

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MATERIAS DE CONSTRUÇÃO

DANILO SCARABEL

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA NBR 6484-01 POR CONSTRUTORAS
DE CAMPO MOURÃO E REGIÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2012

DANILOSCARABEL

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA NBR 6484-01 POR CONSTRUTORAS
DE CAMPO MOURÃO E REGIÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,
apresentado à Disciplina de Trabalho de Diplomação,
do Curso Superior de Tecnologia em Materiais de
Construção Civil da Coordenação de Engenharia
Civil – COECI, da Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de Tecnólogo.

Orientadora: Profa. Dr^a. Maria Cristina Rodrigues
Halmeman

Co-Orientadora: Profa. Msc. Paula Cristina de Souza

CAMPO MOURÃO

2012



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de curso

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA NBR 6484-01 POR CONSTRUTORAS
DE CAMPO MOURÃO E REGIÃO**

Por
Danilo Scarabel

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 21h 00 min do dia 05 de Junho de 2012 como requisito parcial para obtenção do Título de TECNÓLOGO, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof.Dr^a. Maria Cristina Rodrigues Halmeman
(UTFPR)
Orientadora

Prof.Msc.Paula Cristina Souza
(UTFPR)
Co-orientadora

Prof. Dr^a. Fabiana Goia Rosa de Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dr. Petrônio Montezuma
(UTFPR)

Prof. Msc. Valdomiro LubachevskiKurta
Responsável pelo TCC

Prof^a Dr. Fabiana Goia Rosa de Oliveira
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para minha formação moral e intelectual, aos meus pais Helio e Marivene, aos meus irmãos Mariana e Junior a minha filha Milena as minhas orientadoras Maria Cristina e Paula Cristina e a todos os amigos.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos são dirigidos aos amigos e familiares que prestaram os melhores incentivos para a concretização deste trabalho.

Aos Funcionários das Empresas pela colaboração com o preenchimento do questionário.

Em especial a Deus por dar-me inspiração nesse período, e as minhas professoras orientadoras por todo empenho, atenção E dedicação ao trabalho.

A todos os colegas, professores e funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, que direta e indiretamente, participaram na elaboração deste trabalho.

RESUMO

SCARABEL,D.ESTUDO DA APLICAÇÃO DA NBR 6484-01 POR CONSTRUTORAS DE CAMPO MOURÃO E REGIÃO. 2012. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Materiais de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

O ensaio de simples reconhecimento dos solos é extremamente importante para se identificar as características do subsolo. Tal conhecimento implica na prospecção do subsolo e na amostragem ao longo de seu curso. Para que estes dados possam ser considerados como fiel retrato das condições naturais do subsolo, é necessário que os serviços de prospecção sejam elaborados por pessoal altamente capacitado, acompanhado de um técnico e de um geólogo ou engenheiro geotécnico. Seus resultados podem ser utilizados em diversas áreas tais como engenharia de minas, geologia, mineralogia, pedologia, mas é na engenharia civil que esse método é mais difundido. O trabalho em questão tem como objetivo, estudar a aplicação da NBR 6484-01 sobre as sondagens de solos para simples reconhecimento com emprego do método (SPT) *Standard penetration test*, realizando para tanto, uma pesquisa exploratória em que se aplicou um questionário sobre as características e os métodos executivos da sondagem (SPT) em empresas construtoras da região de Campo Mourão-PR, localizada na região noroeste do Paraná.

Palavras-chave: Sondagem de solos. Ensaio SPT. NBR 6484-01.

ABSTRACT

SCARABEL, D. ESTUDO DE APLICAÇÃO DE NBR 6484 PARA CONSTRUÇÃO NA REGIÃO DE CAMPO MOURÃO. 2012. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Materiais de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

The Standard Penetration Test is extremely important to identify the characteristics of the subsoil. This implies the knowledge of the subsurface exploration and sampling along its course. For these data can be considered as a faithful portrait of the natural conditions of the soil, it is necessary for prospecting services are developed by highly qualified personnel, accompanied by a technician and a geologist or geotechnical engineer. Their results can be used in various areas such as mining engineering, geology, mineralogy, pedology, but civil engineering is that this method is more widespread. The work has as objective to study the application of ISO 6484-01 on the soil surveys for simple recognition of the method employed standard penetration test (SPT), performing for both, an exploratory study in which a questionnaire was applied on characteristics and methods executives SPT survey of construction companies in the region of Campo Mourão-PR, located in the northwest of Paraná.

Keywords: Soil survey. SPT test. NBR 6484-01.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustrações de equipamentos do aparelho de SPT.....	18
Figura 2 - Amostrador padrão bi-partido em ensaio.....	19
Figura 3 - Sistema de Neves (2004) sendo executado.....	21
Figura 4 - Sondagem de simples reconhecimento.....	23
Figura 5 - Equipamento completo com moto-bomba.....	24
Figura 6 - Gráfico de conhecimento das recomendações da NBR 6484-2001.....	30
Figura 7 - Gráfico de empresas que aplicam algum método de análise de capacidade do solo.....	31
Figura 8 - Gráfico de empresas que utilizam métodos para localização do lençol freático.....	32
Figura 9 - Gráfico das empresas que tem o custo da sondagem como empecilho para sua utilização.....	33
Figura 10 - Gráfico das Construtoras que recebem o relatório com o método de perfuração.....	33
Figura 11 - Gráfico das empresas que realizam ensaio de infiltração.....	34
Figura 12 - Gráfico sobre a descrição tátil visual das amostras.....	35
Figura 13 - Gráfico de conhecimento sobre sondagens do tipo SPT.....	36
Figura 14 - Gráfico de empresas acima e abaixo da média de pontos obtidos com o questionário.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compacidade e de consistência dos solos segundo a NBR 6484-01.....	17
Tabela 2 - Correlação ensaio SPT e resistência ao cisalhamento (kgf/cm ²).....	17
Tabela 3 - Relação das empresas estudadas.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials.</i>
CA	Circulação de água
CPT	<i>Cone Penetration Test</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
N	Número de Golpes para penetração
NB	Norma Brasileira
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
Nestaca	Número de golpes para cravação de estacas
Nspt	Índice de resistência à penetração
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SPT	<i>Standard penetration test</i>
SPT-T	<i>Standard Penetration Test with Torque Measurement</i>
TC	Trado-concha
TH	Trado helicoidal
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

\leq	Menor/Igual
$>$	Maior
$<$	Menor
Cm	Centímetros
K	Recuperação Elástica
Kg	Quilograma
M	Metros
m ²	Metros Quadrados
Min	Minutos
mm	Milímetros
MPa	Mega Pascal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2.2 A NBR 6484-01	15
2.3 BREVE HISTÓRICO DO SPT	18
2.4 NBR 6484-01; PESQUISAS BRASILEIRAS	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	25
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	25
3.2.1 Aplicação do Questionário.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A sondagem de solo à percussão (SPT) consiste basicamente na penetração de um amostrador padrão no solo através da queda livre de um peso de 65 kg a uma altura de 75 cm.

Para iniciar a sondagem monta-se sobre o terreno na posição desejada um cavalete de quatro pernas. Através de uma roldana e de um cabo o peso é orientado sobre o amostrador e solto em queda livre (SOUZA, 2003).

A sondagem a percussão com (SPT) é um recurso valioso que pode facilitar a escolha do tipo de fundação que venha ser utilizada não importando o porte da obra, e influencia diretamente nos padrões de segurança, qualidade, economia, e a variação do solo de um ponto de estudo para outro torna necessária a execução de sondagens em todos os projetos de fundações (CÂMARA E PEREIRA, 2005).

