



SONDAGEM

VERSAL ENGENHARIA

**SERVIÇO: VSL 1060-0092–
PLATAFORMA ENGENHARIA –
UBS PARQUE JOINVILLE**

RELATÓRIO N° VSL 1060- 0092

VERSAL ENGENHARIA LTDA., pessoa jurídica, inscrita no CNPJ sob n° 19.927.971/0001-00, empresa de engenharia registrada junto ao CREA/SC - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Santa Catarina, com inscrição sob n° 082060-0, tendo sido contratada por **PLATAFORMA ENGENHARIA**, pessoa jurídica, inscrita no CNPJ sob n° 24.765.579/0001-41, que, à mercê das atribuições conferidas pela Lei n° 5.194/66, vem mui respeitosamente oferecer as suas conclusões, baseado no seguinte:

RELATÓRIO DE SONDAGEM

Sondagem SPT - NBR - 6484/2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento SPT - Método de Ensaio.



SUMÁRIO

1. DADOS GERAIS	3
1.1 CONTRATANTE.....	3
1.2 LOCAL DO ENSAIO	3
2. OBJETIVOS.....	4
3. procedimento	4
4. Sondagem SPT	4
5. NÍVEL DA ÁGUA.....	6
6. Interpretação dos resultados	7
7. ENCERRAMENTO	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

1. DADOS GERAIS

Para execução do projeto de fundações é indispensável a realização de sondagem para determinar a resistência e o tipo de solo. Neste estudo foram realizados em campo a Sondagem SPT (*Standard Penetration Test*), Ensaio de Sondagem à Percussão, que segue as diretrizes da norma:

- **NBR - 6484/2001** - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento SPT - Método de Ensaio;
- **ABNT – NBR – 8044:2018** – Projeto geotécnico – Procedimento.

1.1 CONTRATANTE

PLATAFORMA ENGENHARIA, pessoa jurídica, inscrita no CNPJ sob nº 24.765.579/0001-41, situada na Rua Bento Gonçalves, nº 186, Andar 01, Sala 01, Glória, Joinville/SC, CEP: 89.216-110.

1.2 LOCAL DO ENSAIO

O serviço de sondagem foi realizado em um terreno localizado na **UBS PARQUE JOINVILLE - Rua Willy Schossland esq. Rua Áquario, Aventureiro. Joinville-SC**, com os pontos sondados definidos pelo contratante e localizados conforme planta anexa (Anexo I - Planta de Locação dos Furos de Sondagem).

A análise dos resultados, para fins de classificação do solo, foi realizada em laboratório, localizado na sede da empresa contratada, situada na Rua Ottokar Doerffel, nº 1723, no Bairro Anita Garibaldi, CEP 89.203-307, em Joinville - SC.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho técnico é fornecer subsídios ao contratante e ao calculista da obra quanto à resistência até a profundidade especificada, adotando para isso escrupulosamente os procedimentos advindos das normas anunciadas, e que por ora são transcritos neste relatório.

Informamos que o referido trabalho possui a conotação de relatório técnico, que por definição é a exposição e o registro a respeito de uma ocorrência, ou seja, uma exposição de fatos, circunstâncias ou objetos. Por assim ser, diante de sua natureza, o presente trabalho não possui condições de apreciar e aprofundar-se sobre as evidências constatadas e sobre os resultados encontrados no percurso de sua execução. Ainda, muito menos, poderá a empresa responsável pelo referido trabalho opinar, intuir, concluir ou tomar decisões que estejam fora do alcance do trabalho contratado.

3. PROCEDIMENTO

Em campo foi realizado uma campanha de sondagem, contendo 03 (três) furos, com metragem limitada, conforme consta nos boletins de sondagem anexo.

4. SONDAGEM SPT

A sondagem ora descrita foi executada pelo sistema de trado, percussão e circulação d'água, esta última, comumente chamada de lavagem. No primeiro metro de cada furo, a sondagem foi iniciada com o emprego manual do trado-concha (TC) e trado helicoidal (TH). Posteriormente, necessitou introduzir o revestimento nas profundidades indicadas para assegurar a estabilidade das paredes dos furos. Os avanços ocorreram por percussão nos primeiros 45 cm de cada metro e o avanço até o próximo metro subsequente com o uso do trépano de lavagem.

Em cada metro de profundidade foi obtido o índice de resistência à penetração de um amostrador padrão cilíndrico, tipo “Raymond”, cujos diâmetros internos e externos têm 34,9



mm e 50,8 mm, respectivamente. Este índice (N) é fornecido pelo número de golpes, de um peso de 65 Kg com uma altura de queda de 75 cm, necessários para penetrar o amostrador no solo os 30 cm finais de uma penetração de 45 cm. Nos perfis individuais de sondagem estão indicadas as três penetrações, números de golpes para cada 15 cm de penetração do amostrador. As extrações das amostras de solo ocorreram a cada metro de sondagem, para fins de classificação tátil-visual e identificação de cor, conforme Tabela *Munsell*, realizadas em laboratório e indicadas nos boletins de sondagem de cada furo.

O encerramento da sondagem está adstrito à ocorrência de uma das *quatro condições*¹:

- 1ª - Impenetrabilidade ao amostrador padrão;
- 2ª - Impenetrabilidade ao trépano de lavagem;
- 3ª - Atingida a profundidade máxima alcançada pelo equipamento, ou seja, 40 metros, ou impedido o avanço do amostrador e / ou trépano de lavagem em virtude da existência de pedregulhos ou outros obstáculos, possibilitando travar o equipamento;
- 4ª - Profundidade definida pelo contratante, conforme o item 6.4.2 da norma NBR 6484/2001, este estando ciente de que tal indicativo não representa o alcance das camadas mais resistentes do trecho sondado.

