

## Reconhecimento de subsolo por sondagem SPT para a cravação de geodrenos – estudo de caso

### Subsoil reconnaissance through SPT drilling for geodrain installation - case study

DOI:10.34117/bjdv8n10-206

Recebimento dos originais: 20/09/2022

Aceitação para publicação: 18/10/2022

#### **Moisés Rodrigues de Oliveira Filho**

Discente de Engenharia Civil pela Universidade Nilton Lins (UNL)

Instituição: Universidade Nilton Lins (UNL)

Endereço: Av. Prof. Nilton Lins, 3259, Flores, Manaus - AM, Brasil

E-mail: moisesrofilho@gmail.com

#### **Érika Cristina Nogueira Marques Pinheiro**

Orientadora – Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho, Mestre em Engenharia Industrial

Instituição: Universidade Nilton Lins (UNL)

Endereço: Av. Prof. Nilton Lins, 3259, Flores, Manaus-AM, Brasil

E-mail: erikamarquespinheiro@gmail.com

#### **Jéssica Godinho de Freitas Castilho**

Coorientadora - Engenheira Civil, Especialização em Engenharia Geotécnica, Especialização em Avaliação e Perícia na Construção Civil

Instituição: Universidade Nilton Lins (UNL)

Endereço: Av. Prof. Nilton Lins, 3259, Flores, Manaus-AM, Brasil

E-mail: j-godinho@hotmail.com

#### **RESUMO**

Com avanço da Engenharia tanto em obras de pequeno e grande porte, a sondagem a percussão manual é muito utilizada no âmbito de reconhecimento de solo. Sua execução de forma geralmente simples por profissionais capacitados, é a forma mais acessível e adequada para analisar o solo e determinar o tipo de fundação. Este artigo apresenta a sondagem SPT e sua relevância dentro de um empreendimento e dos benefícios que ela traz quando bem executada. Para isso, um estudo de caso será apresentado. O objetivo em resumo é classificar o solo e sua resistência através da sondagem, seu comportamento, mostrando seu processo executivo e concluindo com a determinação das fundações, tanto viavelmente como por parte da segurança da obra, e também demonstrar o que é esse tipo de investigação geotécnica e qual a importância deste procedimento para as obras de engenharia.

**Palavras-chave:** Sondagem SPT, fundações, solo.

#### **ABSTRACT**

With the advancement of engineering in both small and large works, manual percussion drilling is widely used in the field of soil reconnaissance. Its execution, generally simple by trained professionals, is the most accessible and appropriate way to analyze the soil

and determine the type of foundation. This article presents the SPT probe and its relevance in a project and the benefits it brings when well executed. For this, a case study will be presented. The objective in summary is to classify the soil and its resistance through drilling, its behavior, showing its executive process and concluding with the determination of the foundations, both feasibly and for the safety of the work, and also to demonstrate what this type of geotechnical investigation is and what the importance of this procedure is for engineering works.

**Keywords:** SPT drilling, foundations, soil.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a segurança de um empreendimento é fundamental e inquestionável, as empresas da área da construção civil não visam apenas a viabilidade e rentabilidade, como também a seguridade de suas edificações. Portanto, esse artigo vem abordar a execução de uma sondagem SPT (*Standart Penetration Test*) ou Teste de Penetração Padrão, que tem por objetivo principal de fornecer as informações necessárias sobre o tipo e resistência do solo, para a cravação de dispositivos com um núcleo de plástico que possui pequenos canais que conseguem promover a aceleração do recalque sobre solos moles, chamados Geodrenos.

A sondagem a percussão é um procedimento geotécnico capaz fornecer amostragens de solos e quando aliada ao ensaio de penetração STP consegue determinar a resistência do solo ao longo da profundidade perfurada. Também pode-se conhecer a posição do nível ou dos níveis d'água, quando os mesmos são verificados durante o ensaio (NBR 6484/2020).

O custo que engloba a sondagem de reconhecimento de solo não é alto comparada a uma fundação definida de maneira errônea. Todas as informações geotécnicas que ela traz são indispensáveis para a definição de fundação adequada e seus devidos custos.

