

ANDRÉ LUIZ TAIRONE SOUZA  
CAIQUE MARQUES MENDES

**A IMPORTÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA PARA  
A ECONOMIA E SEGURANÇA NAS FUNDAÇÕES –  
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CARATINGA/MG**

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**DOCTUM – MINAS GERAIS**

**2015**

ANDRÉ LUIZ TAIRONE SOUZA  
CAIQUE MARQUES MENDES

**A IMPORTÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA PARA  
A ECONOMIA E SEGURANÇA NAS FUNDAÇÕES –  
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CARATINGA/MG**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, como requisito parcial de obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: José Salvador Alves.

**DOCTUM - CARATINGA**

**2015**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA - ITC**  
**FIC – Faculdades Integradas de Caratinga**  
Credenciadas pela Portaria 1644 de 20/10/2000 MEC

**Curso: ENGENHARIA CIVIL**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

A monografia intitulada: A importância da investigação geotécnica para a economia e segurança nas fundações - na cidade de Caratinga/MG

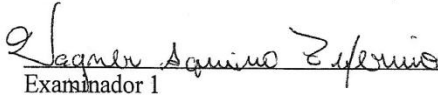
Elaborada pelo(s) aluno(s): André Luiz Tairone Souza / Caíque Marques Mendes

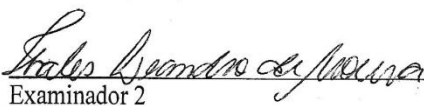
Foi aprovada por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga – FIC, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL**

Caratinga, 16 de Dezembro de 2015

  
Orientador

  
Examinador 1

  
Examinador 2

## **AGRADECIMENTOS**

A Jesus Cristo, que com sua infinita bondade me permitiu chegar até aqui e realizar este sonho. Obrigado por ter colocado pessoas maravilhosas no meu caminho que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A minha querida mãe pelo apoio e incentivo durante estes cinco anos de caminhada.

Ao meu colega Caique Marques com quem compartilho este trabalho.

Ao meu orientador e professor José Salvador Alves pela parceria e confiança prestado ao longo da realização deste trabalho.

*André Luiz Tairone Souza.*

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e me direcionado durante todo esse período de estudos.

Aos meus colegas de classe e professores, que ao longo desses anos, me apoiaram e estiveram ao meu lado, ao qual houve grandes trocas de conhecimentos e amizades.

Aos meus pais Rosânia Maria Mendes e Jurandir Marques Mendes, pelo incentivo e apoio em todos os momentos que passei durante todo o percurso desse sonho que se realiza.

Agradeço ao meu colega e colaborador André Luiz, com quem compartilho essa obra.

Enfim, agradeço ao professor José Salvador Alves, que nos orientou em todo o processo de criação desta obra, e que foi uma pessoa que nos ensinou muito, de como ser uma pessoa dedicada e ética em tudo que se faz.

*Caique Marques Mendes.*

## RESUMO

A investigação geotécnica é o conhecimento aprofundado do subsolo, onde definimos suas diversas características, bem como, granulometria, resistência, composição química, nível do lençol freático e espessura das camadas constituintes. Com essas informações definidas, na área da engenharia civil, cabe ao engenheiro analisar qual a fundação mais apropriada para o determinado terreno. Nos dias atuais a demanda por tempo nas obras de construção civil, faz com que essa etapa de investigação do subsolo não seja cumprida por parte dos interessados: projetistas e construtores, com isso, deixam de analisar uma informação muito importante, que pode levar a um dimensionamento mais racional. Ao longo deste trabalho será apresentado o dimensionamento de uma estrutura de fundação superficial através dos resultados obtidos de uma sondagem em alguns bairros da cidade de Caratinga, fazendo assim uma comparação dessa estrutura dimensionada com a tensão admissível do solo definida pelo ensaio SPT e pela tensão admissível do solo obtida através dos conhecimentos geotécnicos associados à chamada “experiência” de profissionais que trabalham na área, mostrando de forma simples e objetiva os resultados de ambas, dando ênfase à economia, segurança e prevenção de patologias futuras.

**Palavras-chave:** investigação geotécnica, fundação, economia.

## **ABSTRACT**

The geotechnical investigation is thorough knowledge of the underground, which define its various characteristics, as well as grain size, strength, chemical composition, the water table level and thickness of the constituent layers. With this information defined in the field of civil engineering, it is up to the engineer to analyze what the most appropriate foundation for the given terrain. Nowadays the demand for time on civil works makes this the underground research step is not met by stakeholders: designers and builders, therefore, fail to analyze very important information, which can lead to a more rational sizing. Throughout this work will be presented the design of a structure's foundation through the results of a survey in some districts of the city of Caratinga, thus making a comparison of this structure dimensioned with the allowable stress of the soil defined by the SPT test and the permitted voltage soil obtained through the geotechnical knowledge associated with the call "experience" of professionals working in the field, showing a simple and objective way the results of both, stressing shall economy, safety and preventing future diseases.

**Keywords:** geotechnical investigation, foundation, economy.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estados de compacidade e consistência.....	18
TABELA 2 – Tensões admissíveis do solo pelas sondagens SPT.....	34
TABELA 3 – Tensões admissíveis do solo pela entrevista entre engenheiros.....	35
TABELA 4 – Flexão simples em seção retangular – Armadura simples.....	43
TABELA 5 – Área da seção de barras e largura mínima para uma camada.....	44
TABELA 6 – Preço do volume de concreto por sapata de casa região (Sondagens SPT).....	48
TABELA 7 – Preço do volume de concreto por sapata de cada região (Entrevista entre engenheiros).....	48
TABELA 8 – Preço total da armadura por sapata de cada região (Sondagens SPT).....	49
TABELA 9 – Preço total da armadura por sapata de cada região (Entrevista entre engenheiros).....	49
TABELA 10 – Custo total da sapata por região pelas sondagens SPT.....	50
TABELA 11 – Custo total da sapata por região pela entrevista entre engenheiros.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SPT – Stand Penetration Test.

CPT – Ensaio de penetração de cone.

PMT – Ensaio pressiométrico.

IGG – Investigação geológica geotécnica.

NBR – Norma Brasileira regulamentadora.

mm – Milímetro.

cm – Centímetro.

m – Metro.

cm<sup>2</sup> - Centímetro quadrado.

m<sup>2</sup> - Metro quadrado.

m<sup>3</sup> - Metro cúbico.

Kg – Quilograma.

KN – Kilonewton.

Mpa – Mega pascal.

