

APOIO AO DESENVOLVIMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO NO BRASIL

A FVD – Fundação Victor Dequech, entidade sem fins lucrativos, criada em 2001, apoia e incentiva ações e projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Inovativo no Brasil.

Com foco na pesquisa e engenharia mineral -- bem como nas áreas de energia, óleo e gás, meio ambiente e tecnologias a elas relacionadas -- a FVD sente-se plenamente honrada por apoiar a ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental na edição de suas Diretrizes, Guias, Manuais, Boletins e outros documentos assemelhados, agora como Normas Técnicas dessa conceituada associação.

A FVD e a ABGE estão irmanadas no esforço para a educação e a capacitação continuada, que proporcionam qualificação, habilidades e competências de empresas e de profissionais, contribuindo assim com o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida em nosso país.

Cumprimentamos a todos os participantes dessa iniciativa pioneira.

Antonio de Padua Vieira Chaves
Diretor Presidente da FVD



Rua São Vicente, 255. Bloco B
Bairro Olho D'água - Belo Horizonte, Minas Gerais,
Brasil. CEP 30.390-570.
Tel. +55 31 3288-1742 | www.fvd.org.br



NORMA DA ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE
ENGENHARIA E AMBIENTAL

NÚMERO DE REFERÊNCIA:
NORMA ABGE 110/2024
1ª Edição, 2024

**INVESTIGAÇÕES ESPECIAIS DE
CAMPO EM SOLO - ENSAIOS
CPTU, VANE TEST E DMT**

NORMA ABGE 110
1ª Edição, 2024

ABGE – AJUDANDO AS EMPRESAS A TRABALHAREM MELHOR



Copyright 2024. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE
Todos os direitos reservados a ABGE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Norma ABGE 110/2024 : investigações especiais de campo em solo : ensaios CPTu, vane test e DMT. -- 1. ed. -- São Paulo : ABGE, 2024.	
Vários colaboradores. Bibliografia. ISBN 978-65-88460-34-4	
1. Geotecnia 2. Investigação geológica 3. Investigações geotécnicas 4. Normas técnicas.	
24-208738	CDD-624.15 -624.151

Índices para catálogo sistemático:

1. Geotecnia 624.15
2. Geologia de engenharia 624.151

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Sugestão de referência bibliográfica:

NORMA ABGE 110/2024: Investigações especiais de campo em solos – ensaios *CPTu*, *Vane Test* e *DMT*. Vários colaboradores. 1ª Edição. São Paulo: ABGE, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE

Av. Prof. Almeida Prado, 532, Prédio 59. Cidade Universitária, São Paulo, SP CEP 05508-901

www.abge.org.br – abge@abge.org.br

Fones: (11) 3767.4361 (11) 9.8687.6560

A ABGE e todos os colaboradores, revisores, coordenadores, autores e editor participantes dessa Norma ou de artigos e livros utilizados como referência bibliográfica, não possuem responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas pessoais ou de bens originados do uso da presente publicação. Aqueles que usam essa publicação são responsáveis por tomar suas próprias decisões quando aplicarem as informações aqui fornecidas e as cotejarem e harmonizarem com outras. Críticas e contribuições devem ser encaminhadas a Secretaria Executiva da ABGE: **abge@abge.org.br**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. ENSAIO DE PENETRAÇÃO DE CONE COM MEDIDA DE POROPRESSÃO – CPTU	7
2.1 Finalidade	7
2.2 Identificação	7
2.3 Descrição	7
2.4 Apresentação dos resultados.....	9
3. ENSAIO DE PALHETA – VANE TEST	9
3.1 Finalidade	9
3.2 Identificação	9
3.3 Descrição	10
3.4 Apresentação dos resultados.....	10
4. ENSAIO DILATOMÉTRICO – DMT	11
4.1 Finalidade	11
4.2 Identificação	11
4.3 Descrição	12
4.4 Apresentação dos resultados.....	12
5. PLANEJAMENTO E DIGITALIZAÇÃO DE INVESTIGAÇÕES	13
6. PRINCIPAIS PARTICIPANTES	14
7. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS	15
8. REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS	16
ANEXO ÚNICO.....	18

APRESENTAÇÃO

Essa Norma destina-se aos diversos protagonistas envolvidos em investigações geotécnicas de campo em solos, como são os casos de proprietários de obras, investidores, construtoras, mineradoras, empresas executoras de serviços geológico-geotécnicos de campo e de laboratório, agências de regulação, projetistas, consultores e encarregados de fiscalização.

