



NORMA TÉCNICA

L6.100

Dez/1979
14 PÁGINAS

Investigações geotécnicas para projeto de fundações de obras
de saneamento básico

RENOVADA

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

PTI 3

C E T E S B

INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS PARA PROJETO DE
FUNDAÇÕES DE OBRAS DE SANEAMENTO BÁSICO

L 6 . 1 0 0

SUMÁRIO

	Página
1 Objetivo.....	1
2 Referências.....	1
3 Definições E Simbologia.....	2
4 Condições Gerais.....	4
5 Condições Específicas.....	8
Anexo A.....	13
Anexo B.....	15

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para execução de investigações geotécnicas necessárias à elaboração de projetos de fundações de obras de saneamento básico.

1.2 Esta Norma se aplica na especificação e na contratação de serviços geotécnicos necessários à elaboração de projetos de fundações de obras de saneamento básico, desde a fase de estudos preliminares até a fase de projeto executivo para a contratação e execução da obra.

2 REFERÊNCIAS

2.1 Da ABNT:

- NB-12 - Normas Gerais de Sondagens de Reconhecimento para Fundações de Edifícios;
- NB-20 - Prova de Carga à Compressão de Estacas Verticais;
- NB-27 - Prova de Carga Direta Sobre Terreno de Fundações;
- NB-29 - Reconhecimento e Amostragem para Fins de Caracterização de Jazidas;
- MB-27 - Preparação de Amostras de Solo para Ensaios de Compactação;
- MB-28 - Determinação da Massa Específica Real de Grãos de Solos;

- MB-39 - Determinação do Limite de Liquidez de Solos;
- MB-31 - Determinação do Limite de Plasticidade de Solos;
- MB-32 - Análise Granulométrica de Solos;
- MB-33 - Ensaio Normal de Compactação de Solos;
- TB-3 - Terminologia de Rocha e Solos;
- EB-22 - Peneiras para Ensaios.

2.2 Da CETESB:

- L1.007 - Agressividade de Águas e Solos ao Concreto;
- P4.020 - Fundações para Obras de Saneamento Básico.

2.3 Da ABMS - Associação Brasileira de Mecânica dos Solos:

- Projeto de Método de Execução de Sondagens (1974).

2.4 Do DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagens:

- Índice de Suporte Califórnia;
- Ensaios de Compactação.

2.5 Da ASTM:

- Publicação Técnica Especial nº 93 (1956) - D.2049 - 64T.

2.6 BERGEMANN - 3º Congresso Internacional de Mecânica dos Solos - (1953) - Vol. I "Método para Determinação da Resistência pela Sondagem".

2.7 HVORSLEV, M.J. - "Sondagem Sub-Superficial e Amostragem" Estação Experimental de Watermays (1949).

2.8 LAMBE - "Ensaio de Solos para Engenheiros" Capítulos IX e X.

2.9 BISHOP & HENKEL - "Medida das Propriedades do Solo no Ensaio Triaxial - Editora E.A.P. - Londres (1962).

2.10 VICTOR MELLO - 4º Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos (1971) - "Ângulo de Atrito de Areias em Fundação do S.P.T. e da Profundidade - (Anexo B).

3 DEFINIÇÕES :

3.1 Para efeito desta Norma são adotadas as definições da TB-3, da ABNT e do glossário de termos preparado pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e mais as seguintes:

3.1.1 Aluvião

Designação genérica que engloba depósitos de cascalhos, areia, siltes e argilas,

de origem fluvial, lacustre ou marinha, que podem ser formados nas planícies de inundação, nos leques aluviais de sopé de montanhas, bem como nas planícies co st ei ras.

3.1.2 Banhado

Bacías deficientemente drenadas, constituídas de solo turfoso assentado sobre camadas impermeáveis, que podem ocasionalmente apresentar-se alagadas, encharcadas ou enxutas, dependendo de fatores meteorológicos.

3.1.3 Colúvio

Solo ou fragmentos de rocha transportados ao longo das encostas, devido à ação combinada da água e da gravidade.