Apesar da norma existente para padronização do ensaio, estudos como o de Cavalcante; Danziger e Danziger (2003) apontam algumas mudanças nos métodos de execução do ensaio e de seus equipamentos, já Nixon (1982 *apud* Cavalcante 2002) aponta a falta de manutenção no equipamento que também acarreta em desvio de configuração do sistema original que conseqüentemente interferem nos resultados finais.

Em função disso, faz-se necessária a busca de um melhor entendimento e avaliação dos fatores intervenientes neste tipo de ensaio, objetivando sempre a sua padronização. Nessa pesquisa buscou-se avaliar os conhecimentos básicos e específicos sobre a sondagem de solo do tipo (SPT) aplicando um questionário em 62 construtoras das cidades de Campo Mourão, Cianorte, Maringá, Peabiru e Umuarama todas (localizadas na região noroeste do estado do Paraná).

O questionário foi encaminhado às empresas através de um formulário elaborado no *Google Docs*, adotou-se para a classificação das empresas um sistema de pontuação como método de classificação, na qual atribuiu-se três pontos, para cada opção assinalada por “sim”; um ponto se a opção assinalada for “não”, demonstrando que, mesmo não aplicando a técnica, a empresa conhece o método. E para os itens marcados com a opção “desconheço” não se atribuiu pontos.

1.1 OBJETIVOS

Estudar a aplicação da NBR 6484-01 sobre as sondagens de solos para simples reconhecimento com emprego do método SPT (*Standard penetration test*), em construtoras na região de Campo Mourão – PR realizando uma pesquisa exploratória.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar se as empresas pesquisadas têm conhecimento da norma NBR 6484-01;
- Verificar se as empresas em questão executam a sondagem de solo;
- Analisar a problemática da empresa em não executar a sondagem conforme a NBR 6484-01.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O (SPT) foi desenvolvido para se obter em campo uma medida local de resistência do solo (N_{spt}), para coleta de amostras realizadas a cada metro perfurado conforme a norma NBR 6484 da (ABNT). Eventualmente, este ensaio pode ser realizado em um intervalo menor ou maior, ficando a critério das necessidades do executante e ou do projeto sempre em harmonia com a norma regulamentadora (FONTELES, 2003).

Apesar da importância em volta dos ensaios para caracterização dos solos, a sondagem de simples reconhecimento *Standard Penetration test* (SPT) é o ensaio de campo mais utilizado na prática da engenharia das fundações em diversos países do mundo DÉCOURT (2002 *apud* CORDEIRO, 2006).

Segundo Andrade (2005), a estrutura do equipamento e seus principais procedimentos vêm sendo mantida apesar de toda a modernização dos equipamentos e dos métodos de execução do ensaio, e salienta que o grau de confiabilidade dos resultados depende tanto da qualificação dos técnicos responsáveis pela execução quanto da quantidade de parâmetros que cada método de investigação está apto a avaliar.

A evolução do ensaio associado à suas características individuais vem garantindo ao longo do tempo a sua utilidade não só nas correlações do índice de resistência do (SPT) com os parâmetros de resistência e de deformabilidade do solo, como também naquelas ligadas diretamente à previsão de capacidade de carga e de recalques de fundações para obras civis (SOUZA, 2007).

Segundo Consoli; Milititsky e Schnaid (2005), a falta de investigação do subsolo é a causa mais frequente das patologias das fundações. A identificação e a caracterização mais detalhada do solo e seu comportamento são essenciais à solução de qualquer problema de fundação.

Para qualquer edificação, deverá ser feita uma investigação geotécnica preliminar constituída, no mínimo, por sondagens a percussão com (SPT) em

conformidade com a NBR 6484-01, não descartando ainda a elaboração de outros métodos de sondagem para investigação complementar, através da realização de sondagens adicionais, instalação de indicadores de nível d'água, piezômetros, bem como de outros ensaios de campo e de ensaios de laboratório que podem se constituir em um auxiliar eficaz no traçado dos perfis geotécnicos do subsolo principalmente em obras de grande extensão (NBR 6122 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

2.2 A NBR 6484-01

A NBR 6484 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001) prescreve o método correto de execução da sondagem de simples reconhecimento de solos com (SPT), que consiste na perfuração e cravação dinâmica de um amostrador-padrão, a cada metro de solo, resultando na determinação dos tipos de solo em suas respectivas profundidades, além do índice de resistência à penetração a cada metro, a posição do nível do lençol freático. Com a previsão do solo e o projeto da edificação pode-se obter a opção mais adequada de fundação. O ensaio inicia-se com a sondagem do terreno a partir da superfície de instalação do equipamento até 1 m de profundidade com o trado concha ou cavadeira manual onde se recolhe uma amostra dessa parte inicial. A partir de 2 m de perfuração, inicia-se o procedimento com o amostrador padrão fixado no conjunto de hastes do aparelho. Um martelo de 65 kg é erguido a uma altura de 75 cm com auxílio de uma corda de sisal caindo em queda livre sobre o amostrador padrão. Este procedimento é repetido até que o amostrador penetre 45 cm no solo, a cada 15 cm conta-se o número de golpes do martelo para atingir tal profundidade e o valor de (Nspt) é a soma do número de golpes necessários para penetrar o amostrador nos últimos 30 cm no solo.

A sondagem (SPT) se divide nas seguintes operações:

- 1- Abertura do furo;
- 2- Ensaio de penetração;
- 3- Amostragem;

- 4- Avaliação do nível d'água;
- 5- Identificação e classificação das amostras e
- 6- Relatório.

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. Já a profundidade a ser explorada pelas sondagens depende do tipo de edifício, das características da sua estrutura, e das condições geotécnicas e topográficas do local garantindo que não venha prejudicar a estabilidade e o comportamento estrutural e funcional do edifício NBR 8036 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983).

Ainda segundo a NBR 6484 (ABNT, 2001), o processo de perfuração por circulação de água associado aos ensaios de penetração, deve ser utilizado até onde se obtiver as seguintes condições:

1. Quando em 3 m sucessivos se obtiver 30 golpes para penetração dos 15 cm iniciais do amostrador padrão;
2. Quando em 4 m sucessivos se obtiver 50 golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador padrão; e
3. Quando em 5 m sucessivos se obtiver 50 golpes para a penetração dos 45cm do amostrador-padrão.

Segundo a NBR 6484 (ABNT, 2001), a cravação do amostrador padrão é interrompida antes dos 45 cm de penetração sempre que ocorrer uma das seguintes situações:

1. Em qualquer dos três seguimentos de 15 cm, o numero de golpes ultrapassarem 30;
2. Se em um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a gravação; e
3. Se não se observar avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de cinco golpes sucessivos do martelo.

Esta norma traz uma relação dos estados de compacidade e de consistência dos solos conforme a tabela abaixo e resalta que as expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações. Não se deve confundir com as

mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na mecânica dos Solos.

Tabela 1 - Compacidade e de consistência dos solos segundo a NBR 6484-01.

Argila e Silte Argiloso	Resistência à Penetração N	Areia e Silte Arenoso	Resistência à Penetração N
Muito Mole	≤ 2	Fofa	≤ 4
Mole	3 a 5	Pouco Compactada	5 a 8
Média	6 a 10	Mediamente compactada	9 a 18
Rija	11 a 19	Compactada	19 a 40
Dura	> 19	Muito Compactada	> 40

Fonte: NBR 6484-01

A tabela 2 mostra uma Correlação entre o ensaio (SPT) e a resistência ao cisalhamento de areias e argilas.

Tabela 2 - Correlação ensaio SPT e resistência ao cisalhamento (kgf/cm²).

