

ANÁLISE DE SOLO POR MEIO DE SONDAGEM SPT: estudo de caso de uma residência de dois pavimentos em ambiente urbano

Leandro de Lima Lopes¹

Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes²

RESUMO

A sinergia entre teoria e prática trazem procedimentos que devem caminhar sempre juntos, baseando-se nisso, foi proposto um trabalho com objetivo de apresentar as caracterizações e métodos para a utilização de sondagens a percussão de simples reconhecimento, demonstrando sua metodologia de serviço para uma boa execução no canteiro de obra. Para isso foi realizada uma sondagem a percussão do ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), seu ciclo de execução, verificação do nível de água, coleta de amostras de solos, números mínimos de furos por área, verificação de erros de sondagem SPT, análise e verificação dos resultados do perfil individual de sondagem SPT. Tendo discernimento desses indicadores, foram utilizados dois furos de SPT na área a ser construída que se encontra no município de Três Pontas MG. Conclui-se que o método mais eficaz e seguro para o dimensionamento do projeto de fundação é modelo de bloco de fundação com quatro brocas. Tais brocas irão descer até o impenetrável com profundidade de 8,15 metros e 9,15 metros. Toda a interpretação dos resultados obtidos pela sondagem SPT possibilitou ao projetista responsável de fundação uma escolha mais adequada para se adaptar ao subsolo, em função das características encontradas em seu perfil.

Palavras-chave: Sondagem a percussão. SPT. Projeto de fundação.

¹ Administrador de Empresas graduado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ e graduando do décimo período de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS. E-mail: leandro.eaiprojetos@gmail.com

² Prof. Esp. Luana Ferreira Mendes, Engenheira Civil, Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

1 INTRODUÇÃO

No segmento da construção civil, encontramos diversos tipos de obra a serem executados, observando que o ensaio de sondagem a percussão SPT (*Standard Penetration Test*) é a partida de quaisquer tipos de serviços de uma obra de engenharia civil, pois nele encontraremos preceitos respeitáveis como resistência do solo, coloração, existência de nível de água, identificação e classificação das amostras. Assim os conceitos apresentados no SPT conduzirão a uma otimização de recursos para o projeto de fundações, diminuindo assim a margem ao benefício da dúvida.

A investigação de solo é uma parte indispensável para o parecer de um projeto, seja ele de grande, médio ou pequeno porte. Caracterizando o solo, a obra não sofrerá desperdícios de materiais, diminuindo o custo do empreendimento e assegurando o desempenho do trabalho.

Neste cenário, se o responsável pela execução da obra confeccionar uma fundação sem o uso do SPT, as perdas provavelmente terão um impacto bem maior do que o desembolso do projeto de sondagem de solo.

A disposição do modelo equivocado de uma fundação poderá trazer consequências graves no empreendimento. Cada obra deverá ser atendida de modo singular, fazendo uma investigação criteriosa sobre as cargas da superestrutura, o tipo de solo com suas características de deformidade e resistências, não dando margem ao empirismo na obra.

Na verdade realizar todos os procedimentos para projetar qualquer solução de engenharia não só garante a certeza de segurança como reduz drasticamente os custos com manutenção, material, mão de obra e demais gastos com estruturas.

Depois de observado o processo de sondagem, apontando os estudos de tensões admissíveis de solo, o projeto estrutural poderá ser confeccionado de forma mais segura, ele obedecerá as tensões admissíveis do terreno, o que permitirá usufruir de métodos de fundações mais elaborados e podendo gerar um projeto mais econômico e de melhor execução ao longo da vida útil do empreendimento.

Acredita-se que o solo tende a ser único sem mudanças de comportamento em um espaço de lote, porém tal reflexão está errada, pois a variação pode ser de metro em metro ou

de hectare por hectare, assim observamos a importância de confeccionar um estudo de solo, obtendo assim um conceito geotécnico dos relatórios de sondagem.

O atual trabalho apresenta uma argumentação sobre análise de solo por meio de sondagem SPT, levando em consideração que se trata de uma obra de pequeno porte na cidade de Três Pontas MG. O método adotado de sondagem foi o SPT, que por desígnio a empresa responsável pela execução da obra, coletou amostras deformadas e concluiu a existência ou não de níveis de água.

A planta de localização dos furos da sondagem teve como norte a maior incidência de carga sobre o solo, dessa forma onde o solo suportará o seu maior carregamento de carga destinou-se uma sondagem para verificação.

Quando não se reconhece o perfil do solo e sua capacidade mecânica, o projeto estrutural poderá sofrer um superdimensionamento de estrutura gerando erros no processo de fundação da obra.