3.1.4 Rastejo

Movimento coletivo e lento do manto de solo. Nas zonas de declive mais forte pode ser notado com mais facilidade pela mudança de direção no tronco das árvores.

3.1.5 Falhas

Fratura nas rochas da crosta terrestre ao longo das quais os blocos contíguos se movimentam.

3.1.6 Jazidas de empréstimo

Ocorrência de solo com propriedades geotécnicas adequadas para ser empregado em aterros, sub-base de estradas, etc.

3.1.7 Linha de contacto

É o lugar da superfície onde dois tipos diferentes de rochas se encontram.

3.1.8 Mangue

Terreno baixo, junto à costa, sujeito a inundações da maré.

3.1.9 Manto de intemperismo

Material decomposto que forma a parte externa da crosta terrestre.

3.1.10 Terreno turfoso

Solo com grande porcentagem de partículas fibrosas de material carbonoso ao lado de matéria orgânica no estado coloidal, com coloração escura ou preta.

3.2 Símbolos

Para melhor interpretação dos perfis geotécnicos serão adotadas as convenções gráficas da Figura 2 da "Proposta de Norma de Sondagem, da A.B.M.S" de 1974.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Tipos de obra

Para fins de investigações geotécnicas, as obras de saneamento podem ser classificadas em dois tipos a saber:

a) obras concentradas:

São as edificadas em bloco ou em áreas contínuas. São exemplos:

- cada um dos edifícios de uma ETA ou ETE;
- reservatórios de distribuição de água;
- decantadores;
- barragens;

b) obras lineares:

São as que se desenvolvem em linha, em malha reticulada ou em espinha. São exemplos:

- redes coletoras de esgoto;
- redes de drenagem;
- redes de distribuição de água;
- adutoras;
- emissários e interceptores.

4.2 Fases de projeto

Para fins de investigações geotécnicas, o projeto de obras de saneamento, dependendo da importância e da extensão ou volume da obra, pode ser dividido em quatro fases a saber:

- a) fase de estudos preliminares;
- b) fase de ante-projeto;
- c) fase de projeto básico;
- d) fase de projeto executivo.

4.3 Tipo e dimensionamento das investigações

4.3.1 As investigações geotécnicas e os ensaios de campo ou de laboratório de vem ser especificados e quantificados, levando em consideração:

- a) o tipo de obra, a magnitude das cargas e a fase do projeto a que se destinam;
- b) a importância da obra e o tipo de fundação prevista.

NOTA 1: O espaçamento entre sondagens depende do grau de homogeneidade das for mações na área de interesse do projeto.

NOTA 2: Na Tabela do Anexo A, são indicadas as investigações consideradas o brigatórias e/ou desejáveis para diversos tipos de obra. Em casos particulares cab erá ao projetista a definição das investigações necessárias.

4.4 Investigações de campo

4.4.1 Sondagens a percussão

4.4.1.1 As sondagens deverão ser executadas de acordo com a norma da A.B.M.S.

4.4.1.2 Para obras concentradas, na fase de anteprojeto, deve-se distribuir as sondagens com espaçamentos não superiores a 20 metros respeitando-se a geometria da estrutura e um mínimo de 3 sondagens.

4.4.1.3 Para obras lineares, na fase de projeto básico deve-se prever uma sonda em cada ponto alto e em fundos de vale do perfil diretriz traçado.

NOTA: Caso necessário, na fase de projeto executivo serão realizadas sondagens nas meia-encostas a cada 100 ou 200 metros.

4.4.1.4 A profundidade das sondagens é, função da carga da geometria da área carregada, do tipo de fundação prevista e da profundidade do solo resistente.

NOTA: Sempre que os estudos geológicos não indiquem a ocorrência de solos moles a maior profundidade, as sondagens poderão ser interrompidas quando se obtiver 3 valores consecutivos do índice SPT igual ou maior a 30 ou 5 valores maiores ou iguais a 15.

4.4.2 Sondagens rotativas

4.4.2.1 Para fins de fundação, as sondagens rotativas são em geral desnecessárias.

4.4.2.2 As sondagens rotativas são obrigatórias quando se tratar de barragens ou de estruturas implantadas e/ou ancoradas em maciço rochoso, como por exemplo túneis.