Argila	Nº de Golpes	Resistência	Areia	Nº de Golpes	Resistência
Muito Mole	≤ 2	<0.3	Fofa	≤ 4	<1
Mole	3 a 4	0.3 a 0.6	Pouco Compactada	5 a 10	1 a 2
Média a			Mediamente compactada		
Rija	5 a 8	0.6 a 1.2	compactada	11 a 30	2 a 4
Rija	9 a 15	1.2 a 2.4	Compacta	31 a 50	4 a 6
Muito Rija			Muito Compactada		
	16 a 30	2.4 a 4.8		> 50	>6
Dura	>30	>4.8	-	-	-

Fonte: NBR 6484-01

2.3 BREVE HISTÓRICO DO SPT

Segundo Tsutsumi2000 (*apud* CARLOS SILVA, 2007, p.28), a sondagem de simples reconhecimento teve início nos Estados Unidos em 1902 com uma proposta para um processo de amostragem utilizando um aparelho com cravação dinâmica e um amostrador com diâmetro de 25.4 mm e comprimento variando entre 300 e 450 mm, onde o amostrador era cravado no solo utilizando-se um martelo de 50 kg. Somente em 1927 foi introduzido um amostrador com diâmetro externo de 51 mm e interno de 35 mm, e com seu corpo bipartido facilitando a coleta da amostra de solo. Este amostrador conhecido como Raymond é utilizado até hoje para os ensaios de penetração das sondagens de simples reconhecimento.

Carlos Silva (2007) comenta ainda que a sondagem do tipo (SPT) foi introduzida no Brasil em 1939 pela seção de Solos e Fundações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT). No início encontrou dificuldades para conseguir tubos com as dimensões do amostrador do tipo Raymond. Então, desenvolveu um amostrador próprio que deixou de ser usado na década de 70 devido à tendência internacional de normalização do equipamento.

Até meados dos anos 70, muitos amostradores e procedimentos foram utilizados tentando chegar à opção que melhor se adaptasse a realidade da prática brasileira. Em 1970, a Geotécnica S.A e o (IPT) se uniformizam na utilização de um único amostrador o Raymond de 50,8 mm de diâmetro externo conforme figuras 1 e 2 (NEVES, 2004).

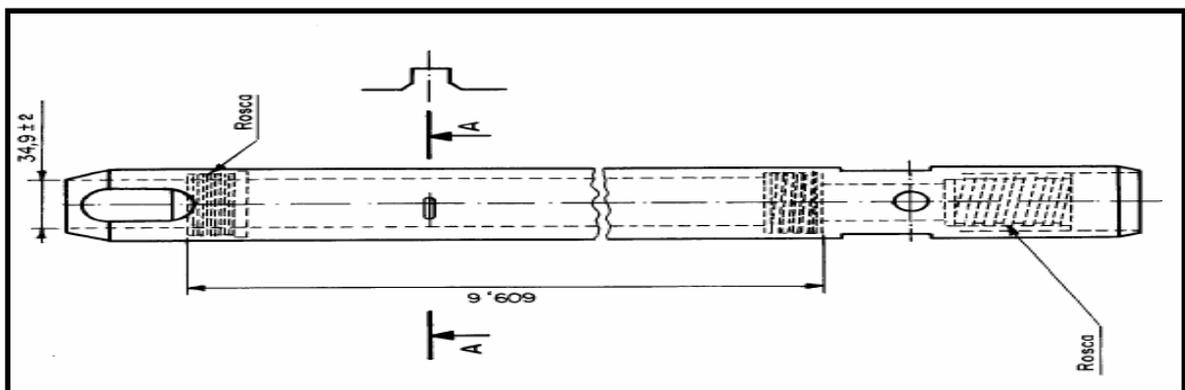


Figura 1: Ilustrações de equipamentos do aparelho de SPT.
Fonte: Neves, (2004)



Figura 2: Amostrador padrão bi-partido em ensaio.
Fonte: Folle (2002)

O ensaio (SPT) foi normalizado no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas em 1979 com a NB 1211 de 1979, intitulada “Execução de Sondagens de Simples reconhecimento dos Solos”, até ser em dezembro de 1980, denominada NBR 6484 (1980) e atualizada em 2001 com o título “Solo Sondagem de simples reconhecimento com (SPT) - Método de ensaio”, que é atualmente a norma vigente no país. Nos Estados Unidos a D1586 da *American Society for Testing and Materials* – ASTM é de 1958. Esta norma foi revisada em 1967, 1974, 1986 e 1992 a qual continua em utilização até o presente momento.

2.4 NBR 6484-01; PESQUISAS BRASILEIRAS

Para Cavalcante; Danziger e Danziger, (2003), um estudo realizado com várias empresas brasileiras que executam o (SPT) pode-se apontar os principais desvios relativo aos procedimentos e equipamentos em relação a legislação vigente. Nota-se como descumprimentos mais frequentes, o controle adequado da altura de queda do martelo, ausência do coxim de madeira e cabeça de bater fora do padrão. O

procedimento de se cravar continuamente o amostrador foi detectado em algumas empresas, o que pode aumentar a resistência à penetração em até 130% e constatou-se também que em nenhum momento da pesquisa foi registrada a presença de um engenheiro supervisionando os serviços de sondagem.

Baillot e Ribeiro Júnior (1999 *apud* FONTELES, 2003) fizeram uma comparação entre os equipamentos e processos executivos das sondagens com (SPT) segundo as normas da (ABNT) e da (ASTM), e observaram que, as falhas humanas inerentes ao processo de liberação manual tais como a imprecisão da altura de soltura, podem constituir fatores influentes nos valores de (Nspt), à luz dos valores analisados obtidos com o mecanismo automático de alçamento e liberação do martelo.

Cavalcante (2002) realizou uma análise sobre vários aspectos associados a transferência de energia no (SPT), com ênfase na questão do comprimento da composição do conjunto haste-amostrador. Seus resultados mostraram que a eficiência da energia transmitida ao topo da composição de hastes, independente do seu comprimento e da resistência do solo, apresenta diferença entre a energia medida no topo das hastes e a que atinge o amostrador. Essa energia é efetivamente responsável pelo número de golpes (Nspt) medido para um determinado solo, que por sua vez é diretamente usado como parâmetro chave no cálculo da capacidade de suporte e recalques das fundações, fatores importantes do projeto que podem garantir o sucesso inclusive financeiro de um empreendimento.

Os métodos para obtenção da eficiência nos golpes do ensaio (SPT) tem um custo elevado, o que tornam economicamente inviável para as empresas de sondagem. Neves (2004) testou um método que possibilita um custo mais baixo e que se mostrou confiável para os tipos de solos ensaiados por ele, aplicando uma carga estática fixa utilizando um macaco hidráulico e uma bomba de óleo manual sobre o conjunto haste-amostrador em substituição ao peso de 65 kg utilizado manualmente, adicionando acelerômetros, medidores de deformação e o receptor de dados *SPT Analyzer* que registra os dados com auxílio de um *software* conforme figura 3.



**Figura 3 -Sistema de Neves (2004) sendo executado.
Fonte: Neves, (2004)**

Romão (2006) utilizou, para definir a modelagem de terreno da região de Goiânia, um banco de dados a partir de um levantamento de relatórios de várias empresas de sondagens da região, contendo dados de 1400 furos com informações do (Nspt), a cada metro, e informações sobre os níveis de água encontrados, que compilados a um software forneceram características mais densas do solo em estudo como espessura do material não consolidado, textura, profundidade do nível de água, caracterização do solo local como argiloso vermelho, raramente arenoso e com presença de maciços rochosos do tipo xisto micáceo.