A correção dos erros de fundação logo após a execução da obra se torna uma ação difícil e de altos investimentos, dessa maneira o reconhecimento do solo irá ampliar a conscientização dos proprietários, diminuindo a margem de erro dos projetos envolvidos.

Todo o processo de sondagem se norteará conforme a NBR 6484/2001, desse modo os erros possíveis como, investigação insuficiente do solo, número mínimos de sondagens, uso do equipamento com defeito ou fora da especificação, localização dos furos incompletas entre outros terão uma margem menor de erro, caso sejam respeitados as normas técnicas.

Nesse contexto, o trabalho propõe-se em averiguar de que forma uma sondagem SPT viabiliza para o engenheiro referências indispensáveis para projetar e assumir as diversas formas do processo de fundação em uma obra.

2 MODELOS DE SONDAAGEM

De costume, o começo de uma construção inicia-se pela fundação, que receberá toda a carga que irá reagir na estrutura. Uma fundação mal executada poderá ocasionar um colapso estrutural, podendo inviabilizar todo o empreendimento.

Dessa maneira, o reconhecimento do solo será indispensável para qualquer tipo de obra, reduzindo a margem de erro para os cálculos estruturais a serem feitos. É de extrema

importância que toda a parte de sondagem seja executada por empresa qualificada com registro no CREA.

A conclusão dos estudos geotécnicos deverá esclarecer de forma a mensurar especialmente a estruturação do solo ou da rocha, suas características mecânicas e as diversas camadas de solo. Podemos mencionar várias sondagens para cada tipo de terreno, onde encontramos algumas mais usuais e algumas não muito utilizadas.

Um tipo de sondagem é o trado manual, é bastante usual em obras de saneamento e estradas, sua operação é executada manualmente (trado cavadeira e helicoidal) e sua aparelhagem contém lâminas cortantes com diâmetro de 63,5 mm, cruzetas, hastes e luvas de aço com diâmetro de 25 mm. A penetração do solo é conduzida pelos colaboradores onde eles giram uma barra no sentido horizontal conectada as hastes verticais, onde se localizam as brocas.

Possui o intuito de recolhimento de amostras deformadas, demarcar a existência ou não do nível de água e a caracterização do solo. Caso a sondagem encontre o lençol freático, deverá apontar em caderneta sua medição e também avaliar a vazão de drenagem de água no solo.

Segundo NBR 9603 (2015), no que diz respeito a execução da sondagem, o andamento da verificação de solo deverá começar pelo trado cavadeira e quando não mais possível seu avanço, inicia-se o serviço com o trado helicoidal. Segundo a NBR 9603/2015, a execução da sondagem:

deve ser iniciada com o trado cavadeira, utilizando a ponteira para a desagregação de terrenos duros ou compactados, quando o avanço do trado cavadeira se tornar difícil deve ser utilizado o trado helicoidal” (NBR 9603 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p.2)

Outro tipo de sondagem é a rotativa, onde deve ser alocada em platô plano, frequentemente usada em vertedouro, barragem de terra, eclusa. Tem como prioridade caracterizar e analisar os maciços impenetráveis ao método da percussão. A investigação do solo atravessará o maciço com ajuda das coroas de seção plana ou maciças, desta maneira poderá fazer as classificações geológicas sobre o grau de alteração, designação qualitativa da rocha, grau de faturamento, grau de coerência e grau de resistência de compressão simples.

Conforme o Departamento de Estradas e Rodagens (DNER), toda a característica de investigação do solo deverá ser concluída por todo o lote, através da sondagem SPT ou pelo método rotativo. Dessa forma, segundo DNER/1997:

todo o perfil obtido por uma sondagem deve ser completo, caracterizando toda a extensão do terreno atravessado. Para tanto, numa mesma sondagem os trechos de solo devem ser perfurados através do processo de percussão, e os trechos de rochas (alterada ou não), pelo processo rotativo (MT- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS , DNER-PRO 102/97-1997, p.11)

É utilizado também em terrenos que possuam maciços em seus subsolo a sondagem mista, na qual são feitas tanto a sondagem rotativa quanto a sondagem de simples reconhecimento simultaneamente. Após a iniciação do processo de sondagem, utilizando o modelo SPT, antes de completar a profundidade exigida em um projeto encontrou-se um maciço, dessa forma, a sondagem SPT será suspensa, iniciando a operação da sondagem rotativa, para que possa atravessar o maciço para conclusão do processo.