A Norma ABGE 110/2024 trata dos Ensaio *CPTu*, *Vane Test* e *DMT* utilizados para investigações de campo em solos.

A presente publicação utilizou, como referência básica, a publicação de título “Investigações geológico-geotécnicas - Guias de boas práticas”, publicado pela ABGE em 2021, especificamente o “Capítulo 11 – Ensaio Especiais em Solo”, contidos no “livro 3 – Manual de Sondagens”, da referida publicação.

Como nas demais Normas da ABGE, que têm por fonte o “Guia de Boas Práticas”, de 2021, a presente publicação faz uma revisão da itemização, mas mantendo o conteúdo original, e introduz um novo tópico, que visa contemplar às tecnologias informatizadas de digitalização, padronização e de modelagem geológico-geotécnica.

A Norma ABGE possui formato próprio, mas semelhante ao publicado por entidades civis e associações técnicas e profissionais, nacionais ou estrangeiras, como ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ASTM (American Society for Testing and Materials), API (American Petroleum Institute), ISO (international Organization for Standardization), ASCE (American Society of Civil Engineering), CDA (Canadian Dam Association), IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment), dentre outras. Essas entidades publicam Normas (Standards), Diretrizes (Guidelines), Boletins (Bulletins), Regras (Codes) e outros documentos assemelhados, com a finalidade de ajudar empresas e profissionais a trabalharem melhor.

As normas e as publicações técnicas editadas pelas entidades acima citadas, assim como a presente NORMA ABGE, são de aceitação voluntária. A sua aplicação somente passará a ter caráter vinculante no plano legal/normativo, caso seja reconhecida e de alguma forma chancelada/acolhida pelo poder

público (por exemplo, se a adoção de alguma NORMA ABGE for exigida ou referida por algum dispositivo legal); e, no plano privado, caso seja mencionada em um contrato como norma a ser observada pelas partes no cumprimento de suas obrigações (Passini & Alvares Sociedade de Advogados, 2021).

Sugerimos que os usuários das informações dessa publicação a cotejem e a harmonizem com outras sobre o mesmo tema, assim possibilitando maior consistência nos termos de referências e contratos e maior eficácia, segurança e economicidade nos estudos, projetos e obras.

Agradecimentos aos sócios, às empresas patrocinadoras da ABGE e a todos que apoiaram e colaboraram com a presente publicação, em especial aos autores e colaboradores do livro “Investigações geológico-geotécnicas - Guias de boas práticas”, publicado pela ABGE em 2021.

João Jeronimo Monticelli

Editor de Normas da ABGE
– 2023-2024

Fábio Soares Magalhães

Presidente da ABGE – Gestão 2023-2024

1 INTRODUÇÃO

A Norma ABGE 110/2024 aborda os Ensaios *CPTu*, *Vane Test* e *DMT* utilizados para investigações de campo em solos e se baseia na publicação “Investigações geológico-geotécnicas - Guias de boas práticas”, publicado pela ABGE em 2021, especificamente o “Capítulo 11 – Ensaios Especiais em Solo”, contidos no “livro 3 – Manual de Sondagens”, da referida publicação.

A publicação base acima citada – “Investigações geológico-geotécnicas - Guia de boas práticas” – contém breves descrições de três tipos de barriletes de paredes finas, usados para amostragem de solos argilosos moles ou pouco resistentes: *Shelby*, *Denison* e *Osterberg*. Esses equipamentos permitem coleta de amostras pouco deformadas para ensaios de caracterização e de resistência mecânica, mas não fazem parte da presente Norma.