Oliveira e Romão (2006) elaboraram um banco de dados de sondagens geotécnicas para estudos de entendimento do solo natural e também de problemas urbanos como as erosões na cidade de Goiânia-GO, com o armazenamento de atributos macroscópicos como cor, textura e consistência, tornando uma ferramenta importante para o estudo e estruturação do solo e dos processos relacionados a ele.

Borges (2007) destaca que o mapeamento geotécnico baseado em um banco de dados de sondagens (SPT), manipulado através de um sistema de informações geográficas (SIG) para auxiliar no planejamento do uso e da ocupação dos solos urbanos da cidade de Rio Branco no Acre, auxiliou como informação adicional no planejamento e complementação da investigação para escolha do tipo de fundação das obras de Engenharia.

Segundo Nixon, (1982 *apud* CAVALCANTE, 2002) as empresas executoras do (SPT) vêm incorporando modificações na sistemática do ensaio, e deixando a

desejar quanto à manutenção necessária do conjunto que constitui o equipamento original surgindo assim, aparelhagens com configurações diferentes da que se preconiza como padrão ou de referência.

Existe também o ensaio denominado (SPT-T), que consiste na execução do ensaio (SPT), normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6484-01, mas logo que terminada a cravação do amostrador, é instalado um torquímetro na polia de giração podendo ser analógico ou digital. Durante a rotação de recolhimento do amostrador o operador verifica a leitura do torque máximo necessário para romper a adesão entre o solo e o amostrador obtendo o atrito lateral amostrador-solo, além de obter também o torque residual na medida em que o operador continuar girando o amostrador até que a leitura se mantenha constante, quando então, faz-se uma segunda medida (PASQUALIN FILHO, 2008).

Bessa (2005) utilizou um método diferente para o ensaio de (SPT-T). Depois de cravado o amostrador metro a metro, o torquímetro é fixado na haste do amostrador e a rotação é aplicada obtendo a medida de torque máximo necessário entre a ruptura da adesão entre o solo e o amostrador. Permite-se também nesse ensaio obter a medida de torque residual que são dados importantes para uma informação mais precisa do atrito lateral.

Vieira (2006) fez uma correlação entre o número de golpes (N_{spt}) e o número de golpes para cravação da estaca de 50cm (Nestaca), e partindo dessa formulação, se torna possível avaliar o perfil de resistência do subsolo e a capacidade de carga estática de cada estaca, e ainda a previsão do número de golpes necessários para cravar uma estaca até a profundidade desejada, já que no ensaio (SPT) conjuga-se uma medida de resistência dinâmica a uma sondagem de simples reconhecimento onde amostras do subsolo são coletadas a cada metro de profundidade. O autor ressalta ainda que é importante executar a sondagem (SPT) próxima de todas as estacas de fundação e não apenas em 10% delas, como sugere a norma brasileira NBR 6122 (1996) para que se tenha um controle da qualidade dos estaqueamentos com maior eficiência.

Souza (2009) utilizou a correlação entre (SPT) e (CPT) *Cone Penetration Test* apenas em solos arenosos identificando-os em diferentes estados de compactação, obtendo em sua análise global um valor aproximado para (K) que é o coeficiente que correlaciona o valor de (N_{spt}) obtido pelas sondagens com o valor da resistência de ponta do ensaio (CPT) (NBR 12.069/1991), em: 10MPa, de 11 MPa para areias

fofas, 8 MPa para pouco compactadas, 6 MPa para mediamente compactadas e 5 MPa para areias compactadas.

De acordo com Mello (1971 apud SOUZA, 2009), o (Nspt) está intimamente ligado à resistência ao cisalhamento, considerando solos arenosos e à classificação da densidade das areias a partir do (Nspt). Nas figuras 4 e 5 verificam-se as várias partes do equipamento de sondagem de simples reconhecimento, para um melhor entendimento do ensaio.



Figura 4-Sondagem de simples reconhecimento.



Figura 5 - Equipamento completo com moto-bomba
Fonte: Folle (2002)

As amostras providas da sondagem de simples reconhecimento devem ser examinadas procurando-se identificá-las no mínimo por: granulometria, plasticidade, compacidade, consistência cor e origem, sempre seguindo recomendações da NBR 7250, (1982) (MACIEL FILHO, 1997 p.110).

Segundo Schnaid (2000) os valores médios de penetração podem servir de indicação qualitativa a previsão de problemas. Por exemplo, solos com (Nspt) superiores a 30 indicam em sua maioria solos resistentes e estáveis. Solos que apresentem (Nspt) inferiores a 5 são compressíveis e pouco resistentes tendo a necessidade de estudos geotécnicos mais elaborados para a solução de casos correntes.

Dois fatores relevantes na questão da eficiência do (SPT) são o tipo de martelo e o sistema de levantamento e soltura. De acordo com Belincanta (1998) são empregados no Brasil três sistemas básicos:

- martelo cilíndrico com coxim de madeira, operado manualmente e levantado através de corda de sisal auxiliado por roldana fixa, onde a perfuração é feita com trado helicoidal até a cota do nível de água, e a partir desta cota adota-se o uso do trepano de lavagem com percolação de água. Esse é o método mais comum até porque esta em conformidade com a NBR 6484 (2001);
- existe um mecanismo de pouca utilização com sistema que se assemelha ao da NBR 6484 (2001), porém o acionamento do martelo é realizado com cabo de aço ao invés de corda de sisal;
- metodologia utilizada em regiões onde existe camada espessa de solo superficial poroso, não saturado e de baixa resistência em que a cravação do amostrador é executada com avanço sucessivo, sem a necessidade de perfuração prévia. Este procedimento não segue as recomendações da NBR 6484 (2001).

Apesar do ensaio (SPT) ter uma normalização específica no Brasil, é comum na prática, a incorporação de mudanças na realização do ensaio de diferentes técnicas de perfuração e de equipamentos diferentes dos normalizados. Esta desuniformidade torna os resultados obtidos diferentes das condições naturais do terreno. Em função disso faz-se necessário a constante busca do entendimento e avaliação dos fatores intervenientes neste tipo de ensaio, objetivando sempre a sua padronização (CÉSAR, 2008).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA

A pesquisa foi realizada através de um estudo exploratório e descritivo. Buscou-se informações em sessenta e duas empresas localizada nas cidades de Campo Mourão-PR, Cianorte-PR, Maringá-PR Peabiru-PR e Umuarama-PR.

A coleta dos dados ocorreu durante os meses de dezembro de 2010 a Março de 2011.

As empresas estudadas são de pequeno médio e grande porte e na a tabela 3, verifica-se a localização dos empreendimentos situados na região noroeste do Paraná.

Tabela 3 - relação das empresas estudadas

CIDADES	QUANTIDADE
Campo Mourão	10
Cianorte	16
Peabiru	1
Umuarama	25
Maringá	10

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Foram efetuados os contatos com os responsáveis técnicos das empresas e, encaminhados a estes um questionário sobre a aplicação do método (SPT).

A elaboração do questionário baseou-se nas informações de sondagens da NBR 6484-01. No quadro 1, verificam-se as perguntas sobre conhecimento e aplicação do método (SPT).

A construtora tem conhecimento das recomendações da NBR 6484

Antes de iniciar uma obra a construtora emprega algum método para a análise da capacidade do solo?

A construtora costuma contratar outras empresas para elaboração de serviços de Sondagem de solo?

Antes de iniciar uma obra a construtora emprega algum outro método de investigação Do subsolo, que não seja o proposto pela NBR 6484 o método SPT?

Antes de iniciar uma obra a construtora emprega algum método investigativo para saber qual é a profundidade do lençol freático?

A empresa faz análise do solo em todos os empreendimentos?

A empresa faz análise do solo em obras de pequeno porte?