No processo da sondagem rotativa é retirado o testemunho da sondagem, que se refere-se a uma apresentação de forma cilíndrica de rocha. Tais testemunhos obtidos pela sondagem deverão ser assinalados e guardados em caixotes de madeira.

2.1 Sondagem de simples reconhecimento com SPT

Neste estudo de caso foi analisado a metodologia da sondagem SPT, geralmente é a mais utilizada nos canteiros de obra. Equivale a uma investigação de simples reconhecimento de solo que tem por desígnio determinar os tipos de solo, índice de resistência a penetração e caso houver a posição de nível de água, é utilizada em diversos tipos de obras na engenharia.

Sua aparelhagem consiste em torre com roldana, tubos de revestimentos, cravação, trado concha ou helicoidal, amostrador, martelo padronizado, cabeças de bateria, medidor de nível de água, recipientes para amostragem e diversas ferramentas para o procedimento da aparelhagem.

Seu processo de perfuração seguirá a planta de localização dos furos, em seguida eleva-se o tripé com roldanas, no processo de cravação é usado o martelo padronizado que é elevado a uma altura de 75 centímetros, os resultados encontrados correspondem às quantidades de golpes para penetração do amostrador em seus últimos 30 centímetros, todo esse processo indicará o índice de resistência do solo.

De acordo com a NBR 6122/1996, o procedimento de sondagem a percussão é vital para o andamento de uma obra, tendo seu método norteado pela NBR 6484/2001:

levando-se em conta as peculiaridades da obra em projeto. Tais sondagens devem fornecer no mínimo a descrição das camadas atravessadas, os valores dos índices de resistência à penetração (S.P.T.) e as posições dos níveis de água.(NBR 6122 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p.4)

Toda amostra retirada deverá conter sua identificação com nome da obra, data da coleta, nome do local, número do furo e intervalo de profundidade da amostra. Deverá ser armazenado em sombra e com ventilação.

Segundo NBR 6502/1995, o solo em sua forma normal quando coletado conservará suas características.

Não há um padrão de sondagem nas obras, pois cada sondagem dependerá do tipo de obra a ser executada, ocasionando inúmeros modelos de investigação de solo. É recomendado iniciar pela sondagem mais barata, caso o processo de investigação obtenha todas as informações necessárias do solo o processo está concluído. Caso contrário serão feitas outras alternativas de sondagem.

A perfuração do solo para SPT normalmente é processo simples, que na maioria das vezes será feita com um trado manual, um tripé, um martelo de 65kg, haste e amostrador. É importante mencionar que no decorrer da sondagem todo o processo de perfuração terá de ser anotado, assim todas as camadas de solos existentes terão de ser apontadas no caderno de campo.

Assim, logo após todo o processo de locação de equipamentos e perfuração do solo, a sondagem SPT concluirá uma amostragem de solo, que permitirá analisar com mais detalhe a patologia do solo da obra. A descrição dos parâmetros obtidos no ensaio deverá ser feita por um profissional com registro no CREA sendo ele um engenheiro de minas ou geólogo, que irá assegurar uma margem de segurança, garantindo que o engenheiro construa uma fundação e a sua cota de assentamento.

No decorrer da técnica de sondagem de solo, haverá circunstâncias de erro de sondagem podendo acarretar sérios problemas no canteiro de obra, neste caso será feita a primeira sondagem que chegou-se até o impenetrável, a segunda parou-se em um matacão, igualmente a terceira também foi paralisada no matacão.

Podemos dizer que a obra é executada sobre matacões de rocha, observando um problema patológico de fundações em maciços rochosos, caracterizando a necessidade dos números mínimos de furos em um ensaio a ser feito como mostra a NBR 8036/1983:

o número mínimo de sondagens deve ser de duas perfurações para áreas de até 200 m² de projeção em planta, três para área entre 200 m² e 400 m² e para os casos em que não houver ainda disposição em planta dos edifícios, como nos estudos de viabilidade de construção ou de escolha do local, o número de sondagens deve ser fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com um mínimo de três sondagens. (NBR 8036 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983, p.1).

Caso não seja feito tal processo, o investimento da obra poderá ultrapassar o planejado e o projeto estrutural poderá ser superdimensionado, dando condições para colocar a estrutura em colapso.

A tabela 01 está ilustrando o número mínimo de sondagens a serem feitos, respeitando as metragens mínimas das áreas.

