

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

INVESTIGAÇÃO
DO
SUBSOLO PARA FUNDAÇÕES



NELSON SILVEIRA DE GODOY

SÃO CARLOS

1976

Investigação do Subsolo Para Fundações

Índice

1 - Introdução	1
2 - Requisitos técnicos a serem satisfeitos pelo programa de investigações do subsolo	1
3 - Sondagens de percussão ou de simples reconhecimento	2
4 - Sondagens especiais com extração de amostras indaformadas	9
5 - Amostradores especiais	11
5.1 - Amostrador de pistão	12
5.2 - Amostrador suéco ("Foil Sampler")	13
5.3 - Amostrador Denison	14
6 - Poços exploratórios	14
7 - Ensaios "in situ"	15
7.1 - Ensaio de Penetração Contínua (E.P.C.)	16
7.2 - Ensaio de Palheta (Vane-Test)	18
8 - Sondagens em rocha (sondagens rotativas)	20
9 - Programação dos trabalhos de investigação do subsolo	25
Anexo - Normais Gerais de Sondagens de Reconhecimento para Fundações de Edifícios - Norma Brasileira - NB-12	26

Investigação do Subsolo Para Fundações

1. Introdução

A solução de qualquer problema de fundação de uma estrutura, seja ela um edifício, uma ponte, um aterro ou uma estrada, requer o previo conhecimento das características do subsolo no local em estudo. Na prática, o programa e os processos empregados na investigação do subsolo variam grandemente em função de inúmeros fatores tais como: tipo, porte e valor da obra a ser construída, disponibilidade de equipamentos, tempo disponível para a investigação, etc.. No presente capítulo, trataremos dos principais métodos empregados na prática da engenharia de solos e fundações, dando ênfase, pela sua importância, a investigação do subsolo para fins de fundações de edifícios.

2. Requisitos técnicos a serem satisfeitos pelo programa de investigações do subsolo

Os requisitos técnicos mínimos a serem preenchidos pela investigação do subsolo são os seguintes (Mello e Megalhães, 1957):

- a) Determinação dos tipos de solo que ocorrem no subsolo até a profundidade de interesse ao projeto;
- b) Determinação das condições de compactação (areias) ou consistência (argilas) em que ocorrem os diversos tipos de solo;
- c) Determinação da espessura das camadas constituintes do subsolo e avaliação da orientação dos planos (superfícies) que as separam;
- d) Informação completa sobre a ocorrência de água no subsolo, inclusive sobre eventuais artesianismos.

A satisfação dos requisitos acima requer a execução de perfurações (sondagens) até a profundidade desejada, com a simultânea retirada de amostras dos solos encontrados ao longo da perfuração.

Para satisfazer o item a), torna-se necessário obter uma amostra que retenha a granulometria do solo pesquisado. Normalmente, a amostra obtida é classificada por inspeção tátil visual, a qual pode ser complementada, quando necessário, pela realização de ensaios de caracterização no laboratório (granulometria, limites de consistência, etc.).

A determinação das condições em que ocorrem os solos "in situ" tem sido resolvida por meio de métodos empíricos (ver item 3) suplementados por ensaios de laboratório. No caso de solos arenosos, a compactação pode ser estimada mediante correlações empíricas como a "resistência a penetração" medida durante a realização das sondagens. No caso de solos argilosos, a consistência pode também ser avaliada pela resistência a penetração, sendo no entanto preferível, face a precariedade dessa estimativa, medir a consistência. Neste caso torna-se necessário extrair uma amostra indeformada da argila para ser ensaiada no laboratório.

A determinação da espessura das várias camadas constituintes do subsolo é feita durante o processo de perfuração, observando-se os solos que vão sendo removidos a medida que o furo avança. No Brasil, a amostragem dos solos é feita a cada metro de profundidade o que, de per si, elimina a possibilidade de erros - possíveis quanto a determinação dos pontos de passagem de um tipo de solo para outro. A avaliação da orientação dos planos de separação das diversas camadas pode ser feita mediante uma criteriosa distribuição em planta de pontos de sondagem e posterior interpretação dos resultados (interligação dos resultados de cada sondagem para obtenção de um "perfil do subsolo").

A ocorrência de água no subsolo pode ser verificada durante o avanço da sondagem. Normalmente esta determinação é simples no caso de solos arenosos, sendo mais difícil no caso de solos argilosos devido à sua baixa permeabilidade. No caso de subsolo - estratificado apresentando camadas alternadas de areia e argila, é frequente a ocorrência de mais de um nível de água (ocorrência de lençóis "empilhados") bem como de existência de água sob pressão (artesianismo). O reconhecimento destas condições especiais de ocorrência de água subterrânea é de suma importância - em certos problemas (escavações profundas, por exemplo) mas nem sempre é de fácil constatação, requerendo muitas vezes a execução de sondagens com cuidados especiais a fim de estudar o comportamento da água subterrânea.

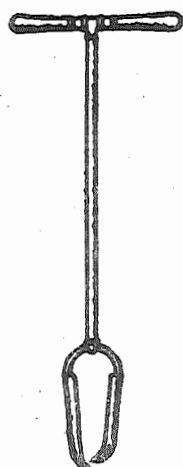
3. Sondagens de percussão ou de simples reconhecimento

Na investigação do subsolo para fins de fundações, o tipo de sondagem mais empregada é a de "percussão" ou de "simples reconhecimento". Como o próprio nome está a indicar, são sondagens simples que se constituem no ponto de partida de todos os programas de investigação detalhada do subsolo. A sondagem é conduzida por meio de uma perfuração do terreno acompanhada da extração de amostras dos solos para sua identificação.

Perfuração - A perfuração é iniciada por meio de um trado ca-deira (Fig. 1a) e assim é conduzida até atingir-se o nível de água ou até que seja necessário, devido à instabilidade das paredes do furo, a introdução de um tubo de revestimento de 2" ou 2 1/4" de diâmetro. Deste ponto em diante, a perfuração prossegue por meio de um trado espiral (Fig. 1b).

Abaixo do nível de água subterrâneas, introduz-se o sistema de perfuração por lavagem com circulação de água. Neste sistema, a água é bombeada através de uma haste e conduzida até o fundo do furo, retornando à superfície pelo espaço anelar entre a parede do furo e a haste, para ser recolhida numa caixa de decantação (Fig. 2). No movimento ascensional, a água remove do furo os detritos da perfuração.

O emprego da lavagem permite um rendimento maior no avanço do furo, o que torna este sistema preferido pelo pessoal de campo, em relação a perfuração a seco por meio de trados manuais. No entanto, o emprego da água dificulta a determinação do nível do lençol freático, razão pela qual se adota como norma a perfuração a seco até que este seja alcançado. Por outro lado, a introdução de lavagem acima do lençol freático pode alterar as características geotécnicas do subsolo, alterando, conseqüentemente, a medida da resistência à penetração. Esta alteração é particularmente importante em areias argilosas e na maioria dos solos residuais. Assim sendo, constitui boa técnica de sondagem, a perfuração a trado até que o nível de água seja atingido; des-



a) TRADO CAVADEIRA



b) TRADO ESPIRAL

FIG. 1 - TRADOS UTILIZADOS NAS SONDAGENS DE PERCUSSÃO

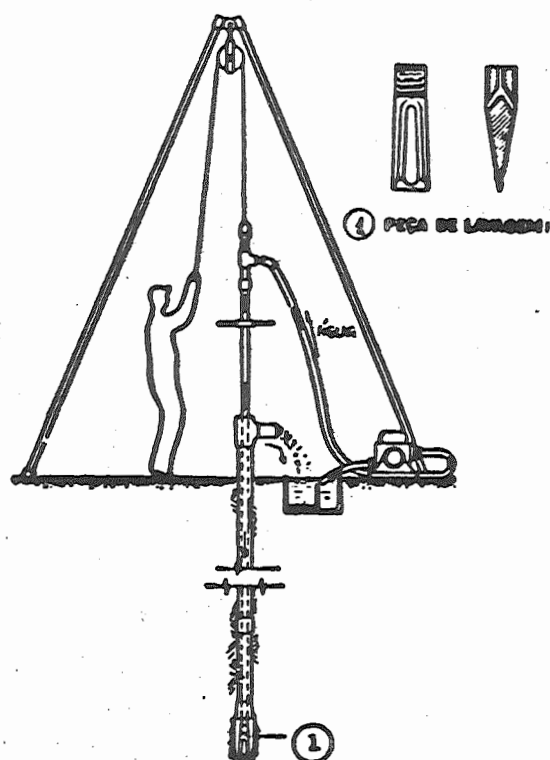


FIG. 2 - PERFURAÇÃO POR CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (LAVAGEM)

se ponto em diante prossegue-se a perfuração por lavagem com circulação de água.

Amostragem - Nas sondagens de percussão, as amostras de solo são colhidas por meio da cravação dinâmica de amostradores, com dimensões padronizadas. Normalmente, as amostras são retiradas a cada metro de profundidade; este intervalo pode ser diminuído em caso de grande heterogeneidade do subsolo ou quando se deseja obter um maior volume de solo para ensaios de caracterização no laboratório.

Os amostradores de percussão são constituídos basicamente por duas meias canas solidarizadas entre si nas extremidades por uma sapata ("bico") e por um engate (Fig. 3). Do amostrador, a amostra é classificada e a seguir transferida para um recipiente adequado, cuidadosamente identificado, para ser então remetida para o laboratório, onde a classificação de campo é verificada por pessoal especializado.

Atualmente, encontra-se em uso corrente no Brasil os três tipos seguintes de amostradores de percussão:

a) Amostrador tipo Terzaghi - Peck

- diâmetro externo: 2 pol. (-51 mm)
- diâmetro interno: 1 3/8 pol. (-35 mm)
- peso de cravação: 65 kg
- altura de queda : 75 cm;

b) Amostrador tipo Mohr - Geotécnica

- diâmetro externo: 1 5/8 pol. (-41 mm)
- diâmetro interno: 1 pol. (-25 mm)
- peso de cravação: 65 kg
- altura de queda : 75 cm;

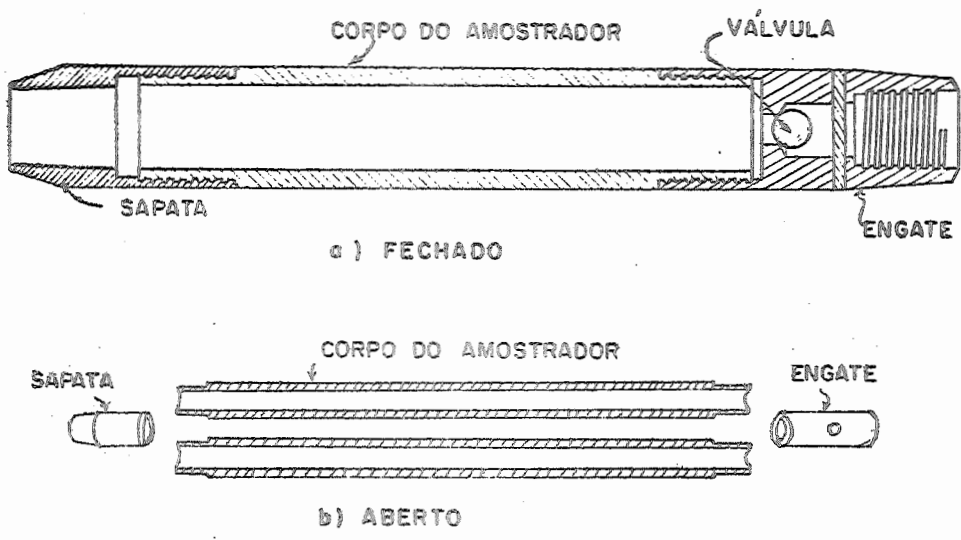


FIG. 3 - AMOSTRADOR DE PERCUSSÃO

c) Amostrador tipo I.P.T.