O custo da sondagem de solo é um empecilho para contratação do serviço? Eleva o custo da obra?

A empresa tem a anotação de responsabilidade técnica (ART) do profissional responsável pela sondagem.

A construtora possui algum critério de avaliação de sondagem?

Nos empreendimentos em que são empregadas as sondagens é entregue pela empresa executora um relatório detalhado com a localização total dos furos executados?

A construtora possui a planta de localização das sondagens de todos os Empreendimentos onde este serviço foi executado?

A construtora possui a planta das seções geotecnológicas de interesse à obra?

Na planta das seções geotecnológicas é fornecido o número de golpes e penetração de cada furo?

Nos empreendimentos que são executadas as sondagens, é entregue pela empresa

Executora um relatório com diâmetro dos furos executados?

Nos empreendimentos que são empregadas as sondagens é entregue pela empresa executora um relatório com o método de perfuração?

Nos empreendimentos que são empregadas as sondagens, é entregue pela empresa executora um relatório indicando onde foi utilizado tubos de revestimento?

Nos empreendimentos que são executadas as sondagens é entregue pela empresa executora um relatório com resultados dos ensaios de permeabilidade?

Nos empreendimentos que são executadas as sondagens, é entregue pela empresa executora um relatório com resultados das profundidades, das mudanças das camadas de solo e do final da sondagem?

Nos empreendimentos que são empregadas as sondagens é realizado também o Ensaio de absorção d'água?

Nos empreendimentos que são empregadas as sondagens, é realizado também o Ensaio de infiltração?

Nos empreendimentos que são executadas as sondagens e que foi encontrado água, no relatório entregue pela empresa executora do ensaio, foi identificada a vazão destes furos?

Nos empreendimentos que são executadas as sondagens são realizadas a descrição tátil-visual das amostras (granulometria principal e secundária; origem; cor).

Quadro 1: Questionário aplicado

3.2.1 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O questionário foi encaminhado através do formulário do *Google Docs* às empresas de Campo Mourão e região. Adotou-se para a classificação das empresas um sistema de pontuação semelhante ao utilizado por Saurin e Formoso (2006), na qual é pontuado cada requisito de um elemento qualquer com valor igual a três pontos, se a opção assinalada for “sim”; a pontuação com valor igual a um ponto, se

a opção assinalada for “não”, demonstrando que, mesmo não aplicando à técnica, a empresa conhece o método. Para os fins de atribuição da nota são desconsiderados os itens marcados com a opção “desconheço”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das sessenta e duas empresas pesquisadas, quarenta e duas retornaram o questionário a fim de possibilitar uma melhor visualização dos resultados obtidos com o questionário. Para conhecimento das recomendações da NBR 6484-2001, foram elaborados os gráficos, apresentados a seguir:

A figura 6 representa a quantidade de empresas que responderam ter conhecimento das recomendações da NBR 6484-2001.

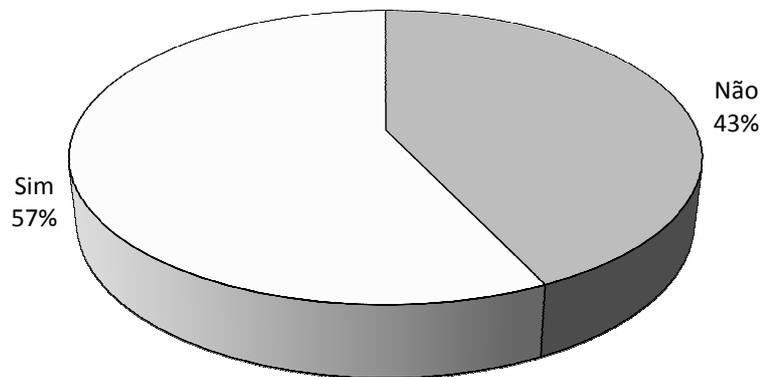


Figura 6 - Gráfico de conhecimento das recomendações da NBR 6484-2001.

Apesar da importância da NBR 6484-2001, grande parte das empresas estudadas não tem conhecimento das suas recomendações e dos parâmetros que influenciam em seus resultados. Os valores obtidos com a sondagem de (SPT) executada de forma inadequada levam a resultados que podem comprometer a estrutura da obra. Além do mais, compromete tecnicamente a escolha de um projeto de fundação que condiz com as características técnicas reais do solo, acarretando em escolhas inadequadas de fundações, superdimensionamento de estruturas, gerando desperdícios desnecessários, ou ainda, gerando patologias causadas por problemas dimensionais de fundação. E ainda a possibilidade de não se escolher o projeto de fundação que mais se enquadre as condições do terreno e da obra, além de evitar desperdícios com super dimensionamento.

A figura 7 mostra os resultados das empresas quando perguntado se aplicam algum método para investigação do solo.

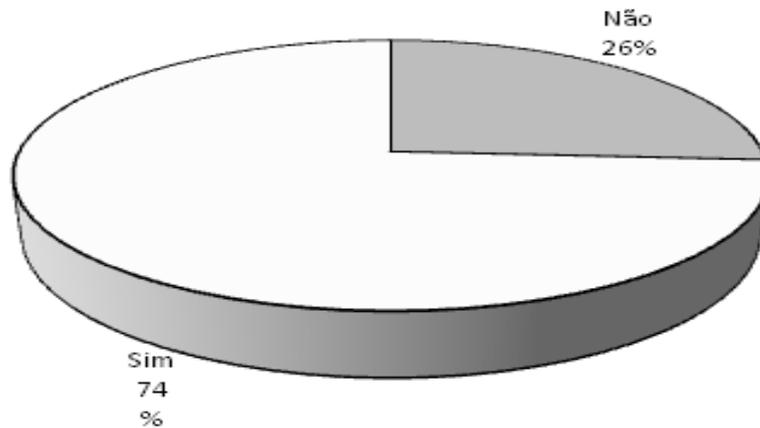


Figura 7 - Gráfico de empresas que aplicam algum método de análise de capacidade do solo.

Além da investigação geotécnica preliminar constituída pelo ensaio à percussão (SPT), existem investigações complementares que podem ser executadas caso haja dúvida quanto à natureza do material impenetrável a percussão ou em função de peculiaridades do subsolo e do projeto.

Segundo Neves (2004), vários métodos de estimativa de capacidade de carga de fundações profundas e rasas utilizam apenas os parâmetros obtidos no ensaio SPT, tais como o índice de resistência à penetração (N_{spt}) e a classificação do solo obtido através de seu amostrador padrão. A NBR 8036 relata que poderão ser necessárias investigações complementares através da realização de sondagens adicionais e até a instalação de indicadores de nível d'água, piezômetros, e outros ensaios de campo e de ensaios de laboratório que se constituem em auxiliares eficazes no traçado dos perfis geotécnicos do subsolo.

Durante a execução do ensaio, a NBR 6484-01 determina que na perfuração com o auxílio do trado helicoidal, o operador deve estar atento a qualquer aumento aparente da umidade do solo. Nesta oportunidade, interrompe-se a operação de perfuração e passa-se a observar a elevação do nível d'água no furo, efetuando-se leituras a cada 5 min., durante 15 min. no mínimo.

Sempre que ocorrer interrupção na execução da sondagem, é obrigatória, tanto no início quanto no final desta interrupção, a medida da posição do nível d'água, bem como da profundidade aberta do furo e da posição do tubo de revestimento.

Na pesquisa, verificou-se que 83% das empresas que, em sua maioria responderam que tem conhecimento das recomendações da norma e que contratam empresas para executar as sondagens, não tem conhecimento de que uma das principais funções do próprio (SPT) é determinar a posição do nível d'água, como observado na figura 8, além de ser um dos quesitos obrigatórios na composição do relatório definitivo da sondagem. A previsão antecipada do posicionamento do lençol freático permite uma possível alteração no projeto da fundação ou planejamento do rebaixamento do mesmo evitando imprevistos ou interferências nos trabalhos de execução das obras de fundação.