Tabela 01 - QUANTIDADE DE FUROS (por projeção em m² a construir)

ÁREA (m ²)	NÚMERO DE FUROS
≤ 200	2 (na prática no mínimo 3)
200 – 400	3
400-600	3
600-800	4
800-1000	5
1000-1200	6
1200-1600	7
1600-2000	8
2000-2400	9
2400	A critério do engenheiro de fundação

Fonte: O Autor

A transparência de informação entre o arquiteto e o engenheiro civil é de fundamental importância para uma boa solução construtiva da obra.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo se caracteriza em um terreno de 248,60 metros quadrados, na cidade de Três Pontas, Rua Artur Maciente, Bairro Eldorado - MG, sua taxa de ocupação é de 58%, área térrea de 145,02 metros quadrados, primeiro andar com 85,06 metros quadrados, totalizando uma área total de 224,14 metros quadrados a serem edificadas. Para fins de análise do objeto de estudo, ressalta-se que o proprietário do imóvel não utilizou-se de estudos e projetos de topografia do terreno em questão, sendo esta etapa imprescindível para elaboração do projeto de uma edificação.

Uma vez reconhecida a área construída do projeto, verificou-se a quantidade de furos conforme recomendações da NBR 8036/1983, e aplicou-se o modelo de sondagem de simples reconhecimento com SPT, o qual se enquadra os métodos diretos de investigação, definidos pela observação direta do solo através da coleta de amostra, conforme NBR 6484/2001.

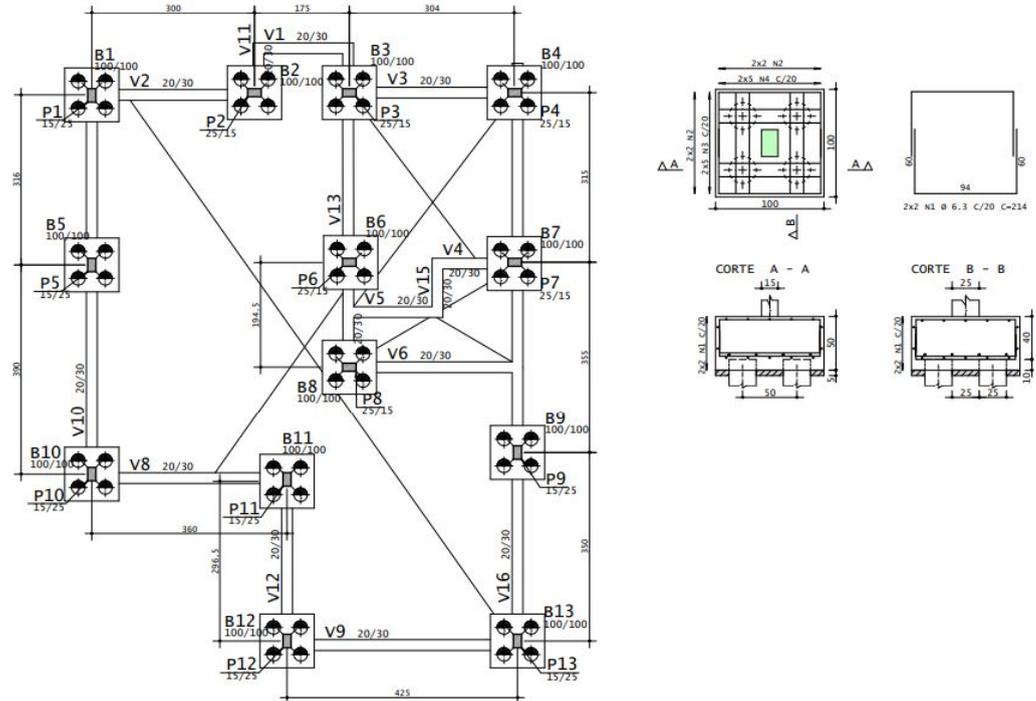
Na região de Três Pontas MG, há vários tipos de solos com variações de resistência e tensões. Além disso os níveis de água encontrados nos subsolos também possuem variações de metragem, ocasionando processos estruturais distintos.

Com a concepção do projeto arquitetônico executada, e a conclusão dos resultados de sondagem de simples reconhecimento com SPT finalizada, o engenheiro civil poderá fazer as devidas interpretações dos resultados, dando o início para o desenvolvimento do projeto estrutural, tomando forma os princípios estruturais da obra.

Nessa etapa foi levado em consideração o pré dimensionamento das vigas, lajes, pilares, análise da interpretação da sondagem, nível de água, entre outros. Após a analisar os fatores mencionados, descartando os erros passíveis, chegou-se à conclusão que o bloco de fundação com quatro brocas de 25 mm de diâmetro, onde tais brocas irão descer até o impenetrável, seria o mais adequada para obra.