- diâmetro externo: 1 13/16 pol. (~45 mm)
- diâmetro interno: 1 1/2 pol. (~38 mm)
- peso de cravação: 60 kg
- altura de queda : 75 cm

Resistência à penetração - Os amostradores de percussão são cravados 45 cm no solo, sendo então anotado o número de golpes do peso padrão necessários a penetração de cada 15 cm (Fig. 4).

Denomina-se índice de resistência à penetração ao número de golpes de um peso padrão caindo de uma altura de 75 cm, necessários a penetração de 30 cm de um amostrador "padrão". No caso de se empregar o amostrador tipo Mohr-Geotécnica ou tipo I.P.T., o número de golpes a considerar deverá corresponder aquele necessário a penetração dos primeiros 30 cm do amostrador. Se o amostrador empregado for tipo Terzaghi-Peck, o número de golpes a considerar será referente a penetração dos últimos 30 cm do amostrador (isto é, despreza-se os primeiros 15 cm de penetração). A resistência a penetração medida com o amostrador tipo Terzaghi-Peck é também conhecida pela denominação "Standard Penetration Test", "S.P.T."

Na tabela da Fig. 5 apresentamos as correlações empíricas em uso corrente no Brasil e que permitem uma estimativa da compactidade das areias e da consistência das argilas "in situ", a partir da resistência a penetração medida nas sondagens. Conforme era de se esperar, para uma determinada consistência ou compactidade, a resistência a penetração varia com o tipo de amostrador empregado. A fim de evitar confusão entre a resistência a penetração medida com cada tipo de amostrador, adotaremos no presente curso a seguinte simbologia:

- a) Resistência à penetração empregando amostrador de tipo Terzaghi-Peck (penetração de 15 a 45 cm): símbolo S.P.T.
- b) idem amostrador Mohr-Geotécnica (penetração 0-30 cm): símbolo M.G.
- c) idem amostrador I.P.T. (penetração 0-30 cm): símbolo I.P.T.

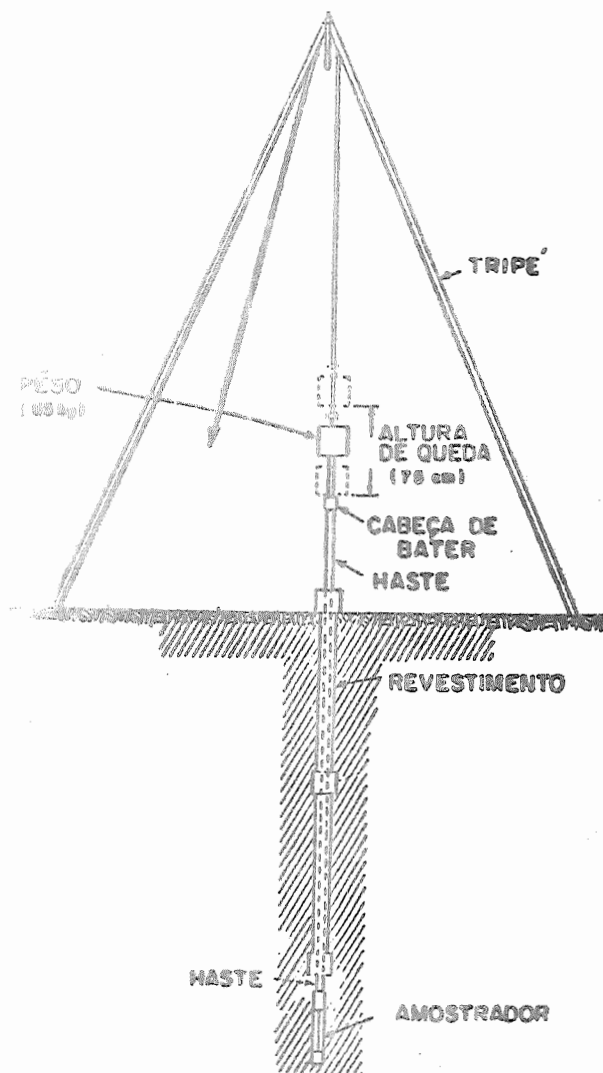


FIG. 4 - EXTRAÇÃO DE AMOSTRA COM MEDIDA DA RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DO AMOSTRADOR

SOLO	DENOMINAÇÃO	MOHR-GEOTÉCNICA $\phi_0 = 41\text{mm}$ $\phi_i = 25\text{mm}$	TERZAGHI-PECK $\phi_0 = 51\text{mm}$ $\phi_i = 35\text{mm}$	I. P. T. $\phi_0 = 45\text{mm}$ $\phi_i = 38\text{mm}$
COMPACTIDADE DE AREIAS E SILTES ARENOSOS	FÕFA	≤ 2	≤ 4	≤ 6
	POUCO COMPACTA	3 - 5	5 - 8	—
	MED. COMPACTA	6 - 11	9 - 18	6 - 10
	COMPACTA	12 - 24	19 - 41	11 - 25
	MUITO COMPACTA	> 24	> 41	> 25
CONSISTÊNCIA DE ARGILAS E SILTES ARGILOSOS	MUITO MOLE	< 1	< 2	—
	MOLE	1 - 3	2 - 5	< 4
	MÉDIA	4 - 6	6 - 10	4 - 6
	RIJA	7 - 11	11 - 19	6 - 15
	DURA	> 11	> 19	> 15

FIG. 5 - COMPACTIDADES E CONSISTÊNCIAS SEGUNDO A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO

As correlações empíricas da Fig. 5 resultam da adaptação de uma correlação semelhante introduzida por Terzaghi-Peck (1948), com base na experiência americana da firma Raymond Concrete Pile. As correlações com os amostradores tipo Mohr-Geotécnica e tipo Terzaghi-Peck foram desenvolvidas pela firma Geotécnica S.A. ao passo que a referente ao amostrador IPT reflete a experiência do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.

Cumpre salientar que as correlações envolvendo a resistência à penetração dinâmica e a consistência das argilas são sujeitas a erros grosseiros devido a diferença de comportamento das argilas face a cargas estáticas ou dinâmicas e ao amolgamento da argila causado pela penetração de amostradores com paredes grossas como os amostradores de percussão. Estes fatores já não tem grande influência no caso da estimativa da compactidade das areias a partir da resistência a penetração.

Ocorrência de obstruções - Durante a execução de uma sondagem, o avanço da perfuração pode ser impedido pela ocorrência de uma obstrução. Em geral, as obstruções naturais são constituídas por matacoes dispersos no subsolo, o que pode levar a erros, caso se confunda a presença de um matacao com a rocha local.

A fim de dirimir dúvidas quando se atinge uma obstrução, constitui boa técnica de sondagem verificar a continuidade horizontal desse material, a fim de se certificar de que se trata mesmo do embasamento rochoso e não de um matacao. Para tanto, a sondagem pode ser deslocada cerca de 3 m em planta e o furo reconduzido a profundidade anterior. Se for confirmada a ocorrência da obstrução na mesma profundidade, a sondagem deverá ser novamente deslocada de 3 m numa direção ortogonal ao primeiro deslocamento. Persistindo a ocorrência do material impenetrável a sondagem poderá ser interrompida com razoável certeza de se ter atingido rocha e não um matacao.

Em alguns solos residuais (solos provenientes da decomposição da rocha local) o numero de matacoes dispersos pode ser tão grande a tornar praticamente impossível a execução de sondagens de percussão apenas. Nestes casos pode-se proceder a investigação empregando-se, conjuntamente, o equipamento de percussão para as zonas de solo, e equipamento de sondagem em rocha ("sonda rotativa") para perfurar os matacoes. As sondagens em rocha serão descritas em maior detalhe em item subsequente.

Apresentação dos resultados - Na prática, os dados obtidos em uma investigação do subsolo por meio de sondagens de percussão são normalmente apresentados na forma de um perfil do subsolo, conforme exemplo na Fig. 6. A posição das sondagens é amarrada topograficamente e apresentada numa planta de locação (não mostrada na figura); o nível da boca do furo de sondagem é referido a um R.N. bem definido. As resistências a penetração são indicadas por numeros a esquerda da vertical da sondagem, nas respectivas cotas de medição. A posição do nível d'água, N.A., é também indicada bem como a data de sua medição (muito importante pois variações de 1 a 2 metros podem ser constatadas na passagem de um período de seca para um de chuvas).

Nota importante - Nas páginas precedentes procuramos descrever em detalhe a execução das sondagens de percussão, pela sua importância na solução de problemas de fundação. Na prática brasileira a "resistência a penetração" tem sido usada na determinação da taxa de trabalho para dimensionamento de fundações di-

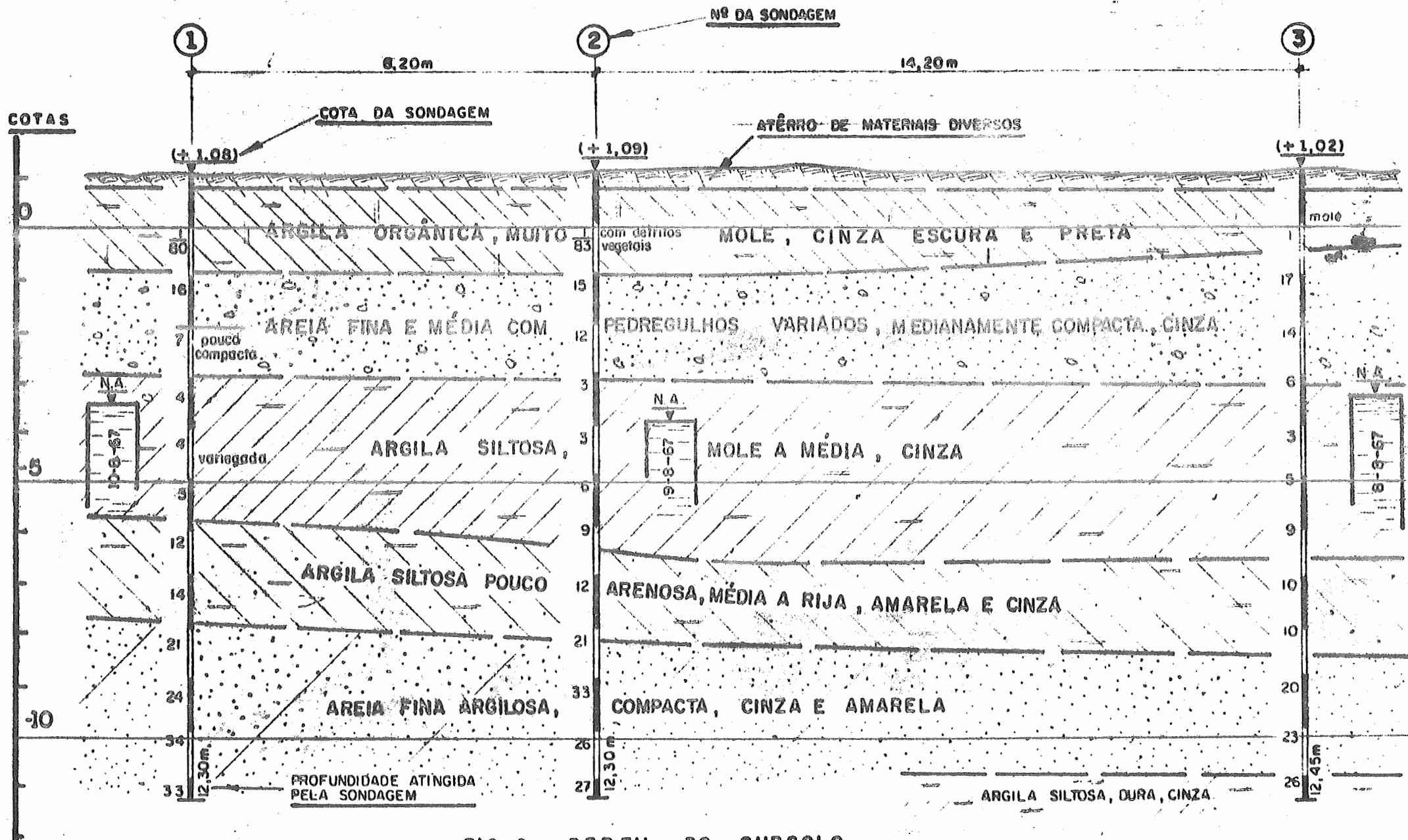


FIG. 6 - PERFIL DO SUBSOLO

retas e tubulões, bem como na estimativa de comprimento de estas. Assim sendo, alguns dos inumeros fatores que conduzem a erros na sua medição merecem ser salientados.