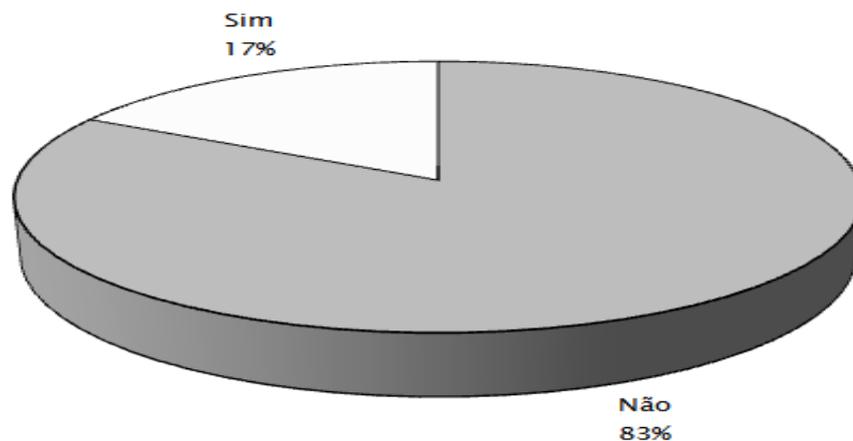


Figura 8 - Gráfico de empresas que utilizam métodos para localização do lençol freático.

Conforme a figura 9, o custo do serviço de sondagem não pareceu ser um parâmetro que dificulta sua execução já que 71% das empresas pesquisadas responderam que o custo não serve de empecilho, e 74% das empresas responderam que costumam contratar o serviço de sondagem.

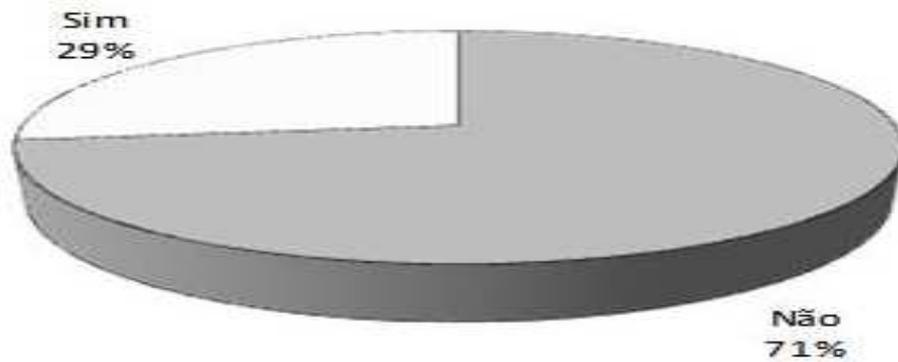


Figura 9 – Gráfico das empresas que tem o custo da sondagem como empecilho para sua utilização

Na figura 10 pode-se verificar que, mesmo os empreendimentos onde são executadas as sondagens, a maioria não apresenta estes resultados documentados com o método de execução. O método de perfuração é um item obrigatório tanto no relatório de campo como no relatório definitivo. Fica, portanto a interrogação se de fato essas empresas não recebem o relatório da sondagem ou se o responsável por responder essa pesquisa não tem ciência dessas informações tão importantes.

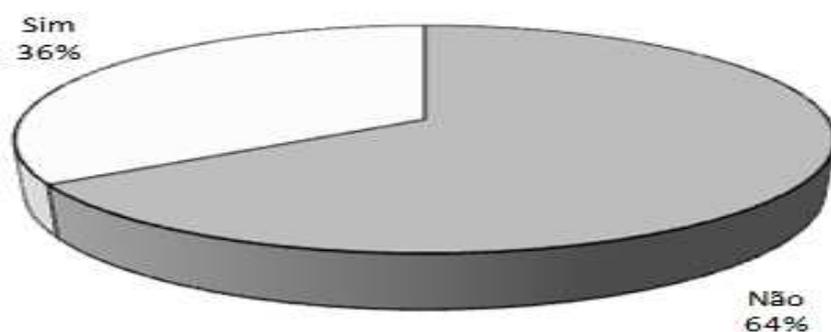


Figura 10 – Gráfico das Construtoras que recebem o relatório com o método de perfuração

Conforme a NBR 6484-01, tanto no relatório de campo como no relatório final definitivo, devem constar a metodologia de perfuração no relatório de campo, (TC -

trado-concha; TH - trado helicoidal; CA - circulação de água) e profundidades respectivas.

Já para o relatório definitivo, a indicação dos processos de perfuração empregados (TH), (CA) e respectivos trechos, bem como as posições sucessivas do tubo de revestimento e uso de lama de estabilização quando utilizada.

Os ensaios de infiltração na sondagem restringem à utilização de lamas de estabilização em substituição ao tubo de revestimento convencional utilizado em sondagens profundas em solos instáveis, e onde a descida e posterior remoção desses tubos é problemática (NBR 6484-01). Como pode-se verificar na figura 11, apenas 5% afirmam que utilizam este ensaio, 24% desconhecem tal afirmação e 71% das empresas estudadas nunca executaram o ensaio de infiltração.

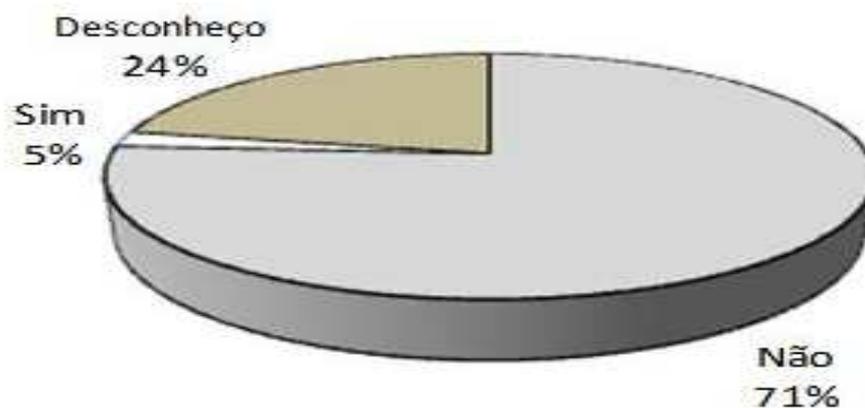


Figura 11 – Empresas que realizam ensaio de infiltração

Com base na investigação e na coleta de amostras obtidas nos furos das sondagens, é possível traçar um perfil geológico-geotécnico do terreno com a estratigrafia das camadas do solo encontradas ao longo de sua profundidade. A descrição tátil visual das amostras coletadas é parte fundamental para traçar esse perfil já que permite reconhecer as e classificar o mesmo de acordo com as características e propriedades que o solo em cada camada perfurada do terreno possui. A figura 12 traz as respostas das empresas que conhecem procedimento da descrição tátil visual das amostras de sondagem nos empreendimentos em que elas executam o ensaio de (SPT).