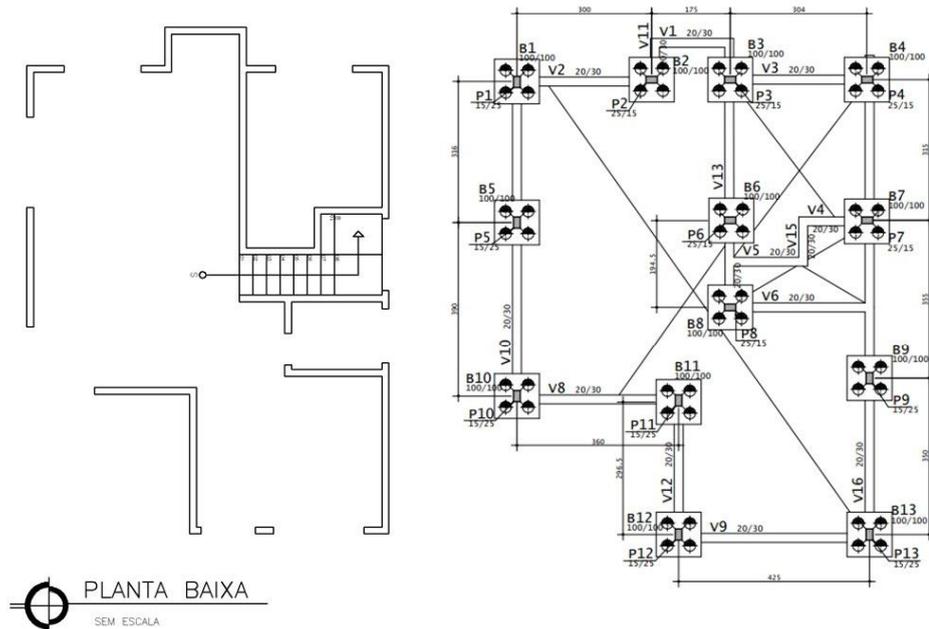
Na figura 01 pode-se verificar o projeto de fundação mencionado e na figura 02 a compatibilização do projeto arquitetônico com o projeto estrutural de fundação.

Figura 01: Planta estrutural fundação



Fonte: Autor do projeto Thiago Vilela de Oliveira

Figura 02: Planta baixa térreo, Planta de Fundação



Fonte: Autor do projeto fundação Thiago Vilela de Oliveira, Juliana Brito

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A relevância desse trabalho está na verificação do solo para análise do projeto estrutural, possibilitando que o engenheiro responsável possa definir o mais adequado tipo de fundação para a obra, tornando o projeto financeiramente mais econômico e diminuindo também o prazo de execução.

O acompanhamento dos serviços de sondagem foi norteada pelos princípios da NBR 6484/1983, onde fez o uso de todos os procedimentos de execução, obtendo assim uma amostragem de cada camada de solo. Toda a amostra foi alocada em sacos plásticos e etiquetadas, trazendo informações da obra, cliente, data, endereço, cota da sondagem, número de furo, solo e nome do colaborador responsável pela sondagem, conforme figura 03 e 04:

Figura 03: Processo de sondagem SPT



Fonte: O Autor

Figura 04: Amostras coletadas no processo de sondagem SPT



Fonte: O Autor

Foram analisados os dados quantitativos da sondagem do primeiro e segundo furo, onde os números de golpes por penetração estão mencionados no parágrafo abaixo.

No SPT 01 a cota (m) -1,45: no primeiro trecho de 15 cm foram 3 golpes, no segundo trecho de 15 cm a 30 cm foram mais três golpes e no terceiro trecho de 30 cm a 45 cm foram mais três golpes. Assim exclui-se o valor de golpes do primeiro trecho e soma-se os valores de golpes de penetração do segundo trecho de 15cm a 30 cm e do terceiro trecho de 30 cm a 45 cm totalizando um índice SPT de 6, este modelo de cálculo foi feito nos ensaios SPT 01 e SPT 02, chegando até o impenetrável de ambos os furos.

A interpretação dos resultados do laudo de sondagem mostrou que não foi encontrado o nível de água (N.A) conforme figura 05:

Figura 05: Furo de Sondagem 01 e 02

Furo de Sondagem	Profundidade (m)	N.A (m)	Data de início	Data de término	Status
SP - 01	8,15	Não ocorre	22/08/19	22/08/19	FINALIZADO
SP - 02	9,15	Não ocorre	22/08/19	23/08/19	FINALIZADO
Total	17,30				

Fonte: O Autor

A classificação das camadas encontradas no subsolo da sondagem a percussão (SP) 01 foram de argila amarronzada e plástica, com profundidade de 0 a 0.50 metros, o resultado encontrado nessa textura indicou um solo com baixa resistência.