Também não são tratados nessa Norma 110/2024 os *penetrômetros DCP – Dinamic Cone Penetrometer*, *Borro Hammer* e *Barra Mina*, que são citados de maneira bastante simplificada na publicação “Investigações Geológico-Geotécnicas - Guia de boas práticas”.

A utilização de penetrômetros é uma investigação de baixo custo, que tem a limitação de atingir pequenas profundidades e não coletar amostras, limitando-se a fornecer um índice de penetração, correlacionável a espessura e resistência do terreno. Penetrômetros têm utilização frequente em obras viárias, fundações de torres de linhas de transmissão e dimensionamento de pavimentos aeroportuários. O *DCP*, por exemplo, é um equipamento portátil, composto de um peso (martelo) de 8 kg caindo de uma altura de 57,5 cm, que permite a cravação, por meio de golpes sucessivos, de uma ponteira cônica. Pode atingir até 3 m de profundidade. O ensaio avalia a resistência de ponta e seu resultado permite correlação com o índice de Suporte Califórnia (Sigla CBR, em inglês), de importância a pavimentos (Vertamatti *et al.*, 2018).

2 ENSAIO DE PENETRAÇÃO DE CONE COM MEDIDA DE POROPRESSÃO – CPTu

2.1 Finalidade

Os ensaios de penetração de cone são utilizados para determinação de perfis de solos, determinação de propriedades dos materiais prospectados, particularmente em depósitos de argilas moles, incluindo a previsão da capacidade de carga de fundações. O ensaio fornece dados de resistência de ponta, atrito lateral e poropressão (pressão neutra).

2.2 Identificação

Os ensaios de penetração de cone com medida de poropressão deverão ser identificados pelas letras CPTu, seguidas de número indicativo. Em cada obra, o número indicativo deverá ser sempre crescente, independentemente do local, da fase ou do objetivo da sondagem.

Quando for necessária a execução de mais de um furo em um mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C etc.

2.3 Descrição

O ensaio consiste na cravação do piezocone a velocidade constante de 2 cm/s (+ 0,5 cm/s) com auxílio de penetrômetro hidráulico e hastes padronizadas. O piezocone (ponteira cônica) deverá estar devidamente calibrado.

As informações são transmitidas em tempo real à superfície e processadas por meio de computador com programa (*software*) capaz de processar em tempo real os valores de resistência de ponta, atrito lateral, poropressão (pressão neutra) e desvio em função da profundidade.

Durante a cravação, a cada centímetro o cone efetua três leituras por meio de sensores: resistência de ponta, resistência ao atrito lateral e pressões neutras (Figuras 1 e 2).

As sobrepressões neutras são lidas por meio de elemento poroso situado na base do cone, saturado com o auxílio de bomba a vácuo e óleo silicone.

Durante o ensaio, podem ser realizadas medidas de dissipação da pressão neutra até uma dissipação mínima de 60% do excesso de poropressão gerado pela cravação do piezocone ou outro critério definido nas especificações.

Com intuito de evitar a dessaturação da pedra porosa, perfura-se até que o nível d'água seja encontrado, permitindo-se assim realizar o ensaio no trecho saturado.

Além dos dados lidos em tempo real durante o ensaio (resistência de ponta, atrito lateral e pressão neutra), podem-se obter, por meio de correlações, as seguintes propriedades:

- perfil do solo;
- coeficiente de adensamento;
- densidade relativa;
- resistência não drenada;
- ângulo de atrito efetivo de areias;
- história de tensões (tensão de pré-adensamento);
- coeficiente de permeabilidade.

Os critérios de término de ensaio são os seguintes:

- limitação do cliente: quando o cliente previamente estipula uma profundidade a ser atingida.
- perda de ancoragem: quando o sistema de reação (ancoragem) rompe o solo.
- resistência de ponta: quando é atingida a resistência máxima de ponta do cone.
- atrito: quando é atingida a resistência máxima de atrito do cone.
- poropressão: quando é atingida a resistência máxima de poropressão.
- desvio excessivo nas hastes de cravação do cone.

Após atingir um dos critérios de parada, interrompe-se o ensaio e inicia-se o processo de extração das hastes e do cone.

