

**RELATÓRIO DAS SONDAGENS À PERCUSSÃO SPT EXECUTADAS A
PARTIR DA VIZINHANÇA DO SRTVN ATÉ ÀS PROXIMIDADES DA
AVENIDA L4 NORTE - BRASÍLIA/DF**

INTERESSADO:

TC/BR CONSULTORIA BRASILEIRA S.A.

PUBLICAÇÃO: Reforsolo 152/08

(Arquivo P210_08)

BRASÍLIA / DF

AGOSTO / 2008

SUMÁRIO

1.0.	APRESENTAÇÃO	3
2.0.	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE EXECUÇÃO DAS SONDAJENS.....	3
3.0.	RESUMO TEÓRICO.....	7
3.1.	Standard Penetration Test (SPT).....	7
4.0.	PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS	11
5.0.	ANEXOS.....	11
5.1.	Anexo A - Perfis dos furos de sondagem, com informações de: Resistência à Percussão, descrição das camadas, etc.....	11

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 - Visão macro da área de execução das sondagens SPT.....	4
Imagem 2 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT.....	4
Imagem 3 - Visão geral dos pontos das sondagens SPT.....	5
Imagem 4 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 01, SPT 02 e SPT 03.....	5
Imagem 5 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 04, SPT 05 e SPT 06.....	6
Imagem 6 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 07, SPT 08, SPT 09 e SPT 10.....	6
Imagem 7 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 11, SPT 12 e SPT 13.....	7

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Amostrador-padrão “Raymond” (NBR 6.484 / 2001) – Fechado.....	8
Foto 2 – Amostrador-padrão “Raymond” (NBR 6.484 / 2001) - Aberto.....	8

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo com as coordenadas aproximadas e profundidades de perfuração de cada sondagem executada.....	3
Tabela 2 – Estados de compactidade e de consistência dos solos (NBR 6.484 / 2001).....	10

1.0. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta os resultados das sondagens à percussão SPT realizadas a partir da vizinhança do SRTVN até às proximidades da avenida L4 Norte.

Os estudos consistiram na execução de treze furos de sondagens totalizando 191,35 (cento e noventa e um vírgula trinta e cinco) metros de perfuração. Tais sondagens foram executadas em atendimento à indicação de área especificada pela contratante.

A Tabela 1 apresenta um resumo com as coordenadas aproximadas dos respectivos pontos sondados, bem como a profundidade de perfuração de cada ponto executado.

Tabela 1 – Resumo com as coordenadas aproximadas e profundidades de perfuração de cada sondagem executada.

LOCAÇÃO DAS SONDAJENS SPT			
PONTO	COORDENADAS		Profundidade de Perfuração (m)
SPT-1	15°46'58.99"S	47°53'27.32"O	22,6
SPT-2	15°47'0.57"S	47°53'17.33"O	21,75
SPT-3	15°47'0.59"S	47°53'10.73"O	19,9
SPT-4	15°47'1.85"S	47°53'1.19"O	15,75
SPT-5	15°47'2.03"S	47°52'53.31"O	18,45
SPT-6	15°47'1.97"S	47°52'45.60"O	19,9
SPT-7	15°47'1.83"S	47°52'37.04"O	18,5
SPT-8	15°47'1.02"S	47°52'27.11"O	14,95
SPT-9	15°46'58.72"S	47°52'19.99"O	15,45
SPT-10	15°46'54.11"S	47°52'14.08"O	5,15
SPT-11	15°46'45.35"S	47°52'5.11"O	7,45
SPT-12	15°46'49.20"S	47°52'2.00"O	7,6
SPT-13	15°46'51.66"S	47°51'58.02"O	3,9
Total (em metros)			191,35

As sondagens foram executadas pelos técnicos Hildeman e Israel, com as respectivas equipes, e acompanhadas pelos Engenheiros Cíveis Haroldo da Silva Paranhos e Rideci Farias.

Observação: As coordenadas de cada ponto foram adquiridas com o auxílio de um GPS marca Etrex Vista da Garmin.

2.0. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE EXECUÇÃO DAS SONDAJENS

A área de execução das sondagens localiza-se a partir da vizinhança do SRTVN até às proximidades da avenida L4 Norte. Os furos foram denominados de SPT-01 a SPT-13, conforme Imagens 1 a 7 retiradas do Google Earth em 04 de agosto de 2008. Tais imagens mostram a visão macro e micro aproximada, respectivamente, da área de execução das sondagens.



Imagem 1 - Visão macro da área de execução das sondagens SPT.



Imagem 2 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT.