Entre as profundidades de 1.45 metros a 5.45 metros, foi caracterizada uma argila siltosa alaranjada, plástica, média a rija, seu número de golpes por penetração variou entre 6 e 12, que resultou um solo com resistência mediana.

E por fim, entre as profundidades 6.45 metros e 8.15 metros, observou-se uma areia siltosa amarelada, sapralito, bastante compactada, com presenças de areia média a grossa, seu número de golpes máximo foi de 15 indicando um solo com ótima resistência mediana.

Na investigação do subsolo da sondagem a percussão (SP) 02 a textura do solo foi de argila siltosa alaranjada, plástica média a rija, entre as profundidades de 0.50 metros e 3.45 metros, foi verificado um solo com resistência mediana pois houve uma variação entre 7 a 10 golpes.

Entre as profundidades de 4.45 metros e 9.15 metros, a textura do solo encontrada foi de areia siltosa, foi observado uma alteração de solo próximo a profundidade de 6.00 metros, caracterizando uma areia fina e média, o número de golpes máximo até o impenetrável foi de 10, caracterizando um solo com resistência mediana.

Na perspectiva das fundações superficiais, a tabela 02 pode nos indicar a resistência do solo conforme o número de golpes:

Tabela 02 - Número de golpes x resistência de solo

Número de golpes	Resistência
<10 golpes	solo com baixa resistência
entre 11 e 20 golpes	solo com resistência mediana
entre 21 e 30 golpes	solo com boa resistência
>30 golpes	solo com ótima resistência

Fonte: O Autor

Todos os resultados obtidos na sondagem de solo foram descritos no perfil individual de sondagem SPT, conforme figura 06 e 07.