O artigo aborda de forma clara a importância que o ensaio de sondagem de reconhecimento de subsolo traz para um empreendimento de construção civil, pois sem as informações nele obtidas, é impossível realizar seu dimensionamento e definição de fundação apropriada de acordo com as características do terreno, gerando custos adicionais tanto pelo dimensionamento errôneo das fundações, como pelo aparecimento de problemas de difícil recuperação ocasionados pela ausência de informações do subsolo.

A capacidade de carga do solo é um dos fatores de maior relevância que o ensaio SPT consegue obter em seus resultados, esse fator é usado por engenheiros civis e

geólogos, juntamente com todas as informações obtidas no ensaio, para vários projetos da área da construção civil como dimensionamento de pavimentos, estabilidade de taludes, projeto de fundações, entre vários outros. Manaus tem solos predominantemente argilosos e outra parte de latossolos que são solos que sofreram ações de intemperismo, por isso se faz extremamente necessário o reconhecimento do solo.

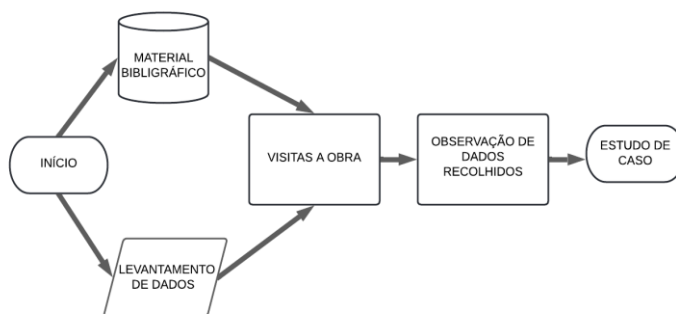
O objetivo deste artigo será demonstrar a importância da sondagem SPT, tendo um estudo de caso como referência para que se possa definir o tipo de fundação adequada, atendendo as normas vigentes no país, como também definir o método de sondagem SPT, demonstrar os trechos perfurados do solo bem como se há níveis d'água e identificar a resistência do solo no local da obra e definir a sua consistência ou compacidade.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia deste artigo pode ser determinada como exploratória pois reúne dados bibliográficos, dados verificados in loco e análise de exemplos que promovem a compreensão, também tem caráter qualitativo, pois seus resultados são obtidos através de dados empíricos recolhidos de forma ordenada.

Adotou-se como primeira etapa a pesquisa bibliográfica relacionada ao tema. A segunda etapa foi a reunião de dados relacionados ao estudo de caso em questão, obtidos através de visitas in loco, perfis estratigráficos e relatório técnico de sondagem. Foram analisadas cada camada de solo perfurado, com suas respectivas resistências e classificações e sequentemente foi elaborado o estudo de caso.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia



## 3 RESULTADOS

### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

De acordo com Ribeiro (2018, apud GALVÃO et al., 2019, p. 176), “é de profunda importância que o ensaio de sondagem SPT seja desempenhado corretamente, já que na

maioria das obras, geralmente é o único ensaio geotécnico acessível”. A execução de sondagens é realizada no sentido de reconhecer o subsolo e escolher a fundação adequada, atuando diretamente na a redução de gastos desnecessários com relação as fundações e segurança da obra.

Segundo Schnaid (2000), as sondagens representam cerca de 0,2% a 0,5 % do valor total da obra, o autor cita três condições técnicas a serem recolhidas pela sondagem de subsolo:

- Investigação preliminar: conhecer as principais características do solo do terreno, para assim definir sua estratigrafia;
- Investigação complementar ou de projeto: esclarecer configurações consideráveis do subsolo e representar as propriedades das camadas de solos mais importantes;
- Investigação para a fase de execução: Confirma as condições de projetos em áreas críticas da obra.