4.4.2.3 As sondagens rotativas podem ser dispensáveis quando se tratar de estruturas apoiadas em rocha.

4.5 Ensaio "in situ"

4.5.1 Ensaio de palheta

4.5.1.1 O ensaio é usado para determinar a resistência ao cisalhamento "in situ" de argilas moles. As características do aparelho e o procedimento de execução deverão obedecer a "Special Technical Publication nº 93" da ASTM 1956.

4.5.1.2 Os ensaios deverão ser executados nas proximidades de uma sondagem à percussão, isto é, de 0,5 a 1,0 m de distância.

4.5.2 Ensaio de penetração estática (E.P.E)

4.5.2.1 Sempre que for necessário determinar com maior segurança a capacidade de carga do terreno, especialmente se estiver prevista a fundação por estacas, recomenda-se executar o ensaio E.P.E.

4.5.2.2 Este ensaio será executado junto a furos de sondagens representativas do perfil geotécnico do subsolo.

4.5.2.3 O ensaio será executado com equipamentos e procedimentos indicados no método referido em 2.6 ou outro indicado pelo projetista.

4.5.3 Prova de carga sobre placas

Será executada de acordo com a NB-27, da ABNT.

4.5.4 Prova de carga sobre estacas

Será executada de acordo com a NB-20, da ABNT.

4.5.5 Outros ensaios "in-situ"

4.5.5.1 Podem ser previstos, quando justificados pelo projetista outros tipos de ensaios, tais como:

- a) pressiométrico;
- b) de perda d'água;
- c) de bombeamento;
- d) de macaco-plano;
- e) de amostragem integral;
- f) de injetabilidade;
- g) de ancoragem.

4.5.5.2 Os ensaios devem ser realizados de acordo com as normas nacionais, ou na falta destas, de acordo com normas internacionais adotadas pela ABMS.

4.6 Ensaio de laboratório

4.6.1 Especificação e quantificação

4.6.1.1 Serão realizados quando a elaboração do projeto ou a escolha de alternativas ou seleção de jazidas exijam a determinação de características especiais do subsolo, em complementação às investigações de campo e ensaios "in-situ"

4.6.1.2 Os ensaios deverão ser executados em laboratórios credenciados, devidamente equipados e operados por pessoal especializado.

4.6.1.3 Os ensaios serão executados em um número reduzido de amostras representativas, selecionadas a partir de classificação visual-tátil.

4.6.2 Limite de liquidez e plasticidade

Este ensaio deve ser executado de acordo com o método MB-30 e MB-31 da ABNT.

4.6.3 Análise granulométrica

Este ensaio deve ser executado de acordo com o método MB-28 e MB-32 da ABNT.

4.6.4 Umidade natural

Pode ser determinada em amostras obtidas no amostrador S.P.T., se não alteradas pela água de lavagem. Porém, o melhor é sua obtenção com amostrador de parede fina, tipo shelby, de 2".

4.6.5 Densidade natural

Este ensaio será executado pelo processo da balança hidrostática.

NOTA: O ensaio deve ser feito em amostras extraídas com amostrador tipo

shelby ou em amostras indeformadas.

4.6.6 Densidade dos grãos

Este ensaio será executado de acordo com o MB-28 da ABNT.

4.6.7 Compressão simples

4.6.7.1 Este ensaio é usado para determinar a resistência ao cisalhamento de argilas moles e médias.

4.6.7.2 Este ensaio exige a retirada de amostras tipo shelby de 2" ou de amostras indeformadas.

NOTA: Só deve ser aceito amostrador com relação de área menor ou igual a 10%.

4.6.8 Ensaio de adensamento

Pode ser executado em amostras obtidas com shelby de 2", para a determinação precária da compressibilidade do solo. É preferível, entretanto, executar o ensaio em corpos de prova com diâmetro $\phi > 3"$, obtidos a partir de sondagens especiais ou de blocos indeformados, cortados dentro de poços.

NOTA: O ensaio será executado de acordo com procedimento indicado na referência 2.8.