Figura 07: Perfil individual de sondagem SPT 02

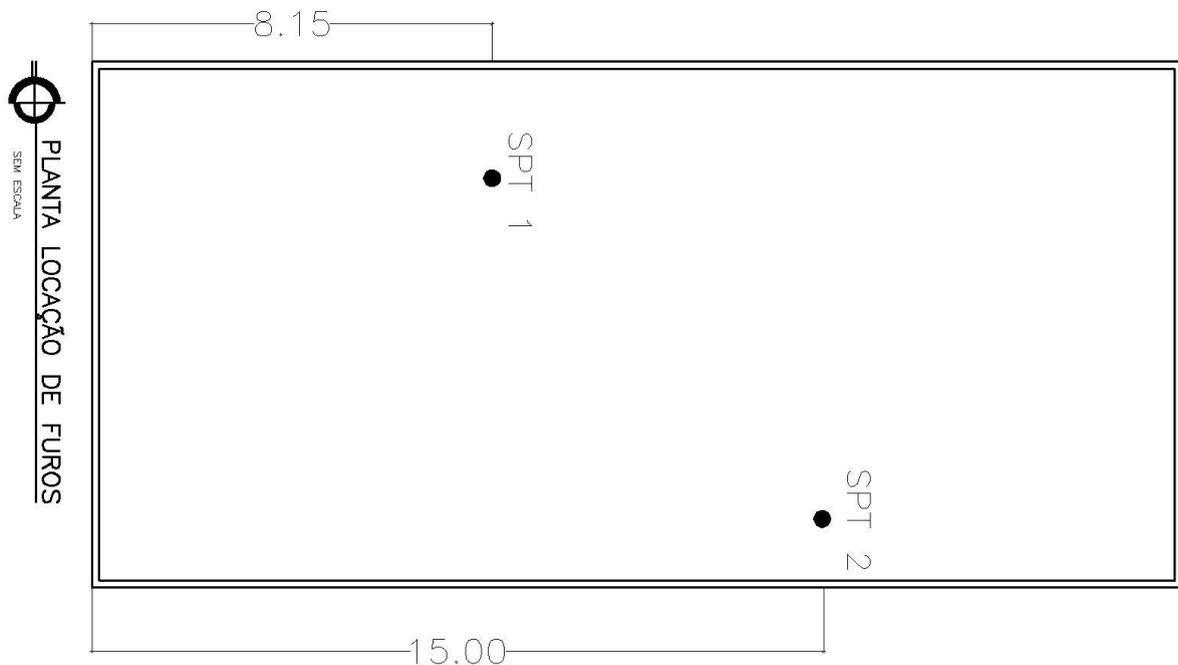
Perfil Individual de Sondagem SPT					Especificações gerais : Peso do martelo: 65Kg Altura de queda: 75 cm Øint revestimento: 2 1/2"					Amostrador: Tarzaghi & Peck Ø Interno: 1 3/8" Ø Externo: 2"			Hastes: Ø Interno: 24,3 mm Ø Externo: 33,4 mm peso teórico: 32 N/m		SP - 02		
Gráfico SPT					Índice SPT		n° de Golpes por penetração			Cota (m)	NA (m)	Prof. (m)	Classificação das camadas				
10	20	30	40	50	Inical	Final							Textura	Complementação			
										-0,50		0,50					
					8	7	4	4	3	-1,45		1,45	Argila siltosa	Alaranjada; plástica; média a rija; presença de pouca areia grossa na amostra de 3,45 m.			
				16	21	7	9	12	-2,45		2,45						
				11	10	6	5	5	-3,45		3,45						
					13	14	6	7	7	-4,45		4,45	Areia Siltosa	Amaronzada, esbranquiçada, variegada; presença de areia fina a média; pouco compacta a muito compacta; <u>Solo de Alteração</u> . Esbraquiçada, amarelada, variegada; presença de areia fina a média; med. Compacta; <u>saprolito</u> . Roseada, esbranquiçada, variegada; presença de areia fina a média; med. compacta a muito compacta; <u>Saprolito</u> .			
				28	22	16	12	10	-5,45		5,45						
				19	18	10	9	9	-6,45		6,45						
				15	16	7	8	8	-7,45		7,45						
					10	10	5	5	5	-8,45		8,45					
					32/15		32/15			-9,15		9,15					
FIM																	
Legenda: T.H: Trado helicoidal; T.C: Trado concha N.A: Nível d'água R.N: Referência de nível; L.T: Lavagem por tempo; L.V: Lavagem 30cm Inicial ——— 30 cm Final - - - - -					Critério de paralização adotado: NBR 6484, 2001: 6.3.12 a) em qualquer dos três segmentos de 15 cm, o número de golpes ultrapassar 30;					Numero do trabalho: 142-19S							
										Projeto: Terreno Alisson Silveira - Três Pontas.							
Observações: Nível d'água: não ocorre Lavagem: não se aplica Revestimento: Não se aplica Limite de sondagem: 9,15 m Início do Ensaio: 9,00m					Cota na superfície da sondagem: 0,00m					Cliente: Alisson Silveira							
										Empresa contratada: ENGEIO Fundações e Geotecnia							
					Localização: Rua Artur Maciente, s/n, bairro Eldorado, Três Pontas - MG.					Responsável técnico:				Data do rel: 27/08/2019			
										Daniel Leite Almeida CREA - MG 186.801/D				Ensaio: Data de início: 22/08/2019 Data de final: 23/08/2019			
																	

Fonte: Autor do projeto Daniel Leite

As posições dos furos foram determinados conforme recomendação da NBR 8036/1983, como área < 200 metros, fez o uso de dois furos, onde o primeiro furo se localiza

próximo de 8,15 metros da frente do terreno para o fundo do terreno e o segundo se localiza próximo de 15 metros da frente do terreno para o fundo do terreno, conforme figura 08:

Figura 08: Planta locação de furos



Fonte: Autor Juliana Brito

Com objetivo de efetuar um projeto de fundação simples e seguro, foram feitos ensaios de sondagem SPT, dessa maneira chegou-se a conclusão que para a fundação o tipo mais adequado seria o bloco de fundação com quatro brocas até o impenetrável do solo.

O bloco receberá toda a carga dos pilares, esta carga será distribuída ao solo, porém a carga não será distribuída pela base do bloco e sim pelas brocas, dessa maneira as brocas distribuirá as tensões ao solo por resistência lateral ou por ponta ou por ambos.

Ao analisar o perfil do solo tanto no primeiro e no segundo furo, tivemos a presença de uma argila siltosa com sua resistência baixa, onde sua profundidade se localiza entre as cotas -0.50 metros e -5.45 metros. Dessa maneira o projetista de fundação teve que vencer as profundidades do solo de baixa resistência, utilizando o bloco de fundação.

Caso o proprietário não tivesse feito uma sondagem SPT e alocado sua fundação em um solo de baixa resistência, às pressões realizadas pelas camadas do solo somados com o carregamento da estrutura poderiam romper as brocas causando um desaprumo em toda sua estrutura.

5 CONCLUSÃO

No ramo da engenharia seja qual for o projeto que envolva fundações, será sempre fundamental a utilização de investigação do solo.