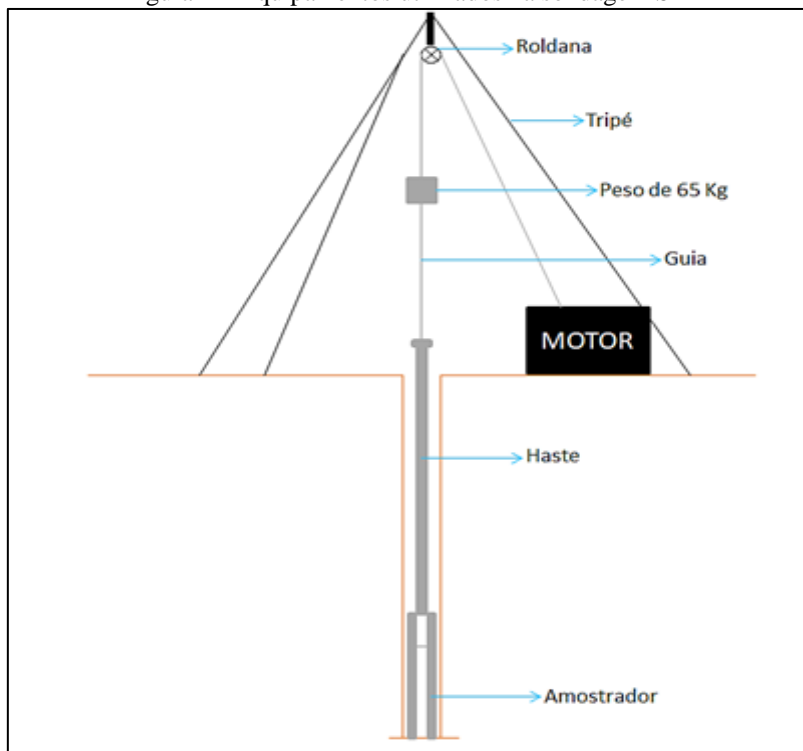
O ensaio SPT é efetuado pela cravação do amostrador padrão, com golpes sucessivos de um martelo de 65 kgf em queda livre, altura de 75cm, acima da cabeça de cravação conectada às hastes de sondagem e ao amostrador. Segundo Nilsson (2003), com SPT, também pode ser fazer ensaios de permeabilidade.

A limitação por golpes é determinada quando se obter penetração menor que 5 cm em 10 golpes consecutivos. A SPT pode ser equipada com torquímetro, mede-se a resistência de atrito contra a parte do amostrador (diâmetro 50,8 mm) cravada no solo.

O Após o posicionamento do amostrador-padrão à composição da cravação, coloca-se a cabeça de bater e, utilizando-se o tubo de revestimento como referência, marca-se a haste, com giz, um segmento de 45 cm dividido em três trechos iguais de 15 cm. Em seguida o martelo deve ser apoiado sobre a cabeça de bater, anotando a respectiva penetração do solo amostrador (NBR 6484/2020).

É necessário que a locação de sondagem seja feita de forma precisa por um profissional da área topográfica, obtendo cotas e coordenadas do terreno indicando a localização exata da perfuração de sondagem. Também é aconselhável que o terreno esteja limpo, para diminuir as vibrações do equipamento de sondagem, quando o mesmo for apoiado no solo.

Figura 2 – Equipamentos utilizados na sondagem SPT



Fonte: Adaptado de Schneider (2020).

### 3.2 EXECUÇÃO DA SONDAGEM

De acordo com Velloso e Lopes (1996), “a sondagem é feita contando o número de golpes que são necessários para à cravação de parte do amostrador no solo produzida pela queda livre de um martelo cuja a massa e altura de queda são padronizadas”. A resistência à penetração dinâmica no solo medida é nomeada NSPT.

Sendo assim, de maneira inicial a cada metro se faz a abertura do furo com um comprimento de 55 cm, e o restante dos 45 cm são para a execução do ensaio de penetração, as fases de ensaio e amostragem são feitas de forma simultânea, utilizando uma torre ou tripé, um martelo de 65 kg, uma haste e o amostrador.

Segundo a NBR 6484/2020, o amostrador é cravado aos 45 cm no solo do terreno, assim recolhendo o número de golpes que são necessários para a penetração a cada 15 cm. O índice de resistência à penetração é obtido através do número de golpes do peso padrão, caindo da altura de 75 cm, concebendo o número necessário à penetração dos últimos 30 cm do amostrador. A posição das sondagens é presa topograficamente e apresentada em uma planta de locação, também constam informações como o nível da boca do furo de sondagem que é preso a uma referência de nível chamado de RN.