Básicamente êsses fatores podem ser divididos em dois grupos:

a) fatores ligados ao equipamento empregado:

- dimensões e estado de conservação do amostrador,
- peso de bater não calibrado ou sem coxim de madeira,
- uso de hastes de diferentes pesos, etc.

b) fatores ligados à execução da sondagem:

- má limpeza do furo,
- furo não alargado suficientemente para livre passagem do amostrador,
- variação na altura de queda do pêso,
- emprego de lavagem acima do N.A.,
- erro na contagem do numero de golpes, etc.

Dêsses fatores, aquêles ligados à execução da sondagem são os de mais difícil controle e por isso mesmo aqueles que deveriam exigir maior fiscalização por parte do engenheiro.

Apenas como ilustração do problema, apresentamos a seguir os valores de resistência a penetração medidas em sondagens vizinhas executadas por firmas diferentes. A firma A empregou amostrador tipo IPT enquanto que a firma B amostrador tipo Mohr-geotecnica. No entanto as diferenças anotadas não podem ser imputadas apenas aos amostradores diferentes, sendo devidas principalmente a técnicas de sondagem diferentes.

Sond. 1		Sond. 2		Sond. 3	
A	B	A	B	A	B
5	4	3	3	3	3
5	4	3	3	7	3
11	6	6	6	11	5
14	8	8	6	14	5
14	8	14	6	15	8
14	7	16	7	16	7
12	9	15	7	16	7
12	7	13	6	12	7
9	6	13	6	12	7
8	7	18	7	15	5

O exemplo acima ilustra claramente que o uso da resistência a penetração indiscriminadamente, sem atentar pela maneira pela qual foi medida pode (e leva) a erros grosseiros.

4. Sondagens especiais com extração de amostras indeformadas

A maioria dos problemas de fundação podem ser satisfatoriamente resolvidos simplesmente com os resultados obtidos por sondagens de percussão. Como, no entanto, as amostras obtidas nestas sondagens são amolgadas durante a sua extração, naqueles casos em que se necessite aprofundar a investigação mediante ensaio de amostras no laboratório, torna-se necessário extrair amostras indeformadas, isto é, amostras que retenham todas as características do solo "in situ" (densidade, umidade, resistência, etc.).

Na maioria dos casos práticos, a necessidade de se obter amostras indeformadas está diretamente relacionada com solos argilosos, o que pode ser explicado pelo seguinte:

a) problemas de ruptura ou recalque estão intimamente ligados à ocorrência de argilas (em geral, argilas de consistência mole).

b) as areias são difíceis de serem amostradas, principalmente quando puras e/ou submersas. Devido a essa dificuldade, quando se apresenta a necessidade de investigar as características de um estrato arenoso prefer-se, em geral, lançar mão de algum tipo de ensaio "in situ" (resistência à penetração em sondagens, ensaio de penetração contínua, permeabilidade "in situ", prova de carga direta do terreno, etc.).

c) as argilas podem ser amostradas com relativa facilidade.

A obtenção de amostras realmente indeformadas é um ideal almejado, mas nem sempre alcançável na prática, uma vez que um certo grau de amolgamento é inevitável durante o processo de amostragem. No entanto, o uso de amostradores especiais, em conjunto com técnicas de sondagem mais apuradas, pode reduzir esse amolgamento a um mínimo tolerável.

O grau de amolgamento sofrido por uma amostra depende principalmente da maneira pela qual o amostrador é forçado no terreno e das dimensões do mesmo. Para obtenção de amostras de boa qualidade, o amostrador não pode ser cravado dinamicamente (como na sondagem de percussão) devendo, isto sim, ser forçado a penetrar no solo por um movimento contínuo e rápido (cravação "estática" do amostrador). Para tanto, se poderá empregar um macaco hidráulico atuando na haste e reagindo contra um anteparo ou um sistema de roldanas conforme esquematizado na Fig. 7.

Amostras de boa qualidade da maioria dos solos com coesão (argilas, siltes argilosos e areias argilosas) podem ser obtidas utilizando-se amostradores tubulares de paredes finas, amostradores tipo "shelby", cujas características principais são mostradas na Fig. 8-a. Na Fig. 8-b estão definidos dois índices que controlam em grande parte a qualidade da amostra obtida com esses tipos de amostradores. A fim de diminuir o amolgamento da amostra, a parede do amostrador devera ser tão fina quanto possível. Por outro lado, o amostrador precisa ser suficientemente forte para não flambar ou amassar durante a amostragem. Esses critérios são satisfeitos empregando-se amostradores de latão ou de aço com uma Relação de Áreas inferior a 10% (o que num amostrador de 2" de diâmetro corresponde a uma espessura de parede de pouco mais de 1 mm). Os amostradores de latão são preferíveis por serem resistentes a corrosão, mas são fisicamente menos resistentes que os de aço.

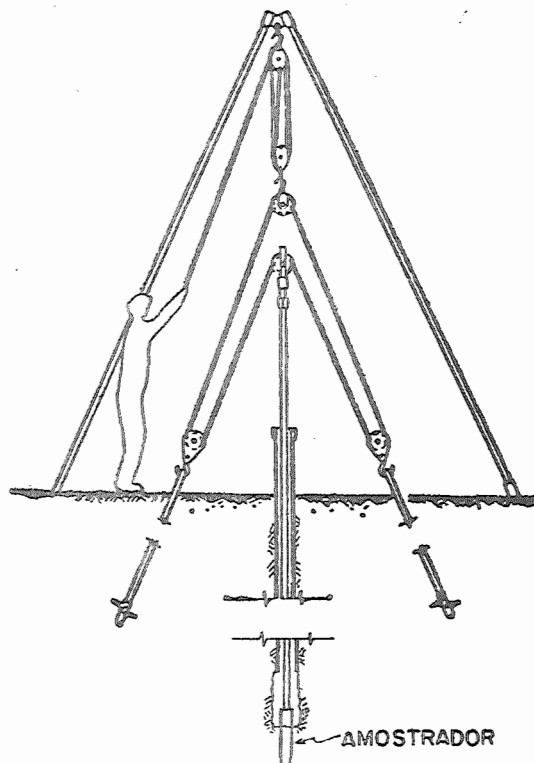


FIG. 7 - EXTRAÇÃO DE AMOSTRA INDEFORMADA (GRAVAÇÃO ESTÁTICA)

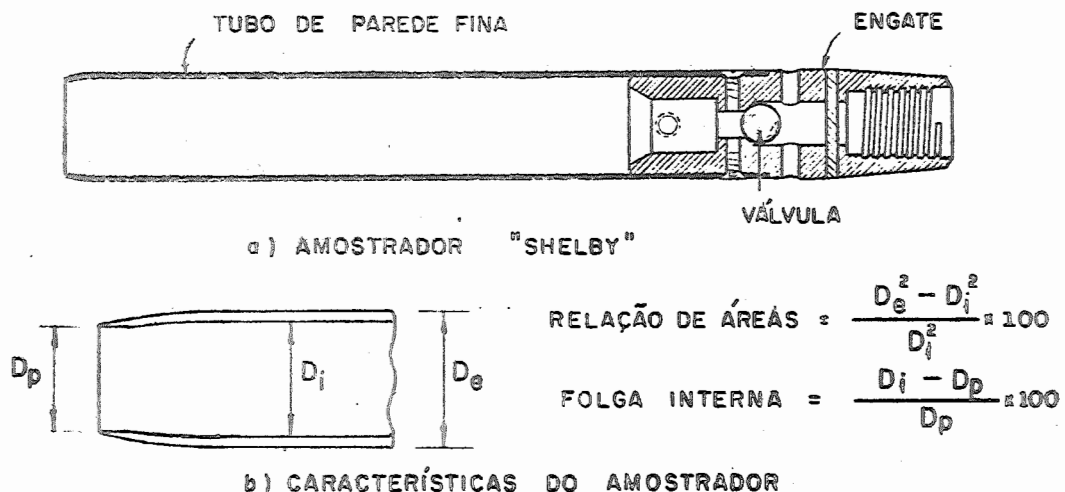


FIG. 8 - AMOSTRADOR DE PAREDE FINA TIPO "SHELBY"

A fim de reduzir o atrito dentro do tubo durante a penetração da amostra, costuma-se prover o amostrador de uma folga interna de cerca de 1%. Uma folga maior facilitaria a penetração da amostra, mas por outro lado aumentaria o risco da mesma cair quando da retirada do amostrador de dentro do furo de sondagem.

O comprimento de amostra que se pode obter com esse tipo de amostrador situa-se em torno de 5 a 15 vezes o diâmetro do tubo, dependendo do tipo de solo (os menores comprimentos para solos mais arenosos).

O comprimento da amostra recuperada na amostragem nem sempre é igual ao comprimento penetrado pelo amostrador. O caso típico é o encurtamento da amostra devido ao atrito excessivo nas pare-

des do tubo, se bem que o contrário também pode ocorrer, isto é, obter-se amostras maiores que o comprimento penetrado pelo amostrador. Define-se Porcentagem de Recuperação, a relação entre o comprimento da amostra e o comprimento penetrado pelo amostrador, expresso em porcentagem. Idealmente, a amostra indeformada deveria apresentar uma recuperação de 100%, tolerando-se no entanto um pequeno desvio para mais ou para menos.

Amostras de 2" de diâmetro são em geral satisfatórias para fornecer todas informações quanto as características de resistência do solo amostrado. Por outro lado essas amostras são também convenientes pelo fato de poderem ser extraídas durante a execução de uma simples sondagem de percussão o que é muito importante do ponto de vista econômico.

Quando o problema a ser resolvido envolver a estimativa de recalques devido a compressibilidade de uma camada argilosa, torna-se necessário lançar mão de sondagens de maior diâmetro a fim de permitir obtenção de amostras maiores para serem submetidas a ensaios de adensamento na laboratório. Executam-se então sondagens de 6" de diâmetro, as quais permitem a extração de amostras indeformadas de 4"-5" (deve ser salientado, que amostras de 2" de diâmetro não são adequadas para ensaios de adensamento). Devido ao seu custo (cerca de 3 vezes o de uma sondagem de percussão), estas sondagens especiais de grande diâmetro são executadas apenas como complementação de um programa de investigação do subsolo. O equacionamento dos problemas deverá ser feito com sondagens de percussão, eventualmente suplementadas pela extração de "shelby" de 2" das camadas argilosas. Uma vez definida a área que exigira sondagens especiais, somente então passar a sua execução.