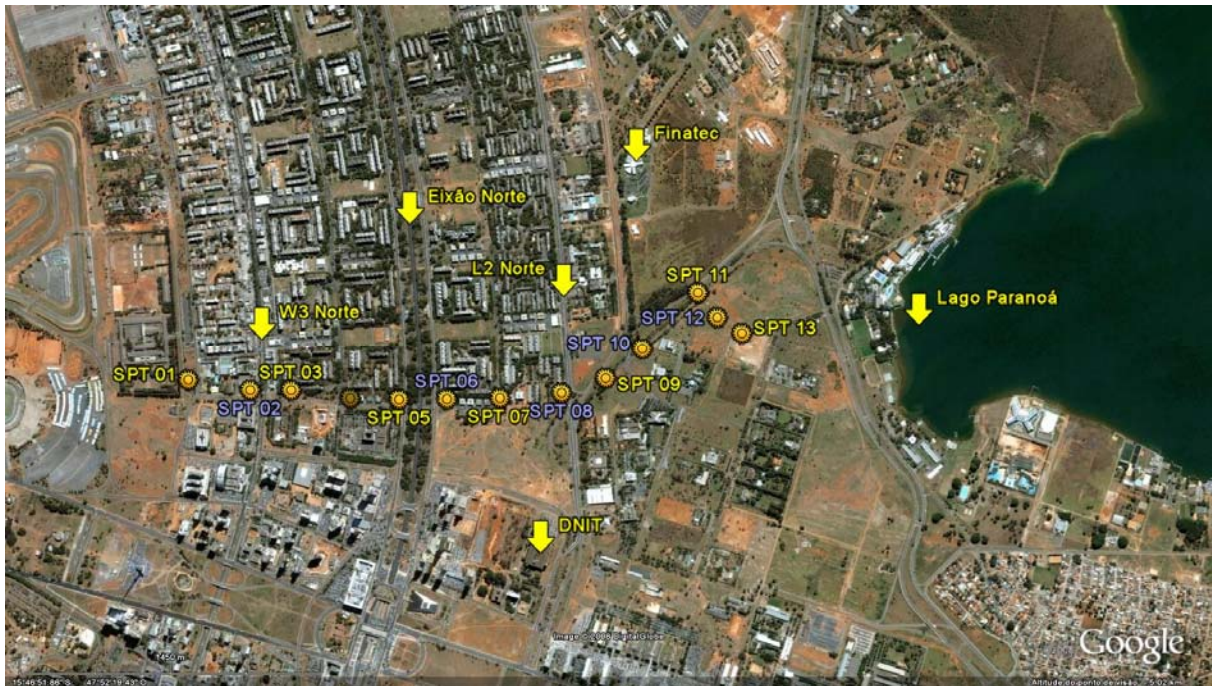


Imagem 3 - Visão geral dos pontos das sondagens SPT.



Imagem 4 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 01, SPT 02 e SPT 03.



Imagem 5 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 04, SPT 05 e SPT 06.

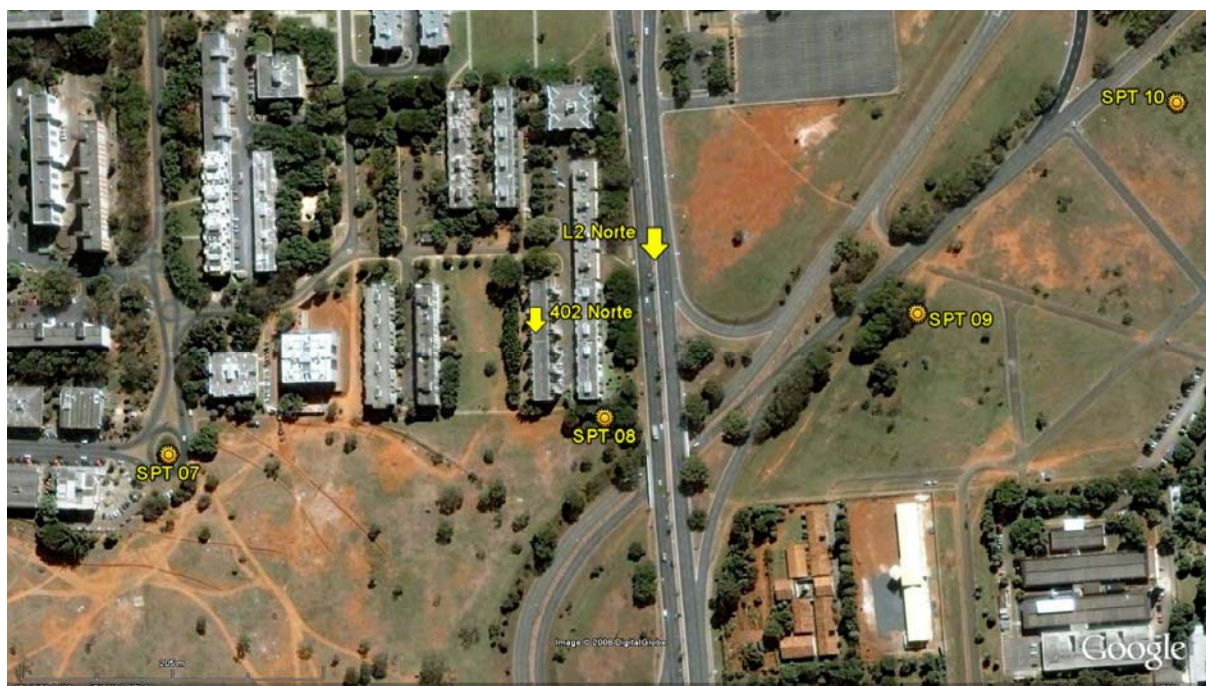


Imagem 6 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 07, SPT 08, SPT 09 e SPT 10.

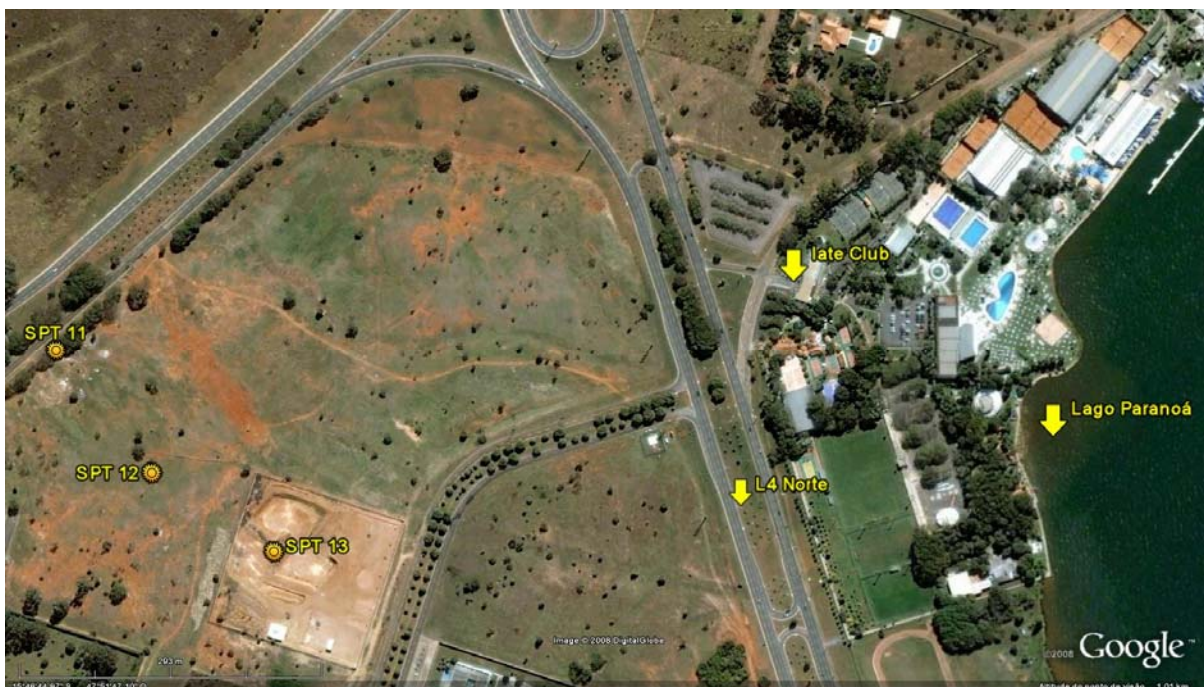


Imagem 7 - Visão micro da área de execução das sondagens SPT 11, SPT 12 e SPT 13.

