

RELATÓRIO TÉCNICO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

OBRA: Cúbica Engenharia e Construção.

OBJETO: Execução de 03 (três) furos de sondagem de solo à percussão (SPT) para reconhecimento do solo.

LOCALIZAÇÃO: Rua: Pedro ângelo da Rosa, s/n, Bairro: Boa Vista, Ponta Porã - MS

MAIO – 2023.

ÍNDICE

1.0: Introdução:	3
1.2 – Finalidade da sondagem:	3
2.0–Metodologia de execução da sondagem (spt):	3
2.1– Aparelhagem utilizada:	3
2.2 - Como é feito	4
2.4 - Índice de resistência à penetração – Nspt	6
2.5- Avanço do furo e revestimento:	6
2.6 - Número de furos e total perfurado:	7
2.7 – Ensaio de penetração dinâmica:	7
2.8 - Índice de resistência à penetração	8
2.9 – Coleta de amostras:	8
2.10 - Nível da água:	8
3.0– Considerações importantes:	8
3.2 – Perfil geológico	9
3.3 – Interpretação dos resultados:	9
3.4 - Apresentação dos resultados:	10
3.5 - Conclusões e recomendações	11
Observações	11

ANEXOS:

Anexo 01 - Perfis de Sondagens SPT	12
Sondagem spt1	13
Sondagem spt2	14
Sondagem spt3	15
Anexo 02 - Locação Furos de Sondagens SPT	16-17

1.0: Introdução:

O presente relatório traz os resultados dos Estudos Geotécnicos do subsolo através de Ensaio "Standard Penetration Test" efetuados em três perfurações, no terreno localizado na Rua: Pedro Ângelo da Rosa, s/n, Bairro: Boa Vista, Ponta Porã - MS

Os trabalhos foram desenvolvidos em conformidade com as Normas Brasileiras *NBR 6484 - Execução de Sondagem de Simples Reconhecimento de Solos - Métodos e Ensaio*; e *NBR-7250 - Identificação do Solo*.

As perfurações foram denominadas SPT1, SPT2, SPT3.

Os boletins encontram-se anexo ao presente relatório e trazem os perfis geológicos e expressam numérica e graficamente a relação número de golpes/penetração do subsolo estudado.

1.2 – Finalidade da sondagem:

As finalidades destas sondagens, com o propósito de aplicações na engenharia civil, são:

- a) a determinação dos tipos de solo em suas respectivas profundidades de ocorrência;
- b) a posição do nível d' água; e
- c) os índices de resistência à penetração (N_{spt}) a cada metro.

2.0–Metodologia de execução da sondagem (spt):

A sondagem foi executada de acordo com as prescrições da norma NBR-6484/2001 da ABNT. As descrições das camadas foram realizadas segundo as exigências da NBR 7250/82.

A sondagem só paralisa-se nos seguintes casos:

- Quando atingiu a profundidade especificada na programação dos serviços;
- Quando ocorreu a condição de impenetrabilidade
- Quando prevista a continuidade da sondagem por rotativa

As amostragens foram realizadas da seguinte forma:

- - de metro em metro ou quando ocorria a mudança de material
- - as amostra do amostrador padrão de aproximadamente 200g – cilindros de solo

2.1– Aparelhagem utilizada:

A aparelhagem utilizada na sondagem é a descrita no item 5 e demais subitens da NBR-6484/2001.

O equipamento utilizado pode ser listado da seguinte maneira (Figura 01):

- tripé com serrilho, roldana e cabo;
- tubos de revestimento: diâmetro interno = 2 ½", 3", 4" ou 6",
- hastes de aço rosqueável: diâmetro interno = 25 mm, diâmetro externo = 33,7 mm
- martelo cilíndrico ou prismático com coxim de madeira para cravação das hastes e tubos de revestimento (peso = 65 kg);
- A mostrador padrão bipartido, dotado de dois orifícios laterais para saída de água e ar: diâmetro interno = 34,9 mm e diâmetro externo = 50,8mm;
- Trados (para perfuração inicial)