2.4 Apresentação dos resultados

O relatório final deverá conter descrição sucinta dos trabalhos, incluindo:

- a planta planialtimétrica e a identificação detalhada do local do ensaio (coordenadas e cota);
- data de execução;
- o nome da Executante e do interessado;
- descrição sucinta da aparelhagem (tipo da ponteira e dimensões), do procedimento e das normas adotadas nos ensaios;
- gráficos dos parâmetros do ensaio em função da profundidade: resistência de ponta, atrito lateral e poropressão;
- demais informações obtidas, análises, interpretações, correlações e limitações dos ensaios, conforme especificado em Contrato;
- assinatura do profissional responsável, com o devido número de registro no órgão de fiscalização profissional.

3 ENSAIO DE PALHETA – *VANE TEST*

3.1 Finalidade

O ensaio de palheta tem por objetivo determinar a resistência ao cisalhamento do solo, principalmente argilas saturadas submetidas à condição de carregamento não drenado.

Utiliza-se uma palheta de seção cruciforme que, cravada em argilas saturadas, de consistência mole a rija, é submetida ao torque necessário para cisalhar o solo por rotação.

3.2 Identificação

Os ensaios de palheta deverão ser identificados pelas letras VT, seguidas de número indicativo do local do ensaio e do número sequencial indicativo do ensaio nas respectivas profundidades.

Quando for necessária a execução de mais de um furo em um mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C etc.

3.3 Descrição

Inicialmente, deve-se fazer a aferição do torquímetro de ensaio, comparando-se com um torquímetro manual, devidamente calibrado, para se certificar de que o equipamento está bem aferido.

A palheta é descida e cravada estaticamente até a posição do ensaio utilizando-se um sistema duplo de hastes, que visa descer a palheta pela haste interna e assim evitar o atrito da haste da palheta de teste com o solo. Durante os primeiros graus de rotação, poderá existir um patamar que corresponderá a um possível atrito existente entre a haste fina e o revestimento, cujo valor deverá ser descontado.

Uma vez posicionada a palheta, liga-se o computador e entra-se no *software* específico. Informam-se os dados do ensaio e do equipamento.

Aplica-se torque à ponteira com velocidade de 0,1 a 0,2 graus/segundo. O torque máximo permite a obtenção do valor de resistência não drenada do solo, na condição natural e indeformado. Realizam-se dez giros completos na palheta, com o auxílio de uma chave de boca e efetua-se novamente o ensaio para obtenção da resistência amolgada do solo.

Após o término do ensaio e recolhimento da palheta, crava-se todo o conjunto até 0,50 m da próxima cota de ensaio, e repete-se o procedimento para outra cota de ensaio. A Figura 1 ilustra as condições da palheta após a conclusão do ensaio. A Figura 3 apresenta a planilha de acompanhamento do ensaio.

3.4 Apresentação dos resultados

O relatório final deverá conter descrição sucinta dos trabalhos, incluindo:

- a planta planialtimétrica e a identificação detalhada do local do ensaio (coordenadas e cota);
- o nome da Executante e do interessado;

- data da execução;
- profundidade do ensaio e do nível d'água;
- descrição sucinta da aparelhagem (tipo de palheta, dimensões), do procedimento e das normas adotadas nos ensaios;
- gráfico de torque em função da rotação;
- resistência não drenada nas condições naturais e em condições amolgadas, em função da profundidade;
- demais informações obtidas, análises, interpretações e limitações dos ensaios, conforme especificado em contrato;
- assinatura do profissional responsável, com o devido número de registro no órgão de Fiscalização profissional.

4 ENSAIO DILATOMÉTRICO – *DMT*

4.1 Finalidade

O ensaio *DMT* (Dilatômetro de Marchetti) é utilizado desde 1975 e é considerado uma preciosa ferramenta de ensaio *in situ* para previsão de recalques e estimativa do módulo de elasticidade das camadas de solo prospectadas.