3.0. RESUMO TEÓRICO

A seguir, para melhor entendimento quanto às sondagens “SPT” realizadas e seus resultados, apresenta-se um breve resumo teórico suprimido, com adaptações, do Livro “Fundações – Teoria e Prática, 1998 (Editora Pini)”, e também de bibliografias específicas ao assunto pertinente a este Relatório.

3.1. Standard Penetration Test (SPT)

A sondagem a percussão SPT é um procedimento geotécnico de campo, capaz de amostrar o subsolo. Quando associada ao ensaio de penetração dinâmica (SPT), mede a resistência do solo ao longo da profundidade perfurada.

Ao se realizar uma sondagem pretende-se conhecer:

- a) o tipo de solo atravessado pela retirada de uma amostra deformada, a cada metro perfurado;
- b) a resistência (N) oferecida pelo solo à cravação do amostrador padrão, a cada metro perfurado;
- c) a posição do nível ou dos níveis d’água, quando encontrados durante a perfuração.

No Brasil, o ensaio de SPT (Standard Penetration Test) é normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da NBR 6.484 de fevereiro de 2001.

O ensaio consiste basicamente na cravação de um amostrador padrão no solo, pela queda livre de um peso de 65 kg (martelo), caindo de uma altura de 75 cm. As Fotos 1 e 2, a seguir, apresentam o amostrador padrão, segundo a NBR 6484 / 2001.



Foto 1 – Amostrador-padrão “Raymond” (NBR 6.484 / 2001) – Fechado.



Foto 2 – Amostrador-padrão “Raymond” (NBR 6.484 / 2001) - Aberto.

Para a execução das sondagens, determina-se, em planta, na área a ser investigada, a posição dos pontos a serem sondados. No caso de edificações, procura-se dispor as sondagens em posições próximas aos limites de projeção das mesmas e nos pontos de maior concentração de carga. Procuram-se, salvo em casos específicos, distâncias entre pontos variando de 15 metros a 30 metros.

Nas investigações preliminares de áreas extensas para estudos de viabilidade, a distância entre sondagens deve ser complementada por furos menos distantes, conforme dito anteriormente. Em qualquer caso deve-se evitar a locação de pontos alinhados, de forma a permitir uma interpretação em diversos planos de corte. Deve-se também evitar, como regra, um único furo de sondagem. São comuns as variações de resistência e tipo de solo em áreas não necessariamente grandes.

Para início de uma sondagem, monta-se sobre o terreno, na posição de cada perfuração, um cavalete de quatro pernas erroneamente chamado de “tripé”. No topo do “tripé” é montado um conjunto de roldanas por onde passa uma corda, usualmente de cisal. Este conjunto: “tripé”, roldanas e corda, auxiliará no manuseio da composição de hastes e levantamento do “martelo”. Inicia-se o furo desde o ponto de instalação do equipamento, na maioria das vezes coincide com a superfície do terreno. Com auxílio de um “trado cavadeira”, perfura-se até um metro de profundidade. Recolhe-se e acondiciona-se uma amostra representativa de solo, que é identificada como amostra zero. Em uma das extremidades de uma composição de hastes de 1”, acopla-se o amostrador padrão (1 3/8” e 2”), de diâmetros interno e externo, respectivamente). Este é apoiado no fundo do furo aberto com trado cavadeira. Ergue-se o “martelo” com auxílio da corda e roldanas citadas, até uma altura de 75 cm acima do topo da composição de hastes e deixa-se que caia sobre esta, em queda livre. Este procedimento é realizado até a penetração de 45 cm do amostrador padrão no solo. Conta-se o número de quedas do “martelo” necessário para a cravação de cada segmento de 15 cm do total de 45 cm.

A soma do número de golpes necessários à penetração dos últimos 30 cm do amostrador é designada por N. O procedimento com os padrões acima é chamado “Standard Penetration Test”, SPT.

Quando retirado o amostrador do furo, é recolhida e acondicionada a amostra contida em seu “bico”. Quando observadas mudanças de tipo de solo no material do corpo do “amostrador”, a parte que as caracteriza deve, também, ser armazenada e identificada.

Prossegue-se a abertura de mais um metro de furo até alcançar-se a cota seguinte, neste caso, 2 metros. Para isso, utiliza-se um “trado helicoidal” que remove o material quando este tem determinada coesão e não está abaixo do nível do lençol freático. Caso não seja possível o “avanço a trado”, como é chamado este procedimento, por resistência exagerada do solo ou pelo tipo de material ou, ainda, pela presença de água do lençol freático, prossegue-se à perfuração com auxílio de “circulação” de água.

A “circulação de água” é realizada com emprego de uma motobomba, um reservatório com divisória para decantação e um “trépano”.

A água é injetada na composição de haste que, neste caso, leva em sua extremidade inferior não o amostrador, mas sim, o “trépano”. Esta água é injetada no solo por orifícios laterais ao “trépano”. A pressão da água e movimentos de rotação e percussão imprimidos à composição de hastes fazem com que o “trépano” rompa a estrutura do solo. O solo misturado à água retorna à superfície e é despejado no reservatório. O material mais pesado decanta e permanece no fundo do reservatório. A água é novamente injetada no furo. Na verdade, cria-se um circuito fechado de circulação com auxílio de tubos e hastes. Quando, por qualquer motivo, as paredes do furo não permanecem estáveis, auxilia-se o processo de avanço contendo-as com a cravação de “tubo de revestimento” de 2 ½” de diâmetro (eventualmente 3” de diâmetro) e trabalhando-se internamente a este.

Da maneira acima descrita, a sondagem avança em profundidade, medindo a resistência a cada metro e retirando com o amostrador amostras do tipo de solo atravessado.