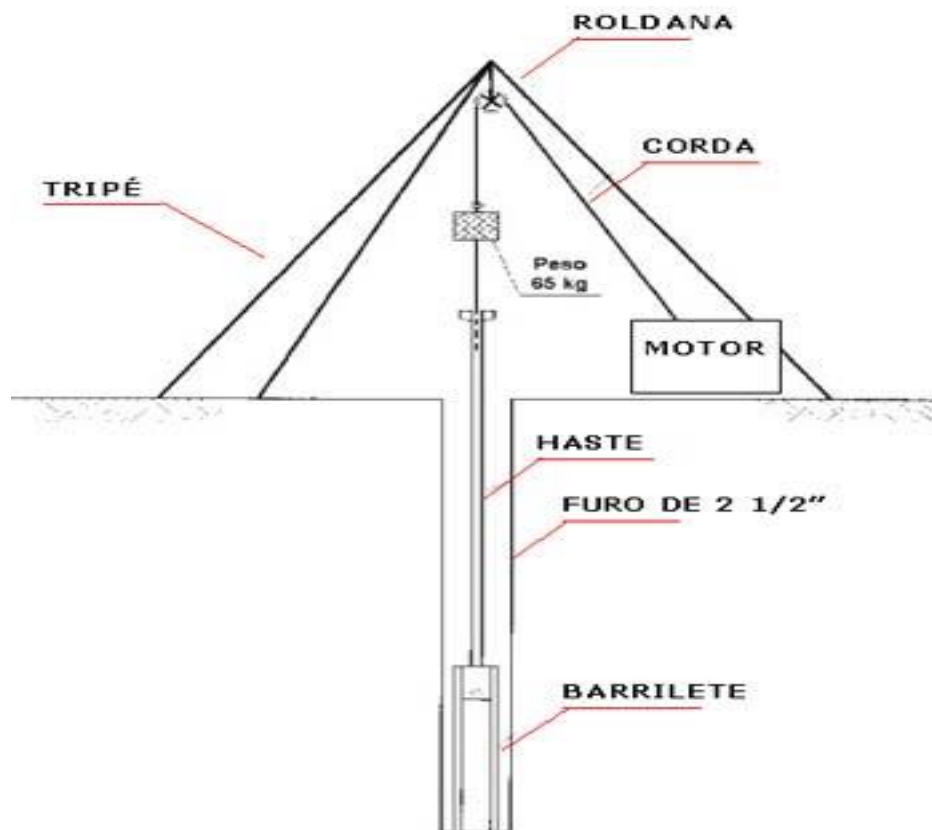


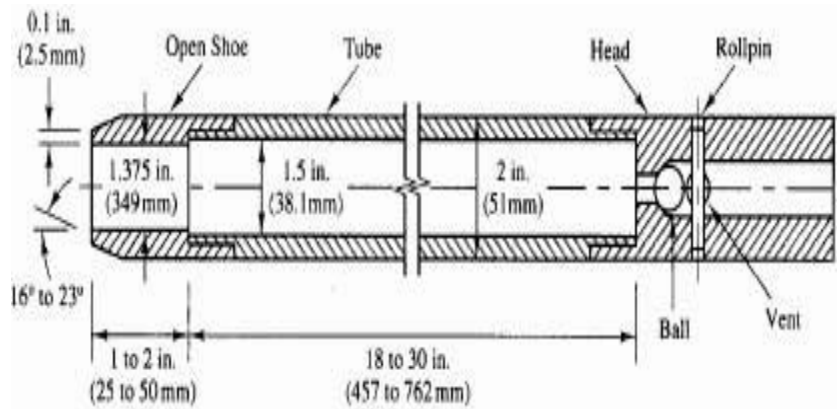
Figura 01 – Esquema da Sondagem à Percussão – SPT

2.2 - Como é feito

O ensaio consiste em fazer uma perfuração vertical com diâmetro normal 2,5" (63,5mm). A profundidade varia com o tipo de obra e o tipo de terreno, ficando em geral entre 10 a 30 m. A sondagem prossegue assim até a profundidade especificada pelo projetista (que se baseia na norma), ou então até que a percussão atinja material duro como, por exemplo, rocha, matacões, seixos ou cascalhos de diâmetro grande.

Durante a perfuração, a cada metro de avanço é feito um ensaio de cravação do amostrador no fundo do furo, para medir a resistência do solo e coletar amostras. Esse ensaio, denominado ensaio de penetração ou ensaio SPT, é feito com equipamento e procedimento padronizados no mundo todo, para permitir a correlação de seu resultado com a experiência consolidada de muitos estudos feitos no Brasil e no exterior.