Os dados obtidos através da investigação do subsolo geralmente são apresentados através de um perfil estratigráfico. No perfil estratigráfico as resistências à penetração são

mostradas com suas respectivas cotas, a posição do nível d'água, como a data inicial e data final de sua medição (GODOY, 1971).

Tabela 1 – Estados da compactidade e consistência

<b>COMPACIDADES E CONSISTÊNCIAS SEGUNDO A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO</b>		
<b>SOLO</b>	<b>DESIGNAÇÃO</b>	<b>ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO <i>N</i></b>
Compacidades de areias e siltes arenosos	Fofa (o)	≤ 4
	Pouco Compacta (o)	5 - 8
	Medianamente Compacta (o)	9 - 18
	Compacta (o)	19 - 41
	Muito Compacta (o)	> 41
Consistência de argilas e siltes argilosos	Muito Mole	< 2
	Mole	2 - 5
	Média (o)	6 - 10
	Rija (o)	11 - 19
	Muito Rija (o)	20 - 30
	Dura (o)	> 19

Fonte: NBR-6484/2020 (2022).

O número de furos de sondagem SPT de acordo com a NBR 8036/1983 em solo é realizada de acordo com o tamanho do terreno:

- Até 1.200 m<sup>2</sup> 1 furo para cada 200 m<sup>2</sup>;
- De 1.200 a 2.400 m<sup>2</sup> 1 sondagem à percussão para cada 400 m<sup>2</sup> que excederem de 1200m<sup>2</sup>;
- Acima de 2.400 m<sup>2</sup>, de acordo com a construção.

Devem ser realizados no mínimo dois furos para área da projeção em planta do edifício de até 200m<sup>2</sup>

- Devem ser feitos três furos para áreas entre 200m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>.

Com a atualização da NBR-6484/2001 para a NBR-6484/2020, a locação dos furos de sondagem em planta deve ser disponibilizada pela contratante.

#### **4 ESTUDO DE CASO**

O Estudo de caso proposto foi realizado na Obra com o nome de 526, localizada na Rua Cachoeira do Niágara, Bairro Novo Aleixo - Manaus/AM.

Figura 3 – Local da Obra



Fonte: Google Maps (2022).

As atividades desenvolvidas foram:

- Sondagem a percussão manual, de acordo com Norma 6484/2020, gerando perfil estratigráfico de cada furo realizado, mostrando suas respectivas camadas e profundidades;
- Diagramas de penetração do amostrador de cada furo;
- Taxas estimadas de admissão do subsolo;
- Sugestões sobre o tipo de Fundação baseadas nas características do solo;
- Quantidade de furos realizada: 04 furos com 20,00 metros cada.

O equipamento utilizado foi uma sonda a percussão manual, com trado concha  $\varnothing$  4", trépano de lavagem de 2", moto bomba" Honda" de 5,5 HP, tubos de revestimento de 3", hastes de penetração de 1" e amostrador tipo SPT com 1.3/8" de diâmetro interno.

Por meio dos perfis de sondagem foi possível classificar o solo como argilo arenoso de consistência mole a rija e areno argiloso, de compacidade fofa a pouco compacta. O nível d'água foi constatado no intervalo de a 6,00 m (SP-03) a 6,90 (SP-02).

Figura 4 – SP-01



Figura 5 – SP-04



Através da análise das unidades geotécnicas apresentadas nos perfis para cada furo de sondagem, possibilitou-se projetar perfis médios para a variável NSPT como também a classificação geotécnica do solo proposto.

Os resultados obtidos, foram capazes de forma eficaz classificar o solo do local da obra, como sua estratigrafia e respectivas unidades geotécnicas. A inspeção geotécnica teve como objetivo a instalação de Geodrenos, para tratamento e aceleração de solos moles no sentido de incrementar a velocidade de adensamento e redução dos recalques pós-construtivos.