R\$ - Valor monetário em reais.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS.....	11
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
1.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS.....	15
1.1.1 <b>Classificação dos solos quanto à sua origem</b> .....	15
1.1.2 <b>Classificação granulométrica</b> .....	16
1.1.3 <b>Resistência dos solos</b> .....	17
1.2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA.....	19
1.3 FUNDAÇÕES.....	23
1.3.1 <b>Fundações Superficiais</b> .....	24
1.3.2 <b>Fundações Profundas</b> .....	26
2 ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CARATINGA.....	31
2.1 RESULTADOS OBTIDOS PELAS SONDAGENS (SPT).....	31
2.2 RESULTADOS OBTIDOS PELA PESQUISA ENTRE ENGENHEIROS.....	35
2.3 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS SAPATAS.....	36
2.3.1 <b>Dimensionamento geométrico</b> .....	36
2.3.2 <b>Verificação da biela comprimida</b> .....	38
2.3.3 <b>Dimensionamento á flexão (Método das bielas comprimidas)</b> .....	39
2.3.4 <b>Dimensionamento á flexão (Modelo de flexão – CEB-70)</b> .....	40
3 RESULTADOS OBSERVADOS.....	45
3.1 TENSÕES ADMISSÍVEIS FINAIS POR REGIÃO.....	45
3.2 QUANTITATIVOS DE CONCRETO E AÇO.....	47
3.3 COMPARATIVO DE CUSTO.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO I	

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho traz como foco principal, a importância da investigação geotécnica, que se justifica pelos grandes prejuízos financeiros que são causados em obras de construção civis pela falta da realização desse procedimento. Esses prejuízos acontecem devido ao super dimensionamento de uma estrutura ou por insuficiência de infra-estrutura, sendo problemas graves que podem gerar grandes transtornos. O engenheiro projetista de fundações precisa ter o conhecimento perfeito do solo onde apoiará sua fundação, para isso a investigação geotécnica permite determinar o tipo de solo, ou seja, sua classificação geológica, também determina a resistência do solo e a posição do nível de água, dentre outros fatores.

A interrogante que trata desse tema é o seguinte: Como que uma investigação geotécnica bem realizada pode contribuir para segurança, economia nas fundações e assim evitar o aparecimento de patologias? Para tanto foram selecionados os objetivos específicos que visaram determinar o perfil geológico do solo, tensão admissível do solo de cada bairro analisado, escolher o tipo de fundação mais adequada, dimensionar a fundação e comparar os resultados obtidos.

Com isso a delimitação do objeto de estudo desse trabalho se caracteriza pelas investigações geotécnicas feitas em alguns bairros da cidade de Caratinga/MG, onde se verificou as tensões admissíveis dos solos obtidas pelo método semi-empírico baseado nos dados obtidos pelo (SPT) e as comparou com as tensões admissíveis dos solos obtidas através de uma pesquisa entre engenheiros com conhecimentos geotécnicos associados à experiência, trazendo assim resultados expressivos ou não em relação à segurança, economia no dimensionamento das fundações e prevenções de patologias.

Esses resultados coincidiram com a hipótese de que através de uma investigação geotécnica bem realizada, evitamos o aparecimento de patologias e temos uma economia no dimensionamento das fundações, essas situações são fundamentadas no seguinte pressuposto: “O conhecimento de mecânica dos solos e geotecnia é indispensável, por exemplo, em engenharia estrutural, pois todas as estruturas se apoiam direta ou indiretamente em solos ou rochas.” O solo que

receberá as fundações deve ser conhecido com detalhes, onde o projetista das fundações envolvido com o processo de investigação do subsolo desde o início terá a certeza de um bom dimensionamento estrutural, garantindo a segurança e o não aparecimento de patologias.

A metodologia adotada por esse trabalho tem como atividades principais revisar bibliografia, selecionar conceitos, reunir perfis geotécnicos para análise de diferentes interpretações, e realizar um estudo de caso em alguns bairros na cidade de Caratinga/MG, voltado para importância da investigação geotécnica em obras de construção civil, comparando as tensões admissíveis do solo definida pelo ensaio Stand Penetration Test (SPT), e por uma pesquisa feita entre engenheiros.

A estrutura dessa monografia é composta por três capítulos. No primeiro capítulo foi apresentada a definição e importância da investigação geotécnica, os tipos de fundações e suas patologias. No segundo capítulo foi abordado o estudo de caso na cidade Caratinga, com os cálculos de dimensionamento das fundações para as tensões admissíveis dos solos obtidas. No terceiro foram apresentados os resultados das análises feitas, onde utilizamos gráficos demonstrativos, representando os valores de economia e variações de tensões admissíveis do solo pelos dois métodos utilizados.

## CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

Em uma obra de engenharia civil, devemos observar com cautela todas as etapas de construção a se seguir. Dentre essas etapas daremos destaque às Investigações Geológicas Geotécnicas que são de extrema importância para o sucesso de uma obra, que por mais simples que ela seja, deve ser projetada depois de ser feito todo estudo do subsolo (terreno) onde será implantada. De acordo com Caputo, “uma classificação geotécnica dos terrenos deve não só “identificar os materiais”, como também “traduzir o comportamento” dos maciços em função dos tipos de solicitação a que estarão submetidos”<sup>1</sup>, com isso cabe ao engenheiro civil dimensionar o tipo de fundação mais adequada para o terreno.

A ausência da investigação do subsolo pode acarretar inúmeros problemas que aparecerão com o tempo, ou até mesmo dependendo da situação de forma sucinta. É comum em obras de pequeno e médio porte a não realização desta etapa de investigação, muitas vezes por motivos econômicos e por falta de tempo.

Os problemas típicos decorrentes da ausência da investigação acontecem de acordo com o tipo de fundação das edificações, que podem ser superficiais ou profundas, esses problemas implicam em grandes prejuízos financeiros em uma obra, e podem ser irreversíveis muitas das vezes. Schnaid em seu livro descreve que:

Os problemas nas fundações superficiais ocorrem devido a tensões no solo excessivas, incompatíveis com as características reais do solo, resultando em assentamentos inadmissíveis ou ruptura; fundações em solos compressíveis sem estudos sobre os possíveis assentamentos, resultando em grandes deformações; fundações apoiadas em materiais de comportamentos muito diferentes, sem junta, o que origina assentamentos diferenciais; fundações apoiadas numa camada dura que esta sobreposta sobre solos moles, sem análise de assentamentos, ocasionando ruptura ou grandes deslocamentos das fundações; Nas fundações profundas esses problemas acontecem devido a estacas inadequadas ao tipo de subsolo, geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferior ao necessário; estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com assentamentos inaceitáveis; ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível adotada para a estaca.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.ed., Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnico e Científicos Editora S.A., 1987, p.170.

<sup>2</sup> CARVALHO, Décio Manuel de; **Patologias das fundações: fundações em depósitos de vertente na cidade de Machico**, Funchal, Ilha da Madeira (Portugal), 2010. 249 pag. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade da Madeira.

A escolha desse tema tem como objetivo, alertar os profissionais envolvidos na área da construção civil, na fase de fundações, sobre os problemas que podem aparecer e suas consequências, e também mostrar os benefícios que um programa de investigações geológicas geotécnicas (IGG) pode trazer quando realizado de forma correta. Para entendermos os processos que compõe um programa de IGG, precisamos entender que o subsolo é composto basicamente de solos e rochas, como descreve Caputo em seu livro:

O termo “rocha” designa apenas os materiais naturais consolidados, duros e compactos, da crosta terrestre ou litosfera. Tal como em Geologia, distinguem-se três grandes categorias de rochas: eruptivas (granitos, basaltos etc.) sedimentares (calcários, arenitos etc.) e metamórficas (gnaisses, mármore etc.).