Com o ensaio *DMT* é possível obter informações relativas ao comportamento “tensão x deformação”, aspecto que está associado aos parâmetros fundamentais de resistência, deformabilidade, entre outros. Na Figura 1 é mostrado o equipamento utilizado para realização do ensaio dilatométrico.

O ensaio *Dilatométrico Sísmico SDMT* é uma extensão do ensaio dilatométrico, pois acrescenta ao anterior a medida de velocidade de propagação de uma onda sísmica no solo. A velocidade dessa onda permite a obtenção do módulo de distorção inicial do solo.

4.2 Identificação

Os ensaios *DMT* deverão ser identificados pelas letras *DMT*, seguidas de número indicativo. Em cada obra, o número indicativo deverá ser sempre crescente, independentemente de local, fase ou objetivo da sondagem.

Quando for necessária a execução de mais de um furo em um mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C etc.

4.3 Descrição

O ensaio consiste na cravação de lâmina metálica, com interrupções a cada 20 cm. Nessas interrupções é introduzido gás nitrogênio, que expande a membrana metálica da lâmina contra o terreno. Em cada expansão registram-se em nanômetro de precisão duas leituras, a primeira quando a dilatação vence o esforço de compressão do terreno e a segunda quando esta deforma o solo em 1,1 mm. A Figura 4 apresenta a planilha de acompanhamento do ensaio *DMT*, também denominado sondagem *DMT (SDMT)*.

O teste permite obtenção de valores em diversos pontos do terreno, em várias profundidades.

A partir dos dados coletados no campo durante os ensaios, com apoio de *software* específico, e por meio de correlações, podem ser obtidos os seguintes parâmetros:

- coeficiente de empuxo em repouso;
- módulo de elasticidade;
- resistência ao cisalhamento não drenada em argilas;
- ângulo de atrito interno em areias;
- classificação granulométrica;
- razão de sobreadensamento/histórico de tensões.

No caso de execução de ensaio sísmico, que necessita equipamentos e técnicas específicas, é possível obter a velocidade de ondas sísmicas no solo e, conseqüentemente, o módulo de distorção inicial do solo.

4.4 Apresentação dos resultados

O relatório final deverá conter descrição sucinta dos trabalhos, incluindo:

- a planta planialtimétrica e a identificação detalhada do local do ensaio (coordenadas e cota);
- data de execução;
- profundidade do ensaio e do nível d'água obtido;
- o nome da Executante e do Contratante;
- descrição sucinta da aparelhagem, do procedimento e das normas adotadas nos ensaios;
- gráfico do índice do material, do módulo dilatométrico e do índice de tensão horizontal (Id, Ed, Kd definidos por Marchetti);
- demais informações obtidas, análises, interpretações e limitações dos ensaios, conforme especificado em contrato;
- assinatura do profissional responsável, com o devido número de registro no órgão de fiscalização profissional.

5 PLANEJAMENTO E DIGITALIZAÇÃO DE INVESTIGAÇÕES

As Normas da ABGE da série 100, referentes às sondagens mecânicas – incluindo portanto a presente Norma ABGE 110/2024 - justificam a importância do planejamento, da digitalização e da padronização das campanhas de investigações geológicas e geotécnicas, utilizando-se softwares disponíveis no mercado, que possibilitem intercâmbio de informações das campanhas, segundo uma linguagem comum, a qualquer tempo, entre os diversos envolvidos nos serviços, principalmente Investidor, Projetista, Fiscalização e Executor. Isso adquire importância ainda maior ao longo do tempo ao assegurar:

- a) rapidez e eficiência, mesmo que sejam alterados os entes envolvidos durante o período de vida do empreendimento, desde os estudos iniciais, projeto, construção, operação e até o descomissionamento;
- b) construção de bancos de dados.

6 PRINCIPAIS PARTICIPANTES

Editor: João Jeronimo Monticelli

Revisores: Delfino Luiz Gouveia Gambetti, Giuliano De Mio e Iramir Barba Pacheco.