Para o caso em tela, o encerramento dos furos de sondagem, se deram em atendimento a 4ª condição, ou seja, a profundidade de parada ocorreu na profundidade definida pelo contratante, este estando ciente de que tal indicativo não representa o alcance das camadas mais resistentes do trecho sondado.

¹ Com exceção da 1ª e da 2ª condição, todas as demais não representam ter atingido a camada mais resistente de interesse.

5. NÍVEL DA ÁGUA

Quando as questões geológicas do terreno permitem, em cada furo de sondagem é anotada a posição de estabilização do nível d'água do lençol freático, seguindo as recomendações preconizadas na norma EN ISO – 22476-2:2002. Como a posição do lençol freático costuma ser sazonal e sua estabilidade depende da permeabilidade do solo, uma vez verificada a necessidade de se determinar com maior precisão o nível d'água, recomenda-se que seja feita como dispõe o item 4.3.3.5 da NBR - 6497/83 – Levantamento Geotécnico.

“4.3.3.5 - Observação do Nível d'água: Quando for necessária a definição precisa da posição do nível d'água, as informações fornecidas pelas sondagens devem ser complementadas por sistemas especiais de observação do N.A., por meio de poços ou tubos piezométricos.”

Quando da ocorrência do nível da água (lençol freático) nas profundidades exploradas estas virão anotadas nos boletins de sondagens. Quando de sua ausência, significará dizer que nas camadas alcançadas o NA não foi observado.

Foi executada a campanha de sondagem contratada, resultando na tabela abaixo:

Tabela 02 – Resultados dos ensaios SPT.

Furo SPT	01	02	03
N.A (m)*	1,52	1,54	1,55
<i>N_{spt}**</i>	40	13	22
Condição de encerramento	Definida pelo contratante. Sem ter alcançado o impenetrável do solo.		
Prof. Atingida (m)	15,45	10	10
Total (m)	35,45		

Fonte: Versal engenharia.

* em relação à boca do furo;

** no último metro perfurado e/ou o máximo encontrado durante o ensaio do furo.

✓ Em razão das características heterogêneas dos solos, obviamente a presente campanha de ensaio não engloba todas as condições geológicas e geotécnicas do terreno sondado. A estratigrafia do solo só tem validade no seu ponto de locação e para a época da investigação. As condições do subsolo podem variar para qualquer outro ponto locado e até mesmo alterar o mesmo ponto no percurso do tempo. Em função disso, é imprescindível observar a prescrição do item 4.3 da NBR - 6122/19 - Projeto e Execução de Fundações, quando da ocorrência de divergências entre os ensaios e as condições locais.

“NBR-6122/19 - 4.3 [...] Independentemente da extensão da investigação geotécnica preliminar realizada, devem ser feitas investigações adicionais sempre que, em qualquer etapa da execução da fundação, forem constatadas diferenças entre as condições locais e as indicações fornecidas pela investigação preliminar, tal forma que as divergências fiquem completamente esclarecidas.

6. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados da campanha de sondagem estampados nos boletins de sondagem anexo, observam-se as variações do solo quanto à textura, encontra-se uma camada superficial de aterro, seguida por argila de baixa consistência. Abaixo da camada de argila furos foi encontrada uma fina camada de pedregulho, seguida de uma camada de silte com resistência crescente.

A profundidade de parada do ensaio SPT foi definido pelo contratante, não representando necessariamente a camada mais resistente do solo.

Foi observado e levantado nível d'água em todos os furos.

Extrai-se assim, que dependendo das cargas atuantes da obra, indicamos a adoção de fundações que fiquem assentes em horizontes com adequada capacidade de carga (de ponta e/ou de atrito lateral), devidamente calculada pelos métodos consagrados.

7. ENCERRAMENTO

Diante do até então apresentado, esta empresa Signatária, através de sua equipe técnica, coordenada pelo responsável técnico, defendem o trabalho, em especial, com as conclusões do mesmo e se coloca à disposição para sanar eventuais dúvidas e esclarecimentos acerca das informações prestadas.

Nada mais havendo a acrescentar, dá-se por terminado o trabalho, devidamente digitado, que se compõe de **9 (nove)** páginas, mais os anexos, impressas de um lado só, devidamente numeradas, e esta última devidamente datada e assinada.

Joinville, em 07 de maio de 2020.



VERSALENGENHARIA LTDA.
CNPJ: 19.927.971/0001-00
CREA/SC – 155292-2
Documento conferido e assinado eletronicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto e execução de fundações – Procedimento**. NBR 6122:2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Levantamento geotécnico**. NBR 6497:1996.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1973. v. 1. 242 p.

DAS, Braja M. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. 6ª ed. São Paulo: Thomson, 2007. 561 p.

DIN – 4094-3:2002 – **Felduntersuchungen – Teil 3: Rammsondierungen**;

EN ISO – 22476-2:2005 – **Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 2: Dynamic probing**;

FERNANDES, Manuel de Matos. **Mecânica dos solos: introdução à engenharia geotécnica**. Vol.2. 1.ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 576 p.

NILSSON, T. U. Experiências iniciais com o DPL Nilson. In: SEMINÁRIO DE GEOTECNIA DO CENTRO OESTE, I. 2003, Cuiabá, **Anais eletrônicos CD ROM**, Cuiabá: ABMS, 2003. 4p.

NILSSON, T. U. & CUNHA, R. Advantages and equations for pile design in Brazil via DPL tests. In: **GEOTECHNICAL AND GEOPHYSICAL SITES CHARACTERIZATION, II**, Porto. Anais. Vol 2, Porto, 2004, pg. 1519-1523.

MASSAD, Façal. **Obras da terra: curso básico de geotecnia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 170 p.