Solos são os materiais que se originam de meteorização das rochas pela ação de agentes transformadores (físicos, químicos ou biológicos), constituindo a epiderme do esqueleto rochoso da crosta ou litosfera. Se os produtos resultantes permanecem no local da rocha de origem, caso que ocorre com grande frequência no Brasil, denomina-se solos residuais (ou autóctones); se sofrem a ação de agentes transportadores (água, vento, gravidade etc.) chamam-se solos sedimentares (ou alotóctones); sendo de origem essencialmente orgânica, de natureza vegetal (plantas, raízes) ou animal (conchas), denominam-se solos de formação orgânica.<sup>3</sup>

O projetista de fundações deve sempre ter os resultados da investigação geotécnica do terreno onde será construída a edificação, o que atualmente muitas vezes não acontece, sendo assim, o projetista adotará uma investigação preliminar para dimensionar a fundação, pelo fato de não se ter informações suficientes do terreno, caberá logo solicitar uma investigação complementar.

Para se ter uma investigação adequada do subsolo, devemos definir um programa, ao qual deverá ser seguido para alcançar os objetivos desejados, com isso é necessário ter em mãos a topografia do terreno, dados geológicos, dados da estrutura a construir e dados sobre as construções vizinhas, partiremos primeiramente assim, para a investigação preliminar, que define as principais características do subsolo através da sondagem a percussão, que será feito um furo a cada 15 ou 20 metros com profundidade de acordo com a camada de rocha que receberá a fundação, ou seja, o embasamento rochoso.

O principal processo de investigação de subsolo usado atualmente no Brasil é a sondagem a percussão com SPT, executado da seguinte maneira: são feitas perfurações no terreno, através do uso de um tripé, onde o furo avança com a

---

<sup>3</sup> CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.ed., Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnico e Científicos Editora S.A., 1987, p.173.

retirada do solo através de circulação de água (lavagem), onde é interrompido a cada 55 cm para ser executado o ensaio de penetração dinâmica, que consiste na cravação de um amostrador normalizado pela NBR 6484, que recebe golpes de um peso de 65 kg de uma altura de 75 cm, logo a cada 15 cm são aplicados esses golpes, fazendo então o registro do número de golpes que foi necessário para cravar os 15 cm, repetimos o processo três vezes da mesma maneira até alcançar os 45 cm de profundidade, sendo assim o resultado do nosso ensaio será o número de golpes que foram necessários para cravar os últimos 30 cm, desprezando então os primeiros 15 cm.

No ensaio de penetração dinâmica são utilizados vários amostradores, que têm seus diâmetros mínimos normalizados na NBR 9820, que são caracterizados de duas maneiras, os que retiram amostras deformadas (Ex. Raymond-Terzaghi) e outros que retiram amostras indeformadas (Ex. Shelby, utilizado em argilas), onde essas amostras são utilizadas para serem analisadas em laboratório.

Nesse ensaio, definimos também o nível do lençol freático, fazemos um furo inicialmente com trado até encontrarmos água, ao terminarmos a sondagem e retirarmos o revestimento, devemos observar o nível da água durante 24 horas no mínimo, até que se estabilize o nível.

Hoje no Brasil acontecem vários acidentes envolvendo o solo, que causam muita destruição e perdas materiais e de vidas, edifícios vão à ruína, deslizamentos, instabilidades de talude, dentre outros, esses fatos em nossa sociedade atualmente estão acontecendo com grande frequência, pois entendemos que os profissionais da área pouco contribuem para tomar as medidas necessárias, como uma investigação do subsolo, dando mais importância ao fator econômico do que a sua própria segurança. Daí podemos ver que são várias as notícias relacionadas a esse problema, que se destacam nos noticiários, jornais, dentre outros meios de comunicação social, e podemos ver que mesmo assim, a população, as autoridades competentes das cidades não tomam nenhuma iniciativa antecipada em relação a tais problemas.

Podemos ver no artigo publicado pelo engenheiro Mauro Hernandez Lozano, onde ele diz que:

Infelizmente o que observamos é que, na prática, as investigações geotécnicas primordiais à qualidade, segurança e economia – condições fundamentais para desenvolvimento de qualquer trabalho geotécnico – são desenvolvidas de forma totalmente precária.

Existem “justificativas” (ou mais exatamente “desculpas”) para este descaso que são a falta de recursos e/ou de tempo. Na verdade não se deseja adquirir a consciência de sua precípua necessidade, dando-se mais importância à ganância do poder econômico e/ou político, em detrimento das reais necessidades de servir à sociedade em suas necessidades crescentes, de segurança e saúde.<sup>4</sup>

Esses problemas são muito comuns no Brasil no período do verão, onde ocorre muita chuva e com grandes volumes em determinadas épocas, com isso, muitos deslizamentos acontecem, principalmente naquelas encostas onde moradores de classe baixa se abrigam, e preferem encarar o perigo para ter sua própria moradia, o que normalmente seria uma situação que deveria ser tratada nos ambientes políticos da cidade pelos responsáveis por esse setor, providenciando uma solução para os problemas, o que não acontece infelizmente, pois o dinheiro se torna a principal intenção na política brasileira.

Os conceitos desta pesquisa trazem como marco teórico, o que Palloma Ribeiro e João Dalton dizem em seu livro “Análise dos solos”, onde justificam com clareza a importância da investigação geotécnica para as construções:

A importância dos solos como material de construção é equivalente à do aço ou do concreto. O conhecimento de mecânica dos solos e geotecnia é indispensável, por exemplo, em engenharia estrutural, pois todas as estruturas se apoiam direta ou indiretamente em solos ou rochas. Essa razão, por si só, justificaria a necessidade de conhecer em detalhes o comportamento dos solos, mas deve-se ainda adicionar a complexidade do seu comportamento conferida pela natureza de material particulado e multifásico.<sup>5</sup>

Dessa forma, devido à importância dos solos como material de construção, se torna necessária a investigação do subsolo para todo tipo de obra, seja em quaisquer circunstâncias. Por essa razão é imprescindível ter o conhecimento desse método de Investigação do subsolo, podendo ser através de estudos teóricos e práticos.

---

<sup>4</sup> LOZANO, Mauro Hernandez. **Deslizamento de solos – Descaso recorrente**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=764>. Acessado em: 23 de Março de 2015.

<sup>5</sup> SANTOS, Palloma Ribeiro Cuba dos; DAIBERT, João Dalton. **Análise dos solos**. 1.ed., São Paulo: Érica, 2014, p.13

## 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados resumidamente os principais métodos de classificação do solo, os processos de investigação geológico-geotécnica, os tipos de fundações rasas e profundas mais utilizadas e as patologias das fundações.

### 1.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A classificação dos solos quando bem realizada, é de extrema importância para determinar sua característica e comportamento quando exposto a um carregamento determinado em um projeto de engenharia. Podemos classificar o solo de acordo com sua origem e granulometria, sendo fatores importantes no que tange a obras de construção civil.