A profundidade a ser atingida depende do porte da obra a ser edificada e conseqüentemente das cargas que serão transmitidas ao terreno.

A NBR 6.484 / 2001 fornece critérios mínimos para orientar a profundidade das sondagens. Porém, a resistência dos solos, o tipo de obra e características do projeto podem exigir sondagens mais profundas ou critérios mais rígidos de paralisação. Para que se não perfure a mais ou menos do que o necessário, é recomendável o acompanhamento do trabalho pelo profissional responsável pelo projeto de fundações. São comuns casos em que, por falta de informações, as sondagens são interrompidas de acordo com a Norma, porém insuficientes para se determinar alguns tipos de fundação, ou para serem consideradas em um projeto após o corte do terreno.

De primordial importância é a determinação do nível de água, quando ocorrer, seja por armazenamento de água de chuva ou presença do lençol freático. Durante o processo de avanço da perfuração, ao se determinar ocorrência de água, interrompe-se o trabalho e anota-se a profundidade. Em alguns casos, após a detecção da presença de água, observa-se que esta provém do fundo das paredes do furo, ocupando-se em parte. Deve-se sempre aguardar a sua estabilização e anotar a profundidade correspondente à superfície da água. Terminada a perfuração, retira-se a água existente no furo com o auxílio de um “baldinho” (peça de cano de diâmetro 1”). Aguarda-se o surgimento da água e anota-se novamente a profundidade da lâmina d’água. Quando possível, deve-se esgotar a água dos furos de sondagem no final do expediente e medir, na manhã do dia seguinte, a altura da lâmina d’água. Cuidado especial

deve ser tomado quando, pelo tipo de solo atravessado, imaginar-se que poderá existir mais de um lençol freático, ou “lençol empoleirado”, como é chamado. Nestes casos, reveste-se o furo para isolar o primeiro lençol de água encontrada e prossegue-se a perfuração, a trado, até detectar-se o lençol seguinte.

As amostras de solo coletadas a cada metro devem ser levadas ao laboratório para classificação táctil-visual mais esmerada. São definidas as camadas de solos sedimentares com suas respectivas espessuras ou os horizontes de decomposição dos solos residuais. Eventuais dúvidas de classificação de materiais que se situam muito próximo a fronteiras granulométricas (argila siltosa ou silte argiloso), podem ser dirimidas com auxílio de ensaios de laboratório como, por exemplo, granulometria, Limites de Atterberg, etc. Este procedimento, embora não usual, é recomendável.

De posse dos perfis, individuais preliminares de cada sondagem obtidos após a classificação táctil-visual, do nível d’água e da cota (elevação) do terreno no início da perfuração, desenhasse, com as respectivas convenções, o perfil do subsolo de cada sondagem, ou de preferência, para facilitar a visualização, seções do subsolo abrangendo diversas sondagens. O desenho das sondagens deverá mostrar todas as camadas ou horizontes de solo encontrados, as posições dos níveis d’água, o número de golpes N necessários à cravação dos 30 (trinta) últimos centímetros do amostrador e demais informações últimos que forem observadas.

A Tabela 2, a seguir, apresenta o Anexo A da NBR 6.484 / 2001 com os estados de compactidade e de consistência para solos em função do Índice de resistência à penetração “N” obtido nos ensaios de SPT.

Tabela 2 – Estados de compactidade e de consistência dos solos (NBR 6.484 / 2001).

Solo	Índice de resistência à penetração (N)	Designação ⁽¹⁾
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa (o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Medianamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	> 40	Muito compacta (o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	> 19	Dura (o)

(1) As expressões empregadas para a classificação da compactidade das areias (fofa, compacta, etc.), referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.

4.0. PRINCIPAIS NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

- . NBR 6484 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT;
- . NBR 9603 - Sondagem atrado;
- . NBR 6122 - 1996 - Projeto e Execução de Fundações;
- . NBR 13441 - Rochas e solos.

5.0. ANEXOS

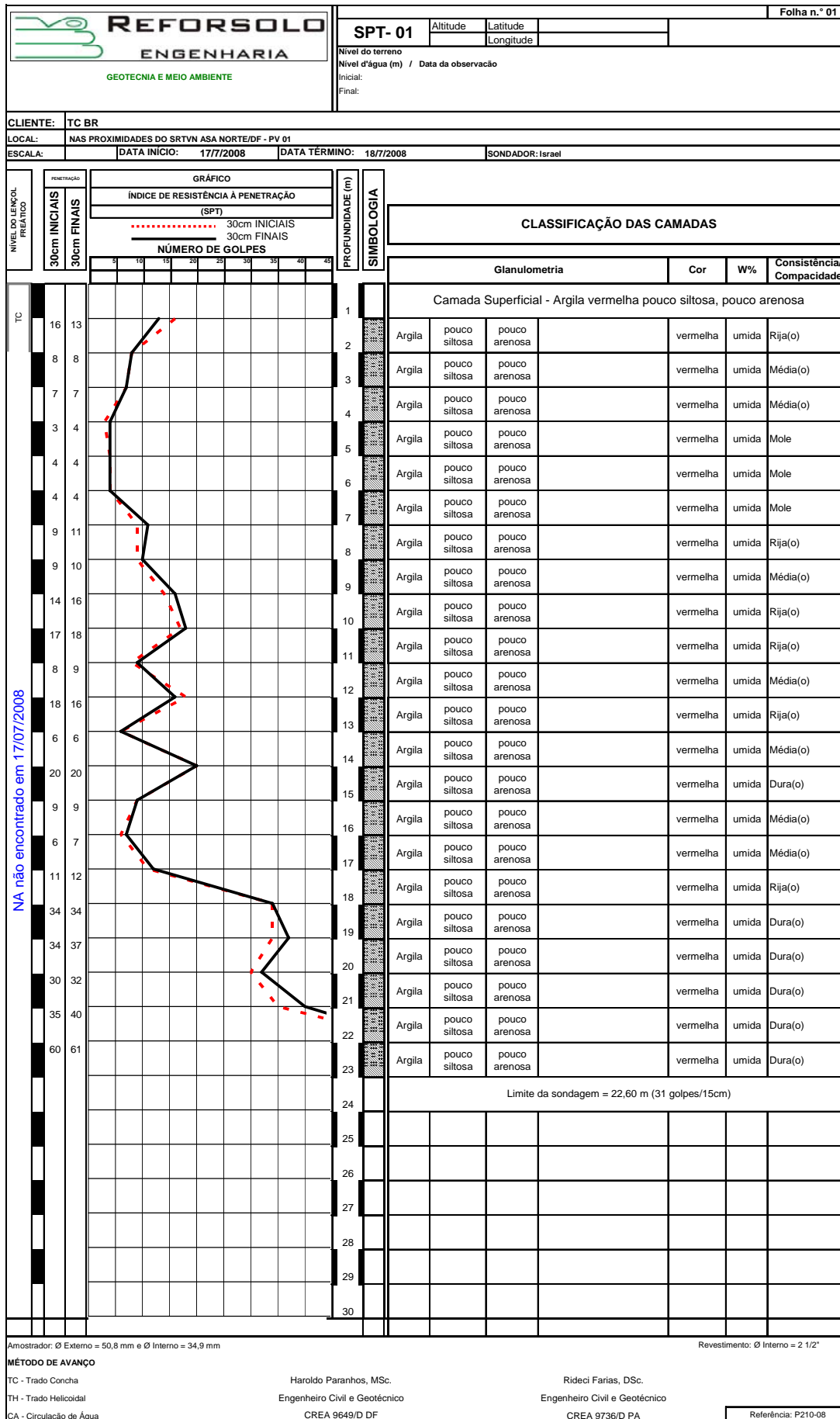
5.1. Anexo A - Perfis dos furos de sondagem, com informações de: Resistência à Percussão, descrição das camadas, etc.

