CORTE A - A

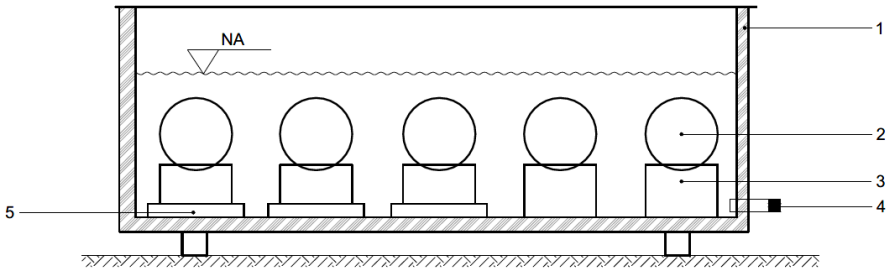


FIGURA 1
CAIXA PARA IMERSÃO DOS CORPOS DE PROVA
ESCALA 1:5

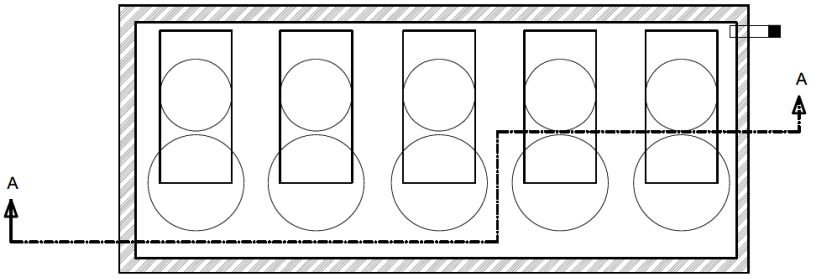
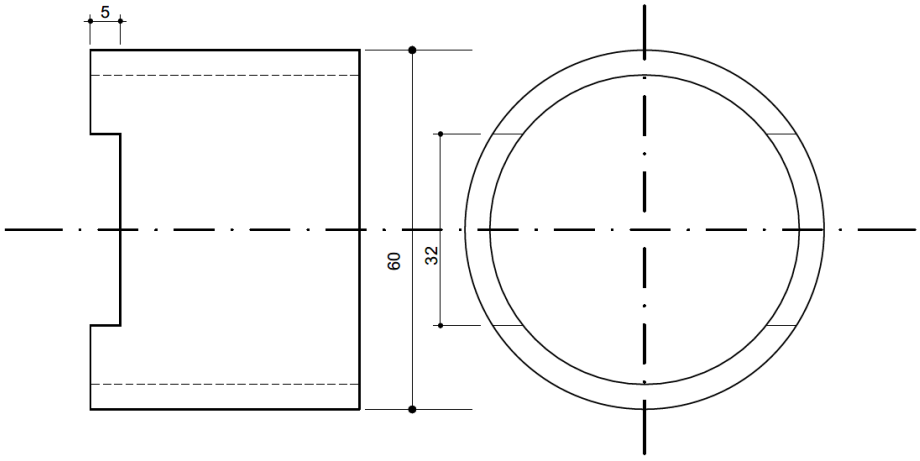