#### 1.1.1 Classificação dos solos quanto à sua origem

Os solos de acordo com sua origem e formação podem ser classificados em dois grupos: solo residual e solo sedimentar ou transportado. Segundo Palloma e Daibert, solo residual consiste em:

O solo residual é resultado da decomposição da rocha matriz e permanece no mesmo local. De certa forma, guarda a estrutura da rocha matriz da qual teve origem. Os solos residuais são solos não transportados. Originados do processo de intemperização de rochas mãe que lhe deram origem, e se encontram sobre a mesma. O solo residual é mais homogêneo, resistente e mais impermeável.<sup>6</sup>

Dessa forma entende-se que o solo residual apresenta boa qualidade para obras de engenharia devida sua resistência e maior impermeabilidade.

---

<sup>6</sup> SANTOS, Palloma Ribeiro Cuba dos; DAIBERT, João Dalton. **Análise dos solos**. 1.ed., São Paulo: Érica, 2014, p.22.



Os solos sedimentares ou transportados são aqueles que sofrem ação dos agentes transportadores que podem ser aluvionares quando transportados pela água, eólicos transportados pela ação do vento, coluvionares transportados pela ação da gravidade e glaciares transportados pelas geleiras, conforme descreve Palloma e Daibert:

Os solos sedimentares ou transportados são aqueles que sofrem o intemperismo em um local, e depois sofrem a ação transportadora dos agentes geológicos, como mar, rio, vento, gelo, gravidade, e são depositados em formas de sedimentos em distâncias variadas. Nesse tipo de solo há grande quantidade de matéria orgânica em sua composição. Não possui ligação com a rocha original.

Em geral, os solos sedimentares são depositados com menor consolidação que os residuais, com maior heterogeneidade e profundidade variável. São menos resistentes, com maior permeabilidade.<sup>7</sup>

A partir dessa afirmação pode-se concluir que o solo sedimentar não apresenta boa qualidade para obras de construção civil, por ser menos resistentes e mais permeáveis.

### 1.1.2 Classificação Granulométrica

A classificação granulométrica dos solos caracteriza-se pelo tamanho dos grãos, ou seja, de acordo com diâmetro de cada partícula sólida. De acordo com a NBR 6502 define-se classificação granulométrica como: “classificação de solos segundo as dimensões dos seus grãos ou partículas e suas diferentes percentagens de ocorrência”<sup>8</sup>, sendo assim os solos se dividem quanto à sua granulometria em blocos de rocha, matacões, pedregulhos, areias, siltes e argilas. A NBR 6502/1995 estabelece os parâmetros para os diâmetros dos itens a seguir:

- a) Blocos de rocha – Fragmentos de rocha que pode ser transportados ou não, com diâmetro maior que 1,0 m. Encontram-se na parte inferior das camadas de solos residuais e também em solos sedimentares.

---

<sup>7</sup> SANTOS, Palloma Ribeiro Cuba dos; DAIBERT, João Dalton. **Análise dos solos**. 1.ed., São Paulo: Érica, 2014, p.21.

<sup>8</sup> NBR 6502 – 1995 – **Rochas e solos**. p.9.

- b) Matacão – Fragmento de rocha que pode ser transportado ou não, comumente arredondado por intemperismo ou abrasão, com uma dimensão compreendida entre 20 cm e inferior a 1,0 m.
- c) Pedregulho – Solos formados por grãos minerais ou partículas de rocha, com dimensões compreendidas entre 2,0 mm e 60,0 mm. Quando arredondados ou semi-arredondados são denominados cascalhos ou seixos. Divide-se quanto ao diâmetro em: pedregulho fino – (2,0 mm a 6,0 mm), pedregulho médio (6,0 mm a 20 mm) e pedregulho grosso (20 mm a 60 mm).
- d) Areia – Solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm. As areias de acordo com o diâmetro classificam-se em: areia fina (0,06 mm a 0,2 mm), areia média (0,2 mm a 0,6 mm) e areia grossa (0,6 mm a 2,0 mm).
- e) Silte – Solo que apresenta baixo ou nenhuma plasticidade possui baixa resistência quando seco ao ar formando torrões que se desfazem facilmente pelos dedos das mãos. Suas propriedades dominantes são devidas á parte constituída pela fração silte. É formado por partículas com diâmetros compreendidos entre 0,002 mm e 0,06 mm.
- f) Argila – Solo de graduação fina constituída por partículas com dimensões menores que 0,002 mm. Apresentam características marcantes de plasticidade e coesão, quando úmida pode ser moldada facilmente com as mãos, e quando seca apresenta resistência que dificilmente pode ser desagregada com os dedos.

A importância da classificação dos solos é primordial diante da enorme diferença que existe entre os diversos tipos de solos, pois ela permite do ponto de vista da engenharia, estimar o provável comportamento dos solos ou servir como base para orientação de um programa de investigação geotécnica para uma análise mais precisa e adequada de um determinado problema.

### **1.1.3 Resistência dos Solos**

Os solos como vários outros tipos de materiais que são usados em engenharia resistem bem às tensões de compressão, mas são limitados quando

submetidos a tensões de tração e cisalhamento. Para que um solo suporte uma determinada carga sem romper toda sua massa, é importante o conhecimento da resistência ao cisalhamento desse solo. De acordo com Souza Pinto “a resistência ao cisalhamento de um solo pode ser definida como a máxima tensão de cisalhamento que o solo pode suportar sem sofrer ruptura”<sup>9</sup>. A ruptura dos solos é um fenômeno que acontece quando uma tensão é aplicada sobre a estrutura de um solo e esse atinge sua resistência máxima, sem ocasionar deformações excessivas.

É importante quando se trata de engenharia ter o conhecimento sobre o comportamento do solo quando exposto a um carregamento, pois permite ao profissional da área identificar, solucionar e prevenir possíveis problemas que possam ocorrer em uma obra especialmente na fase de fundações. Em um programa de investigação geotécnica são obtidas amostras de solo que indicam sua consistência e compacidade, esses parâmetros são a base para determinar o índice de resistência à penetração que é a soma do número de golpes necessários à penetração no solo dos 30 cm finais do amostrador, as classificações adotadas em função do SPT para o índice de penetração do solo em relação à compacidade das areias e siltes arenosos e a consistência das argilas e siltes argilosos estão apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 1 - Estados de compacidade e consistência

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

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

Fonte: (NBR 6484 – 2001.)<sup>10</sup>

<sup>9</sup> PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos**. 3.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2006, p.248.

<sup>10</sup> NBR 6484 – 2001. **Solo – Sondagens com simples reconhecimento SPT – Método de ensaio**. p.17.

Ainda que o índice de resistência à penetração não seja considerado um método 100% eficaz, os valores obtidos dão uma indicação preliminar que é muito importante para determinação da resistência da camada de solo que está sendo analisada.