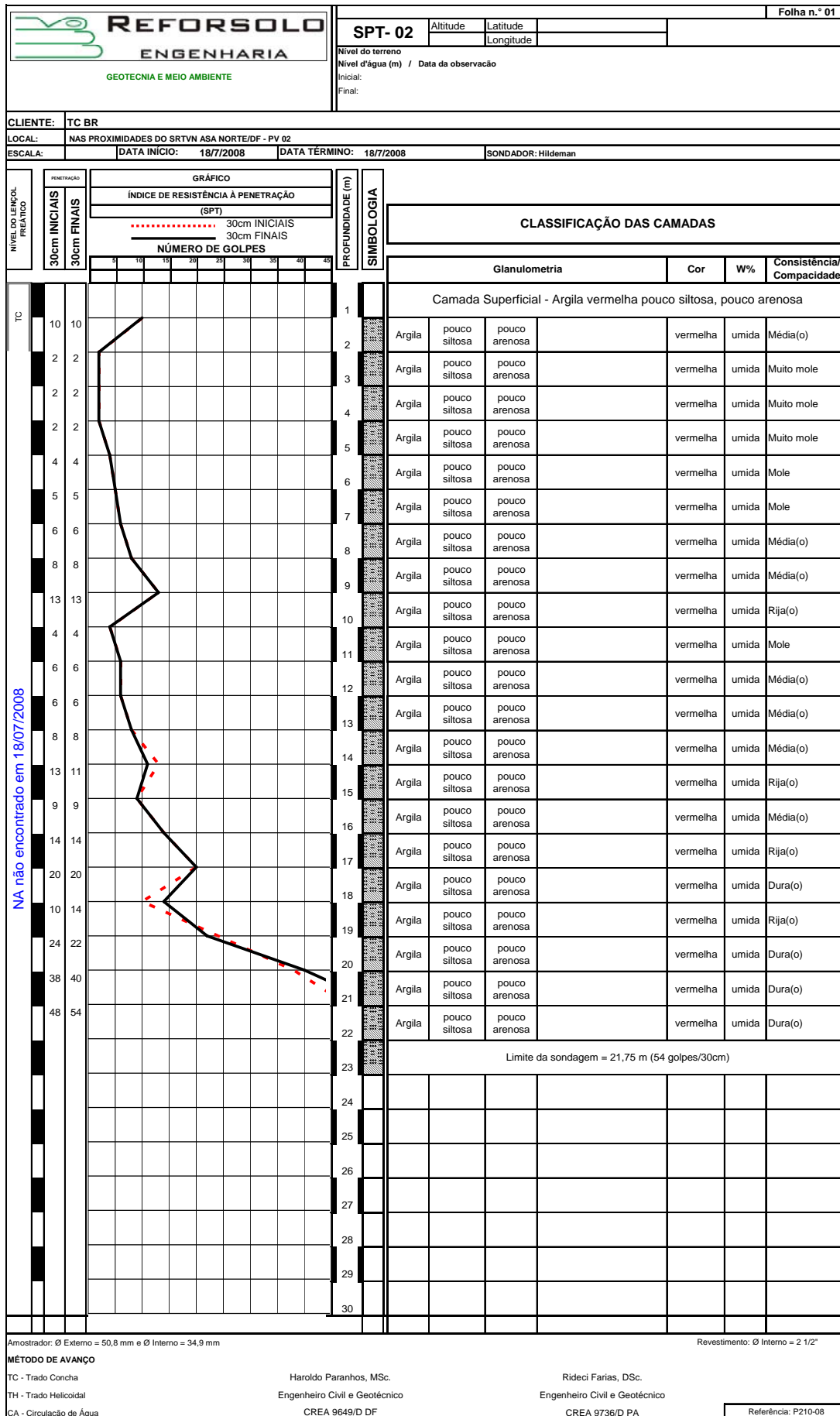
Haroldo Paranhos. Engenheiro Civil, M. Sc.	Rideci Farias. Engenheiro Civil, D. Sc.
---	--