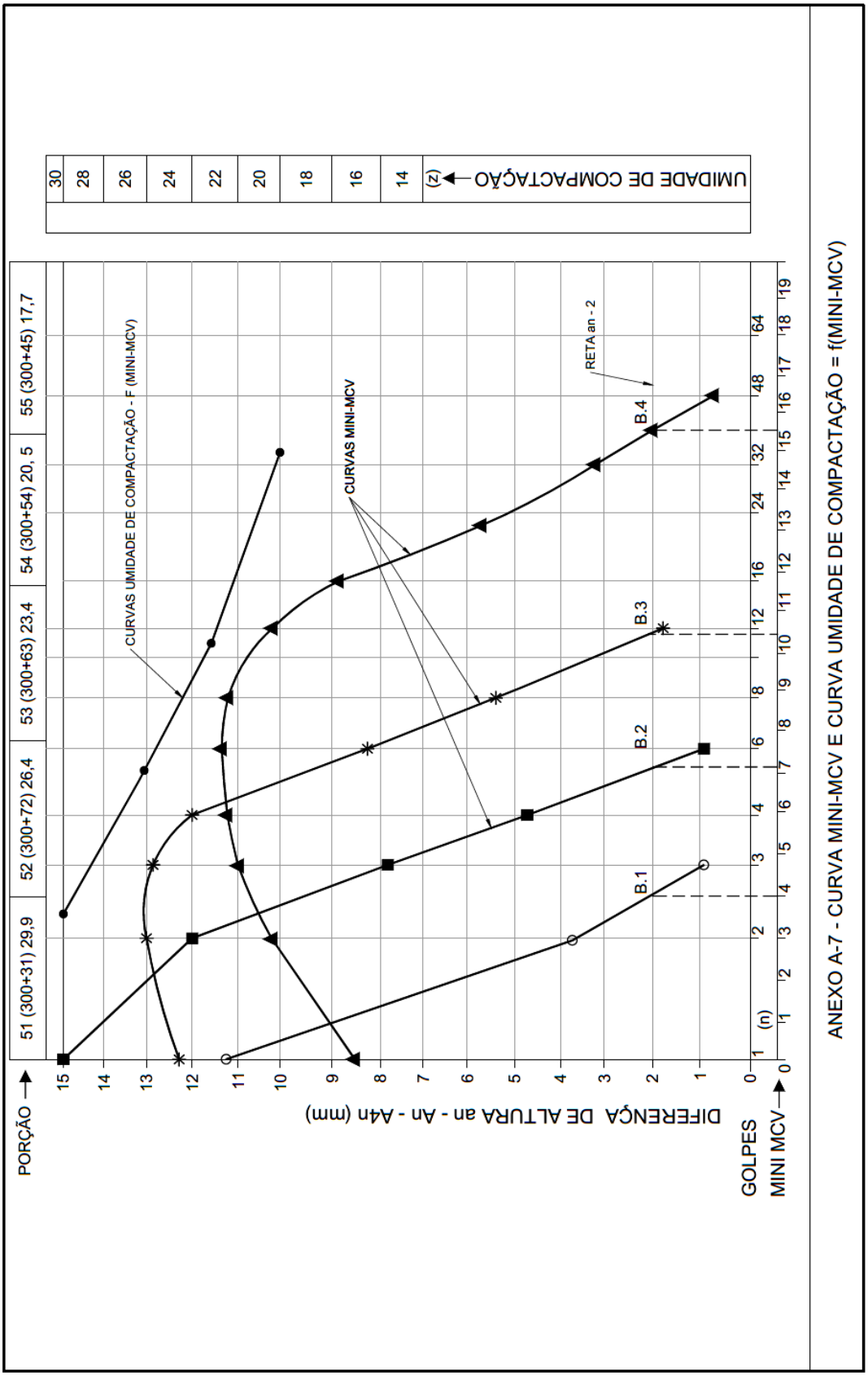
FIGURA 2
SUPORTE DE MOLDE
ESCALA 1:1



Nº	DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES (mm)
1	RECIPIENTE DE PLÁSTICO OU MADEIRA	180x200x500
2	MOLDE COM CORPO DE PROVA	-
3	SUPORTE DO MOLDE DE PVC RÍGIDO	Ø 60 (EXTERNO)
4	TUBO PARA DESCARGA E ALIMENTAÇÃO D'ÁGUA COM ROLHA	Ø 5 (INTERNO)
5	CAPSULA	Ø 8 mm