## 1.2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

A investigação geotécnica consiste em conhecer com detalhes o subsolo de um terreno, seguindo todas as normas, a fim de determinar as diversas características que compõe o solo tais como, granulometria, resistência, deformabilidade, nível do lençol freático, e o perfil do subsolo identificando os tipos de solo e espessura de cada camada através das amostras recolhidas no amostrador padrão, com o intuito de projetar uma construção com mais segurança e economia.

A sondagem SPT é o método mais utilizado atualmente para o conhecimento do subsolo, pois o mesmo apresenta praticidade no manuseio de suas ferramentas e é economicamente viável, sendo assim, o engenheiro projetista de fundações diretas usam os resultados de SPT para fazer o dimensionamento da estrutura de apoio da obra. Segundo Fernando e Edgar “o ensaio SPT constitui-se em uma medida de resistência dinâmica conjugada a uma sondagem de simples reconhecimento”<sup>11</sup>. As vantagens desse método de investigação são a simplicidade do equipamento e o baixo custo de execução.

O ensaio SPT consiste na perfuração do solo por meio de lavagem, utilizando um trépano como ferramenta, onde é recolhido uma amostra do solo a cada metro de perfuração, através de um amostrador padrão que tem um diâmetro externo de 5 cm, onde as mesmas serão analisadas posteriormente em laboratório. O procedimento consiste em cravar um amostrador no fundo do furo em análise, que pode ser revestido ou não, através de um peso (martelo) de 65 Kg, que é suspenso a uma altura de 75 cm, e golpeia-se sucessivamente a cabeça de bater da haste,

---

<sup>11</sup> SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. 2.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2012, p.23.

onde serão cravados 45 cm do amostrador, sendo que o valor de  $N_{spt}$  será definido pelo número de golpes que foram necessários para cravar o amostrador 30 cm após os 15 cm de cravação inicial.

Agora falaremos dos equipamentos que compõem o sistema de sondagem SPT, que segundo Fernando e Edgar <sup>12</sup> é composto por seis partes diferentes, sendo elas amostrador, haste, martelo, tripé de sondagem, cabeça de bater e conjunto de perfuração.

O amostrador é composto por três partes: cabeça, corpo e sapata. A cabeça do amostrador possui um orifício de drenagem e uma válvula de esfera que permite a saída de água das hastes e conseqüentemente a retenção da amostra de solo dentro do amostrador, esses elementos devem ser inspecionados e limpos com frequência para que funcionem corretamente. O corpo é formado por um tubo bi-partido que permite inspecionar e visualizar as amostras, que deve ser verificado periodicamente e se for encontrado desgastes ou empenamentos devem ser substituídos, pois esses defeitos causam interferência nos resultados da investigação, pois dificultam a penetração do amostrador. As amostras coletadas devem ser encaminhadas para o laboratório em recipientes lacrados que não permitam entrada de ar ou umidade, assim serão classificadas quanto a sua granulometria, cor, composição orgânica e origem, pelo responsável técnico qualificado.

A haste é um tubo mecânico que contém rosca em suas extremidades que permitem a ligação do amostrador com outras hastes, através de elementos de conexões como luvas ou nípeis. As hastes devem ser lineares e não devem apresentar desgastes nas roscas, pois se assim estiverem, podem transmitir a energia fornecida pelo golpe do martelo para as paredes laterais do furo, exigindo então um maior número de golpes para cravar o amostrador.

O martelo que é constituído de aço e tem 65 Kg de massa tem suas dimensões, geometria e uso de coxim de madeira no ponto de impacto sobre a cabeça de bater normatizado pela NBR 6484/2001. Os martelos podem ter ou não controle de alturas de queda, e quanto aos sistemas de gatilho, podem ser elevados manualmente ou por meio de motores hidráulicos que além de controlar a altura do

---

<sup>12</sup> SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. 2.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2012, p.24.

martelo, elevam a massa do mesmo, tendo assim um melhor controle e produtividade no procedimento.

A cabeça de bater tem a finalidade de transferir a energia proveniente do martelo para a haste, tem forma cilíndrica de aço maciço, constituído de tarugo de aço de  $83 \pm 5$  mm de diâmetro,  $90 \pm 5$  mm de altura e massa nominal de 3,5 Kg a 4,5 Kg.

Os trados manuais são os mais usados para abertura dos furos das sondagens, especialmente o de tipo helicoidal do tipo concha, sendo que no sistema mecanizado a perfuração é feita com a introdução de um tubo com um helicóide na sua parte externa, que efetua os furos e promove o revestimento dos mesmos, facilitando a operação em solos não cimentados ou não coesivos.

Para determinar o número de furos e os locais em que vão ser feito as sondagens, devemos levar em consideração o tipo da estrutura e as condições do subsolo, onde a quantidade de sondagens deve nos dar um quadro das possíveis variações de camadas daquele terreno. Devemos fazer no mínimo duas sondagens para áreas de até 200 m<sup>2</sup>, e três sondagens para áreas de 200 á 400 m<sup>2</sup>, isso quando temos o projeto já pronto, sendo que quando não tivermos, devemos fazer no mínimo três sondagens com distâncias máximas de 100 m, e em áreas entre 1200 e 2400 m<sup>2</sup>, deve-se fazer uma sondagem para cada 400 m<sup>2</sup> que exceder de 1200 m<sup>2</sup>.

De acordo com a NBR 8036/1983, a profundidade de cada sondagem é determinada pela seguinte análise:

Quando uma sondagem atingir camada de solo de compactidade ou consistência elevada, e as condições geológicas locais mostrarem não haver possibilidade de se atingirem camadas menos consistentes ou compactas, pode-se parar a sondagem naquela camada.<sup>13</sup>

O procedimento de ensaio se inicia com o amostrador posicionado no fundo do furo, na profundidade em que vai iniciar o ensaio, assim posiciona o martelo na cabeça de bater anexada a haste, fazendo então a primeira análise, que é a verificação da cravação do amostrador com somente o peso próprio do martelo, sendo que se tivermos uma cravação significativa, deveremos fazer o registro da seguinte maneira, como por exemplo: P/28, que representa peso para 28 cm de

---

<sup>13</sup> NBR 8036 – 1983 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. p.03.

penetração, por outro lado, se não tivermos cravação significativa, marcaremos na haste 3 segmentos de 15 cm para prosseguirmos o ensaio.

Feito a primeira análise o ensaio continua efetuando os golpes com o martelo na cabeça de bater da haste, fazendo as anotações dos golpes necessários para cravar cada segmento, como por exemplo, 8/15, 14/15, 11/15. Nesse procedimento percebemos que nem sempre conseguiremos números exatos de golpes para cada seguimento de 15 cm, então faremos as anotações efetivas de cada seguimento como exemplo, 8/16, 11/14, 4/14. Outros casos específicos de anotações são em solos muito moles, onde um único golpe penetrará o amostrador além dos 15 cm, então a anotação será da seguinte maneira: 1/43, que representa um golpe para penetração de 43 cm do solo. Outro caso específico é em solos duros, que teremos um número de golpes superior a 30 para penetrar os 15 cm ou menos do solo, então a anotação será: 29/10, 29 golpes para cravar 10 cm do amostrador, limitando o número de golpes para não acontecerem danos ao equipamento de sondagem, como desgaste das roscas ou empenamento do amostrador.