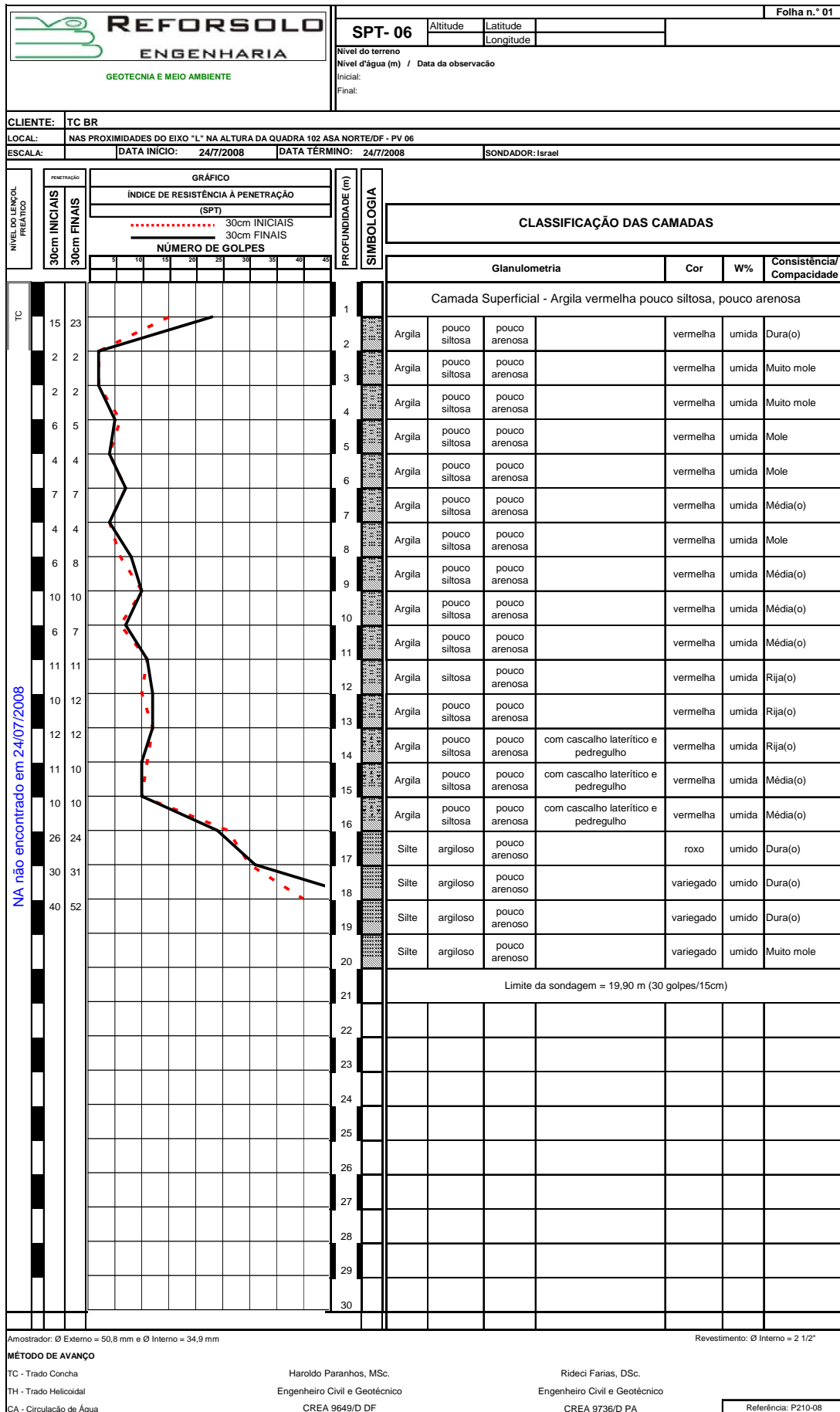
LOCAL E DATA

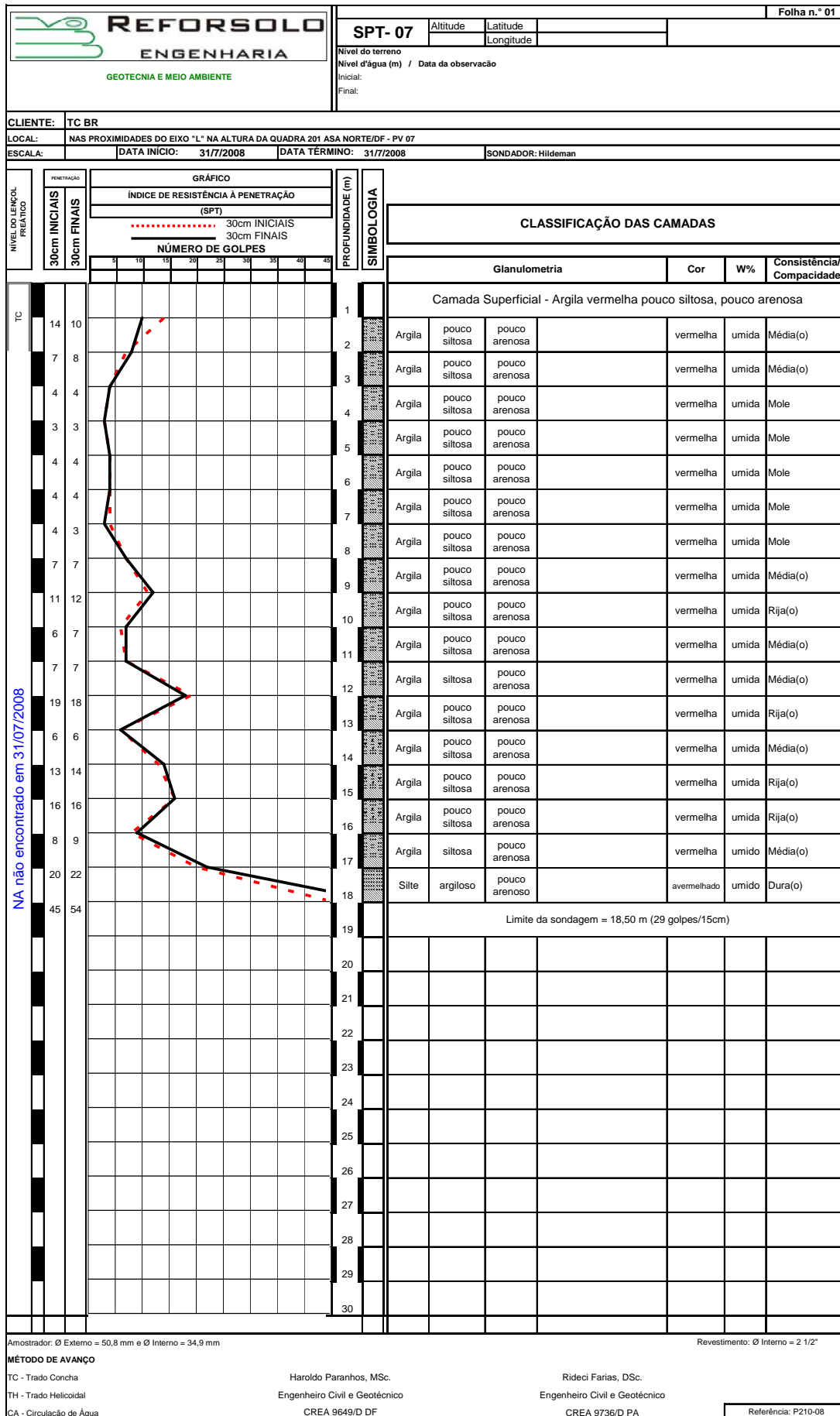
Brasília, 04 de agosto de 2008.