OLIVEIRA, Ivan José et al. **Manual de Sondagens**. 5ª ed. São Paulo: ABGE, 2013. 203 p.

SCHNAID, Fernando. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 189 p.

VENTURI, Luis Antonio Bittar. **Praticando Geografia - Técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2005. 239 p.

ANEXOS

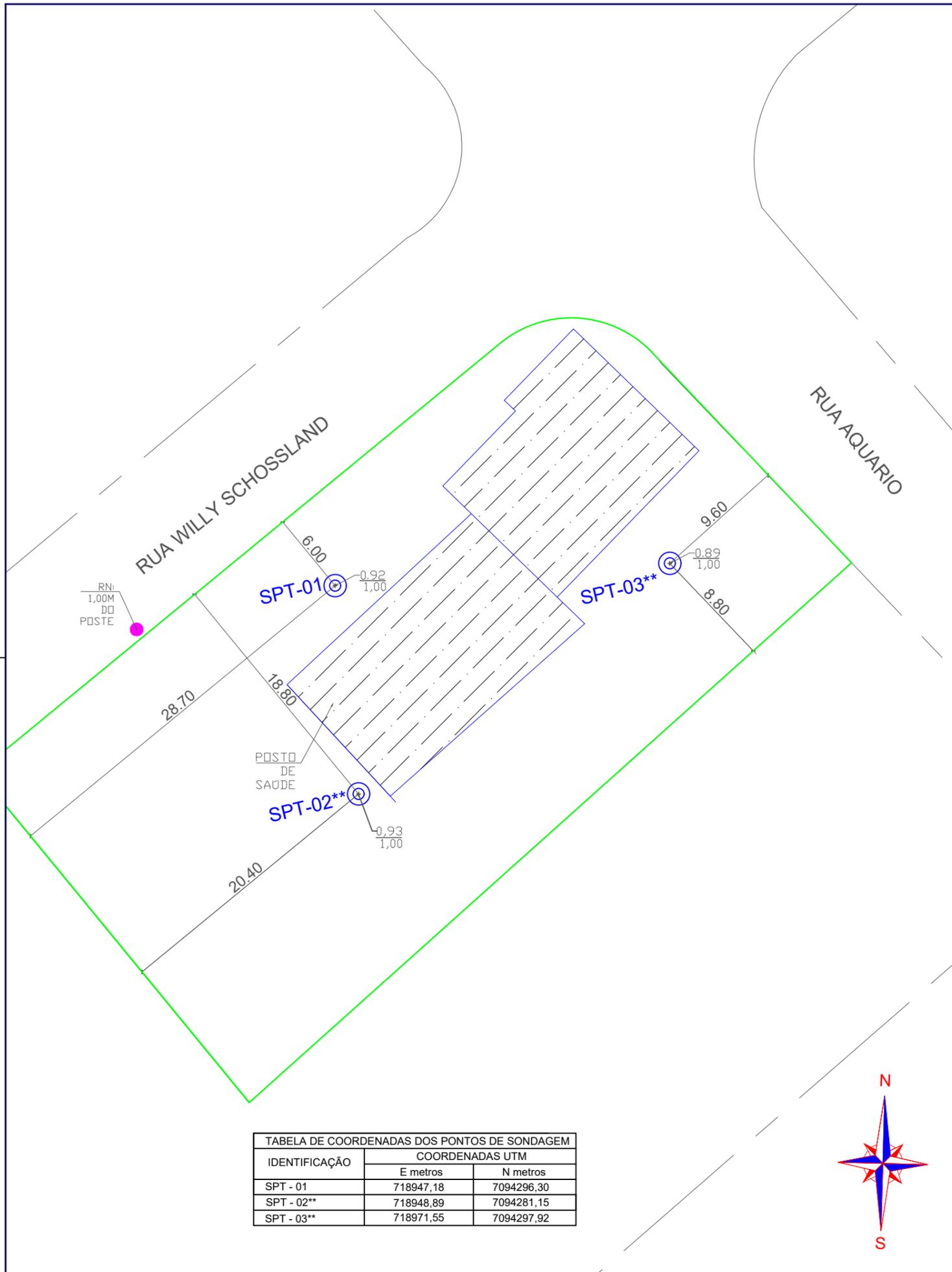
ANEXO – I - PLANTA DE LOCAÇÃO DOS FUROS

ANEXO – II - BOLETINS DE SONDAÇÃO SPT

ANEXO – III – BOLETINS DE SONDAÇÃO DPM

ANEXO – IV – MEMORIAL FOTOGRÁFICO

ANEXO – I - PLANTA DE LOCAÇÃO DOS FUROS



IDENTIFICAÇÃO	COORDENADAS UTM	
	E metros	N metros
SPT - 01	718947,18	7094296,30
SPT - 02**	718948,89	7094281,15
SPT - 03**	718971,55	7094297,92



MAPA DE LOCALIZAÇÃO (SEM ESCALA)

CONVENÇÕES

- FUIROS DE SONDAGEM
- DIVISAS DO TERRENO
- RUA
- ÁREA DE MATA FECHADA
- PROJEÇÃO DA EDIFICAÇÃO



VERSAL ENGENHARIA LTDA.

Rua: Ottokar Doerffel, 1723 - Anita Garibaldi - Joinville - SC
 Fones (0xx47) 3028 9929 - 3028 1881 - 8851 2131
 CNPJ 19.927.971/0001-00 - CREA/SC 155292-2-SC- www.versalengenharia.com.br

Projetos de Qualidade

Título
LOCAÇÃO DA SONDAGEM

Proprietário
PLATAFORMA ENGENHARIA

Proprietário/Ocupante

 PLATAFORMA ENGENHARIA
 CNPJ: 24.765.579/0001-41

Responsavel técnico / autor do projeto

 Sidney F. de Carvalho
 Crea-SC nº. 053742-0 Eng. Civil

Endereço
 Rua Willy Schossland esq. rua Aquário.
 Aventureiro. Joinville-SC

Revisão	Data	Visto
REV.00	05/05/2020	Bruna
REV.		
REV.		
REV.		