As amostras obtidas com amostradores "shelby" são enviadas para o laboratório dentro do próprio tubo amostrador. Para evitar perda de umidade o tubo é cuidadosamente selado nas extremidades com um "plug" de parafina e a seguir acondicionado em caixas forradas a fim de amortecer as trepidações durante o transporte para o laboratório.

5. Amostradores especiais

O amostrador "shelby" descrito no item anterior é aquele empregado na solução da maioria dos problemas práticos (é praticamente o único usado atualmente no Brasil). A sua maior vantagem é a simplicidade e baixo custo, mas apresenta uma séria desvantagem de não permitir um controle da Porcentagem de Recuperação da amostra, a não ser por tentativas procurando-se variar o comprimento penetrado pelo amostrador.

Nos últimos 15-20 anos, um grande progresso tem sido alcançado no desenvolvimento de amostradores especiais que permitam a obtenção de amostras indeformadas mesmo em condições de amostragem muito difíceis (amostragem de solos arenosos submersos, argilas moles sensíveis, solos muito duros e impenetráveis aos amostradores comuns, etc.). A seguir descreveremos três tipos de amostradores especiais que ilustram bem o progresso alcançado neste campo.

5.1 Amostrador de pistão

A qualidade de amostras indeformadas de solos moles ou de solos arenosos pouco coesivos pode ser aumentada grandemente mediante o emprego de amostradores de pistão. Estes consistem basicamente de um amostrador de parede fina equipado com um pistão ligado a uma haste que se prolonga até a superfície do terreno por dentro da haste do amostrador (Fig. 9). Durante a descida do amostrador no furo, o pistão permanece fixo tapando a boca do mesmo (a haste do pistão é fixada a haste do amostrador). Atingido o fundo do furo, a haste do pistão é desligada da haste do amostrador e fixada no tubo de revestimento. A seguir o amostrador é forçado a penetrar no solo enquanto que o pistão permanece fixo. Para retirar o amostrador do furo, o pistão é desligado do revestimento e fixado novamente a haste do amostrador a qual é então alçada e o amostrador recuperado.

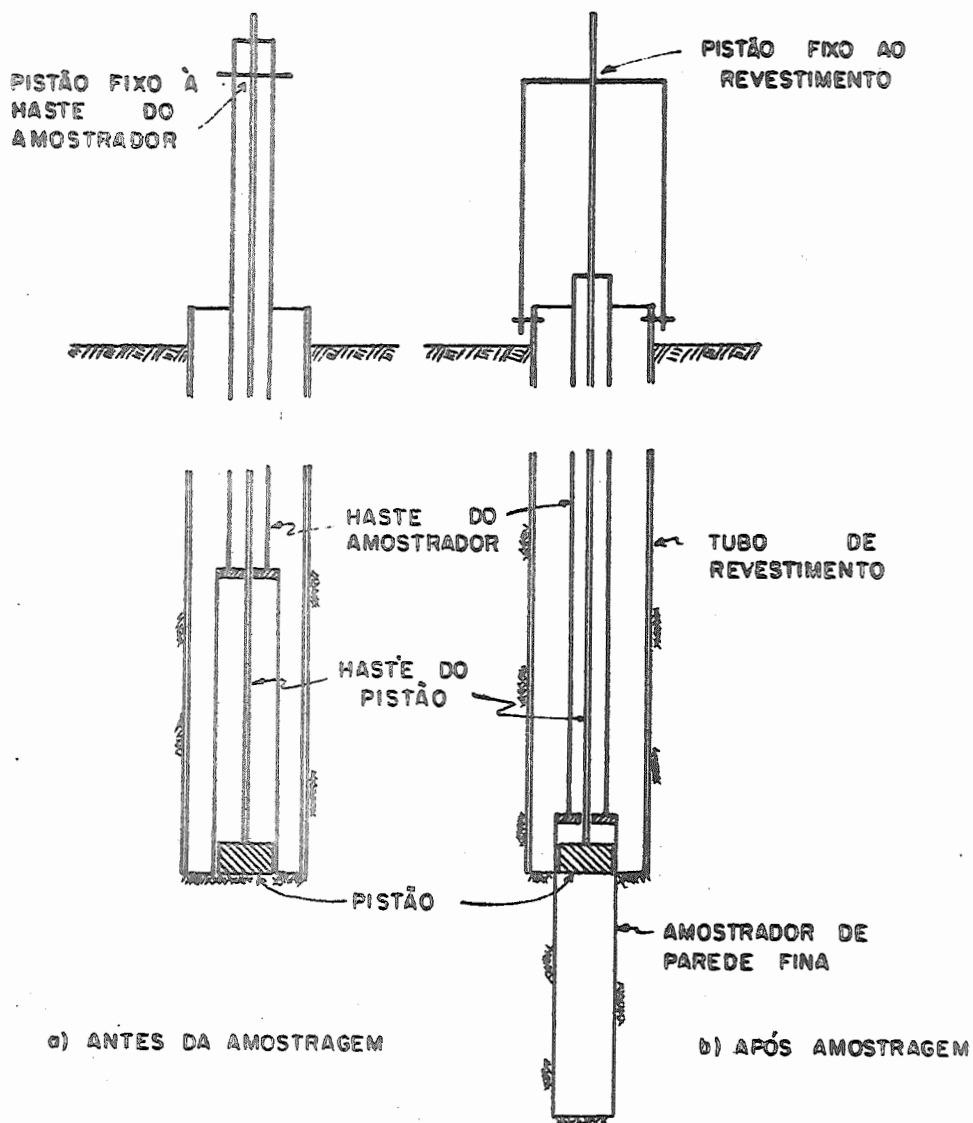


FIG. 9 - PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO AMOSTRADOR DE PISTÃO

A presença do pistão é benéfica em vários pontos. Durante a descida do amostrador ele impede a entrada de detritos indesejáveis que se acumulam no fundo do furo. No início da penetração do amostrador, o pistão impede a entrada de um comprimento de amostra maior que o penetrado, fato este que pode ocorrer em so-

los moles. Depois que um certo comprimento de amostra já penetrou no amostrador, o atrito e a adesão nas paredes do tubo tende a fazer com que a amostra seja comprimida; isto no entanto não pode acontecer sem que se forme um vácuo entre o topo da amostra e o pistão, o que impede esse encurtamento da amostra. Com esses efeitos benéficos acumulados é possível obter-se 100% de Porcentagem de Recuperação mesmo no caso de solos difíceis de serem amostrados.

O vácuo que se forma no topo da amostra auxilia grandemente a amostragem de solos arenosos que tendem a cair durante a retirada do amostrador de dentro do furo.

5.2 Amostrador sueco ("Foil Sampler")

O comprimento da amostra que se obtém com os amostradores até aqui descritos fica sempre limitado ao comprimento útil do amostrador. A fim de permitir uma amostragem contínua sem necessidade de retirar o amostrador a cada 50-60 cm de perfuração, os suecos desenvolveram o "Foil Sampler" (Kjellman, 1950), aqui denominado amostrador sueco (Fig. 10).

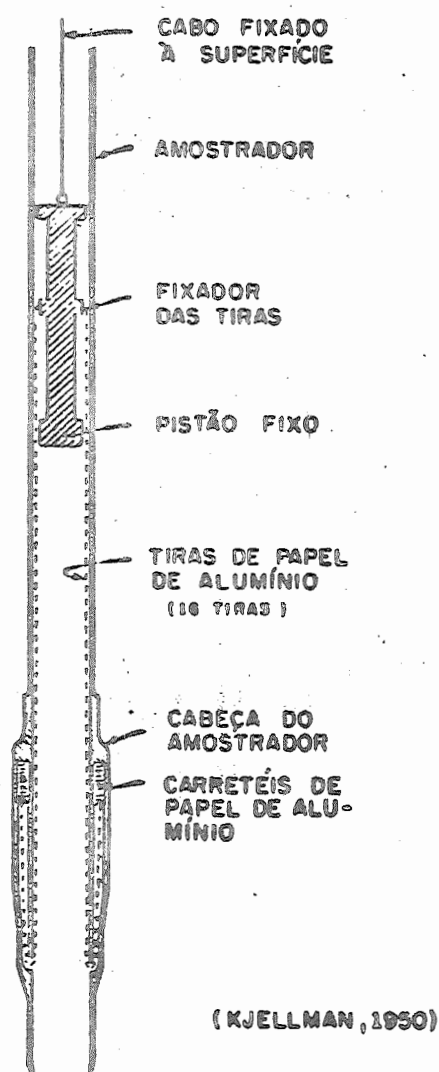


FIG. 10.- AMOSTRADOR SUÉCO
(FOIL SAMPLER)

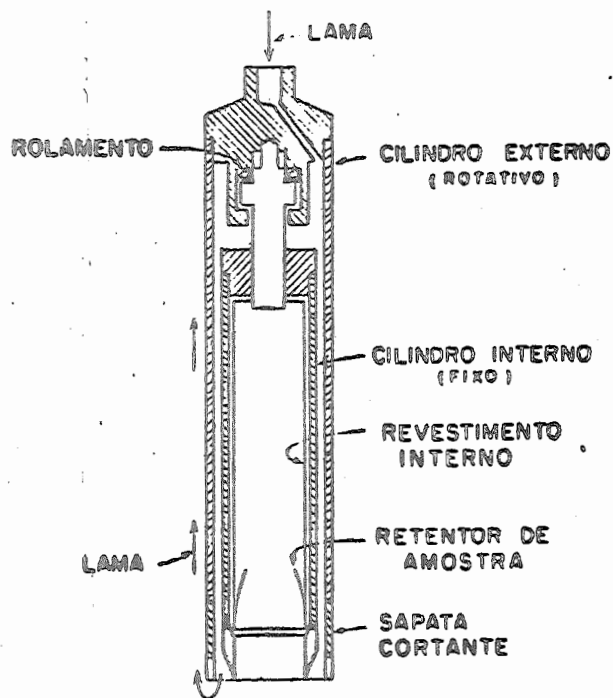


FIG. 11.- AMOSTRADOR DENISON

O amostrador dispõe de uma peça especial na qual estão montados uma série de pequenos carretéis de papel de alumínio dispostos ao longo de toda a circunferência do amostrador. As tiras de papel são fixadas a um pistão que permanece estacionário durante a amostragem. Ao se forçar o amostrador no terreno as tiras de papel vão automaticamente se desenrolando ao redor da amostra, - fazendo com que esta penetre dentro do tubo sem sofrer atrito com as paredes. Dessa forma o amolgamento da amostra é reduzido a um mínimo ao mesmo tempo que se obtém uma amostra contínua que pode atingir vários metros de comprimento.

5.3 Amostrador Denison

No caso de amostragem de solos muito duros e resistentes nos quais é virtualmente impossível penetrar com os amostradores comuns, pode-se lançar mão do amostrador Denison, mostrado de forma esquemática na Fig. 11 (Terzaghi-Peck, 1967).

O amostrador consiste basicamente de dois cilindros, um interno fixo e um externo rotativo dotado de uma sapata cortante - na extremidade inferior. No seu movimento rotativo, o cilindro externo vai cortando o solo na frente do amostrador permitindo - então que a amostra penetre dentro do cilindro interno fixo. A remoção dos detritos da perfuração é feita por meio de circulação de lama de perfuração, que injetada através de haste, passa entre os dois cilindros e sobe de volta a superfície pelo espaço entre o cilindro externo e as paredes do furo. O emprego de lama de perfuração (lama bentonítica) permite a amostragem até grandes profundidades sem necessidade de revestimento do furo, uma vez que a própria lama estabiliza as paredes da perfuração.