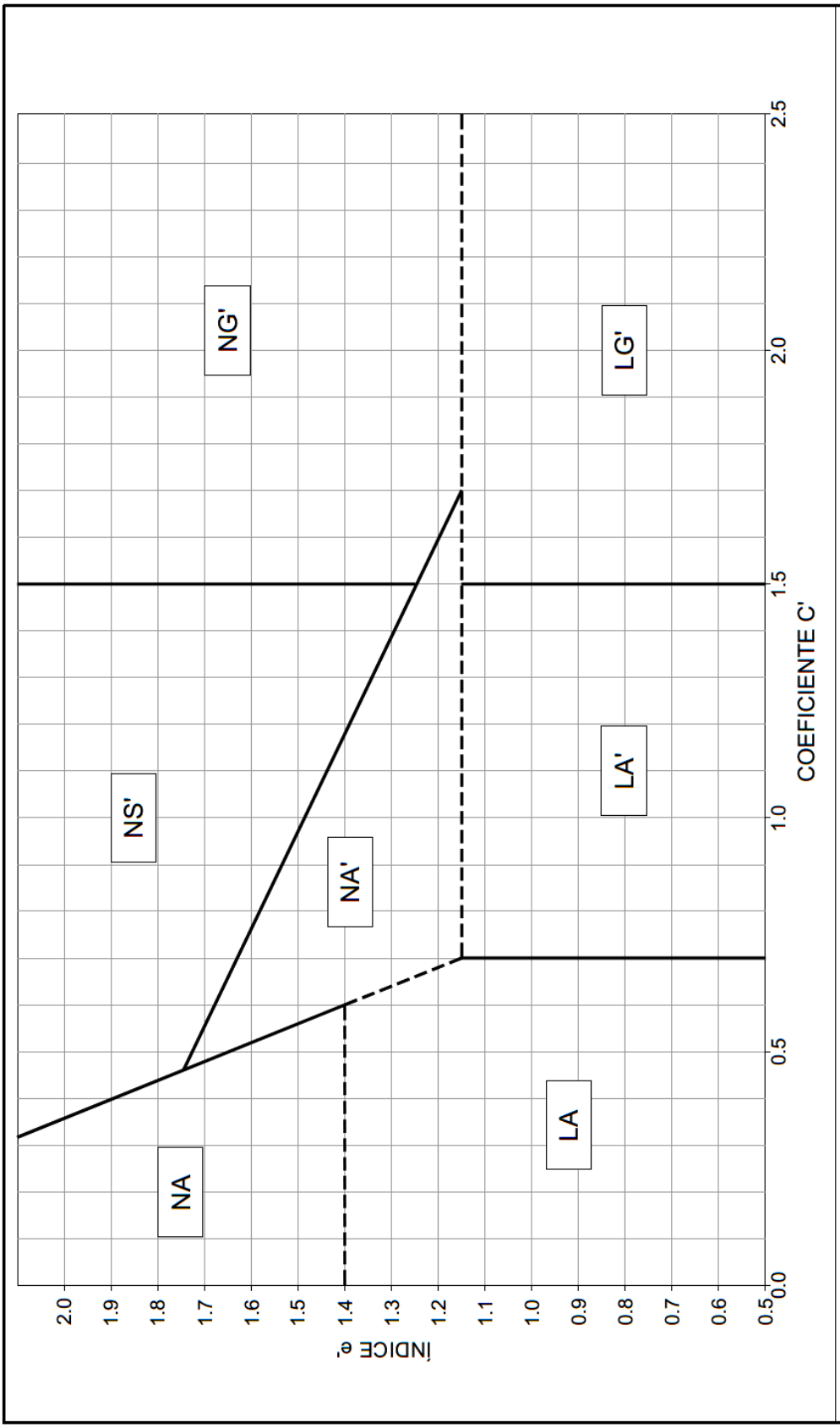
ANEXO A-6 - CAIXA DE IMERSÃO PARA ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO EM ÁGUA DE SOLOS COMPACTADOS.