O amostrador (figura ao lado) é cravado através do impacto de uma massa metálica de 65 kg caindo em queda livre de 75 cm de altura. O resultado do teste SPT será a quantidade de golpes necessários para fazer penetrar os últimos 30 cm do amostrador no fundo do furo. Se o solo for muito mole, anota-se a penetração do amostrador, em centímetros, quando a massa é simplesmente apoiada sobre o ressalto. A medida



Amostrador padrão para ensaio SPT. A padronização internacional permite comparações entre estudos feitos em diversas partes do mundo.

correspondente à penetração obtida por simples apoio, ou zero golpe, pode ser expressiva em solos moles. Na penetração por batida da massa conta-se o número de golpes aplicados, para cada 15 cm de penetração do amostrador.

As diretrizes para a execução de sondagens são regidas pela NBR 6484, "Execução de Sondagens de simples reconhecimento", a qual recomenda que, em cada teste, deve ser feita a penetração total dos 45 cm do amostrador ou até que a penetração seja inferior a 5 cm para cada 10 golpes sucessivos. A cada ensaio de SPT prossegue-se a perfuração (com o trado ou o trépano) até a profundidade do novo ensaio.

2.3 - Critérios de paralisação da sondagem

O processo de perfuração, por trado ou lavagem, associado aos ensaios penetrométricos, será realizado até onde se obtiver nesses ensaios uma das seguintes condições:

- 1 -- Quando em 3 m sucessivos se obtiver índices de penetração maiores do que 45/15;
- 2 -- Quando em 4 m sucessivos forem obtidos índices de penetração entre 45/15 e 45/30;
- 3 -- Quando, em 5 m sucessivos, forem obtidos índices de penetração entre 45/30 e 45/45 (número de golpes/espaco penetrado pelo amostrador).

Caso a penetração seja nula dentro da precisão da medida na sequência de 5 impactos do martelo o ensaio será interrompido, não havendo necessidade de obedecer o critério estabelecido acima.

Entretanto, ocorrendo essa situação antes de 8,00 m, a sondagem será deslocada até o máximo de quatro vezes em posições diametralmente opostas, distantes 2,00 m da sondagem inicial.

2.4 - Índice de resistência à penetração – Nspt

A norma brasileira estabelece como índice (O índice SPT foi definido por Terzaghi-Peck) de resistência à penetração: **N** ou **Nspt** – **soma do número de golpes necessários à penetração** no solo, dos 30cm finais do amostrador padrão no Standard Penetration Test. Despreza-se portanto o número de golpes correspondentes à cravação dos 15 cm iniciais do amostrador.

Em alguns casos o Nspt é apresentado de forma diferenciada:

- - quando todo amostrador penetra somente com o peso do martelo – **zero golpes**
- - quando o solo foi poço consistente ou compacto que ao primeiro golpe penetra mais do que os 45 cm do amostrador, indica-se associado a este golpe a profundidade penetrada.
- - Quando o solo foi rijo ou compacto que não se conseguiu cravar todo o amostrador indicou-se a razão golpes/profundidade

A correlação básica do Nspt – compacidade (**areias e siltes arenosos**) e consistência (**argilas e siltes argilosos**), segundo NBR 7250/82 estão apresentados nos quadros abaixo:

Índices de resistência à penetração e respectivas designações		
Solo	Índice de Resistência á Penetração	Designação
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofo
	5 - 8	Pouco compacto
	9 - 18	Medianamente compacto
	19 - 40	Compacto
	> 40	Muito compacto
Argila e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 - 5	Mole
	6 - 10	Média
	11 - 19	Rija
	20 - 30	Muito rija
	> 30	dura

Quadro 01 – Compacidade (**areias e siltes arenosos**) e consistência (**argilas e siltes argilosos**).

2.5- Avanço do furo e revestimento:

A perfuração do solo foi realizada, conforme o item 6.2 e demais subitens da NBR-6484/20.

2.6 - Número de furos e total perfurado:

A NBR 8036/83 (Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios) estabelece os números de perfurações a serem feitas, em função do tamanho do edifício, conforme segue:

- No mínimo uma perfuração para cada 200m² de área da projeção em planta do edifício, até 1.200m² de área;
- Entre 1.200 m² e 2.400m² fazer uma perfuração para cada 400 m² que excederem aos 1.200 m² iniciais;
- cima de 2.400m² o número de sondagens será fixado de acordo com o plano particular da construção.

Em quaisquer circunstâncias o número mínimo de sondagens deve ser de 2 para a área da projeção em planta do edifício até 200m², e três para área entre 200m² e 400m².