Desenhista
Bruna M.
Escala
Sem escala
Folha
01/01

Código
VSL 1060-0092

ANEXO – II - BOLETINS DE SONDAGEM SPT



VERSA ENGENHARIA
Projetos de Qualidade
CREA/SC - 155292-2

CLIENTE: PLATAFORMA ENGENHARIA					
LOCAL: UBS PARQUE JOINVILLE - Rua Willy Schossland esq. Rua Áquario, Aventureiro. Joinville-SC					
DATA: 24/04/20	Nº SONDAGEM: VSL 1060-0092	COTA: 0,92	ESCALA: 1:100	FOLHA: 01	FURO: SPT-01
Rua Ottokar Doerffel, 1723, Bairro Anita Garibaldi - Joinville/SC - CEP: 89203-307 55 (47): 3028-1881 / 3028-9929 - versal@versalengenharia.com.br - www.versalengenharia.com.br					

PERFIL GEOLÓGICO	ENSAIO PENETROMÉTRICO			SPT	SPT	PROF. (m)	AMOST.: TERZAGHI & PECK				CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA
	1º	2º	3º	Nº 30cm INICIAIS	N 30cm FINAIS		Ø 2" Queda de 75cm Ø 1 3/8" PESO DE 65 kg				
							10	20	30	40	
1	-	-	-	-	-	0,90					SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHO E MATÉRIA ORGÂNICA, MARROM OLIVA
2	2/15	2/15	3/15	4	5	1,35					SILTE ARENOSO, POUCO COMPACTO, MARROM OLIVA
3	1/15	1/47	-	2	1/47						SILTE ARENOSO, FOFO, CINZA ESCURO
4	1/45	-	-	1	-						
5	1/45	-	-	1	-	4,37					
6	1/46	-	-	1	-						
7	1/15	1/31	-	2	1/31						SILTE ARENOSO, FOFO, COM PEDREGULHO, CINZA CLARO
8	1/15	1/15	1/17	2	2						
9	1/15	1/30	-	2	1/30						
10	1/15	1/15	1/15	2	2	9,41					
11	2/15	2/15	3/16	4	5						SILTE ARENOSO, POUCO COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA CLARO
12	3/15	3/15	4/17	6	7	11,44					SILTE ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA ESVERDEADO
13	4/15	5/15	7/15	9	12	12,44					
14	8/15	13/15	17/15	21	30						SILTE ARENOSO, COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA ESVERDEADO
15	10/15	14/15	23/16	24	37						
16	11/15	15/15	25/15	26	40	15,45					
17											FURO TERMINADO COM 15,45m Profundidade de parada definida pelo contratante.
18											
19											
20											

PROFUNDIDADE NO NÍVEL D'ÁGUA		VERSAL ENGENHARIA LTDA. CREA/SC - 155292-2-SC CNPJ: 19.927.971/0001-00	LAVAGEM POR TEMPO	TEMPO	DE	PARA
INICIAL:	1,52 em 24/04/2020					
FINAL:	1,52 em 25/04/2020					
PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO: 2,00						



VERSALENGENHARIA
Projetos de Qualidade
CREA/SC - 155292-2

CLIENTE:
PLATAFORMA ENGENHARIA

LOCAL:
UBS PARQUE JOINVILLE - Rua Willy Schosslan esq. Rua Áquario, Aventureiro. Joinville-SC

DATA: 23/04/2020 **N° SONDAAGEM:** VSL 1060-0092 **COTA:** 0,93 **ESCALA:** 1:100 **FOLHA:** 01 **FURO:** **SPT-02 (DPM-01)**

Rua Ottokar Doerffel, 1723, Bairro Anita Garibaldi - Joinville/SC - CEP: 89203-307
55 (47): 3028-1881 / 3028-9929 - versal@versalengenharia.com.br - www.versalengenharia.com.br

PERFIL GEOLOGICO	ENSAIO PENETROMÉTRICO			SPT	SPT	PROF. (m)	AMOST.: TERZAGHI & PECK				CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA
	1°	2°	3°	N° 30cm INICIAIS	N 30cm FINAIS		Ø 2" / Ø 1 3/8"	QUEDA DE 75cm PESO DE 65 kg			
							10	20	30	40	
1	-	-	-	-	-	0,89					SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO, MARROM OLIVA
2	-	1/30	-	1	-						SILTE ARENOSO, FOFO, CINZA
3	-	1/31	-	1	-						
4	-	1/33	-	1	-						
5	-	1/33	-	1	-						
6	-	1/32	-	1	-	5,43					SILTE ARENOSO, FOFO, CINZA ESVERDEADO
7	1/15	1/15	2/16	2	3	6,44					SILTE ARENOSO, POUCO COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA ESVERDEADO
8	1/15	2/15	3/15	3	5						SILTE ARENOSO, COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA ESVERDEADO
9	2/15	3/15	4/16	5	7	8,45					
10	4/15	6/15	7/15	10	13	10,00					
11											FURO TERMINADO COM 10m Profundidade de parada definida pelo contratante.
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

PROFUNDIDADE NO NÍVEL D'ÁGUA					VERSAL ENGENHARIA LTDA. CREA/SC - 155292-2-SC CNPJ: 19.927.971/0001-00	LAVAGEM POR TEMPO	TEMPO	DE	PARA
INICIAL:	1,54	em	23/04/2020						
FINAL:	1,54	em	24/04/2020						
PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO:	2,00								