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



ANEXO A-7 - CURVA MINI-MCV E CURVA UMIDADE DE COMPACTAÇÃO = f(MINI-MCV)

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



ANEXO A-8 - GRÁFICO PARA CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO B – FICHAS DE ENSAIO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO B1 – ENSAIOS MINI-MCV

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

FICHA DE ENSAIO

ENSAIO MINI-MCV - SÉRIE SIMPLIFICADA

Folha:

O.S. Nº: | R.E. Nº | CADASTRO:

Norma: ME-DE-P00-006 | Estaca/Lado: | Furo/Cam./Am.: | Prof.:

Laboratorista: | Data: | Verificado por: | Data: | Validado por: | Data:

Porção + Água																			
Molde																			
Preparação		Nº de Golpes	Alt. cp (mm)	an (mm)	Dens. Máx Apar. Seca kg/m³	Alt. cp (mm)	an (mm)	Dens. Máx Apar. Seca kg/m³	Alt. cp (mm)	an (mm)	Dens. Máx Apar. Seca kg/m³	Nº de Golpes	Alt. cp (mm)	an (mm)	Dens. Máx Apar. Seca kg/m³	Alt. cp (mm)	an (mm)	Dens. Máx Apar. Seca kg/m³	Nº de Golpes
Fração Passada na # 2 mm		0										0							0
Mas. Úmida (g)	Massa Seca (g)	3										3							3
		6										6							6
		10										10							10
Fração Retida na # 2 mm		20										20							20
Massa Seca (g)	Porcentag.(%)	30										30							30
		40										40							40
		60										60							60
Constituintes:		80										80							80
		100										100							100
f Molde	Área (cm²) Soqute	120										120							120
		140										140							140
Calibração do Extensômetro : Ka = Ac + La		160										160							160
		180										180							180
Massa Compactada (g)		200										200							200
		220										220							220
Determ. do Teor de Umidade		240										240							240
Fração Passada na # 2 mm	Alt. Desloc. (mm)																		
Cápsula	Nº																		
Massa Úmida + Tara	(g)																		
Massa Seca + Tara	(g)																		
Tara	(g)																		
Água	(g)																		
Solo Seco	(g)																		
Teor de Umidade	**(%)**																		

Observações:

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO B2 – DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

	FICHA DE ENSAIO **DETERMINAÇÃO DA PERDA DE MASSA POR IMERSÃO DE SOLOS COMPACTADOS E MASSA SECA DESPRENDIDA**				Folha:
O.S. Nº:		R.E. Nº		CADASTRO:	
NORMA: ME-DE-P00-006		Furo/Cam./Am.:		Prof.:	
Laboratorista:		Data:	Verificado por: Data:	Validado por:	Data:

Determinação da perda de massa por imersão de solos compactados

Condição de Compactação					
Molde Nº					
Teor de Umidade (%)					
Massa Úmida (g)					
Massa Seca (g)					
Altura do C.P. (mm)					
Balança Nº		Paquimetro nº			
CROQUÍ					
MOLDE					
Cápsula →					

Determinação da Massa Seca Desprendida

Cápsula Nº					
Massa Seca + Tara (g)					
Massa Seca + Tara (g)					
Massa da Tara (g)					
Massa Desprendida (g)					
Fator de Redução					
PI **(%)**					
Observação:					