4.6.9 Cisalhamento direto

4.6.9.1 Este ensaio é empregado para determinar a resistência ao cisalhamento de solos arenosos e material de alteração de rocha.

4.6.9.2 Deve ser executado de acordo com o procedimento indicado na referência 2.8.

4.6.10 Compressão Triaxial

4.6.10.1 Dependendo das solicitações a que o solo será submetido durante o período construtivo e na fase de operação, as amostras serão ensaiadas numa das seguintes modalidades:

- a) ensaio triaxial não adensado - não drenado;
- b) ensaio triaxial adensado - não drenado;
- c) ensaio triaxial adensado - drenado;
- d) ensaio triaxial com σ_1 constante e σ_3 decrescente;
- e) ensaio triaxial sem deformação lateral - "Ko Test".

4.6.10.2 Para a execução desses ensaios o laboratório contratado deverá dispor de equipamentos triaxiais - Wykeham Farrance, Geonor ou similar.

4.6.10.3 Os detalhes dos equipamentos, a preparação dos corpos de prova e a execução dos ensaios deverão ser feitos de acordo com os procedimentos indicados na referência 2.9.

4.6.11 Compactação

Este ensaio será executado de acordo com o Método MB-33 da ABNT.

4.6.12 Índice de Suporte Califórnia

Este ensaio será executado de acordo com o Método do D.N.E.R.

4.6.13 Densidade relativa de areias

Este ensaio será executado de acordo com o Método D 2049-64T da ASTM

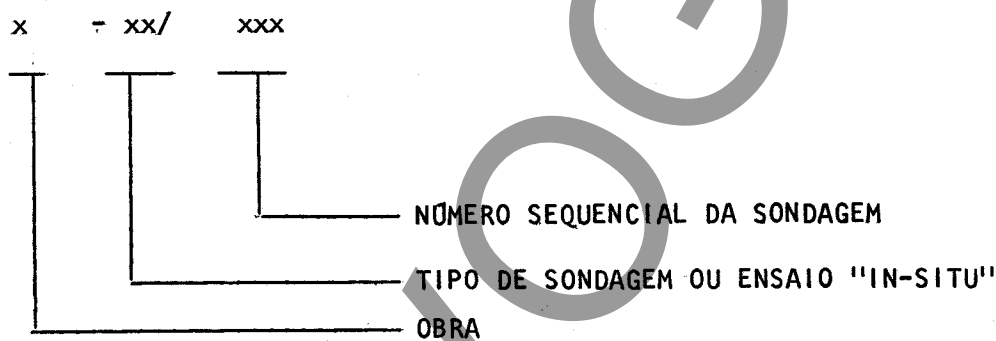
4.6.14 Agressividade da água e solo

Este ensaio será executado de acordo com o Método CETESB LI.007.

4.7 Numeração das sondagens e ensaios "in-situ"

De forma a facilitar o arquivamento das sondagens e ensaios de campo, estas serão numeradas, a partir de 1 (um), sem repetição em qualquer etapa dos estudos. Os números serão precedidos de siglas, em dois níveis, indicando:

- 1º nível - obra
- 2º nível - tipo de sondagem ou ensaio "in-situ".



As siglas para notação de sondagens e obras são as seguintes:

PE - poço exploratório	A - Adutora
ST - sondagem à trado	B - Barragem
SP - sondagem à percussão	ETA - Estação de Tratamento de Água
SR - sondagem rotativa	ETE - Estação de Tratamento de Esgoto
SM - sondagem mista	E - Emissário
EP - ensaio de palheta	R - Reservatório
EPE- ensaio de penetração estática	T - Tunnel
EPr- ensaio pressiométrico	

Exemplo:

A.N. - SP/012 - 12.^a sondagem à percussão para a Adutora N.

R.C. - EPE/035 - ensaio de penetração estática, nº 35 para o Reservatório de C.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Investigações geotécnicas para o Projeto

5.1.1 Fase de estudos preliminares

5.1.1.1 Nesta fase do projeto, as principais finalidades das investigações são:

- a) fornecer subsídios geotécnicos e geológicos para a elaboração dos estudos iniciais do projeto visando propor soluções técnicas possíveis;
- b) orientar a programação das investigações geotécnicas e ensaios a serem realizadas na fase seguinte, de anteprojeto.