Recomendou-se a implantação de colchão drenante para expelir a água de geodrenos com declividade para o lançamento da drenagem. Este dispositivo consiste em um núcleo de plástico com ranhuras para propiciar a formação de uma capacidade drenante vertical.

A contratada não recebeu solicitações e especificações sobre Geodrenos para inserir em seu Relatório Técnico com ART e sim apenas pedidos de sondagens SPT.

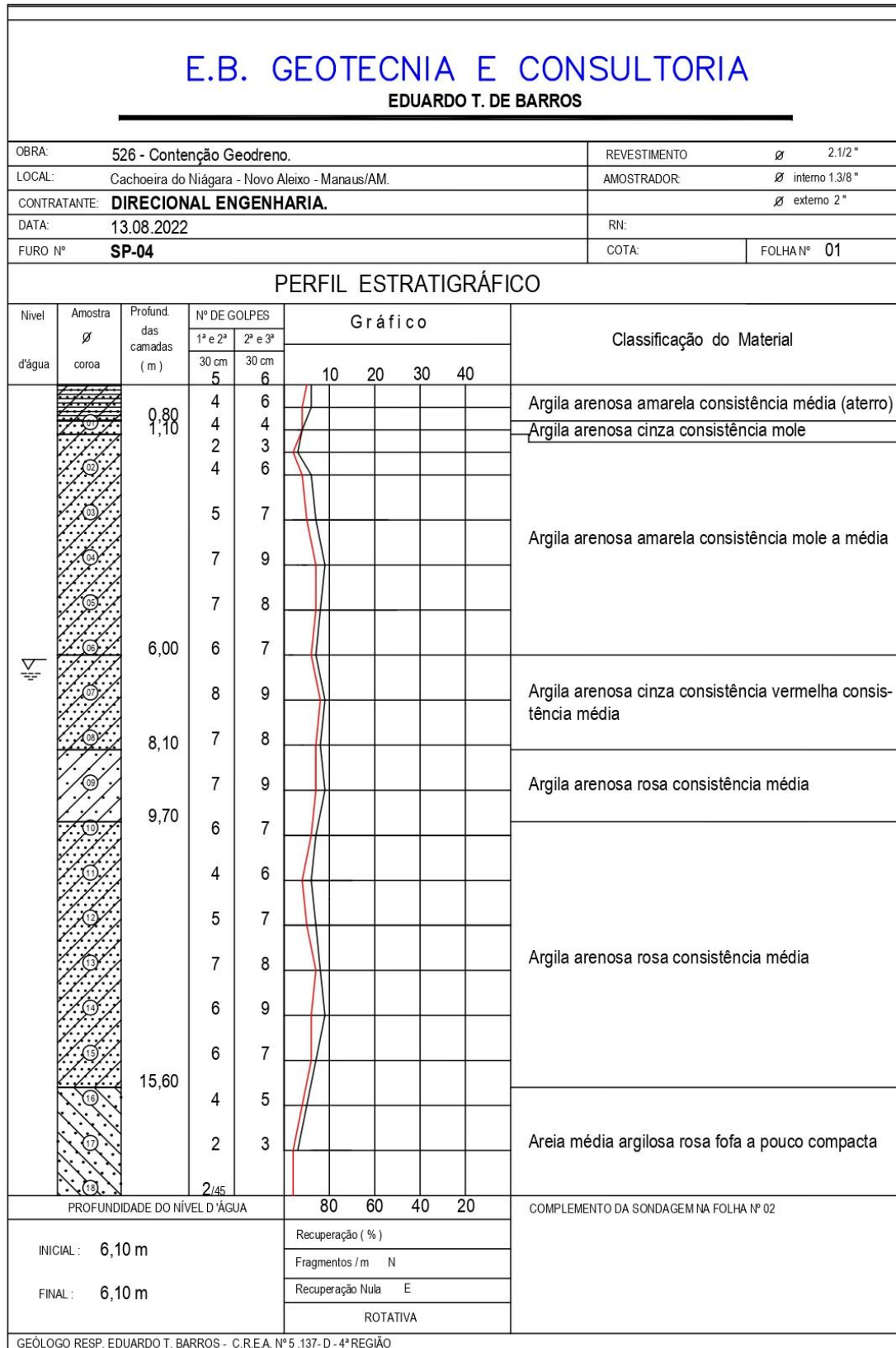


Tabela 2 – Taxas de admissão do subsolo (Kg/cm<sup>2</sup>)