Coordenadores e colaboradores (profissionais e empresas) do “Manual de Sondagens”, fonte da presente Norma:

1ª edição (1973): Luiz Ferreira Vaz (Coord.), Jayme de Oliveira Campos e Tetuo Nitta;

2ª edição (1977): Ricardo Fernandes da Silva (Coord.), Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Enzo Totis, Fernando Pires de Camargo, Flávio Villas Boas Gonçalves, Jayme de Oliveira Campos, João Jeronimo Monticelli, Luiz Ferreira Vaz, Nobotugo Kaji, Tetuo Nitta, Engesolos, EPT, IPT, Geotécnica e Sondotécnica; contribuição especial foi fornecida pela Hidroservice, cujos técnicos (Antonio Ribeiro Júnior, Ruy Thales Baillot, Francisco de Assis Sant’Ana Nazário, Sohrab Shayani, Hamilton de Araújo Costa, Masahito Okay, Emanuel Bonfante Demaria Júnior, Antonio Luiz Marins Lourenço, Martinho R.C. Rottmann e João Carlos B. Soares) elaboraram texto prévio.

3ª edição (1990): Edgar Serra Júnior (Coord.), Adalberto Aurélio Azevedo, Antonio Marrano, Diogo Corrêa Filho, Eraldo Luporini Pastore, Fernão Paes de Barros, Francisco Nogueira de Jorge, José Carlos Cipriani, José Henrique Figueiredo, Nestor Antonio Mendes Pereira, Ricardo Fernandes da Silva e Wilson Shoji Iyomasa.

4ª edição (1999): Wilson Shoji Iyomasa (Coord.), Antonio Marrano, Francisco Nogueira de Jorge, Tetuo Nita, Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Luiz Ferreira Vaz e Aroldo Ribeiro da Silva.

5ª edição (2013): Ivan José Delatim (Coord.), Luz Ferreira Vaz, João Jeronimo Monticelli e Elisângela Oliveira, com contribuições das empresas Fugro, Fundsolo e Alphageos e dos profissionais Ivandra Cristina Silva de Mattos, Liliane Ibrahim, Wilson Shoji Iyomasa, Ricardo Abrahão e Neyyr Cury Neto e revisão de Antonio Marrano e Edmundo Talamini Neto;

6ª edição (2020): Ivan José Delatim (Coord.) e Alessandro Jésus Guimarães, colaboração de Marcelo Denser Monteiro e Ruy Thales Baillot. (Corresponde ao livro 3 da publicação “Investigações geológico-geotécnicas – Guia de boas práticas”, publicado pela ABGE, em 2021).

Edição da Norma ABGE 110/2024: Para a presente Norma, o Editor e os Revisores mantiveram o texto básico original do “Capítulo 11 do livro 3 – Manual de Sondagens”, reescrito segundo nova itemização e com inclusão de capítulo que trata da digitalização e padronização de resultados dos ensaios. Também foi feita atualização das referências bibliográficas, itens 7 e 8.

7 REFERÊNCIAS NORMATIVAS E DIRETIVAS

É importante que os usuários das informações dessa publicação a co-temem e a harmonizem com outras sobre o mesmo tema, assim possibilitando maior consistência nas especificações, nos termos de referências e contratos e maior eficácia, segurança e economicidade nos estudos, projetos e obras. Dentre outras, as seguintes publicações devem ser levadas em consideração:

ABNT NBR 12069/91. Solo – Ensaio de penetração de cone *in situ* (CPT). **Cancelada, em revisão.**

ABNT NBR 10905/89. Solo – Ensaio de palheta *in situ* (VT).

ASTM-3441-16. Standard Test Method for Mecchanical Cone Penetration Testing of Soils. Disponível em www.astm.org e via Google, acesso em 29.04.2024.

ASTM-5778-12. Standard Test Method for Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils. Disponível em www.astm.org e via Google, acesso em 29.04.2024.

ASTM-STP-1014-EB. 1988. Vane Shear Strength Testing Soils: Field and Laboratory Studies. Disponível em www.astm.org e via Google, acesso em 29.04.2024.

ASTM D6635-01 “Standard Test Method for Performing the Flat Plate Dilatometer Test”. Disponível em www.astm.org e via Google, acesso em 29.04.2024.