MINUTA

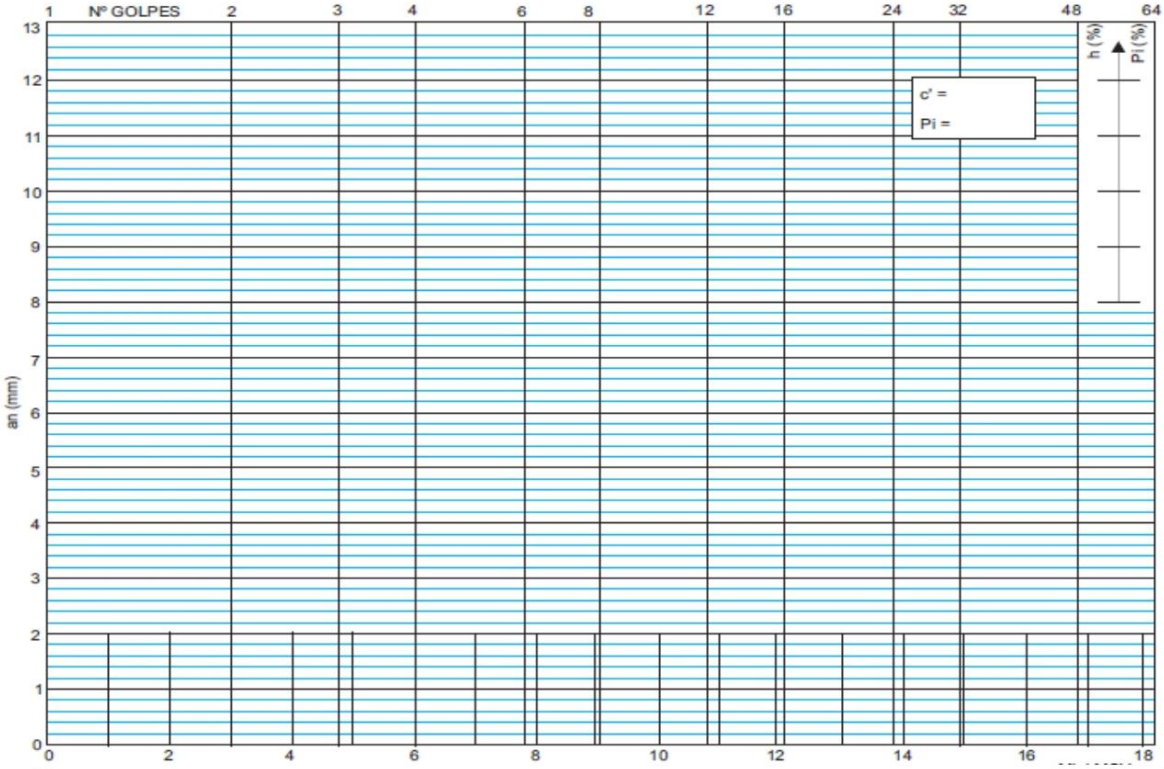
Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