6. Pocos exploratórios

A abertura de poços para inspeção dos solos "in situ" é também um expediente de grande valia na prática. São no entanto limitados a solos acima do nível d'água e a terrenos em que a abertura do poço possa ser feita sem escoramento das paredes (caso - contrário o custo aumenta muito).

Os poços exploratórios são muito empregados em terrenos contendo pedras e matacões em que a execução de sondagens é muito - difícil, se não impossível.

Além de permitir a inspeção visual do subsolo, os poços exploratórios possibilitam a extração de amostras indeformadas em forma de blocos de solo. Estas amostras são em geral cúbicas com aresta de 25-30 cm. São cortadas no terreno, recobertas com uma camada de cerca de 1 cm de parafina a fim de protegê-las contra perda de umidade e a seguir acondicionadas em caixas de madeira ou chapa de aço para o transporte.

As amostras em bloco podem ser extraídas praticamente de qualquer tipo de solo, sendo também aquela que mais se aproxima de amostra realmente indeformada.

7. Ensaio "in situ"

Conforme salientado anteriormente, a extração de amostras in deformadas de areias é operação muito difícil na prática, principalmente quando se tratar de areias puras e/ou submersas. A mesma dificuldade ocorre com relação as argilas sensíveis de consistência mole nas quais a amostragem sempre provoca um certo amolgamento da amostra com a conseqüente perda de resistência. A fim de obviar esses problemas, inumeros processos tem sido desenvolvidos para investigar as características de solos no proprio local onde ocorrem, sem necessidade de amostragem e ensaio em laboratório. A maioria desses métodos envolve a medida da resistência oferecida pelo terreno à penetração de uma ferramenta especial - denominada penetrômetro. Em caracter puramente ilustrativo, re- produzimos na Fig. 12 varios tipos de penetrômetros cujo emprego tem sido sugerido por varios autores: os penetrômetros a) e b) - foram desenvolvidos para medir a consistência de argilas; os penetrômetros c) a f) tem sido aplicados especialmente para avaliar a compactidade de areias enquanto que o g) tem sido usado em solos com pedregulhos.

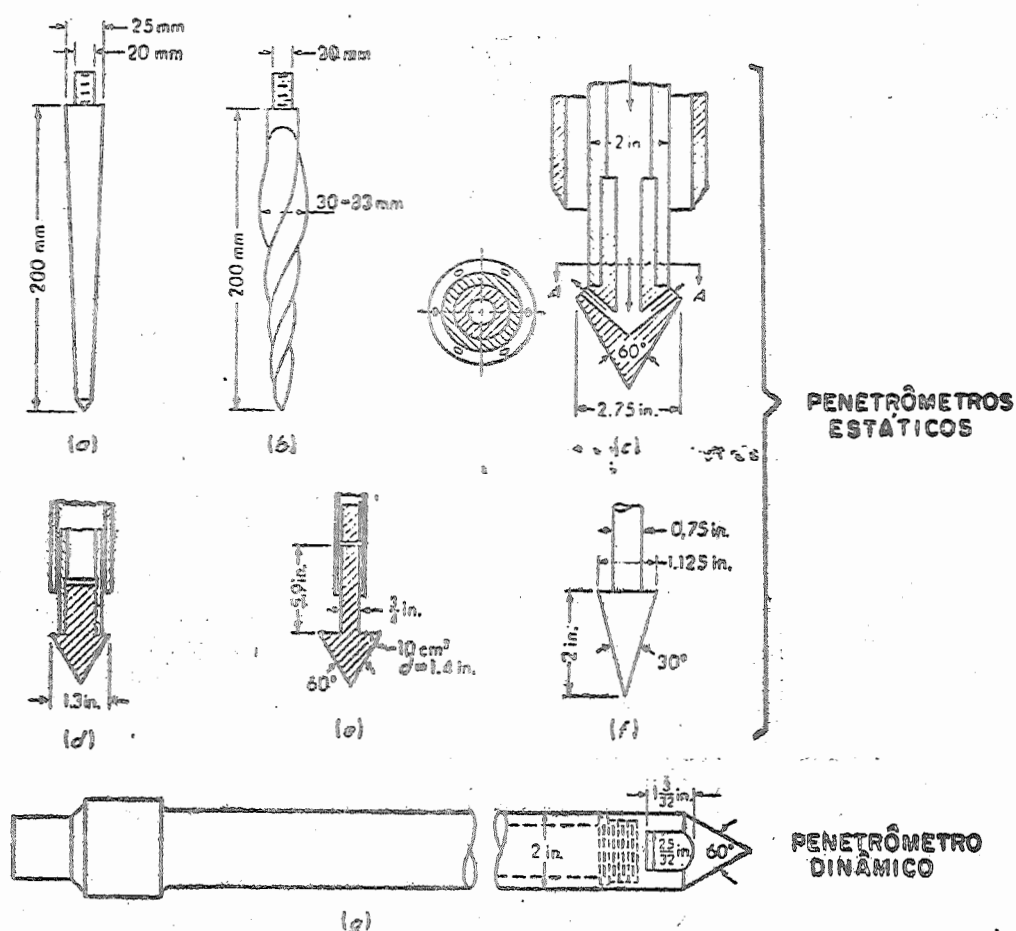


FIG. 12 — PENETRÔMETROS

Os ensaios "in situ" de uso mais freqüente na investigação do subsolo tem sido o "Ensaio de Penetração Contínua" e o "Ensaio de Palheta", os quais são descritos em detalhe a seguir.

7.1 Ensaio de Penetração Contínua (E.P.C.)

Este ensaio é também conhecido pelos nomes de Ensaio de Penetração Estática, Penetrômetro Holandês ou "Deep-sounding". O ensaio consiste basicamente em medir o esforço necessário a penetração de uma haste dupla com uma ponta cônica na extremidade (Fig. 13).

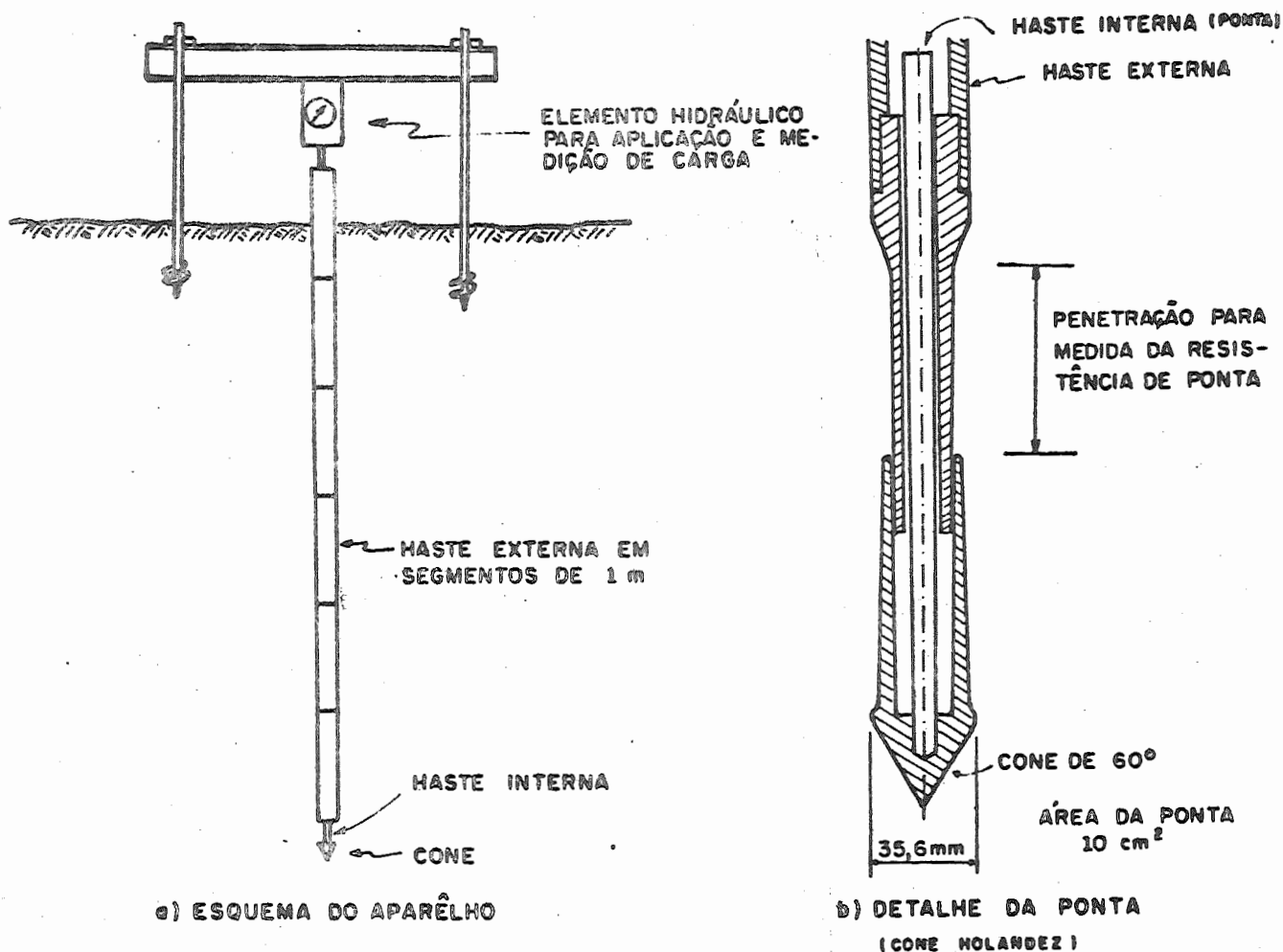


FIG. 13 — ENSAIO DE PENETRAÇÃO CONTÍNUA (E.P.C.)

A força necessária para penetração do cone e da haste externa, representa a soma da resistência na ponta e do atrito lateral ao longo da haste. Por outro lado, com a haste externa fixa se pode fazer penetrar apenas a ponta cônica, simplesmente pressionando a haste interna. A força necessária a penetração do cone, dividida pela área do mesmo nos dá a resistência de ponta, R_c . Por diferença entre a força total medida inicialmente e aquela necessária para penetração do cone obtém-se o valor do atrito lateral na haste externa até a profundidade em que se está medindo. As medidas de resistência total e de ponta podem ser feitas a cada 20 cm de profundidade, o que permite obter um gráfico praticamente contínuo da variação da resistência de ponta e do atrito lateral com a profundidade (Fig. 14).

Os equipamentos normais em uso no Brasil são acionados manual ou hidráulicamente, possuindo uma capacidade máxima de 10 t.