PROFUND. (m)	N Ú M E R O   D O S   F U R O S									
	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	XXXXX					
0,0	0,6	0,6	0,5	1,0						
0,5	0,6	0,6	0,6	0,65						
1,0	0,8	0,4	0,65	0,8						
1,5	1,0	0,6	0,8	0,5						
2,0	1,75	0,8	1,0	1,0						
3,0	1,8	1,6	1,2	1,2						
4,0	1,6	1,8	1,6	1,8						
5,0	1,5	1,5	1,8	1,6						
6,0	1,8	1,6	1,3	1,0						
7,0	1,0	1,2	1,2	1,2						
8,0	1,3	1,5	1,5	1,0						
9,0	0,7	1,0	1,3	1,2						
10,0	1,5	1,0	1,2	1,0						
11,0	0,7	1,0	1,0	0,8						
12,0	1,2	0,7	1,0	1,0						
13,0	0,8	0,5	0,7	1,0						
14,0	0,25	0,35	0,5	1,2						
15,0	1,0	0,5	0,7	1,0						
16,0	0,5	0,25	0,5	0,7						
17,0	0,35	0,15	0,35	0,35						
18,0	0,25	0,35	1,0	0,15						
19,0	0,35	0,7	0,8	0,35						
20,0	0,7	0,5	0,7	0,8						

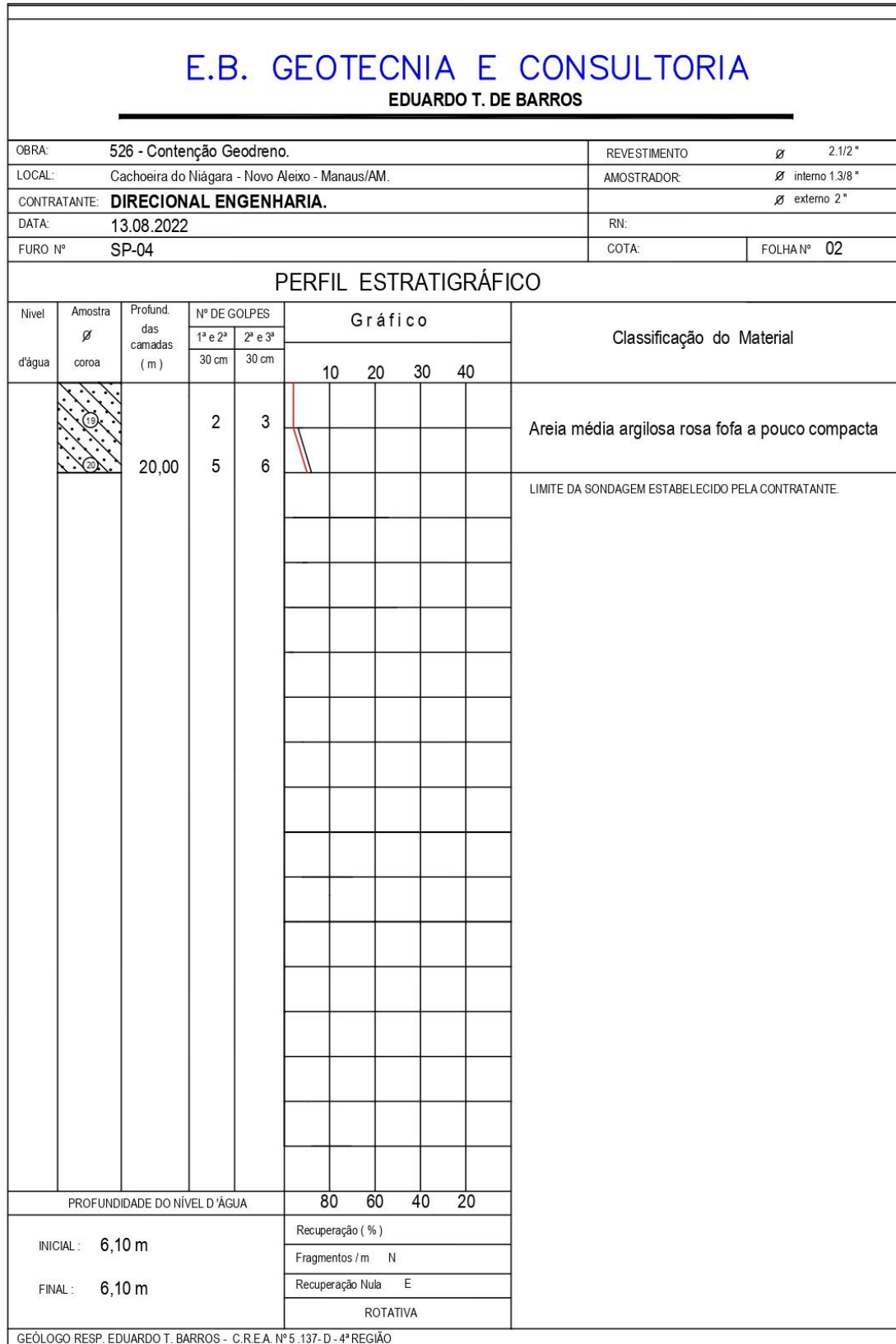
Fonte: Empresa Contratada – E.B. Geotecnia e Consultoria (2022).