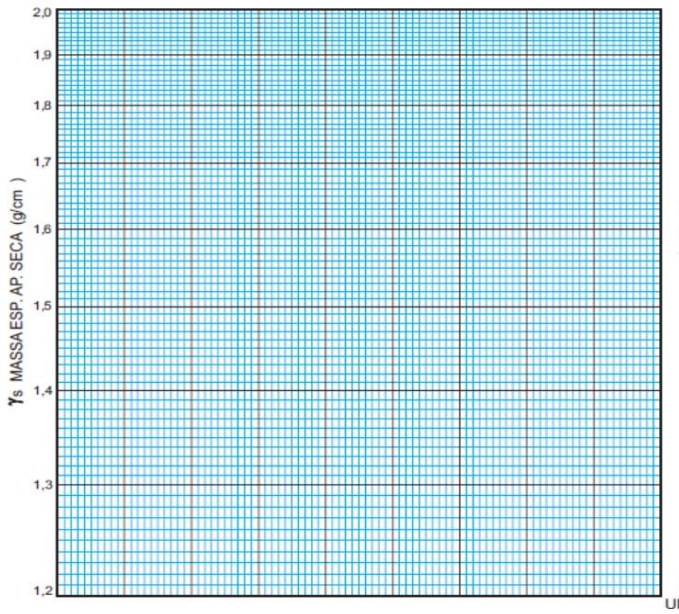
MINUTA

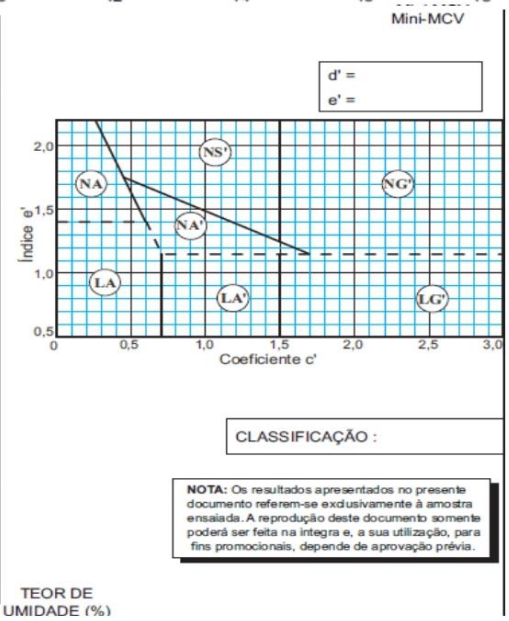
ANEXO B3 – GRÁFICOS

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

	FICHA DE ENSAIO M. MCV - CLASSIFICAÇÃO NOGAMI / VILLIBOR				Folha:
O.S.Nº:		R.E.Nº:		CADASTRO:	
NORMA: ME-DE-P00-006		FURO/CAM/AM.:		CERT.TEC.:	
PROFUNDIDADE:			ESTACA/LADO:		
LABORATORISTA:	DATA:	VERIFICADO POR:	DATA:	VALIDADO POR:	DATA:







NOTA: Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na integra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO C – PROPRIEDADE TÍPICAS DOS GRUPOS DE SOLOS

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

PROPRIEDADES TÍPICAS DOS GRUPOS DE SOLOS

C L A S S E S				N - SOLOS DE COMPORTAMENTO NÃO LATERÍTICO				L - SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO		
G R U P O S				NA AREIAS	NA' ARENOSOS	NS' SILTOSOS	NG' ARGILOSOS	LA AREIAS	LA' ARENOSOS	LG' ARGILOSOS
GRANULOMETRIAS TÍPICAS (MINERAIS) (L)				AREIAS, AREIAS SILTOSAS, SILTES (Q)	AREIAS SILTOSAS AREIAS ARGILOSAS	SILTES (k, m) SILTES ARENOSOS E ARGILOSOS	SILTES, ARGILAS ARENOSAS ARGILAS SILTOSAS	AREIAS COM POUCA ARGILA	AREIAS ARGILOSAS, ARGILAS ARENOSAS	ARGILAS, ARGILAS ARENOSAS
CAPACIDADE DE SUPORTE (2)	MINI-CBR SEM EMBEBIÇÃO (%)	MUITO ALTO > 30		ALTO A MÉDIO	ALTO	MÉDIO A ALTO	ALTO	ALTO	ALTO A MUITO ALTO	ALTO
		ALTO 12 - 30								
		MÉDIA 4 - 12								
		BAIXO < 4								
	PERDA DE SUPORTE POR EMBEBIÇÃO (%)	ALTA >70		MÉDIA A BAIXA	BAIXA	ALTA	ALTA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
		MÉDIA 40 - 70								
		BAIXO < 40								
EXPANSÃO (%) (2)		ALTO > 3		BAIXA	BAIXA	ALTA	ALTA A MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA
		MÉDIA 0.5 - 3		BAIXA A MÉDIA	BAIXA A MÉDIA	MÉDIA	ALTA A MÉDIA	MÉDIA	BAIXA E MÉDIA	MÉDIA E ALTA
CONTRAÇÃO (%) (2)		BAIXO < 0.5								
PERMEABILIDADE log (k (cm/s))		ALTA > (-3)		MÉDIA A ALTA	BAIXA	MÉDIA A BAIXA	BAIXA A MÉDIA	MÉDIA A BAIXA	BAIXA	BAIXA
		MÉDIA (-3) a (-6)								
		BAIXO < (-6)								
PLASTICIDADE		Ip (%)	Li (%)	BAIXA A NP	MÉDIA A NP	MÉDIA A ALTA	ALTA	NP A BAIXA	BAIXA A MÉDIA	MÉDIA A ALTA
	ALTO	>30	>70							
	MÉDIA	7 - 30	30 - 70							
	BAIXO	<7	<30							

(1) q=quartzo, m=mica, k= caulinita

(2) CORPOS DE PROVA COMPACTADOS NA UMIDADE ÓTIMA, ENERGIA NORMAL, COM SOBRECARGA PADRÃO QUANDO PERTINENTE

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.