SONDAGEM

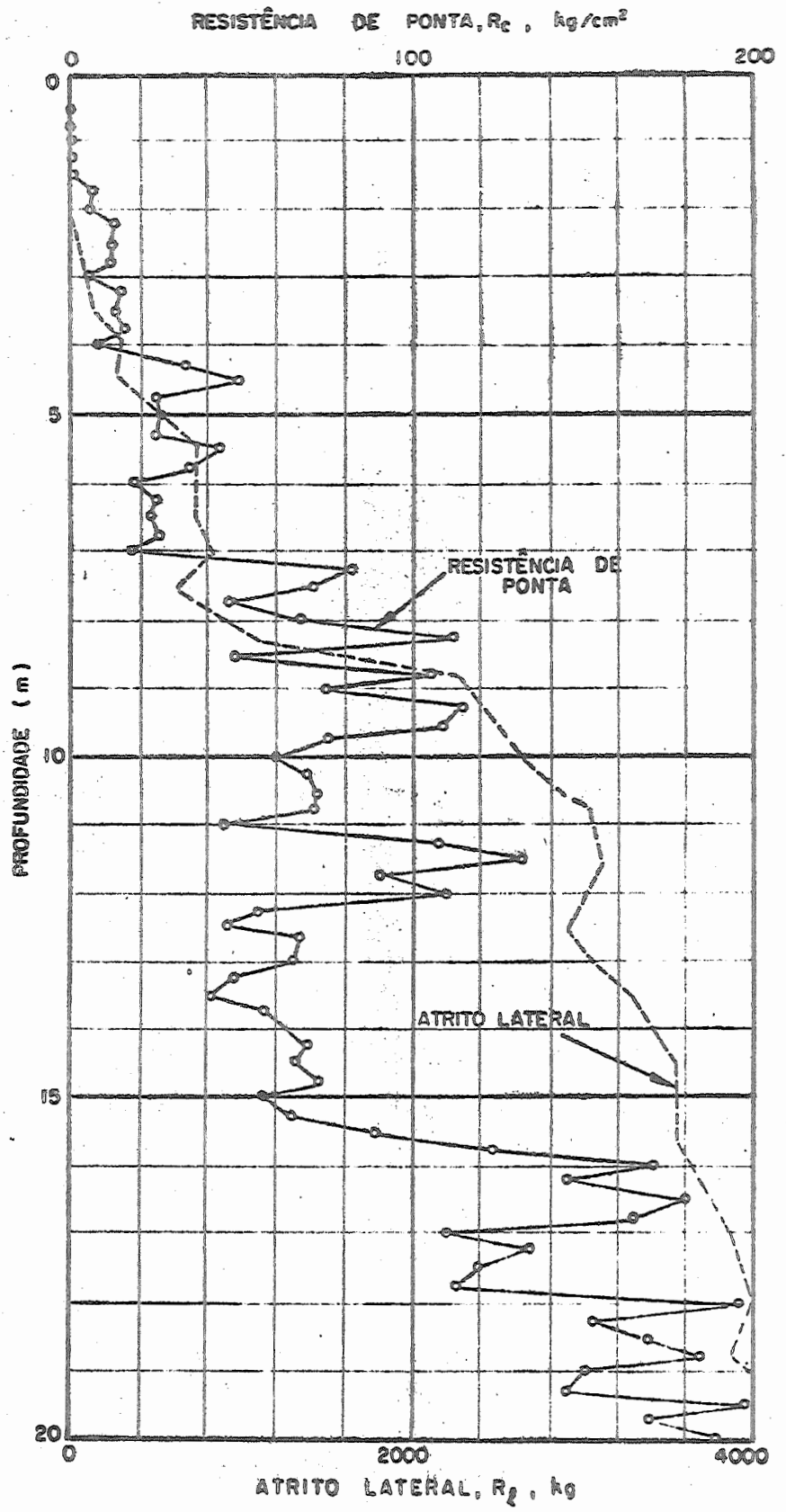
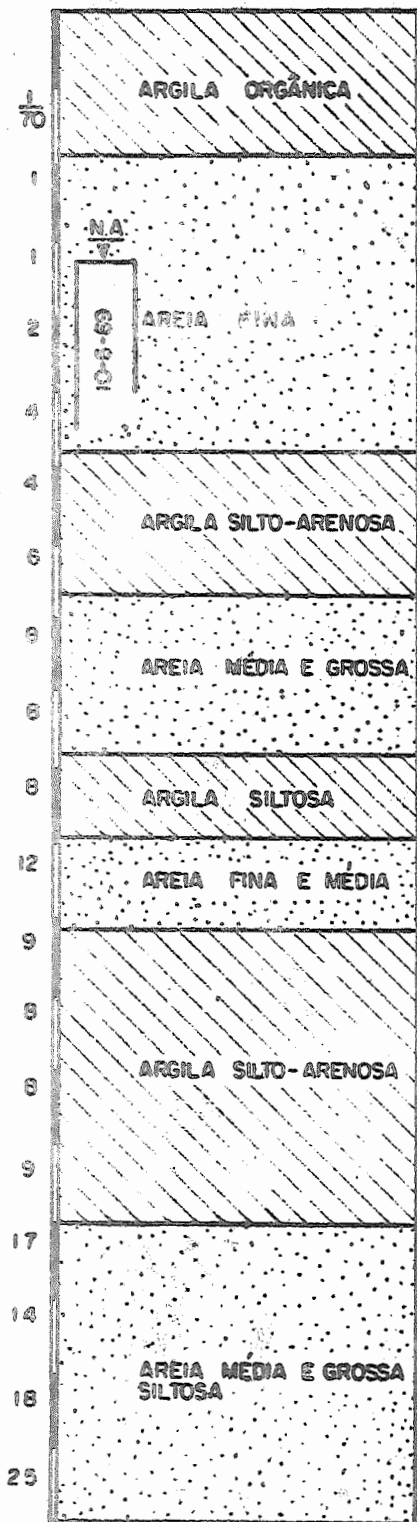


FIG. 14- RESULTADOS DE UM ENSAIO DE PENETRAÇÃO CONTÍNUA

A profundidade máxima de ensaio é de cerca de 30 m, sendo o comprimento das hastes aumentados gradativamente em secções de 1 m de comprimento.

O E.P.C. é largamente empregado na investigação do subsolo - para fins de fundações, principalmente na estimativa da capacidade de carga de estacas e na fixação da taxa de trabalho do terreno para apoio de tubulões. O seu emprego é no entanto limitado a subsolos livres de matacoes ou pedregulhos.

7.2 Ensaio de Palheta (Vane-Test)

O Ensaio de Palheta foi desenvolvido para medir a resistência não drenada (resistência "rápida") de argilas "in situ". O aparelho consiste basicamente numa palheta (Fig. 15-a e Fig. 16) a qual é fincada ao solo e a seguir girada. Medindo-se o torque aplicado e a rotação da palheta obtém-se uma curva Torque-Rotação (especie de curva tensão-deformação) conforme esquematizado na Fig. 15-b. A sensibilidade das argilas (relação entre a resistencia da argila indeformada e amolgada) também pode ser medida neste ensaio: - apos o ensaio da argila indeformada, provoca-se o amolgamento da mesma simplesmente girando a palheta umas 5 voltas completas, deixando-se a seguir em repouso durante uns 10-15 minutos e depois ensaiando da maneira normal. O resultado que se obtém para uma argila sensível é em geral da forma indicada na Fig. 15-b. O ensaio é normalmente executado no fundo de uma perfuração praticada no terreno. A palheta é descida até o fundo e a seguir forçada a penetrar cerca de 50 cm em solo indeformado onde então é realizado o ensaio.

Na Fig. 16, apresentamos um esquema do aparelho desenvolvido pelo U.S.B.R., a partir do qual foram construidos equipamentos semelhantes em uso no Brasil. O torque é aplicado girando-se a manivela (1) e medido pelo torquimetro (2). A rotação da palheta é medida por meio de um transferidor (3).

A fim de se obter a resistência da argila ensaiada, torna-se necessário equacionar o torque T aplicado com o momento resistente desenvolvido ao longo da superfície de ruptura cilíndrica. Tem-se então:

$$T = M_L + 2 M_B$$

onde: M_L = momento resistente desenvolvido ao longo da superfície lateral.

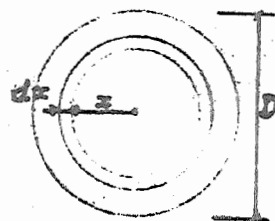
M_B = momento resistente na base do cilindro.

Admitindo-se que a resistência ao cisalhamento, c_u , distribui-se uniformemente ao longo de toda a superfície de ruptura tem-se:

$$M_L = (\pi \cdot D \cdot H) \cdot c_u \cdot \frac{D}{2} = \frac{1}{2} \pi D^2 H \cdot c_u$$

$$dM_B = (2 \pi z \cdot dz) \cdot c_u \cdot z$$

$$M_B = \int_0^{D/2} dM_B = 2 \pi c_u \int_0^{D/2} z^2 dz = \frac{\pi D^3}{12} c_u$$



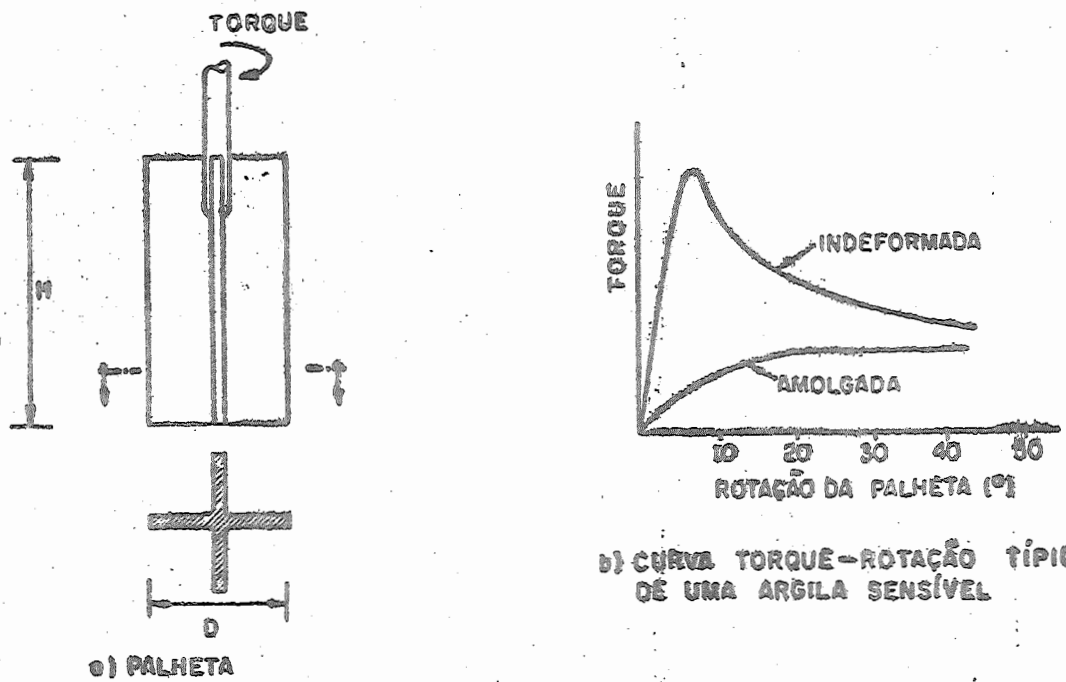


FIG. 15 - ENSAIO DE PALHETA

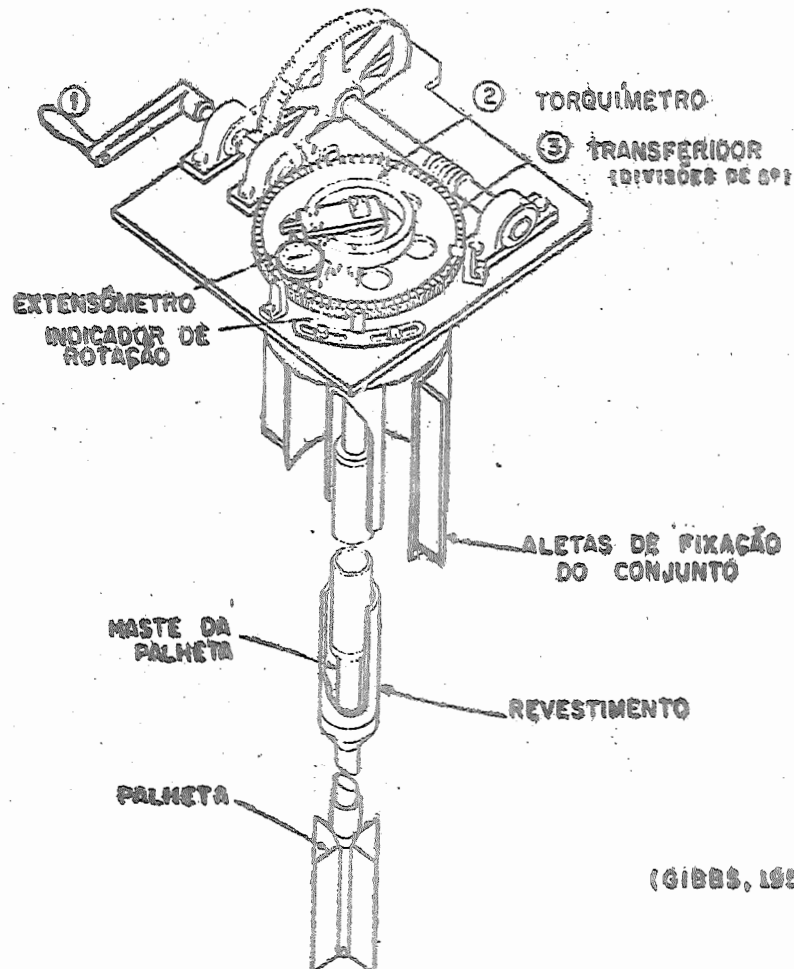


FIG. 16 - ENSAIO DE PALHETA: APARELHO DO U. S. B. R.