SONDAGEM À PERCUSSÃO	
ÁREA	Nº DE FUROS
0-200 m ²	2
200-600m ²	3
600-800m ²	4
800-1000m ²	5
1000-1200m ²	6
1200-1900m ²	7
1900-2400m ²	8
> 2400m ²	a definir

Obs.: Área = área de projeção em planta da edificação.

Foi executado três furos de sondagem de simples reconhecimento, com SPT, perfazendo um total perfurado de 17,80 m (Dezessete metros e oitenta e sete centímetros), sendo o objetivo da sondagem a verificação preliminar do subsolo.

2.7 – Ensaio de penetração dinâmica:

A cada metro perfurado, foi realizado o ensaio de penetração dinâmica, item 6.3 da NBR-6484/2001, que consiste em anotar o número de golpes necessários para fazer o barrilete amostrador padrão penetrar no terreno um total de 45 cm, divididos em segmentos de 15cm, sob a percussão de um peso de 65 Kg, com altura de queda livre de 75cm. O barrilete amostrador padrão usado tem diâmetros externo e interno iguais a 50,8mm e 34,9mm, respectivamente.

2.8 - Índice de resistência à penetração:

A soma do número de golpes para a penetração dos 30 últimos centímetros do barrilete amostrador padrão representa o índice de resistência à penetração (N-SPT), que permite estimar parâmetros e propriedades do solo sondado.

2.9 – Coleta de amostras:

Foram coletadas, a cada metro perfurado, amostras deformadas do subsolo, utilizando-se o barrilete amostrador padrão. As amostras foram acondicionadas em recipientes de plásticos, com tampa, com rótulos de identificação e posteriormente classificadas e identificadas tátil-visualmente, segundo os termos técnicos prescritos nas normas NBR-6502/1995 e NBR-6484/2001.

2.10 - Nível da água:

Os níveis de água referente ao lençol freático, na data da sondagem, especificam-se na tabela abaixo.

NIVEL DE ÁGUA	SPT1	SPT2	SPT3
NA DATA DA SONDAGEM	Não Observado	Não Observado	5,50 M

A posição do lençol freático é variável e sazonal, pelo que a sua estabilidade está em função da permeabilidade e das estações do ano, podendo sofrer variações de acordo com a frequência de chuva.

3.0– Considerações importantes:

Dadas às características de heterogeneidade dos solos, as sondagens à percussão não englobam todas as condições geológico-geotécnicas do terreno sondado. As condições de subsolo podem variar para qualquer outro ponto locado e até mesmo diferir em um mesmo ponto com a passagem do tempo. Por isso, como estabelece o item 4.1.4 da NBR-6122/1996, quando da execução de uma fundação, se for constatada alguma diferença entre as condições locais e as fornecidas pela sondagem, será necessário à elaboração de sondagens complementares, de forma que as divergências fiquem completamente esclarecidas. Todos os dados obtidos durante a execução da sondagem estão apresentados nos desenhos anexos.

3.2 – Perfil geológico

Em resumo, observaram-se homogeneidade no perfil do subsolo até 5,60m nas três sondagens com predominância de solo silte-argiloso. Na sondagem 03 em 6,15m extraiu-se amostras de solo argilo-siltoso de consistência muito mole. Nas três sondagens não foi atingida o horizonte correspondente ao impenetrável à percussão, sendo o nspt máximo atingido igual a 12 pancadas na sondagem SPT3, na cota referencial igual a 3,15m.

3.3 – Interpretação dos resultados:

Na maioria dos casos, a interpretação dos dados SPT visa à escolha do tipo das fundações, a estimativa das taxas de tensões admissíveis do terreno e uma previsão dos recalques das fundações.

Assim, a empresa encarregada de fazer o ensaio fornece um relatório dos trabalhos e um desenho esquemático de cada furo. A partir daí, cabe ao projetista interpretar os resultados para escolher o tipo de fundação ou, se ainda achar os dados inconclusivos, pedir algum ensaio mais específico.

A escolha do tipo de fundação é feita analisando os perfis das sondagens, cortes longitudinais do subsolo que passam pelos pontos sondados. A pressão admissível a ser transmitida por uma fundação direta ao solo depende da importância da obra e também da experiência acumulada na região, podendo ser estabelecida em função de índice correlacionado com a consistência ou compacidade das diversas camadas do subsolo.

O quadro abaixo apresenta uma correlação do mesmo tipo para solos coesivos, igualmente estabelecidos por Terzaghi-Peck. Esta correlação entre o índice de resistência à penetração e a resistência à compressão simples é ainda menos precisa que a anterior e tem também caráter indicativo. .