CLIENTE: PLATAFORMA ENGENHARIA					
LOCAL: IRIRIU					
DATA: 23/04/2020	N° SONDAAGEM: VSL 1060-0092	COTA: 0,89	ESCALA: 1:100	FOLHA: 01	FURO: SPT-03(DPM-02)
Rua Ottokar Doerffel, 1723, Bairro Anita Garibaldi - Joinville/SC - CEP: 89203-307 55 (47): 3028-1881 / 3028-9929 - versal@versalengenharia.com.br - www.versalengenharia.com.br					

PERFIL GEOLOGICO	ENSAIO PENETROMÉTRICO			SPT	SPT	PROF. (m)	AMOST.: TERZAGHI & PECK				CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA
	1°	2°	3°	N° 30cm INICIAIS	N 30cm FINAIS		Ø 2" / Ø 1 3/8"	QUEDA DE 75cm PESO DE 65 kg			
							10	20	30	40	
1	-	-	-	-	-	0,92					SILTE ARENOSO, COM MATÉRIA ORGÂNICA, MARROM OLIVA
2	-	1/30	-	1	1						SILTE ARENOSO, FOFO, CINZA
3	-	1/32	-	1	1						
4	-	1/33	-	1	1	3,42					SILTE ARENOSO, POUCO COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA CLARO
5	2/15	3/15	3/15	5	6	4,42					
6	1/15	2/15	2/15	3	4						SILTE ARENOSO, FOFO, COM PEDREGULHO, CINZA CLARO
7	1/15	2/15	2/16	3	4	6,43					
8	4/15	6/15	8/15	10	14	7,43					SILTE ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO, COM PEDREGULHO, CINZA CLARO
9	6/15	9/15	11/17	15	20						
10	7/15	10/15	12/15	17	22	10,00					FURO TERMINADO COM 10m Profundidade de parada definida pelo contratante.
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

PROFUNDIDADE NO NÍVEL D'ÁGUA		VERSAL ENGENHARIA LTDA. CREA/SC - 155292-2-SC CNPJ: 19.927.971/0001-00	LAVAGEM POR TEMPO	TEMPO	DE	PARA
INICIAL:	1,55 em 23/04/2020					
FINAL:	1,55 em 24/04/2020					
PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO:		2,00				

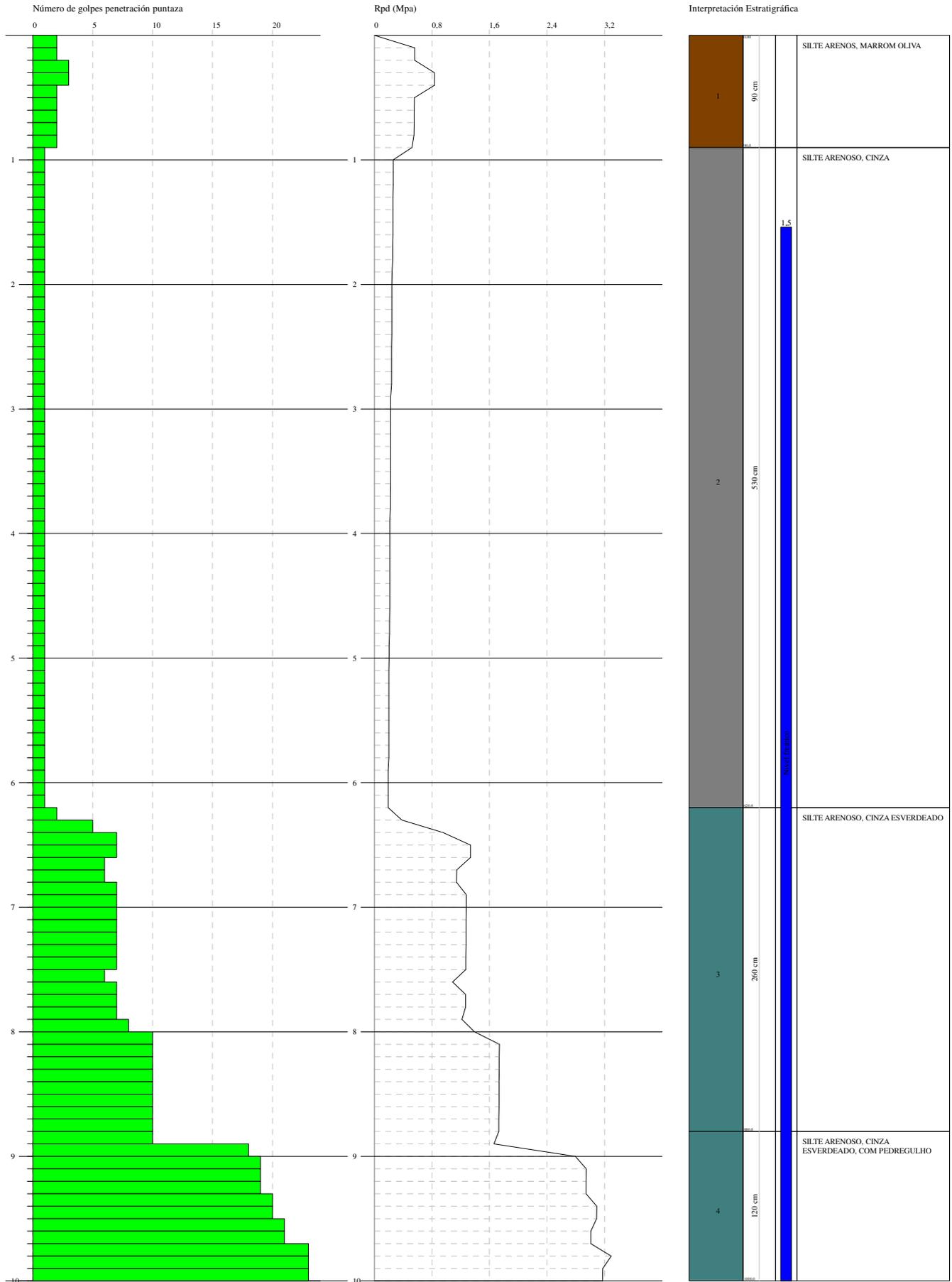
ANEXO – III – BOLETINS DE SONDAGEM DPM

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÂMICO DPM-01
 Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)