5.5.1.2 Nesta fase, as investigações necessárias são:

- a) compilação de dados existentes, tais como:
 - mapas geológicos e geotécnicos;
 - levantamentos aerofotogramétricos;
 - resultados de investigações geotécnicas realizadas para obras adjacentes;
- b) reconhecimento expedito de campo das prováveis áreas ou faixas de interesse do projeto e análise de consistência dos dados coletados;
- c) complementação, se necessária, dos dados disponíveis, com sondagens a trado na área em estudo;
- d) pesquisa de jazidas potenciais de solos e de materiais de construção de interesse para a obra.

5.5.1.3 Os dados e resultados das investigações realizadas deverão ser apresentados detalhadamente em relatório próprio, o qual deverá conter:

- a) parecer conclusivo sobre os condicionamentos geológicos e geotécnicos das áreas de interesse, focalizando a influência do mesmo sobre a implantação das estruturas;
- b) croquis ilustrativo indicando, em relação à faixa ou área de interesse de cada solução proposta, para a obra em estudo, a posição de:
 - afloramento ou ocorrência de rocha;
 - tipos de solos existentes, linhas de contato;
 - escorregamentos e zonas erodidas;
 - áreas alagadiças;
 - ocorrência de solos moles e materiais turfosos;
 - profundidade aproximada do nível d'água subterrânea
 - zonas instáveis, sujeitas a fenômenos de rastejamento ou de colúvio;
 - pontos e tipos de sondagem realizadas;
 - pontos e tipos de sondagem especificadas para a fase de anteprojeto;
- c) perfil geotécnico de sondagem a trado eventualmente realizada, para complementação de dados existentes.

5.5.2 Fase de anteprojeto

5.5.2.1 Nesta fase do projeto, as principais finalidades das investigações geotécnicas são:

- a) fornecer subsídios geotécnicos e geológicos que possibilitem o desenvolvimento das soluções alternativas do projeto, propostas na etapa anterior, de modo a se poder compará-las técnica e economicamente - entre si, sob o ponto de vista global da obra;
- b) orientar a programação das investigações a serem realizadas na fase seguinte, de projeto básico.

5.5.2.2 Nesta fase, as investigações geotécnicas necessárias são:

- a) complementação dos dados geotécnicos obtidos na etapa anterior, pela realização de investigações e ensaios previstos na fase anterior e mais os que forem julgados necessários; observando-se o tipo e espaçamento das sondagens, indicados na Tabela do Anexo A;
- b) sondagem específica e ensaios de laboratório nas jazidas potenciais de solos e de materiais de construção, para avaliação do volume e caracterização do material, de modo a se poder fazer o estudo econômico do aproveitamento de cada uma delas na execução da obra;
- c) reconhecimento de campo, se for julgado necessário conforme a natureza e a importância da obra, visando identificar "in loco" condições geológicas e geotécnicas para escolha da alternativa de projeto;
- d) avaliação dos volumes exploráveis de jazidas de solos e de materiais de construção a serem utilizados na obra.

5.5.2.3 Os dados e resultados das investigações realizadas deverão ser apresentados em relatório, o qual deverá conter:

- a) parecer conclusivo sobre o condicionamento geológico e geotécnico das áreas de interesse, focalizando a influência do mesmo sobre a escolha da melhor alternativa, sob o ponto de vista técnico e econômico;
- b) croquis ilustrativo indicando, em relação a obra, a posição de:
 - pontos e tipos de sondagem realizadas;
 - pontos e tipos de sondagem especificadas para a fase de projeto básico;
 - ocorrências geotécnicas próximas à obra, já assinaladas no relatório anterior e mais as que tiverem sido omitidas;
 - mapeamento de córregos, zonas alagadiças, depressões, afloramentos de rocha, sistema de fraturamento e outros dados que possam interferir na escolha do local da obra ou diretriz mais favorável, no caso de adutoras;
 - características do lençol d'água subterrânea, e das águas de superfície, inclusive quanto ao grau de agressividade ao concreto;
- c) dados adicionais quanto à constituição do subsolo e à posição do nível d'água, obtidos a partir do exame de cortes recentes de estrada e de poços de abastecimento de água;

NOTA: No caso do estudo abranger uma faixa extensa é conveniente dispor do levantamento plani-altimétrico, como apoio para o reconhecimento do campo.