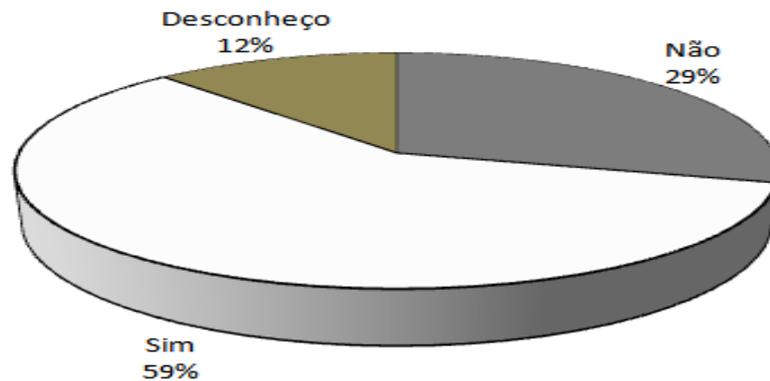


Figura 12 – descrição tátil visual das amostras

Segundo Vieira (2006), o tipo do solo influencia no valor do (Nspt), a consistência das argilas e a compacidade das areias são estimadas partindo de valores obtidos a partir da resistência à penetração, mas a classificação do material colhido metro a metro é obtida com a descrição tátil-visual, granulometria principal e secundária.

Segundo a NBR 6484-2001, para a identificação das amostras e elaboração do perfil geológico-geotécnico da sondagem, deve-se examinar procurando identificá-las no mínimo através das seguintes características:

- A) granulometria
- B) plasticidade;
- C) cor; e
- D) origem, tais como:
 - solos residuais;
 - transportados (coluvionares, aluvionares, fluviais e marinhos);
 - aterros.

A figura 12 demonstra que 59% das empresas responderam sim quanto a realização da classificação através da descrição tátil visual, mas, 29% responderam não e 12% desconhecem tal procedimento.

Na figura 13, têm-se um gráfico representando o resultado das empresas com conhecimento sobre sondagens de simples reconhecimento de solos com método(SPT) e suas finalidades para aplicações na engenharia civil. O mesmo foi dividido em 4 classes percentuais, e demonstram que grande parte das empresas sabiam da existência do ensaio e sua finalidade.

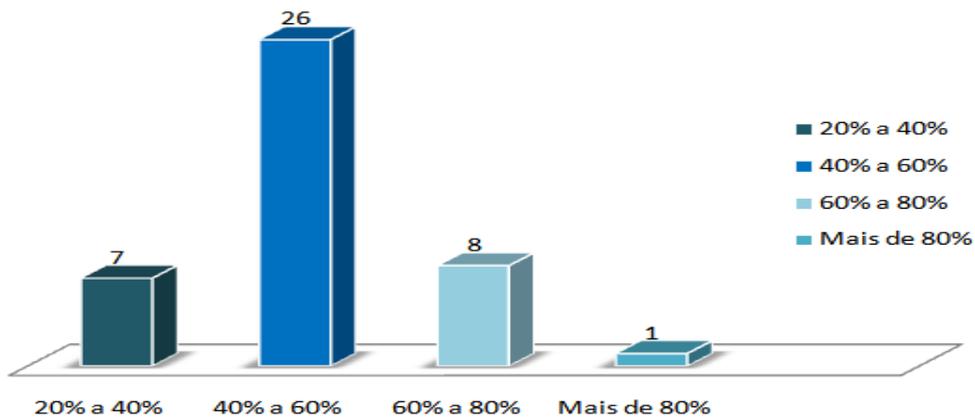


Figura 13 – Gráfico de conhecimento sobre sondagens do tipo SPT

Considerando a pontuação obtida entre as empresas a soma da média foi de 38,1 pontos. A figura 14 representa a quantidade de empresas que se encontram abaixo e acima da média de pontos obtidos através da somatória de cada empresa conforme a metodologia dessa pesquisa.

O conhecimento das características e parâmetros geotécnicos dos solos, especialmente dos relacionados com a resistência e a deformabilidade, conduz a uma maior probabilidade de otimização dos projetos de natureza geotécnica, de fundações, de edifícios, estrutura de contenção de terras e de pavimentação (CÂMARA E PEREIRA, 2005).

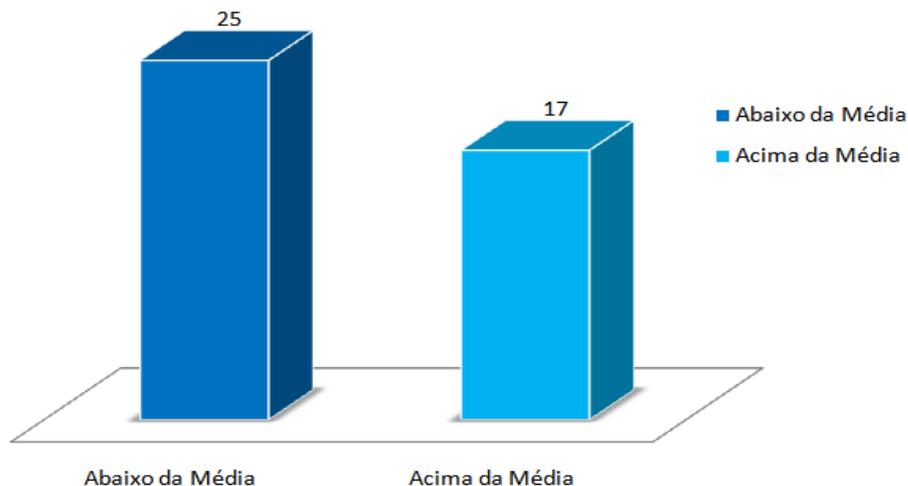


Figura 14 – Empresa acima e abaixo da média de pontos

5. CONCLUSÕES

A necessidade de conhecimento das características geotecnológicas do subsolo é cada vez mais crescente face às obras de engenharia civil exigirem informações cada vez mais confiáveis para o planejamento de seus empreendimentos.

Na prática, notam-se muitos descuidos com a execução das investigações geotécnicas como a ausência de manutenção do equipamento, e a despadroneização na execução do ensaio. Esta pesquisa demonstrou que algumas empresas sabiam da existência do ensaio e parte de suas finalidades, mas um número grande de empresas não conhecem detalhes importantes condicionados ao (SPT) já que:

A mesma empresa que respondeu ter conhecimento das recomendações da NBR 6484-01 respondeu que não emprega método algum para investigação do subsolo antes de iniciar as obras, nem que não costuma contratar empresas para execução de sondagens.

- 90% das empresas pesquisadas nunca utilizaram outros métodos para investigação além do proposto pela NBR 6484-01.
- 83% das empresas não tinham conhecimento de que o ensaio de (SPT) também é utilizado para identificação da posição do lençol freático.
- 93% das empresas não executam sondagens em todos os empreendimentos e 90% responderam que utilizam a sondagem apenas nas obras de grande porte.
- 90% das empresas não utilizam nenhum dos critérios de avaliação de sondagem propostos pela NBR 6484-01.
- 5% das empresas afirmaram não receber no relatório o número de golpes e penetração de cada furo. 10% afirmaram desconhecer tal informação.
- 50% afirmaram que não recebem pela empresa executora da sondagem o relatório com resultados das profundidades, das mudanças das camadas de solo e do final da sondagem, e

- 26% desconhecem essa informação e apenas 24% tem conhecimento do relatório com a indicação das mudanças do tipo de solo em cada profundidade.

A preocupação com correta execução e obtenção da eficiência nos ensaios (SPT) pareceu estar fechada apenas à comunidade científica. Existem uma infinidade de pesquisas pertinentes ao tema, muitas a níveis de mestrados e doutorados na busca de um melhor entendimento e otimização do sistema.

A não execução da prospecção do subsolo antes de iniciar uma obra torna-a sujeita a patologias futuras que poderiam ter sido evitadas. Além disso, evita um superdimensionamento das fundações que só aumentam os custos da obra. Essas empresas deviam estar atentas ao risco inerente ao executar uma obra sem uma investigação preliminar, por isso torna-se oportuno sugerir que este estudo possa ser continuado, pra que pesquisas futuras analisem com afinco qual a real dificuldade dessas empresas em executar a sondagem preliminar antes de iniciarem suas obras.