Portanto:

$$T = \frac{1}{2} \pi D^2 H c_u + 2 \frac{\pi D^3}{12} c_u = \pi D^2 \left(\frac{H}{2} + \frac{D}{6} \right) c_u$$

Resultando então:

$$c_u = \frac{T}{\pi D^2 \left(\frac{H}{2} + \frac{D}{6} \right)} \quad (1)$$

O denominador da expressão (1) acima é uma constante, dependendo das dimensões da palheta. Em geral costuma-se usar palhetas em que $H = 2D$, resultando neste caso

$$c_u = \frac{6}{7} \frac{T}{\pi D^3} \quad (2)$$

Deve ser salientado mais uma vez que a resistência ao cisalhamento medida no ensaio de palheta corresponde a resistência não drenada da argila. Por esse motivo é largamente empregado em problemas de estabilidade envolvendo argilas moles carregadas rapidamente, como por exemplo, no caso de construção de aterros sobre solos moles.

8. Sondagens em rocha (sondagens rotativas)

Nas sondagens até aqui descritas o avanço da perfuração é feito com trado manual ou com emprego de lavagem. No caso de sondagens em rocha, torna-se necessário empregar equipamento mais elaborado e potente.

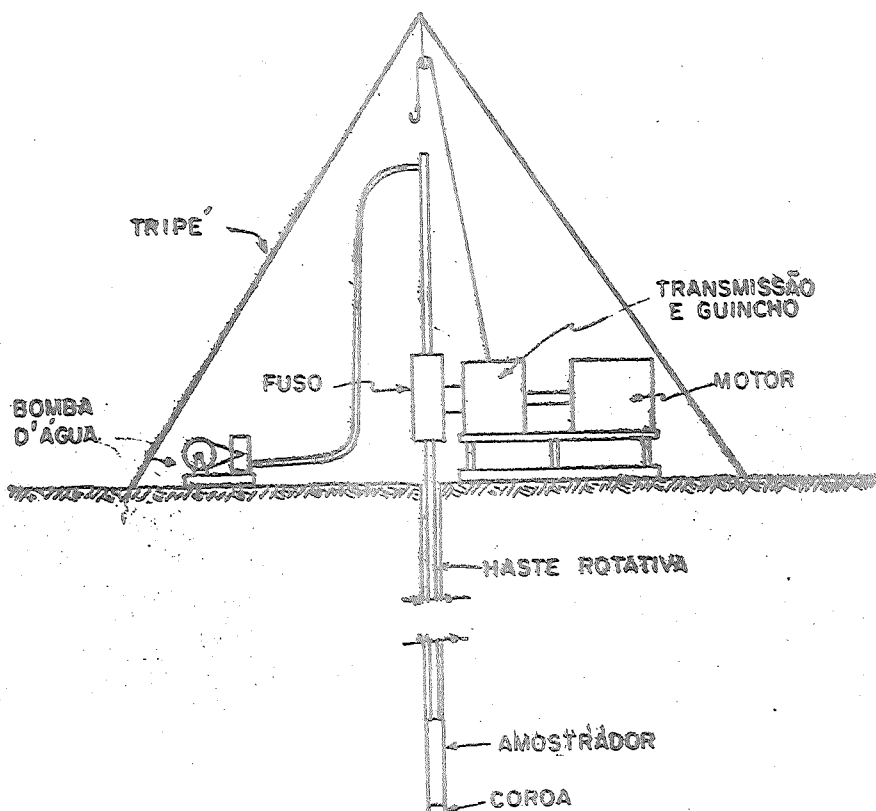
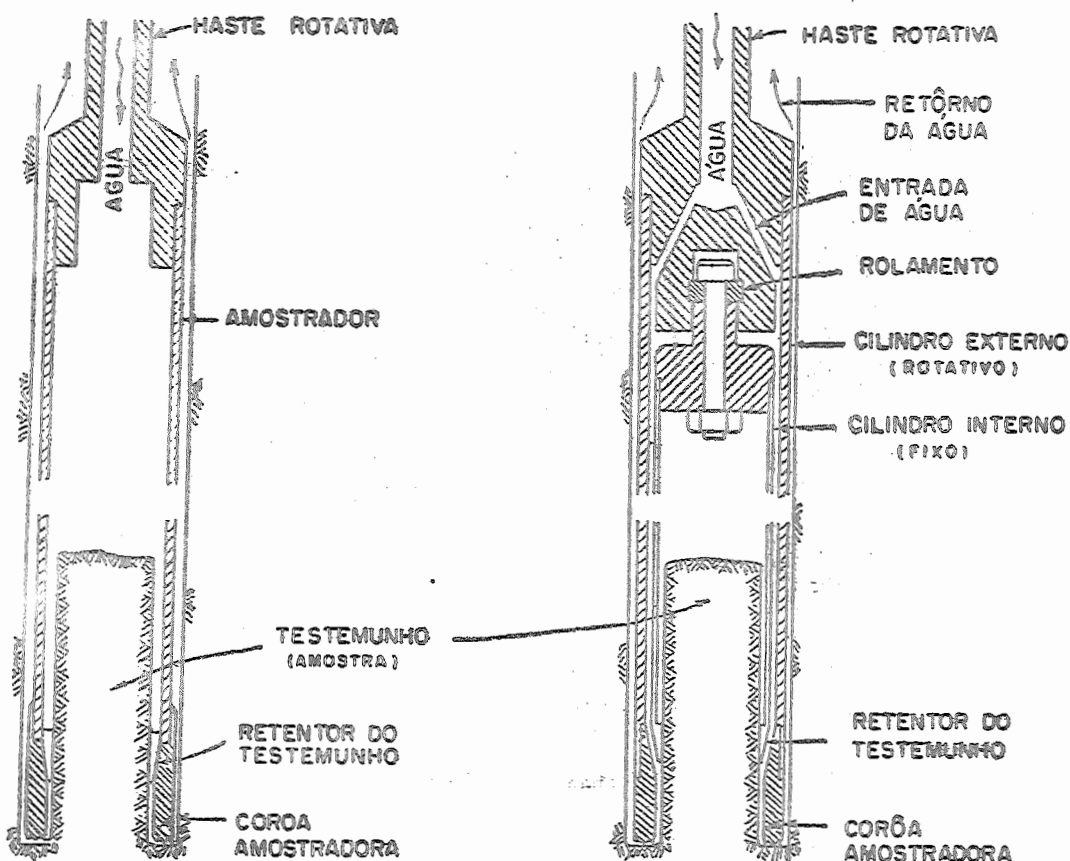


FIG. 17 - EQUIPAMENTO PARA SONDAGEM ROTATIVA

Na Fig. 17, apresentamos de forma esquemática a execução de uma sondagem rotativa. A perfuração é procedida por meio de uma haste rotativa munida na extremidade de um amostrador, o qual dispõe de uma ferramenta especial ("corôa amostradora") que por abrasão desgasta a rocha, permitindo o avanço do furo e o recolhimento de uma amostra ("testemunho"). O acionamento da haste é feito pela "sonda rotativa", a qual é constituída basicamente de um motor (a gasolina, diesel ou elétrico), um elemento de transmissão e um fuso que imprime todos os movimentos à haste (rotação, avanço ou recuo). A haste é perfurada e através dela injeta-se água sob pressão a qual saindo pelo amostrador remove detritos de perfuração ao mesmo tempo que refrigera a corôa.

Na Fig. 18, apresentamos esquematicamente dois tipos básicos de amostradores rotativos: simples e duplo giratório. No primeiro a água de perfuração entra em contato direto com o testemunho podendo erodi-lo; no caso do amostrador duplo, um cilindro interno protege o testemunho da ação erosiva da água.



a) AMOSTRADOR SIMPLES

b) AMOSTRADOR DUPLO GIRATÓRIO

FIG. 18 - AMOSTRADOR PARA SONDAGEM ROTATIVA

A corôa amostradora é constituída por uma peça de aço muito duro na qual são incrustados pequenos diamantes ou pedra de vidia. A sua finalidade é cortar a rocha permitindo ao mesmo tempo a passagem do testemunho, que vai se alojar dentro do amostrador para ser depois trazido à superfície do terreno.

O avanço da perfuração fica sempre condicionado ao comprimento útil interno do amostrador. Uma vez perfurado esse comprimento, as hastes são retiradas do furo e os testemunhos cuidadosamente recolhidos e acondicionados em caixas especiais, na sequência em que são obtidos.

As sondagens rotativas são normalmente executadas nos seguintes diâmetros aproximados, identificadas por meio de letras:

Denominação	Diâmetro do furo (mm)	Diâmetro do testemunho (mm)
XRT	30	18
EX	38	20
AX	49	29
BX	60	41
NX	76	54

As sondagens rotativas são largamente empregadas em investigações para fundações de barragens, túneis, pesquisa de minérios, etc.. Nos estudos para barragens e túneis costuma-se também utilizar a perfuração na rocha para realização de ensaios "in situ" (permeabilidade, resistência, deformabilidade, etc.).

Conforme já mencionado anteriormente servem também para complementar as sondagens de percussão em terrenos com matacoes ou rocha a pequena profundidade.

9. Programação dos trabalhos de investigação do subsolo

Conforme mencionado na introdução ao presente capítulo, o programa e os processos de investigação do subsolo dependem do tipo, porte e valor da obra a ser construída, do tempo e equipamento disponível, etc.. Esta dependência é mais ou menos evidente, pois não se pode pensar em dispendêr na investigação do subsolo para as fundações de uma residência, o mesmo que se gastaria no caso de um edifício de 30 pavimentos. Da mesma forma, o cronograma de construção de uma obra tem que ser levado em consideração no planejamento da investigação, sem o que corre-se o risco de não se obter a informação desejada no tempo disponível.

Os fatores condicionantes mencionados acima variam de obra para obra, não permitindo se não a fixação de diretrizes básicas a serem seguidas na programação dos trabalhos. Assim, o programa de obra sempre ser iniciado por uma caracterização geral do subsolo, a partir da qual se identificariam os principais pontos a exigir uma investigação mais detalhada. Essa investigação preliminar é normalmente feita por meio de sondagens de percussão em pontos criteriosamente distribuídos na área em estudo, e conduzidas até uma profundidade tal que inclua todas as camadas do subsolo que possam influir significativamente no comportamento da fundação. A investigação detalhada poderá requerer a execução de sondagens especiais com retirada de amostras indeformadas e/ou a realização de ensaios especiais "in situ", conforme explicado nos itens precedentes.