- d) indicação de um programa complementar de sondagens, ensaios "in-situ" e de laboratório.

5.5.3 Fase de projeto básico

5.5.3.1 Nesta fase do projeto, em que já está escolhida e justificada uma das alternativas de projeto desenvolvidas na fase de anteprojeto, as principais finalidades das investigações são:

- a) fornecer subsídios geotécnicos e geológicos que possibilitem definir claramente todo o projeto de fundações da obra, pela obtenção do perfil geotécnico do subsolo e dos parâmetros das várias camadas;

- b) possibilitar que seja colocada em concorrência a execução da obra como um todo, fornecendo elementos para a previsão de custos, prazos e equipamentos;
- c) orientar a programação das investigações a serem realizadas na fase seguinte, de projeto executivo.

5.5.3.2 Nesta fase, as investigações geotécnicas necessárias são:

- a) complementação dos dados geotécnicos obtidos com o programa de investigações indicado na fase anterior. Os tipos e espaçamentos, das sondagens estão indicados na Tabela, para cada tipo de obra. O posicionamento deve ser feito de acordo com o projeto básico da estrutura;
- b) sondagens específicas e ensaios de caracterização, nas jazidas selecionadas de solos e de materiais de construção, para quantificação de volumes e exploração econômica das mesmas.
- c) quando o material atravessado é solo, devem ser elaboradas seções geotécnicas com base no resultado de sondagens de simples reconhecimento (SPT);
- d) quando o material é rochoso, deverá ser avaliada a necessidade de sondagens rotativas, bem como seu espaçamento e profundidade, em função da superestrutura, do tipo de fundação e da magnitude das cargas;
- e) dependendo das características técnicas da obra, da superestrutura e da magnitude das cargas, podem ser especificados outros ensaios e amostragens, como por exemplo:
 - para placas superficiais (sapatas):
 - . prova de carga;
 - . obtenção de parâmetros de resistência.
 - para placas profundas (tubulações):
 - . prova de carga;
 - . obtenção de parâmetros de resistência.
 - para estacas:
 - . prova de carga;
 - . ensaio de penetração estática (EPE);
 - . obtenção de parâmetros de resistência.
 - para fundação de barragens:
 - . ensaio de palheta;
 - . perda d'água;
 - . pressiométrico;
 - . amostragem integral (Método LNEC);
 - . infiltração;
 - . Shelby ou Dennison;
 - . ensaios de caracterização;
 - . adensamento.
- f) reconhecimento geológico-geotécnico em complementação dos reconhecimentos já realizados em outras fases. Serão anotados todos os dados complementares que possam interferir na escolha do tipo de fundação e obras especiais de contenção, como ângulo de mergulho de camadas, sistema de fraturamento de rochas aflorantes e outros.

5.5.3.3 Os dados e resultados das investigações realizadas devem ser apresentados em relatório que deverá conter:

- a) memorial justificativo;
- b) mapeamento de córregos, zonas alagadiças, banhados, afloramentos;
- c) mapeamento das formações de solo ao longo da diretriz do projeto e nas áreas próximas do local da implantação, julgadas de interesse;
- d) localização e distância de jazidas;
- e) localização em planta das sondagens executadas nesta fase e nas fases anteriores, bem como das sondagens complementares programadas para a fase seguinte;
- f) anexo com todas as cópias carbono das folhas de sondagens anotadas pelo próprio sondador;
- g) perfis geotécnicos das sondagens;
- h) seções geotécnicas, transversais e longitudinais do subsolo;
- i) características das águas de superfície e do lençol freático.