Sendo assim, o número de golpes utilizados para determinar a resistência do solo, serão os referentes aos últimos 30 cm de penetração do amostrador. Usa-se representar o número de golpes para penetração dos 30 cm iniciais do amostrador, para nos indicar o que podemos ler no livro de Fernando e Edgar, que diz o seguinte: “Diferenças elevadas no número de golpes referentes aos primeiros e aos últimos 30 cm poderão indicar amolgamento do solo ou deficiência da limpeza do fundo do furo de sondagem”<sup>14</sup>.

Existem outros tipos de investigações do subsolo, como os poços, que são feitos manualmente sem o uso de escoramento, até se encontrar o nível de água ou até encontrar um solo estável, sendo analisado o solo das paredes e do fundo do furo, podendo ser retirado amostras indeformadas do tipo bloco ou em anéis.

A sondagem a trado é feita com uso de um dos trados manuais, que são do tipo cavadeira, espiral ou helicoidal, onde sua profundidade é determinada de acordo com o nível de água do subsolo, e suas amostras retiradas são deformadas, este tipo de sondagem é regulamentado pela NBR 9603.

A sondagem rotativa é utilizada em situações em que seja necessário perfurar elementos rochosos, onde sua execução consiste em fazer girar as hastes através

---

<sup>14</sup> SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. 2.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2012, p.28.

dos cabeçotes de perfuração, forçando-as para baixo através de um equipamento hidráulico, suas amostras de rochas são retiradas através de uma ferramenta chamada barrilete, que faz o corte e retirada das amostras, as quais sua qualidade dependerá do tipo de amostrador e diâmetro utilizado na sondagem.

O ensaio de cone (CPT) é realizado com a cravação de uma haste com ponta cônica no solo, com uma velocidade de rotação lenta e contínua, fazendo então a medição da resistência lateral e de ponta através de células de cargas elétricas, e medimos também o fator poro-pressão através de um medidor que é colocado perto da ponta do cone. Esse ensaio traz os resultados da investigação através de três gráficos, o primeiro representa a resistência de ponta e atrito lateral local, o segundo apresenta a razão entre o atrito lateral local e a resistência de ponta, que define qual solo foi atravessado ao decorrer da sondagem, e o terceiro gráfico apresenta as poropressões de cada solo ali existente.

No ensaio pressiométrico (PMT) faz-se um furo no terreno, onde se coloca uma sonda, que é na maioria das vezes de borracha, injetando-se água pressurizada dentro dessa sonda, que vai se expandir dentro desse furo, logo se faz a medida dessa expansão na superfície do terreno juntamente com a pressão ali aplicada. O resultado desse ensaio é representado através de um gráfico, onde são representadas a variação de volume da sonda e a pressão total aplicada, sendo assim, normalmente os resultados apresentam trechos de recompressão, elásticos lineares e elastoplásticos.

### **1.3 FUNDAÇÕES**

As fundações têm a finalidade de transmitir ao terreno todas as cargas de uma estrutura, onde o solo deve ser capaz de suportá-la sem acontecer nenhuma ruptura ou deformação acentuada diferente das deformações da estrutura, se assegurando sempre de não causar nenhum dano às estruturas vizinhas, além de buscar a economia no seu dimensionamento.

As fundações podem se dividir em dois grupos distintos, que são as fundações rasas ou superficiais, que são empregadas em locais onde a camada superficial (camada portante) abaixo da estrutura é capaz de suportar as cargas, e



as fundações profundas, que necessitam buscar uma camada de solo resistente a uma profundidade maior. A diferença entre cada uma dessas é descrita no livro de Manuel de Matos Fernandes que diz o seguinte:

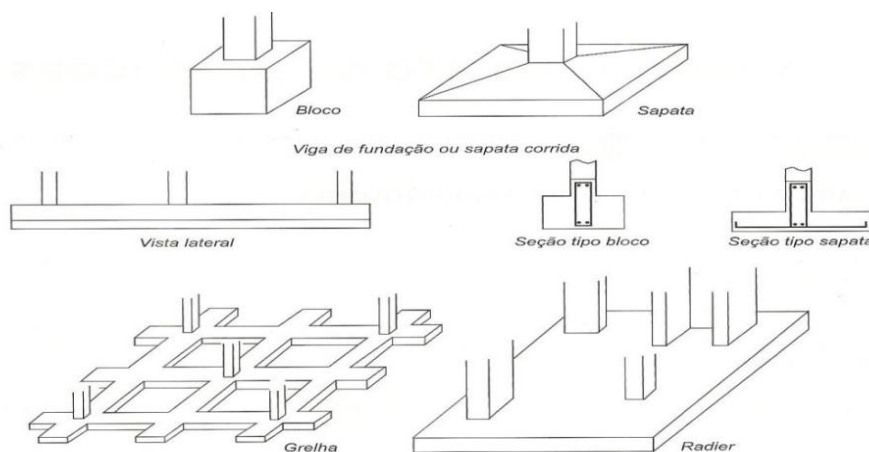
Aquilo que distingue, do ponto de vista de seu funcionamento, uma fundação superficial de uma fundação profunda é que naquela a intenção com o terreno para equilíbrio da carga vertical que não se processa através da base é geralmente desprezível e, portanto, ignorada no dimensionamento. Já nas fundações profundas a interação com o terreno através da área lateral (também denominada fuste), dada sua relevância para o equilíbrio da carga vertical, é normalmente considerada.<sup>15</sup>

Assim falaremos com mais detalhes de cada tipo de fundação separadamente, dando ênfase na fundação superficial tipo sapata isolada rígida, a qual será utilizada no desenvolvimento desta pesquisa.

### 1.3.1 Fundações Superficiais

As fundações superficiais também chamadas de rasas são subdivididas em bloco, sapata corrida, grelha, sapata associada, radier e sapata isolada (Figura 01).

Figura 01 – Principais tipos de fundações superficiais



FONTE: (VELLOSO, LOPES, 2010.)<sup>16</sup>

<sup>15</sup> FERNANDES, Manuel de Matos. **Mecânica dos solos – Introdução à engenharia geotécnica.** Volume 2, 1.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2014, p.353.

<sup>16</sup> VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações – Critérios de projeto / Investigação do subsolo / Fundações superficiais / Fundações profundas.** Volume completo, São Paulo: Oficina de textos, 2010, p.12.

Os blocos são estruturas de concreto simples, de rigidez elevada, que são dimensionados para resistirem aos esforços de tração apenas com a utilização de concreto, de maneira que não precise de armadura horizontal para flexão, onde a tensão de tração na base da estrutura seja menor que a tração suportada pelo concreto, garantindo assim a segurança quanto ao cisalhamento.