Relação entre tensão admissível e número de golpes (SPT)			
Tipo de solo	Consistência	SPT	Tensão admissível (Kg/cm ²)
Argila	Muito mole	< 2	< 0,25
	Mole	2 a 4	0,25 a 0,5
	Média	4 a 8	0,5 a 1,0
	Rija	8 a 15	1 a 2
	Muito rija	16 a 30	2 a 4
	Dura	> 30	maior que 4
Areia	Fofa	<= 4	< 1
	Pouco compacta	5 a 10	1 a 2
	Medianamente compacta	11 a 30	2 a 4
	Compacta	31 a 50	4 a 6
	Muito compacta	> 50	> 6

Além das tabelas acima, é possível estimar a carga admissível em um solo mediante a fórmula abaixo:

$$T_{admin} = \sqrt{SPT} - 1$$

Assim, por exemplo, um solo com índice SPT de 20 teria uma tensão admissível de 3,47 Kg/cm² e outro com SPT 16 teria uma tensão admissível de 3 Kg/cm². Mas devemos ressaltar que estes valores, tanto das tabelas quanto da fórmula acima, são muito genéricos e imprecisos. Só mesmo uma análise criteriosa da sondagem por um técnico especializado pode determinar com precisão o melhor valor para a resistência do solo.

Isto porque além do tipo de solo e sua resistência SPT, o projetista deve levar em conta outros fatores inerentes às fundações -- forma, dimensões e profundidade -- e ao terreno que servirá de apoio, analisando a profundidade, nível d'água e possibilidade de recalques, além da existência de camadas mais fracas abaixo da cota de nível prevista para assentar as fundações.

3.4 - Apresentação dos resultados:

Os dados colhidos na sondagem são mostrados na forma de perfil individual do furo, ou seja, um desenho que traduz o perfil geológico do subsolo na posição sondada, baseado na descrição dos “testemunhos”, aquelas amostras colhidas durante a perfuração. A descrição dos testemunhos é feita a cada manobra e inclui:

1 -- Classificação litológica – Cor, tonalidade e dados sobre formação geológica, mineralogia, textura e tipo dos materiais.

2 -- Estado de alteração das rochas – Trata-se de um fator que faz variar extraordinariamente suas características. As descrições do grau de alteração das rochas, embora muito informativas, são até certo ponto subjetivas por se basearem normalmente na opinião do autor da classificação.

3 -- Grau de fraturamento – Uma das maneiras de avaliar o grau de fraturamento da rocha é através do número de fragmentos por metro, obtido dividindo-se o número de fragmentos recuperados em cada manobra pelo comprimento da manobra.

3.5 – Conclusões e recomendações:

A escolha do tipo de fundação a utilizar estará em função às capacidades de carga da mesma, de acordo com as exigências e compatibilidade plena com as solicitações da obra à construir, especificadas no projeto estrutural.

Observações:

Em função do estudo de viabilidade técnica-econômica-estrutural, para o caso de estacas trabalhando por atrito lateral, neste tipo de perfil obtido na sondagem, de acordo ao estudo de capacidade admissível de carregamento das estruturas, especifica-se que poderá minimizar-se a possibilidade de recalques totais ou diferenciais mas não eliminar completamente essa probabilidade. As fórmulas de cálculo referentes ao estudo de capacidades de carregamentos admissíveis das fundações semi-profundas ou profundas, com utilização de estacas trabalhando por ponta e atrito lateral, acham-se fundamentadas em provas de cargas estáticas instantâneas, com os quais de acordo aos coeficientes de segurança utilizadas melhoram-se a segurança, mas não se elimina totalmente os riscos de recalques, sejam diferenciais, parcial ou total.

Caso houver carregamentos aplicados ou pontuais elevados, é importante executar ensaio de prova de carga ou carregamento, com o objetivo de verificar a capacidade admissível do subsolo, e minimizar a possibilidade de recalque. Na opção de utilização de estacas que não atingirem o impenetrável, é interessante considerar somente a resistência ao atrito lateral das estacas, sem considerar a resistência de ponta das mesmas, ao qual devesse aplicar-se os coeficientes de segurança correspondentes.