5.5.4 Fase de projeto executivo

5.5.4.1 Nesta fase do projeto, a principal finalidade das investigações é fornecer dados para o detalhamento do projeto básico até o nível de projeto executivo.

5.5.4.2 Às investigações geotécnicas necessárias ao programa de investigações para esta fase, feito no final da anterior, poder-se-á acrescentar outras, se necessário, dependendo da importância da obra, da magnitude das cargas ou ainda da ocorrência de solos desfavoráveis.

NOTA: A Tabela 1, indica os tipos e espaçamentos das sondagens para cada tipo de obra.

5.5.4.3 Os resultados devem ser apresentados em relatórios e desenhos contendo:

- a) planta de locação de todas as investigações geotécnicas realizadas desde a fase de estudos preliminares;
- b) perfis geotécnicos individuais das sondagens realizadas nesta fase;
- c) resultados dos ensaios "in-situ", com a localização topográfica do local, tabela de leituras, gráficos e a interpretação dos resultados;
- d) resultados de ensaios de laboratório.

/Anexo A

FASE DE PROJETO EXECUTIVO

E - Invest. desejável
(E) - Invest. obrigatória

FASE DE PROJETO BÁSICO

B - Inv. desejável
(B) - Inv. obrigatória

FASE DE ANTEPROJETO

A - Inv. desejável
(A) - Inv. obrigatória

OBSERVAÇÃO: Esta Tabela é uma proposição para indicação das investigações julgadas desejáveis ou obrigatórias para diversos tipos de obra. Deve ser interpretada como a necessidade de se executar cada tipo de investigação na fase considerada além do nível de informação já disponível na fase anterior.

OBRAS INVESTIGAÇÕES	RESERVATÓRIO Est. Trat. Água	ETE Est. Elevat.	LAGOAS ESTAB. E OBRAS DE TERRA	BARRAGENS	DUTOS ENTERRADOS	DUTOS APARENTES	ESCORAMENTOS	TÚNEIS *em solo **em rocha
TRADO	A (B) -	A B -	(A) B E	(A) B E	(A) B E	(A) B E	(A) B E	A B -
SPT	A (B) -	A (B) E	- B E	A (B) E	A (B) E	(A) B E	(A) B E	(A) (B) E
ROTATIVA	- B E	- E	-	A (B) E	-	-	-	(A) (B) E**
EPE	- B E	- B E	-	-	-	-	-	- E
VANE	- B -	- B E	- B E	- B -	- B -	-	- B (E)	A B -
PROVA DE CARGA PLACA	- B E	- B E	-	- B -	-	-	-	- E
PROVA DE CARGA ESTACA	- B E	- B E	-	-	-	-	-	-
SHELBY	- B -	- B E	- B E	A (B) E	- B E	-	- B (E)	(A) (B) E
BLOCOS INDEF. OU POÇOS DE INVEST.	- B E	-	-	A (B) E	B E	-	- E	A (B) E*
DENISON	-	-	-	-	-	-	-	-
CARACTERIZAÇÃO	A (B) E	A B E	- B (E)	(A) B E	- B E	- B E	- B (E)	A (B) E
COMPACTAÇÃO	- (B) E	- B E	- B (E)	(A) B E	A (B) (E)	- B E	- B (E)	-
ADENSAMENTO	- B E	- B (E)	- B E	A (B) E	- B E	-	-	B E
CIZ. DIRETO	-	-	-	- B E	- B E	-	-	B E*
COMPRESSÃO SIMPLES	- B -	- B E	- B E	A (B) E	- B E	- B E	- B (E)	A B (E)
COMPRESSÃO TRIAXIAL	-	-	-	A (B) (E)	- B E	-	- E	A (B) E
PRESSIOMÉTRICO	- E	- E	- E	- B E	-	-	- E	- (E)
INFILTRAÇÃO OU BOMBAMENTO	-	- B E	- E	- B E	-	-	- E	- B E
PERDA D'ÁGUA	-	-	-	- (B) E	-	-	-	- B E

ANEXO B - GRÁFICO

Angulo de Atrito de Areias em Função do SPT e da Profundidade - Victor de Melo