Cliente: PLATAFORMA ENGENHARIA
 Obra: UBS PARQUE JOINVILLE
 Localidad: AVENTUREIRO

Fecha: 23/04/2020

Escala 1:43

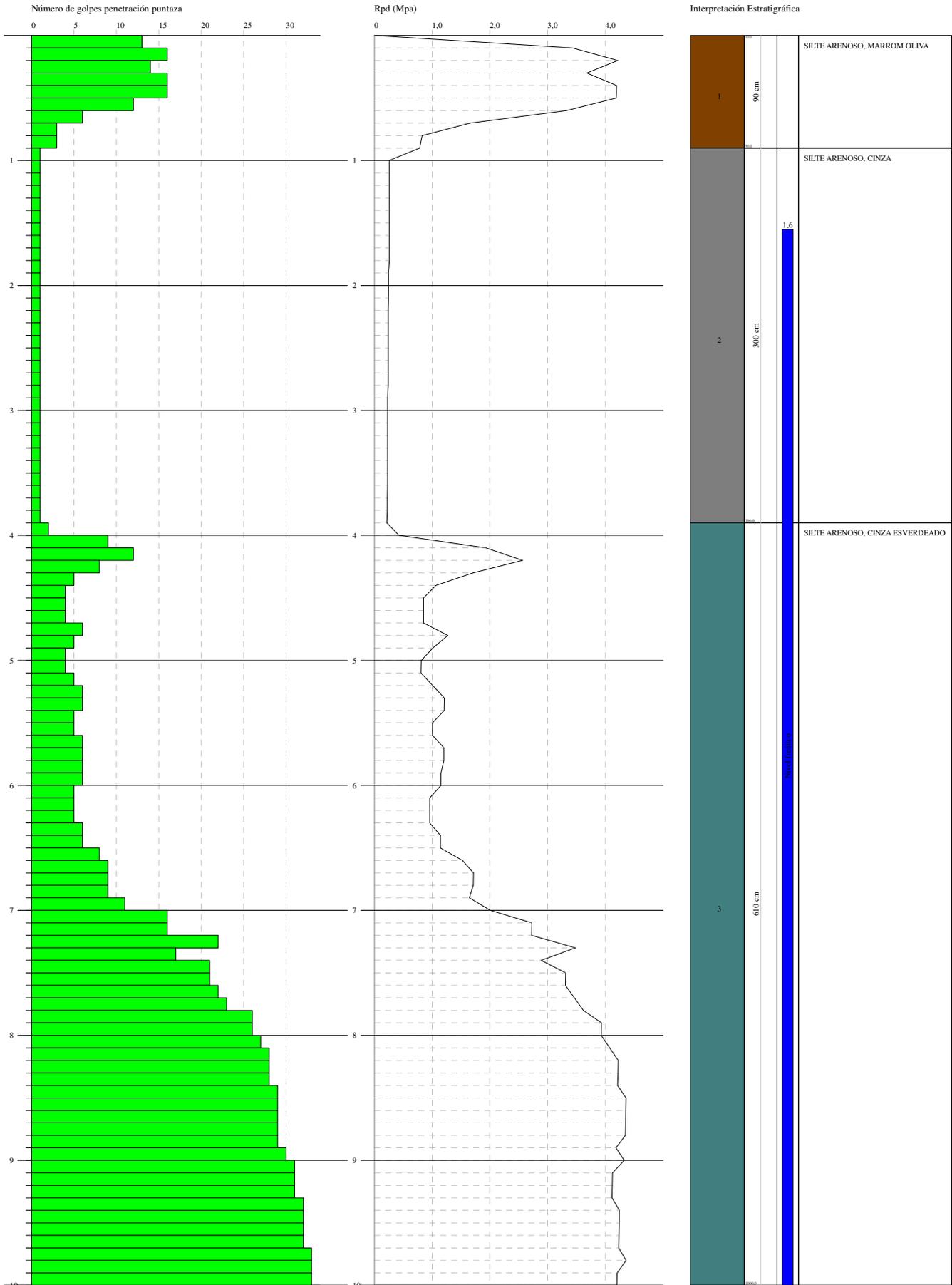


ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPM-02
 Equipo utilizado... DPM (DL030 10) (Medium)

Cliente: PLATAFORMA ENGENHARIA
 Obra: UBS PARQUE JOINVILLE
 Localidad: AVENTUREIRO

Fecha: 23/04/2020

Escala 1:43



1. SONDAGEM DPM – *DYNAMIC PROBING MEDIUM*

A norma brasileira ABNT NBR 8044:2013 estabelece que para projetos geotécnicos, além das sondagens com amostragem também podem ser utilizadas sondagens “*in situ*” sem a extração de amostra. Um dos métodos que podem ser utilizados são os ensaios de penetração dinâmica.