No caso de fundações para edifícios, a norma brasileira NB-12, transcrita no anexo, fixa as diretrizes gerais a serem seguidas na exploração do subsolo. De acordo com a norma, o número de sondagens e função da área construída, devendo ser previsto um mínimo de:

- uma sondagem para cada 200 m² de área construída, para áreas até 1200 m²;
- uma sondagem adicional para cada 400 m² de área construída, para áreas entre 1200 e 2400 m²;

- c) para áreas acima de 2400 m^2 o número de sondagens será fixado para cada caso em particular;
- d) para pequenas áreas construídas, o número mínimo de sondagens será:
- 2 para áreas até 200 m^2
 - 3 para áreas entre 200 e 400 m^2 .

Interpretando-se as prescrições acima, teríamos:

Área construída (m^2)	Número mínimo de sondagens
≤ 200	2
200 a 400	3
400 a 600	4
600 a 800	5
800 a 1000	6
1000 a 1200	7
1200 a 1600	8
1600 a 2000	9
2000 a 2400	a critério
> 2400	

A norma não menciona a execução de sondagens especiais. Portanto, a recomendação acima deve ser interpretada como orientada para a uma caracterização geral do subsolo.

As sondagens deverão ser distribuídas em planta de maneira a cobrir toda a área em estudo sem necessidade de extrapolações. A distância máxima entre sondagens deve ser limitada a cerca de 25 metros, a não ser que o subsolo na região seja suficientemente conhecido, não apresentando grandes variações no sentido horizontal. Na Fig. 19 apresentamos alguns exemplos de locação de sondagens - em pequenos lotes de terreno (nota-se a preocupação em não alinhar os pontos de sondagem).

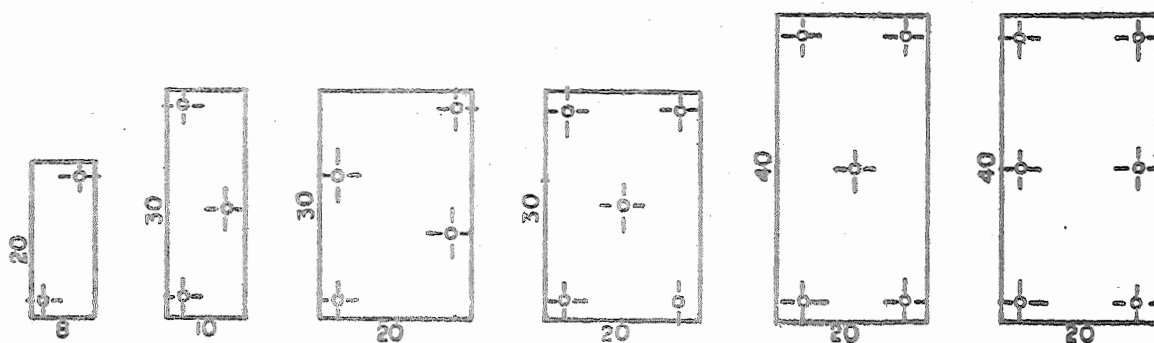


FIG. 19-EXEMPLOS DE LOCAÇÃO DE SONDAgens

Uma vez definido o número de sondagens, o passo seguinte é a fixação da profundidade a ser atingida pelas mesmas. Basicamente, as sondagens deverão atingir uma profundidade tal que alcance todas as camadas de solo que possam influir no projeto e/ou comportamento da fundação.

De acordo com a NB-12, a profundidade mínima a ser explorada será igual a:

$$D = C \cdot B \geq 8 \text{ m}$$

- onde: D - profundidade a ser atingida pelas sondagens, medida a partir da superfície do terreno, no caso de fundações rasas, e a partir da metade do comprimento das estacas ou tubulões, no caso de fundações profundas;
- B - largura do retângulo de menor área circunscrito à planta de edificação;
- C - um coeficiente, função da taxa média sobre o terreno (peso da obra dividido pela área da construção), dado na tabela abaixo.

Taxa média (t/m ²)		C
< 10	_____	1,0
10 a 15	_____	1,5
15 a 20	_____	2,0
> 20	_____	a critério

Sabendo-se que um edifício de concreto armado aplica uma taxa média no terreno de cerca de 1,2 t/m²/andar, pode-se interpretar as recomendações da norma em função do número de andares da edificação como segue:

Número de andares		C
≤ 8	_____	1,0
9 a 12	_____	1,5
13 a 16	_____	2,0
≥ 17	_____	a critério

A aplicação prática das recomendações da norma é dificultada pelo fato de pressupor o conhecimento do tipo de fundação que será adotado, antes de se proceder a própria investigação do subsolo. Por outro lado, a aplicação indiscriminada dessas recomendações pode conduzir a estimativas falhas conforme se verifica pelo seguinte exemplo:

- a) Terreno de 8 x 30, edifício de 7 pavimentos

$$D = C \cdot B = 1,0 \times 8 = 8 \text{ m}$$

- b) Terreno de 30 x 30, edifício de 16 pavimentos

$$D = 2,0 \cdot 30 = 60 \text{ m}$$

Em condições médias de subsolo, a profundidade estimada no caso a) seria muito pequena e no caso b) seria excessiva.

Na solução do problema prático, a profundidade das sondagens depende primordialmente das características do subsolo, principalmente quando estas forem desfavoráveis (presença de camadas espessas de argilas moles ou areias fofas). Como exemplo, cite-se o caso da bixada de Cubatão onde é frequente a ocorrência de argilas orgânicas moles atingindo mais de 20 m de profundidade. Nestes locais, as sondagens, mesmo para obras de pequeno porte, tem necessariamente que atingir 25 a 30 m.

Como ponto de partida para estimativas em locais desconhecidos podemos recomendar uma profundidade de 15 a 20 m para obras de porte médio em condições normais de subsolo. Essa profundidade poderá ser corrigida a medida que os primeiros resultados forem sendo conhecidos.

10. Lista de publicações consultadas

- Gibbs, H.J., 1956 - "An Apparatus and Method of Vane Shear Testing of Soils", Symposium on Vane Shear Testing of Soils, Special Technical Publication No. 193, ASTM.
- Hvorslev, M.J., 1949 - Subsurface Exploration and Sampling of Soils for Civil Engineering Purposes, Waterways Experiment Station.
- Kjellman, W.T., T. Kallstenius e O. Wager, 1950 - "Soil Sampler With Metal Foils", Proc. Swedish Geotechnical Institute, No. 1.
- Mello, V.F.B. e C.S. Magalhães, 1957 - "Reconhecimento do Subsolo para Fundações de Edifícios", Revista de Engenharia Mackenzie, Setembro/Outubro.
- Mello, V.F.B. e A.H. Teixeira, 1962 - "Mecânica dos Solos", Vol. I, Publicação nº 72, Escola de Engenharia de São Carlos da U.S.P., 2ª Edição.
- Sanglerat, J., 1967 - El Penetrometro y el Reconocimiento de los Suelos, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Publicas, Madrid.
- Terzaghi, K. e R.B. Peck, 1948 - Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons Inc., 1ª Edição.
- Terzaghi, K. e R.B. Peck, 1967 - Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons Inc., 2ª Edição.

* * *

ANEXO
Normas Gerais de Sondagens de Reconhecimento
para Fundações de Edifícios

Norma Brasileira - NB-12

OBJETIVO:

- 1 - Esta Norma fixa as condições gerais a serem observadas na exploração do subsolo para fins de fundações de edifícios por meio de sondagens de reconhecimento.

DEFINIÇÕES:

- 2 - Denomina-se sondagem de reconhecimento, para efeito da presente Norma, um processo de perfuração do subsolo, acompanhado de colheita de amostras representativas.
- 3 - Amostra representativa de uma camada do subsolo é aquela que conserva, pelo menos, a mesma composição granulométrica e, com forme a sua natureza, também, a mesma umidade natural da camada.

CONDIÇÕES GERAIS:

- 4 - a) A profundidade explorada para efeito do projeto de fundações e função da natureza da obra e das camadas do solo encontradas, não devendo ser inferior a um valor limite dado pelo produto da menor dimensão do retângulo de menor área circunscrito a planta de edificação por um coeficiente C, função da taxa média sobre o terreno (peso da obra dividido pela área da construção), dado na tabela abaixo:

Pressões	C
até 10 t/m ²	1,0
de 10 a 15 t/m ²	1,5
de 15 a 20 t/m ²	2,0

- b) Para valores de taxa média superiores a 20 t/m², a profundidade a explorar dependerá de estudo particular para cada obra.
- c) Quando a edificação apresentar uma planta composta de vários corpos em direção diferentes, o critério anterior se aplica a cada corpo da edificação.
- d) No caso de corpos de fundação isolados e muito espaçados - entre si (hangares, grandes galpões, oficinas), a profundidade a explorar será determinada a partir da consideração simultânea da menor dimensão dos corpos de fundação, da profundidade dos seus elementos e da pressão estimada por eles transmitida.
- 5 - Quando a perfuração atingir uma camada de rocha, a sondagem - pode nela ser interrompida. Aconselha-se, entretanto, no caso de fundações de importância, a verificação do estado e continuidade da camada de rocha.

- 6 - A contagem da profundidade, para efeito do item 4, se fará a partir da superfície do terreno, não se computando para este cálculo, a espessura da camada de solo a ser eventualmente es-
cavada.
- 7 - No caso de fundações profundas (estacas ou tubulões) a conta-
gem se fará a partir de metade da altura das estacas ou tubu-
lões.
- 8 - Quando em uma sondagem for atingida uma camada de solo de com-
pacidade ou consistência elevadas, e as condições geológicas-
locais mostrarem não haver possibilidade de se atingir cama-
das menos consistentes ou compactas, pode-se parar a sondagem
na camada compacta ou consistente atingida.
- 9 - Em qualquer circunstância, exceção ao caso onde se encontrar
rocha, a profundidade mínima a explorar será de 8 m.
- 10 - O número de furos será no mínimo de um para cada 200 m² de
área construída, distribuídos em planta de modo a bem caracte-
rizar o subsolo sondado. Estas prescrições valem até 1.200 m²
de área construída. Entre 1.200 e 2.400 m², se fará mais um
furo para cada 400 m² que exceder de 1.200 m². Acima de 2.400
m² o número de furos será fixado de acordo com o plano parti-
cular da construção. Em quaisquer circunstâncias o número de
furos será:
- 2 para terreno até 200 m²
3 para terreno entre 200 a 400 m²
- 11 - Como resultado das observações serão fornecidos:
- a) planta de localização das perfurações, no terreno;
 - b) perfil individual de cada sondagem, em escala, assinalando:
 - as diversas camadas atravessadas com as designações que
estão incluídas na "Terminologia de rochas e solos reco-
mentada pela A.B.N.T."; caracterizadas, no mínimo, por 2
mostras retiradas em cada metro de perfuração;
 - as profundidades das várias camadas;
 - os diversos níveis de água encontrados, com a indicação
das respectivas pressões;
 - outras indicações ou índices esclarecedores;
 - c) as cotas da boca de cada sondagem em relação a um RN bem
determinado;
 - d) a data da execução do serviço;
 - e) informação explícita, declarando para que fim foi executa-
da a sondagem, de acordo com a declaração do interessado.
- 12 - Para ulteriores esclarecimentos, a organização que executou as
sondagens deverá guardar em seus arquivos, durante pelo menos
15 dias a contar da entrega dos resultados, uma coleção de a-
mostras da sondagem feita.