EUROPEAN STANDARDS/ EUROCODE 7. 1997. Geotechnical Design. Part 3: Design assisted by field testing, Section 9 – “Flat Dilatometer Test (DMT). Disponível em: https://www.marchetti-dmt.it/wp-content/uploads/bibliografia/eurocode_7_1997.pdf Acesso em 15.05.2024.

SGF – SWEDISH GEOTECHNICAL SOCIETY. 1993. Report 1:93E: Recommended Standard for Cone Penetration Tests. Disponível via Google. Acesso em 23.05.2024.

8 REFERÊNCIAS/LEITURAS RECOMENDADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE. 2012. Glossário de termos técnicos de geologia de engenharia e ambiental. 2ª Edição. São Paulo: ABGE

DE MIO, G. (2024). BIM Geotécnico: Níveis de confiabilidade de investigações geológico-geotécnicas. Diretriz Normativa ABGE 300/2024. Vários colaboradores. São Paulo: ABGE, 28 p. Disponível em www.abge.org.br/Normas

DE MIO, G. 2005. Condicionantes geológicos na interpretação de ensaios de piezocone para identificação estratigráfica na investigação geotécnica e geoambiental. Tese (Doutorado), EESC-USP. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-27042006-170324/publico/tese.pdf>

MARRANO, A. ;YIOMASA, W. S.; MIYASHIRO, N. J. 2018. Investigações geotécnicas e geoambientais. Capítulo 14, V. 2, p. 274-312. *In.*: OLIVEIRA, A. M. S.; MONTICELLI, J. J. Geologia de engenharia e ambiental. São Paulo: ABGE, 916 p.

MONTICELLI, J. J. (Ed.) 2021. Investigações geológico-geotécnicas – Guia de boas práticas. Vários autores. São Paulo: ABGE, 526 p.

NORMA ABGE 100/2023 – Investigações geológico-geotécnicas para obras de infraestrutura – Métodos e técnicas. Vários colaboradores. São Paulo: ABGE, 54 p. Disponível em www.abge.org/Normas

NORMA ABGE 109/2024 – Descrição e classificação de sondagens. Vários colaboradores. São Paulo: ABGE, 98 p. Disponível em www.abge.org.br/Normas

OLIVEIRA, A.M.S; MONTICELLI, J. J. (2018). Geologia de Engenharia e Ambiental. V. 1, 2, 3. São Paulo: ABGE, 916 p.

PASSINI & ALVARES – SOCIEDADE DE ADVOGADOS. 2021. Parecer – Natureza das “Normas” a serem emitidas pela ABGE. Relatório de consultoria jurídica, 13 p. Disponível em www.abge.org.br/Normas

PENNA, A.S.D. 2020. Obtendo experiência com o ensaio DMT. Disponível via Google, acesso em 29.04.2024.

TOJEIRA, V. L. 2010. Metodização do estudo das fundações para suportes de linhas de transmissão. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2010.

SCHNAID, F. & ODEBRECHT, E. (2012) Ensaios de Campo e suas aplicações a engenharia de fundações. 2 ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2012.

VERTAMATTI, E., CUNHA, M.A., CARVALHO, R. G. 2018. Aeroportos. Cap. 32. *In.*: Oliveira, A.M.S. & Monticelli, J.J. Geologia de Engenharia e Ambiental, Vol. 3, p.168-187. São Paulo: ABGE.

ANEXO ÚNICO

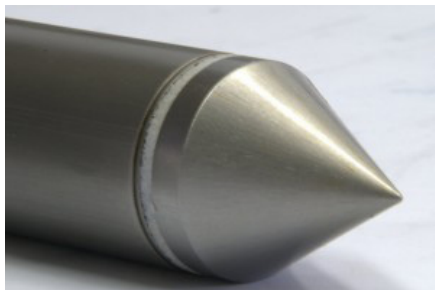


Figura 1 – Ponteira de piezocone, palheta de *vane test* e equipamento para ensaio DMT.