“Existem diversos equipamentos e metodologias para ensaios de penetração dinâmica DPL, DPM, DPH e DPSH, entre outros, que podem ser utilizados a critério do projetista.” (ABNT NBR 8044:2013)

Também contou com as normas:

- **DIN – 4094-3:2002** - *Felduntersuchungen - Teil 3: Rammsondierungen* (Ensaio de Campo – Parte 3: Sondagem Dinâmica);
- **ISO – 22476-2:2005** – *Geotechnical Investigation and Testing – Part 2: Dynamic Probing* (Ensaio e Investigação Geotécnica – Parte 2: Sondagem Dinâmica) e;
- **BS EN 1997-2:2007 - Eurocode 7** — *Geotechnical design — Part 2: Ground investigation and testing* (Projeto Geotécnico – Parte 2: Ensaio e Investigação Geotécnica).

A sondagem *DPM – Dynamic Probing Medium* (Prova Dinâmica Média) – é um tipo de ensaio penetrométrico dinâmico que permite investigar, de forma contínua, todo o furo até a profundidade de **10 metros**. O equipamento é fabricado pela empresa italiana *PAGANI Geotechnical Equipment* e sua fabricação segue as prescrições da norma alemã DIN – 4094-3:2002-01, que coincide com a classificação definida pelo **ISSMFE (1988) - Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**. Os procedimentos de apresentação seguirão a norma da ISO – 22476-2.

O equipamento possui um motor a combustão que faz movimentar um peso de 30 Kg que cai de uma altura constante de 20 cm e o N_{10} é o número de golpes necessário

para penetração de 10 cm. Demais características, medidas e desvios admissíveis estão indicados na tabela abaixo.

Tabela 1 – Dimensões e massas para o ensaio DPM-A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ensaio	Abreviação	Especificações Técnicas							Medição ^b	Prof.de investigação ^e	Trabalho específico o por golpe	Restrição de utilização em solos de acordo com a DIN 4022-1
		Área da seção transversal da ponta	Diâmetro da ponta ^a	Massa do pilão ^a	Altura de queda ^a	Diâmetro da haste ^b	Peso da haste	Peso da haste guia ^c				
		A _c cm ²	d mm	m Kg	h m	externo/ interno mm	Kg/m Max.	Kg Max.		t m	m.g.h/A KJ/m ²	
Penetrômetro Dinâmico Médio	DPM-A	10	35,7 ± 0,3	30 ± 0,3	0,2 ± 0,01	22/6	3	6	N ₁₀	15	60	Silte, argila, pedregulho e residual
<p>a Tolerâncias de fábrica</p> <p>b Especificação de tolerâncias de fabricação não é necessário aqui</p> <p>c Estes são movidos pelas haste guia e cabeça de bater, exclusivamente a sonda. Peças giratórias para elevação e destravando o martelo são excluídos.</p> <p>d Taxa de impacto</p> <p>e Os valores de referência determinados em condições da resistência média do solo</p>												

Fonte: Pagani Geotechnical Equipment

Os ensaios dinâmicos normalizados pela DIN, ISO e ABNT, com a chancela da ISSMFE, não trazem amostra à superfície para análise tátil-visual, sendo que as estratigrafias do solo, apresentada nos boletins, baseiam-se no “comportamento do solo”, assim como já ocorrem nos ensaios estáticos (CPT e CPTu), estes amplamente aceitos pela comunidade técnicas nacional e internacional.

Após limpeza da área do local do furo, a execução inicial a partir do nível “00”, não necessitando realizar o pré-furo. Os metros subsequentes da execução são investigados somente com o uso do processo à percussão da ponteira cônica. Seu avanço se dá pela penetração do conjunto ponteira-haste a cada golpe recebido sobre a cabeça de bater de um martelo de 30Kg, que cai de uma altura de 20cm. O índice N₁₀ é o somatório do número de pancadas necessário para penetrar 10cm. Neste processo, não há avanço por circulação d’ água, portanto, não há desagregação do solo. Não é

necessário introduzir revestimentos, nem despejar bentonita no furo, haja vista o ensaio ser contínuo e a cada 1,00 metro cravado, adiciona-se a haste seguinte, alcançando uma profundidade máxima de **10 metros**.

2. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Em cada metro é obtido o índice de resistência a penetração do conjunto ponteira-haste, cujas características estão indicadas na Tabela 1 acima. Este índice é obtido pelo número de golpes do pilão necessários para penetrar o conjunto ponteira-haste-cabeça de bater no solo a cada 10 cm. As hastes de 1 metro já contam com a marcação a cada 10 cm e a altura de queda é constante e mecanizada, não precisando do auxílio do operador.

O encerramento da sondagem está adstrito a ocorrência de uma das três condições:

- 1ª - Condições de impenetrabilidade do conjunto quando com $50 < N_{10} < 100$ golpes;
- 2ª – Ter alcançado 10 metros de profundidade limite, estando ciente de que nesta profundidade possa não ser a camada mais resistente da vertical sondada;
- 3ª - Definida pelo(a) Contratante, estando ciente de que tal indicativo pode não representar o alcance das camadas mais resistente da vertical sondada.

3. CORRELAÇÃO DO ENSAIO DPM COM O ENSAIO SPT

“Os cálculos são feitos utilizando o software *Dynamic Probing*, de propriedade da empresa GEOSTRU SOFTWARE, e licenciado ao profissional responsável adiante indicado. O programa calcula a relação entre a energia transmitida (coeficiente de correlação com SPT) através de processamento proposto por Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968) e Borowczyk-Frankowsky (1981).”