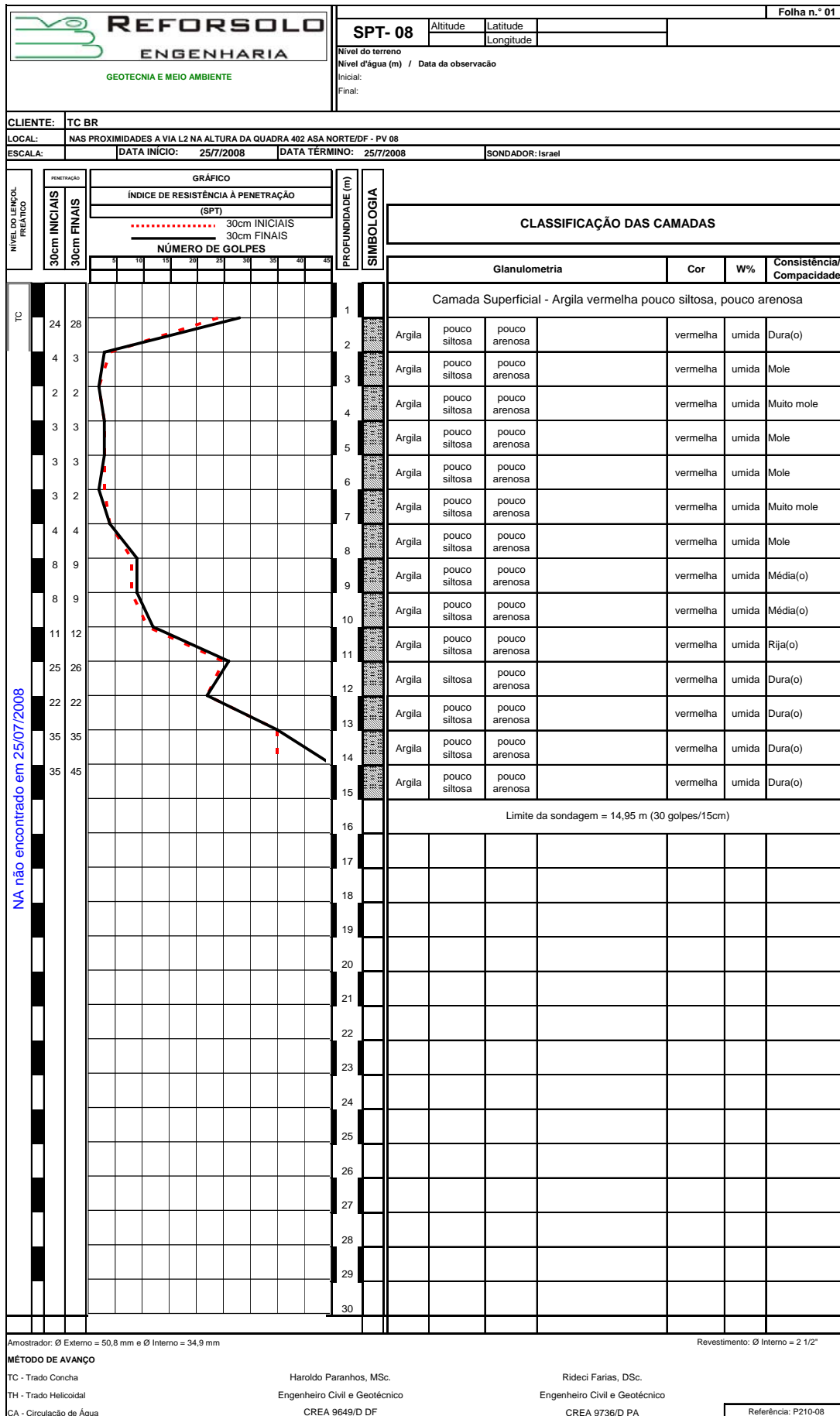
ANEXO A – PLANILHAS DOS ENSAIOS “SPT”













 REFORSOLO ENGENHARIA GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE		Folha n.º 01	
		SPT- 10	
		Altitude	Latitude
		Longitude	
Nivel do terreno Nivel d'água (m) / Data da observação Inicial: Final:			
CLIENTE:	TC BR		
LOCAL:	NAS PROXIMIDADES A VIA N4 LESTE, ASA NORTE/DF - PV 10		
ESCALA:	DATA INICIO: 30/7/2008	DATA TÉRMINO: 30/7/2008	SONDADOR: Jhonson
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	GRÁFICO		PROFUNDIDADE (m)
	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO (SPT)		
30cm INICIAIS 30cm FINAIS		30cm INICIAIS 30cm FINAIS	
..... 30cm INICIAIS ——— 30cm FINAIS		NÚMERO DE GOLPES	
TC	11 15	20 21	17 11
	13 12	13 16	27 32
	45 55		
NA não encontrado em 30/07/2008		1	2
		3	4
		5	6
		7	8
		9	10
		11	12
		13	14
		15	16
		17	18
		19	20
		21	22
		23	24
		25	26
		27	28
		29	30
		CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS	
		Granulometria	Cor
		W%	Consistência/Compacidade
Camada Superficial - Argila vermelha siltosa, pouco arenosa			
		Argila pouco siltosa pouco arenosa	vermelha pouco úmida Rija(o)
		Argila siltosa pouco arenosa	vermelha pouco úmida Dura(o)
		Silte argiloso pouco arenoso	vermelha pouco úmido Rija(o)
		Silte pouco argiloso pouco arenoso	roxo pouco úmido Rija(o)
		Silte pouco argiloso pouco arenoso	roxo pouco úmido Rija(o)
Limite da sondagem = 5,15 m (30 golpes/15cm)			
Amostrador: Ø Externo = 50,8 mm e Ø Interno = 34,9 mm			
Revestimento: Ø Interno = 2 1/2"			
MÉTODO DE AVANÇO			
TC - Trado Concha	Haroldo Paranhos, MSc.	Rideci Farias, DSc.	
TH - Trado Helicoidal	Engenheiro Civil e Geotécnico	Engenheiro Civil e Geotécnico	
CA - Circulação de Água	CREA 9649/DF	CREA 9736/PA	Referência: P210-08