As sapatas corridas são estruturas que suportam cargas linearmente distribuídas ao longo de sua estrutura, transmitidas por muros, pilares alinhados ou paredes, e são chamadas também de baldrames ou vigas de fundação. São estruturas de grande rigidez, que podem ter cargas centradas, que causam recalque em todos os pontos de ligação dos pilares, tendo que fazer um cálculo de recalque previsto, obtendo através de pressões de contato uniforme os esforços internos que são necessários para seu dimensionamento.

As grelhas são definidas no livro de VELLOSO e LOPES como “elemento de fundação constituído por um conjunto de vigas que se cruzam nos pilares”<sup>17</sup>, e podem ser dimensionadas através de dois cálculos diferentes, o cálculo rigoroso, que é feito com a grelha encima de uma base elástica, calculada através dos métodos dos elementos finitos; e o cálculo aproximado, que se separa as vigas, calculando-as com a carga do pilar dividida entre as vigas que nele se cruzam.

As sapatas associadas são elementos de fundação constituído de concreto e armaduras que recebem a carga de mais de um pilar, e a distribuiu para a camada portante de solo.

O radier é um elemento de fundação que podem receber parte dos pilares (radier parcial) ou todos os pilares (radier total) de uma estrutura, transmitindo suas cargas para o solo. É usado quando as áreas das sapatas se aproximam, pelas altas cargas transmitidas pelos pilares, ou quando se quer uniformizar os recalques que acontecem nas fundações. Normalmente adotamos esse tipo de fundação superficial quando a área total das sapatas de todos os pilares for maior que a metade da área total de construção. Temos quatro formas estruturais para os radiers, que é o liso, com pedestais ou cogumelos, nervurados e caixão.

As sapatas isoladas são fundações superficiais de concreto armado, de altura constante ou variável, dimensionadas de modo a resistir às tensões de tração nelas

---

<sup>17</sup> VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações – Critérios de projeto / Investigação do subsolo / Fundações superficiais / Fundações profundas.** Volume completo, São Paulo: Oficina de textos, 2010, p.11.

aplicadas, trabalhando assim o efeito de flexão. Tem altura pequena em relação às dimensões de sua base, que pode ser quadrada, circular, octogonal ou retangular. As sapatas têm alturas bem menores que os blocos, pelo fato de as mesmas conterem armaduras especialmente dispostas para resistirem às tensões de tração, já nos blocos o concreto é quem faz essa função. Em torres e equipamentos industriais, as sapatas têm alturas bem pequenas, e são chamadas de sapatas flexíveis ou placas.

As sapatas podem ser flexíveis ou rígidas, onde as flexíveis são utilizadas normalmente em fundações onde há uma pequena carga atuando, ou em locais com solo mais fraco. Elas trabalham á flexão nas suas duas direções ortogonais, portanto em seu dimensionamento levamos em conta o momento fletor e a força cortante, além de fazermos a verificação da punção, pelo fato de serem mais críticas a esse fenômeno.

As sapatas rígidas, que serão usadas nos dimensionamentos para esta pesquisa, são utilizadas em fundações com solos superficiais mais resistentes, e seu dimensionamento é feito normalmente, pelo método das bielas, sendo dimensionada levando em conta a flexão, como nas sapatas flexíveis, obtendo uma razoável precisão quanto ao seu comportamento. São verificadas também as tensões de cisalhamento na diagonal da ligação pilar-sapata, por causa da ruptura de compressão diagonal.

### **1.3.2 Fundações Profundas**

As fundações profundas transmitem ao solo sua carga de três maneiras, através de sua superfície lateral, chamada de resistência lateral, pela resistência de sua base, chamada resistência de ponta, e pode ser combinada, tendo as duas resistências, tanto de ponta como lateral. Tais fundações devem estar a uma profundidade superior a duas vezes sua menor dimensão em planta, ou num mínimo de 3 metros de profundidade; são divididas em três tipos, em estacas, que são executadas apenas com uso de ferramentas e equipamentos e não necessitam de decida de operários durante sua execução; tubulões, que são escavações com retirada de solo ou não, que tem forma cilíndrica, e pode ser necessário decida de

operário no fundo do furo; e os caixões, onde sua execução é idêntica aos tubulões, mas seu formato é prismático.

As estacas de madeira, metálica e pré-moldada são do tipo cravadas, e a Strauss, tipo Franki, raiz, e hélice contínua, são as estacas escavadas, que serão brevemente abordadas a seguir.

As estacas de Madeira são troncos de árvores retas, podendo ter sua forma retangular ou circular, é o elemento de fundação mais antigo e sua forma de utilização é de cravação no solo, sua durabilidade é ilimitada quando mantida submersa dentro d' água, por outro lado quando sujeitas à variação do nível d' água não demoram a apodrecer. De acordo com Caputo os tipos de madeiras e diâmetros mais utilizados para esse procedimento são:

As qualidades da madeira a que mais se deve atender são: durabilidade e resistência ao choque. Entre nós, as madeiras que melhor se adaptam a este fim são: aroeira, maçaranduba, eucalipto, peroba-do-campo etc.

O diâmetro médio dessas estacas varia de 22 a 30 cm (o mínimo na ponta de ser 15 cm) e seu comprimento é, geralmente limitado a 12 m, quando se torna necessário um comprimento maior, é usual emendar-se duas estacas por meio de talas.<sup>18</sup>

As estacas metálicas apresentam diversas formas, como perfis laminados ou soldados, e tubos de aço, que podem ser usados isoladamente ou associados. São cravadas com um martelo em queda livre de no mínimo 10 KN de peso ou com uma proporção maior que 0,5 em relação ao peso da estaca. Quanto ao aspecto de corrosão, pode ser dispensado qualquer tipo de tratamento especial da mesma, desde que seja descontada uma espessura de sacrifício determinada na norma para cada tipo de solo em que será cravada. Em casos excepcionais, como em obras marítimas, ou em locais com variação do nível d'água, etc., terá que ser feita toda uma proteção da superfície da estaca.

As estacas pré-moldadas de acordo com a NBR 6122/2010 podem ser descritas da seguinte maneira:

As estacas pré-moldadas podem ser de concreto armado ou protendido, vibrado ou centrifugado, com qual formal geométrica da seção transversal, devendo apresentar resistência compatível com os esforços de

---

<sup>18</sup> CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.ed., Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnico e Científicos Editora S.A., 1987, p.262.

projeto e decorrentes do transporte, manuseio, cravação e eventuais solos agressivos.<sup>19</sup>

Para tais estacas devem ser consideradas em seu dimensionamento os esforços de ação da estrutura (momentos, tração, compressão, etc.), esforços de manipulação das peças e esforços na etapa de cravação. Sua capacidade de carga depende de seu tipo e de suas dimensões. Quanto ao processo de cravação, ele pode ser por prensagem, percussão ou vibração, o qual será definido de acordo com o tipo e dimensão da estaca, característica do terreno, dentre outros aspectos.