Assim, serão considerados:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N_{DPM} \quad \text{Equação 1}$$

A equação 1 demonstra principal fórmula para transformar o N_{dpm} em N_{spt} , que é calculada através da multiplicação do coeficiente teórico de energia β_t (equação 2) pelo N_{dpm} .

a) Cálculo do coeficiente teórico de energia β_t :

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Q = É a energia específica do ensaio DPM;

Q_{SPT} = É a energia específica do ensaio SPT;

β_t = coeficiente teórico de energia

b) Cálculo do Q e do Q_{spt} , para ambos cálculos de energia específica são utilizadas as características e dimensões de cada um dos equipamentos, entretanto a fórmula é a mesma para os dois equipamentos:

A energia específica é por dada por:

$$Q = \frac{M^2.H}{A.\delta.(M+M')} \quad \text{Equação 3}$$

Tabela 2-Parâmetros dos equipamentos

Parâmetros	DPM	STP
M = massa do peso	30 Kg	65 kg
M ' = peso da haste	2,4 Kg	-
H = altura de queda	20cm	75cm
A = área da base ponta cônica	10cm ²	20,25cm ²
δ = período	10cm	30cm

Fonte: Pagani Geotechnical Equipment

Sendo:

Q_{dpm} = 5,56 kg/cm²

Q_{spt} = 8,02 kg/cm²

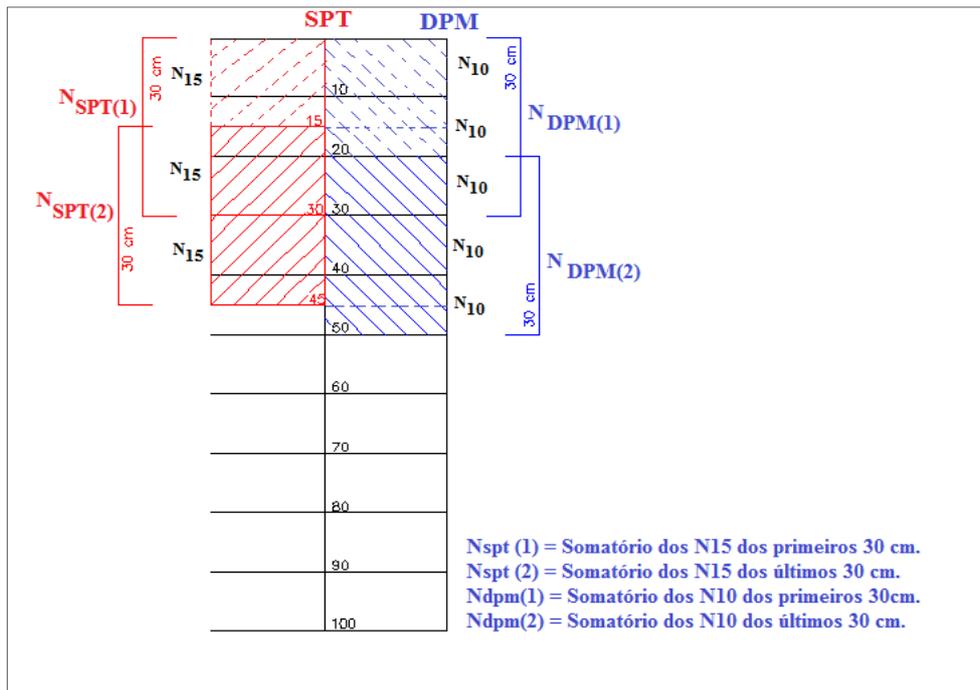
$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}} = \frac{5,56}{8,02} = 0,69$$

c) Cálculo do N_{dpm}

Para que se possa correlacionar o ensaio DPM (contínuo) com o ensaio SPT (não contínuo), buscou-se levantar seus índices na mesma região da profundidade em

que os índices N_{SPT} são corriqueiramente obtidos. Assim, para o metro sondado, o índice N_{DPM} , será obtido pela média da soma dos número de golpes nos três períodos de 10 cm (N_{10}), ou seja, o números de golpes encontrados no intervalo de 30 cm (compreendidos entre 20 cm a 50 cm do metro sondado). Esta região, busca coincidir com a mesma região do ensaio SPT, onde o índice o N_{SPT} é obtido pelo somatório do número de golpes últimos dos 30 cm (N_{30}), compreendido entre 15 cm a 45 cm do metro sondado, conforme indicado na figura abaixo. Também são obtidos os índices dos primeiros 30 cm do ensaio SPT.

Figura 1 – Visualização da região da extração numérica dos índices estudados.



Fonte: Versal Engenharia.

- d) **Cálculo da correlação:** Da equação abaixo, levanta-se o índice N_{SPT} do trecho estudado e ao final serão apresentados os boletins correspondentes ao ensaio SPT.

$$N_{SPT} = \bar{\beta} \cdot \bar{N}_{DPM}$$

Onde:

$\bar{\beta}$ = média dos três coeficientes teóricos de energia

\bar{N}_{DPM} = Média dos números dos golpes três períodos N_{10} medidos.

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N_{DPM} = \mathbf{0,69} \cdot N_{DPM}$$

e) Avaliação resistência dinâmica no Rpd ponta:

A resistência na ponta do equipamento é mostrada nos gráficos gerados pelo software, é calculada pela fórmula holandês a seguir:

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

Rpd = Resistência de ponta (Área A);

e=Penetração média por golpe (δ/N);

M = Massa do martelo (altura de queda H);

P = Peso total do sistema de hastes para vencer o sistema.

Em resumo, a partir do ensaio DPM, o N_{SPT} advém das equações acima. Com as quais é definido um coeficiente de 0,69 para de transformação do N_{10} (DPM) em N_{spt} (SPT).

ANEXO – IV – MEMORIAL FOTOGRÁFICO

Figura 01 – Ensaio SPT-01



Fonte: Versal Engenharia, 2020.

Figura 02 – Ensaio SPT-02**



Fonte: Versal Engenharia, 2020.

Figura 03 – Ensaio SPT-03**



Fonte: Versal Engenharia, 2020.