Além disso a sondagem de simples reconhecimento com SPT é um instrumento de serviço que deve ser empregado no canteiro de obra, trazendo um ganho enorme de dados, onde eles irão facilitar as operações de serviços no empreendimento, também irá auxiliar o engenheiro responsável para que ele tenha subsídios onde ele possa encontrar o melhor e mais seguro tipo de projeto a ser executado.

A sondagem SPT traz uma forma simples e objetiva em seus resultados, de maneira que os projetos acompanhados pelo SPT tornam-se eficientes, obtendo ganhos de serviços e diminuindo a margem de erro.

Concluimos que, neste trabalho, foi possível mensurar os processos que caracterizaram uma sondagem a percussão, seu processo de execução, os motivos que podem gerar erros na interpretação dos resultados coletados, os números mínimos de furos por área, o valor preciso de uma análise de dados para que o engenheiro possa dar seu parecer e a descrição do solo estudado.

É oportuno destacar-se o valor da normalização dos métodos e equipamentos abordados pela NBR 6484/2001, gerando para as empresas qualificadas um processo de serviço único mostrado ao cliente.

O projeto possui uma abordagem qualitativa e quantitativa, pois há uma análise numérica de cálculos referente ao projeto de sondagem SPT, mencionou-se os resultados de interpretações teóricas sobre a confecção do projeto arquitetônico e o acompanhamento da obra.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Devido à falta de padronização referente aos laudos de sondagem emitidos pelas empresas credenciadas no CREA, sugere-se uma reformulação da norma NBR 6484/2001 para simplificação de resultados emitidos pelas sondagens SPT.

Como resultado, deverá haver as padronizações do gráfico SPT, tabelas do índice SPT e as classificações das camadas encontradas no subsolo.

SOIL ANALYSIS BY SPT PROBES : case study of a two-story residence in an urban environment

Leandro de Lima Lopes^{3*}

Prof. Eps. Luana Ferreira Mendes^{4*}

ABSTRACT

The synergy between theory and practice bring procedures that should always go together, based on this, a work was proposed with the objective of presenting the characterizations and methods for the use of simple recognition percussion soundings, demonstrating its service methodology for a good execution at the construction site. For this purpose, a percussion drilling of the SPT test (Standard Penetration Test) was carried out, its execution cycle, water level verification, soil sample collection of SPT drilling errors, analysis and verification of the results of the individual SPT survey profile. Having discerned these indicators, two SPT holes were used in the area to be built in the municipality of the Três Pontas MG, concluding which method is more effective and safer for the dimensioning of the foundation project, where the block model was used of foundation with four drills, where the block model was descend to the impenetrable with a depth of 8.15 meters and 9,15 m. All the interpretation of the results obtained by the SPT survey enabled the responsible designer of the fondation to make a better choice to adapt to the subsoil, according to the characteristics found in his profile.

Keywords: *Percussion sounding. SPT. Foundation project.*

^{3*} *Business Administrator graduated at the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ and undergraduate student in the ten of Civil Engineering at Centro Universitário do Sul de Minas UNIS . E-mail: leandro.eaiprojetos@gmail.com.*

^{4*} *Teacher, Specialist Luana Ferreira Mendes, Civil engineer, Professor at the Centro Universitário do Sul de Minas.*

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9603: Sondagem a trado procedimento. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo, Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro.2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: Rochas e Solos - Amostra Indeformada. Rio de Janeiro.1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036. Programação de sondagem de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7250. Identificação e descrição de amostras de solo obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1982.

BELICANTA, A. Energia dinâmica no SPT - Resultados de uma investigação teórica experimental 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica na Universidade de São Paulo/SP.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dner-pro102-97.pdf>.> Acesso em 20 mar.2020.

PEREIRA, Armando Belato. Estudos numéricos do comportamento tensão-deformação de estruturas em solo grampeado. 2016.

REBELLO, Y.C.P. Fundações: Guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 4. Ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

SCHNAID, F., (2000), Ensaios de Campo e Suas Aplicações à Engenharia de Fundações. 1 ed. São Paulo, SP, Editora Oficina de Textos.

TEIXEIRA, Alberto Henrique; GODOY, NS de. Análise, projeto e execução de fundações rasas. Fundações: teoria e prática. São Paulo: Pini, Cap, v. 7, p. 227-264, 1996

VENDRUSCOLO, M. A. Análise Numérica e Experimental do Comportamento de Fundações Superficiais Assentes Em Solo Melhorado. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1996.