 REFORSOLO ENGENHARIA GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE		Folha n.º 01			
		SPT- 11 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Altitude</td> <td style="width: 50%;">Latitude</td> </tr> <tr> <td>Longitude</td> <td></td> </tr> </table>		Altitude	Latitude
Altitude	Latitude				
Longitude					
Nivel do terreno Nivel d'água (m) / Data da observação Inicial: Final:					
CLIENTE: TC BR					
LOCAL: NAS PROXIMIDADES A VIA N4 LESTE, ASA NORTE/DF - PV 11					
ESCALA:		DATA INÍCIO: 30/7/2008	DATA TÉRMINO: 30/7/2008		
SONDADOR: Israel					
NIVEL DO LENÇOL FREÁTICO	PENETRAÇÃO	GRÁFICO ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO (SPT) 30cm INICIAIS ——— 30cm FINAIS NÚMERO DE GOLPES	CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS		
30cm INICIAIS	30cm FINAIS	PROFUNDIDADE (m)	SIMBOLÓGICA		
TC		1	1		
7	10	2	2		
3	2	3	3		
2	2	4	4		
3	3	5	5		
7	10	6	6		
12	14	7	7		
27	45	8	8		
		9	9		
		10	10		
		11	11		
		12	12		
		13	13		
		14	14		
		15	15		
		16	16		
		17	17		
		18	18		
		19	19		
		20	20		
		21	21		
		22	22		
		23	23		
		24	24		
		25	25		
		26	26		
		27	27		
		28	28		
		29	29		
		30	30		
Camada Superficial - Argila vermelha pouco siltosa, pouco arenosa					
Argila	pouco siltosa	pouco arenosa	vermelha pouco úmida Média(o)		
Argila	pouco siltosa	pouco arenosa	vermelha pouco úmida Muito mole		
Argila	pouco siltosa	pouco arenosa	roxa pouco úmida Muito mole		
Argila	pouco siltosa	pouco arenosa	roxa pouco úmida Mole		
Silte	argiloso	pouco arenoso	avermelhado pouco úmido Média(o)		
Silte	argiloso	pouco arenoso	avermelhado pouco úmido Rija(o)		
Silte	argiloso	pouco arenoso	avermelhado pouco úmido Dura(o)		
Limite da sondagem = 7,45 m (30 golpes/15cm)					
Amostrador: Ø Externo = 50,8 mm e Ø Interno = 34,9 mm					
Revestimento: Ø Interno = 2 1/2"					
MÉTODO DE AVANÇO					
TC - Trado Concha	Haroldo Paranhos, MSc.	Rideci Farias, DSc.			
TH - Trado Helicoidal	Engenheiro Civil e Geotécnico	Engenheiro Civil e Geotécnico			
CA - Circulação de Água	CREA 9649/D DF	CREA 9736/D PA	Referência: P210-08		

NA não encontrado em 30/07/2008

<p>REFORSOLO ENGENHARIA GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE</p>		Folha n.º 01			
		<p>SPT- 13</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Altitude</td> <td style="width: 50%;">Latitude</td> </tr> <tr> <td>Longitude</td> <td></td> </tr> </table>		Altitude	Latitude
Altitude	Latitude				
Longitude					
<p>Nível do terreno</p> <p>Nível d'água (m) / Data da observação</p> <p>Inicial:</p> <p>Final:</p>					
<p>CLIENTE: TC BR</p>					
<p>LOCAL: NAS PROXIMIDADES A VIA N4 LESTE, ASA NORTE/DF - PV 13</p>					
<p>ESCALA: DATA INÍCIO: 31/7/2008 DATA TÉRMINO: 31/7/2008 SONDADOR: Israel</p>					
NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	PENETRAÇÃO	<p style="text-align: center;">GRÁFICO</p> <p style="text-align: center;">ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO (SPT)</p> <p style="text-align: center;">----- 30cm INICIAIS</p> <p style="text-align: center;">----- 30cm FINAIS</p> <p style="text-align: center;">NÚMERO DE GOLPES</p>	PROFUNDIDADE (m)		
TC	30cm INICIAIS	30cm FINAIS	SIMBIOLOGIA		
<p>CLASSIFICAÇÃO DAS CAMADAS</p>					
Glanulometria		Cor	W% / Consistência/ Compacidade		
<p>Camada Superficial - Argila vermelha pouco siltosa, pouco arenosa</p>					
1	Argila	pouco siltosa	pouco arenosa		
2	com cascalho laterítico e pedregulho	vermelha	pouco úmida		
3	Siltite	pouco argiloso	pouco arenoso		
4	Siltite	pouco argiloso	pouco arenoso		
5	Limite da sondagem = 3,90 m (30 golpes/15cm)				
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
<p>Amostrador: Ø Externo = 50,8 mm e Ø Interno = 34,9 mm</p> <p>Revestimento: Ø Interno = 2 1/2"</p>					
<p>MÉTODO DE AVANÇO</p> <p>TC - Trado Concha</p> <p>TH - Trado Helicoidal</p> <p>CA - Circulação de Água</p>					
<p>Haroldo Paranhos, MSc.</p> <p>Engenheiro Civil e Geotécnico</p> <p>CREA 9649/D DF</p>		<p>Rideci Farias, DSc.</p> <p>Engenheiro Civil e Geotécnico</p> <p>CREA 9736/D PA</p>			
			Referência: P210-08		

NA não encontrado em 31/07/2008