Anexo 01:

Perfis de Sondagem SPT

SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT

PROPRIETÁRIO: Cúbica Engenharia e Construção

LOCALIZAÇÃO: Rua: Pedro ângelo da Rosa, s/n,

Bairro: Boa Vista, Ponta Porã - MS

SONDAGEM SPT1

DATA DA SONDAGEM	
------------------	--

INICIO:	27/04/2023
---------	------------

TÉRMINO:	27/04/2023
-----------------	------------

PROF. (M)	COTA N.A. (M)	ENSAIO À PERCUSSÃO					NÚMERO DE GOLPES x 30CM	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
		N.A.	GOLPES/CM			Nspt				
			15	30	45					
1			2	2	3	5	0		1,15 2,15 3,15 4,15 5,60	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
2			2	3	3	6	1			SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
3			3	4	4	8	2			SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
4			4	4	4	8	3			SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
5			4	4	4	8	4			SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
6							5		FIM DA SONDAGEM	
7							6			
8							7			
9							8			
10							9			
11							10			
12							11			
13							12			
14							13			
15							14			
16							15			
17							16			
18							17			
19							18			
20							19			
21							20			
22							21			
							22			
RESPONSÁVEL TÉCNICO:							OBSERVAÇÕES:			
GIOVANNI DE MOURA CANO							1. COTA DE ÁGUA: NÃO OBSERVADO NA DATA DA SONDAGEM			
CREA: 63308-MS							2. ÍNDICE DE PENETRAÇÃO (NSPT) REFERENTE À SOMA DOS 30CM. FINAIS. 13			

SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT

PROPRIETÁRIO: Cúbica Engenharia e Construção
LOCALIZAÇÃO: Rua: Pedro ângelo da Rosa, s/n,
 Bairro: Boa Vista, Ponta Porã - MS

SONDAGEM SPT2

DATA DA SONDAGEM

INÍCIO: 27/04/2023
TÉRMINO: 27/04/2023

PROF. (M)	COTA N.A. (M)	ENSAIO À PERCUSSÃO					NUMERO DE GOLPES x 30CM	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
		GOLPES/CM							
		N.A.	15	30	45	Nspt			
1			2	2	2	4	0	1,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MOLE.
2			2	3	4	7	1	2,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
3			3	4	4	8	2	3,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
4			3	4	4	8	3	4,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
5			3	3	4	7	4	5,6	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
6							5	FIM DA SONDAGEM	
7							6		
8							7		
9							8		
10							9		
11							10		
12							11		
13							12		
14							13		
15							14		
16							15		
17							16		
18							17		
19							18		
20							19		
21							20		
22							21		
							22		

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
GIOVANNI DE MOURA CANO
CREA: 63308-MS

OBSERVAÇÕES:
1. COTA DE ÁGUA: NÃO OBSERVADO NA DATA DA SONDAGEM
2. ÍNDICE DE PENETRAÇÃO (NSPT) REFERENTE À SOMA DOS 30CM. FINAIS.

SONDAGEM À PERCUSSÃO - SPT

PROPRIETÁRIO: Cúbica Engenharia e Construção LOCALIZAÇÃO: Rua: Pedro ângelo da Rosa, s/n, Bairro: Boa Vista, Ponta Porã - MS	SONDAGEM SPT3	DATA DA SONDAGEM	
		INICIO:	28/04/2023
		TÉRMINO:	28/04/2023

PROF. (M)		COTA N.A. (M)	ENSAIO À PERCUSSÃO				NUMERO DE GOLPES x 30CM		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
			N.A.	15	30	45	Nspt				
1				2	2	3	5	0		1,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
2				2	3	4	7	1		2,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
3				4	6	6	12	2		3,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, RIJA.
4				6	5	4	9	3		4,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
5		5,50M		3	3	3	6	4		5,15	SILTE-ARGILOSO, MARROM, CONSISTÊNCIA MÉDIA.
6				1	1	1	2	5		6,15	ARGILO-SILTOSO, MARROM-AVERMELHADO C/ CONCREÇÕES, MUITO MOLE.
7								6		FIM DA SONDAGEM	
8								7			
9								8			
10								9			
11								10			
12								11			
13								12			
14								13			
15								14			
16								15			
17								16			
18								17			
19								18			
20								19			
21								20			
22								21			
								22			

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	OBSERVAÇÕES:
GIOVANNI DE MOURA CANO	1. COTA DE ÁGUA NA DATA DA SONDAGEM: 5,50M.
CREA: 63308-MS	2. ÍNDICE DE PENETRAÇÃO (NSPT) REFERENTE À SOMA DOS 30CM. FINAIS.

Anexo 02:

Locação dos furos de sondagem