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM - D1586-58. **Standard method for penetration test and split barrel sampling of soils.** USA, 1958.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (1992). **ASTM D-1586-84: Penetration test and split-barrel sampling of soils,** Philadelphia. USA, 1992

ANDRADE, Ricardo, F. de. **Mapeamento geotécnico preliminar em escala semi-detalhe (1:25.000) da área de expansão urbana de Uberlândia-MG.** 2005. 132 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2005. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp010489.pdf>>. Acesso em: 01/08/2010.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: **Execução de Sondagens de Simples reconhecimento dos Solos.** Rio de Janeiro. 1980

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.069: **Ensaio de Penetração de Cone *in situ* (CPT).** Rio de Janeiro, 1991.

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

BELINCANTA, Antonio. **Avaliação dos fatores intervenientes no índice de resistência a penetração do SPT.** 1998. 141 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

BESSA, Adevilson O. de. **Avaliação da resistência lateral em estacas escavadas com trado submetidas à tração.** 2005. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa – MG. 2005. Disponível em:

http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/42/TDE-2007-04-27T061126Z-511/Publico/texto%20completo.pdf. Acesso em: 08/08/2010

BORGES, Marcelo de V. **Contribuição de um Sistema de Dados Georeferenciados Baseado em Geomorfologia e Pedologia para o Estudo de Fundações na Cidade de Rio Branco, Acre.** 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp036760.pdf>>. Acesso em: 22/02/2011

CAMARA, Kadson, R. da R.; PEREIRA, Alexandre da C. **Análise de perfis de sondagem SPT e caracterização geotécnica de solos do município de Natal-RN.** Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/56/62>>. Acesso em: 30/05/2010.

CAVALCANTE, Erinaldo H. **Investigação teórico-experimental sobre o SPT.** 2002. 445 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Civil) Coordenação dos programas de pós-graduação de engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/ctic/arquivos/TESE_DSc._Erinaldo.pdf acesso em: 20/01/2011

CAVALCANTE, Erinaldo. H., DANZIGER, Fernando. A. B. e DANZIGER, Bernadete. R. **O SPT e alguns desvios da norma praticados no Brasil.**(2003) Universidade Federal do Sergipe, Aracaju. Disponível em: http://dc106.4shared.com/download/Rp-E6qDn/artigo-O_SPT_e_Alguns_Desvios_.pdf?forceOpen=true. Acesso em: 10/12/2010. (2003).

CÉSAR, Luiza D. **Ensaio geotécnicos utilizados no dimensionamento de fundações.** (2008). 173 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: www.ufsm.br/engcivil/TCC/2008/II_Semestre/20_Luiza_Denardi_Cesar.pdf. Acesso em: 25/02/2011.

CONSOLI, Nilo, C.; MILITITSKY, Jarbas; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações.** Oficina de textos. São Paulo. 2005.
CORDEIRO, Daniel, D. **Obtenção de parâmetros geotécnicos de areias por meio de ensaios de campo e de laboratório.** 2004. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004. Disponível em: <<http://www.prppg.ufes.br/ppgec/dissertacao/2004/DanielDargan.pdf>>. Acesso em: 22/02/2011

FOLLE, Daiane. Estudo **geoestatístico de sondagens SPT para geração de mapas auxiliares em obras de engenharia**. 2002. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002. Disponível em:
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2980/000329903.pdf?sequence=1>
 . Acesso em:12/11/2010.

FONTELES, H.R.N. (2003). **Caracterização geotécnica do subsolo da porção nordeste do Município de Fortaleza (CE) com base em Geoestatística**. 2003. 146 f.Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em:
www.eesc.usp.br/geopos/dissertses/fonteles.pdf
 Acesso em: 25/02/2011

LOBO, Bianca, de O.**Método de previsão de capacidade de carga de estacas: Aplicação dos conceitos de energia do ensaio SPT**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005. Disponível em:
<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp002590.pdf>. Acesso em: 01/08/2010

MACIEL, Filho, C. L. **Introdução à geologia de engenharia**. 2.ed. Editora da UFS; Brasília: Companhia de Recursos Minerais, 1997.

NEVES,Luis F. de S.**Metodologia para a determinação da eficiência do ensaio SPT através de prova de carga estática sobre o amostrador padrão**. 2004. 420f. Dissertação(Mestrado em Geotecnia)-Escola deEngenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2004. Disponível em:
<http://www.dicionariogeotecnico.com.br/dissertacao.pdf>. Acesso em: 09/02/2011

OLIVEIRA, Robson. M. de.; ROMAO, Patrícia, de A. **Banco de dados de sondagens para a descrição de solos – município de Goiânia-Go**: Ensaio sobre as possibilidades de análise e correlação entre fatores/elementos fisiográficos. Universidade Federal de Goiás Disponível em:
http://www.geo.ufv.br/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo12/028.pdf.
 Acesso em: 12/06/2010

PASCOALIN FILHO, J. A. **Estudo do comportamento à tração axial de diferentes tipos de estacas em solo de diabásio da região de Campinas – SP**. 2008. 383 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – área de concentração de construções rurais) – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008. Disponível em:
<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000434348>>. Acesso em:10/06/2010

ROMAO, P.A. **Modelagem de terreno com base na morfometria e em sondagens geotécnicas – região de Goiânia – GO.** 2006. 166 f Tese (Doutorado em Geotecnia) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/2544/1/2006_Patr%c3%adcia%20de%20Ara%c3%abajo%20Rom%c3%a3o.pdf >. Acesso em: 30/09/2010

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Análise de práticas de planejamento de layout e logística em um conjunto de canteiros de obras no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. (Recomendações Técnicas Habitaré – Volume 3) – Programa de Tecnologia de Habitação. 2006

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

SILVA, Carlos, P. L. da. **Cartografia geotécnica de grande escala Estudo de caso Brasília - Área tombada pela Unesco.** 2007. 121f Dissertação (Mestrado em Geotecnia) Departamento de engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/2534>>. Acesso em: 30/05/2011

SILVA, Everton S. **Investigação geológico-geotécnica para execução de fundação em área de aterro – Condomínio praça Villa Lobos.** 2007. Xxf. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <<http://cursos.anhembi.br/TCC-2007/Trabalhos/tcc-18.pdf>> Acesso em: 22/09/2010>.

SOUZA, Jeferson, M. S. de. **A influência da compactidade das areias nas correlações entre os ensaios de cone e o SPT.** 2009. 249 f Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Universidade Estadual do Rio de Janeiro, RJ, 2009. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp125811.pdf>>. Acesso em: 01/08/2010

SOUZA, Luiz H. de F. **Identificação de matacões por meio de sondagem a percussão de simples reconhecimento do subsolo na cidade de Uberlândia-MG.** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 8, n. 24 DEZ/2007 p. 86 – 95. Acesso em: 10/04/2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/10382/6194>>

SOUZA, Eduardo G. de. **Colapso de edifício por ruptura das estacas: Estudo das causas e da recuperação.** 2003 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

estruturas) Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo, SP, 2003. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/76140949/17/TENSAO-NO-SOLO-E-EMPUXO>. Acesso em: 31/11/2011

VIEIRA, SILVIO H. DE A. **Controle da Cravação de Estacas Prémoldadas: Avaliação de Diagramas de Cravação e Fórmulas Dinâmicas** 2006. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da engenharia civil) (COPPE/UFRJ, M. Sc., Engenharia Civil, 2005). – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Acesso em: 10/04/2010. Disponível em: http://www.coc.ufrj.br/index.php?option=com_content&task=view&id=3296&Itemid=178>.