Fonte: Monticelli, 2021

PLANILHA DE CAMPO:															
CPTu - Dissipação															
DOCUMENTO				REVISÃO				FOLHA:							
Obra:						Operador:			Data:						
Localização:						Interessado:									
DADOS INICIAIS				ZERO INICIAL				Observações:							
Sond. nº	Hora	Cota (m)	NA (m)	nº Sonda	q _c (MPa)	U _o (kPa)	f _s (kPa)								
MUDANÇA DE CAMADAS				COORDENADAS											
Prof. (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	U _o (kPa)	TA	N:										
						E:									
						X:									
						Y:									
DISSIPACÃO															
Prof. (m)	NA (m)	Pico (kPa)	Pressão Hidrostática (kPa)	Excesso de Poropressão (kPa)	Porcentagem de Dissipação (%)	Pressão de dissipação (kPa)	U (final)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	TA	Tempo (s)				
(1)	(2)	(3)	[(1)-(2)]*10	(3)-(4)		(5)	(3)-(5)								
DADOS FINAIS				ZERO FINAL				MOTIVO DO TÉRMINO							
Prof (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	U ₂ (kPa)	TA	q _c (MPa)	f _s (kPa)	U ₂ (kPa)	TA							

Resp. Executora
Resp. Fiscalização
Resp. Cliente

Figura 2 – Planilha CPTu – Dissipação.
 Fonte: Monticelli, 2021

	PLANILHA DE CAMPO:		
	VANE TEST		
	DOCUMENTO	REVISÃO	FOLHA:
Obra:	Operador:	data:	
Localização:	Interessado:	N. Sond.:	
Aferição	Fator de calibração:		
	Torquímetro (N.m)		vane-log (N.m)
Leituras	10,00 N.m		
	20,00 N.m		

Dim. Da palheta	Prof. (m)	Arquivo	Torque Indeformado		Arquivo	Torque Amolgado	
			Atrito	Torque máx.		Atrito	Torque máx.
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							
() 13/6,5 () 10/0,5							

Resp. Executora

Resp. Fiscalização

Resp. Cliente

Figura 3 – Planilha de acompanhamento do ensaio *Vane Test*

PLANILHA DE CAMPO:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
DILATÔMETRO DE MARCHETTI - SDMT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
DOCUMENTO				REVISÃO				FOLHA: ___ de ___																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cliente:			Data:			Obs:			Nº Sondagem:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Cód. Obra:			Operador:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Local:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Cota Absoluta (opcional):			m			ΔA (bar)		0,05 ΔB (bar)		0,20		Δmm ⁽¹⁾		Aspecto da Membrana ⁽²⁾		(1) Erro de excentricidade entre a palheta e as hastas (L. quadrado)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Zero do manômetro (bar*):			N.A. m			ou <input type="checkbox"/> > Z _{ini}		Z _E =		(3)						(2) Elástica, muito inchada, enrugada, rompida, arranhada etc.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
γ _{sope} (opcional)			t/m ³ (padrão 1,75)			Z _E =										(3) Profundidade atingida pela palheta																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<input type="checkbox"/> Perfuratriz			<input type="checkbox"/> Penetrômetro			Diâmetro da haste após a palheta			Palheta N.º			Motivo de interrupção do ensaio →		<input type="checkbox"/> Impenetrável		<input type="checkbox"/> Membrana danificada		<input type="checkbox"/> Profundidade pré-fixada atingida																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>0</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>6</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>12</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>18</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td>19</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td>21</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td>22</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>														0	A	B	C	6	A	B	C	12	A	B	C	18	A	B	C	2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8				1				7				13				19				2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8				2				8				14				20				2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8				3				9				15				21				2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8				4				10				16				22				2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8				5				11				17				23				2				2				2				2				4				4				4				4				6				6				6				6				8				8				8				8			
0	A	B	C	6	A	B	C	12	A	B	C	18	A	B	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1				7				13				19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				8				14				20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3				9				15				21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				10				16				22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5				11				17				23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2				2				2				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4				4				4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6				6				6				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8				8				8				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

* 1 bar = 100 kPa

Resp. Executora

Resp. Fiscalização

Resp. Cliente

Figura 4 – Planilha de acompanhamento da sondagem *DMT*