Figura 7 – (a) Perfil Estratigráfico SP-04



Fonte: Empresa Contratada – E.B. Geotecnia e Consultoria (2022).

Figura 7 – (b) Continuação do Perfil Estratigráfico SP-04



Fonte: Empresa Contratada – E.B. Geotecnia e Consultoria (2022).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sondagem SPT, é uma ferramenta com grande importância para se poder determinar as fundações de uma obra, sempre dentro dos padrões e normas vigentes, visando regularmente a qualidade, segurança e economia.

Podemos dizer que a fundação da obra é uma das etapas de maior importância, pois através dela pode se reconhecer o solo e tornar o empreendimento mais seguro. Tal ponto foi exposto de forma coerente neste estudo de caso.

Desta forma, a sondagem pode expressar relevância nesse contexto, ao conduzir uma obra, em suas etapas iniciais, e determinar o tipo das fundações que é um passo de muita responsabilidade.

A sondagem atingiu seus objetivos de forma efetiva e conseguiu determinar o tipo e resistência do solo na obra, onde o time de engenheiros e geólogos, de posse dos perfis estratigráficos e informações obtidas em campo, puderam elaborar o relatório técnico de sondagem com sua respectiva ART e determinar as suas fundações de acordo com as condições do terreno.

O estudo do solo é parte fundamental de uma obra, principalmente se tratando de grandes construções. Essas análises são indispensáveis para um bom planejamento da obra, evitando gastos desnecessários futuros e garantindo a seguridade das edificações.

## REFERÊNCIAS

- ANBT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Novembro de 2020.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos**. Vol. I e II. São Paulo: ABMS/ABEF, 1996.
- CELESTINO, T. B.; DINIZ, N. C. **Geologia da Engenharia**. São Paulo: Editor Antônio Manuel dos Santos Oliveira, 1998.
- DELATIM, Ivan José. **Manual de Sondagens**. 5. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2013.
- GALVÃO, Bianca Borba et al. Importância da sondagem SPT na construção civil: tipos de sondagens, seus métodos e utilidades. **Pesquisa e ação**, Mogi das Cruzes, v. 5, n. 2, jun. 2019.
- GODOY, M. C. T. F. **Solo e Sondagens**. São Paulo: Atlas, 1971.
- NBR - 6484/2020. **Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Outubro de 2020.
- NILSSON, T. **Sondagens e Ensaio**. (2003). Disponível em: [www.nilsson.com.br](http://www.nilsson.com.br). Acessado em 15 de set. de 2022.
- SCHNAID, F. **Considerações sobre o uso do ensaio SPT na engenharia de fundações**. Jornadas Sudamericanas de Ingenieria Estructural, Montevideo, 2000.
- VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. p 290, 1996.