A estaca Strauss é moldada “in loco” com uso de equipamentos bem simples, como tripé com guincho, um pilão pequeno, tubo de revestimento e uma ferramenta de escavação, assim inicia-se o processo de execução cravando um tubo de revestimento no solo de diâmetro igual ao da estaca, através de uma sonda, que vai retirando o solo, até que o tubo de revestimento chegue à cota desejada, logo se coloca cerca de 75 cm de concreto magro, fazendo assim seu apiloamento de acordo que vai retirando o tubo de revestimento, assim se faz o mesmo processo até chegar à superfície. Pode ser usado armadura longitudinal e transversal na estaca, sendo necessário deixar um espaço livre para passagem do soquete de compactação, garantindo também um cobrimento mínimo da armadura de 3 cm.

As estacas tipo Franki são moldadas no local e executadas por meio da cravação no solo através de sucessivos golpes de um pilão. Segundo a NBR 6122/2010 entende-se por estaca tipo Franki como:

Estaca moldada in loco executada pela cravação, por meio de sucessivos golpes de um pilão, de um tubo de ponta fechada por uma bucha seca constituída de pedra e areia, previamente firmada na extremidade inferior do tubo por atrito. Esta estaca possui base alargada e é integralmente armada.<sup>20</sup>

Essas estacas atingem grandes resistências quanto à capacidade de carga, mas em virtude das vibrações que são geradas no momento da execução pode comprometer edificações vizinhas.

As estacas Raiz de acordo com Velloso e Lopes “foram desenvolvidas, em sua origem, para a contenção de encostas, quando eram cravadas formando reticulados. Posteriormente, foram utilizadas em reforços de fundações e, em

---

<sup>19</sup> NBR 6122 – 2010 – **Projeto e execução de fundações**. p.45.

<sup>20</sup> NBR 6122 – 2010 – **Projeto e execução de fundações**. p.04.

seguida, como fundações normais”<sup>21</sup>. As estacas raízes se caracterizam pela injeção de argamassa, são moldadas no local e executadas por perfuração rotativa ou rotopercussiva, além de serem revestidas quando em solo por um conjunto de tubos metálicos que são recuperáveis. Possuem vantagens consideráveis por vencerem obstáculos como blocos de rochas e peças de concreto, além de não produzirem choques e vibrações no momento da execução.

A estaca por hélice continua consiste em perfurar o solo com uso de um trado contínuo, até a profundidade estabelecida em projeto, logo vai retirando a hélice com o material escavado e injetando-se concreto através de sua própria haste dentro do furo, onde as características dos concretos estão estabelecidas na norma. A armadura que é usada nesse tipo de estaca, só é colocada depois da concretagem do furo.

Os tubulões são perfurações feitas no terreno que podem chegar até o lençol freático ou depois do mesmo, que nesse caso será necessário fazer o bombeamento da água, evitando o desmoronamento das paredes escavadas, que podem ser revestidas de tubo de concreto armado ou de aço, que logo é preenchido de concreto, e podem ser recuperados ou não. Sua base pode ser alargada de forma manual ou mecânica.

Nos tubulões a céu aberto, é feita a escavação do furo manualmente em etapas, de profundidade entre 0,5 m e 2 m, isso dependerá do tipo de solo que será escavado, logo se faz o escoramento das paredes e continua a escavação, até chegar à profundidade estimada em projeto, faz-se então o alargamento da base e então a concretagem do furo. O diâmetro do tubulão será definido de acordo com a carga que ele precisará resistir, sendo que esse diâmetro diminui cerca de 5 cm a cada 2 m de escavação.

Os tubulões a ar comprimido se iniciam com um operário fazendo a perfuração debaixo do tubulão que estará no local indicado pelo projeto, fazendo assim o mesmo descer à medida que é perfurado o solo, ao chegar à profundidade adequada, faz então o alargamento de sua base. Todo esse processo é feito com o uso de uma câmara de equilíbrio de chapa de aço, que tem em seu interior preenchido com ar comprimido injetado por um compressor, ao qual tem a função de

---

<sup>21</sup> VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações – Critérios de projeto / Investigação do subsolo / Fundações superficiais / Fundações profundas.** Volume completo, São Paulo: Oficina de textos, 2010, p.224.

afastar a água do interior do tubulão, onde essa pressão é determinada de acordo com o peso da coluna de água ali existente e pela pressão suportável pelo organismo humano. Com o furo feito, faz-se então a concretagem, dando assim fim ao processo de execução do tubulão a ar comprimido.

## 2 ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CARATINGA

Neste capítulo serão apresentados os métodos para o dimensionamento estrutural de uma sapata, utilizando os valores obtidos das tensões admissíveis do solo pela sondagem (SPT) e pela pesquisa feita entre engenheiros.

### 2.1 RESULTADOS OBTIDOS PELA SONDAÇÃO (SPT)

Essa pesquisa teve início com o recolhimento de perfis de sondagens à percussão (SPT) realizadas na cidade de Caratinga, essas sondagens foram cedidas por engenheiros, colaboradores e empresas especializadas em investigação geotécnica. Com posse destas sondagens foram identificados os locais em que elas foram realizadas, ao todo foram obtidas 14 sondagens que estão disponíveis em Anexo I, sendo divididas por regiões situadas em Caratinga.

A divisão dessas regiões foi feita de acordo com a proximidade das sondagens, ficando assim divididas em quatro regiões, ou seja, quatro bairros diferentes do município de Caratinga, essa divisão ficou estabelecida da seguinte forma:

#### A) Região 1 – Bairro das Graças.

Sondagem 1 – Local: Bairro das Graças;

Sondagem 2 – Local: Avenida Monsenhor Aristides Rocha S/N;

Sondagem 3 – Local: Loteamento cidade jardim – lote 34;

Sondagem 4 – Local: Rua professor Armando, Dario Grossi.

#### B) Região 2 – Bairro Santo Antônio.

Sondagem 5 – Local: Rua Santo Antônio S/N;

Sondagem 6 – Local: Rua Santo Antônio Nº 110, (Supermercado do Irmão);

Sondagem 7 – Local: Rua Princesa Isabel Nº 11.



C) Região 3 – Centro.

Sondagem 8 – Local: Rua Coronel Antônio Silva Nº 16;

Sondagem 9 – Local: Praça Cesário Alvim Nº 135;

Sondagem 10 – Local: Rua Nestor Leite Matos Nº 98;

Sondagem 11 – Local: Avenida Moacir de Matos Nº 332.

D) Região 4 – Bairro Santa Zita.

Sondagem 12 – Local: Rua Antônio Cimini Nº 98;

Sondagem 13 – Local: Bairro Rodoviários;

Sondagem 14 – Local: Estrada de acesso à pedra Itaúna.

Os mapas das regiões estão disponíveis em anexo I, para melhor visualização de suas localidades. Em alguns casos não foi possível obter o endereço exato do local por restrição de uma empresa que cedeu algumas sondagens, ficando disponível apenas o bairro em que foram realizadas, sendo o suficiente para esta pesquisa.

Definidas às regiões foram calculadas as tensões admissíveis do solo para cada uma delas de acordo com a divisão que foi estabelecida. Para realizar esse cálculo foram estabelecidos alguns critérios considerando um edifício de 4 pavimentos com pilar médio de seção 30 por 30 centímetros e carga vertical de 800 KN, com 6 armaduras de diâmetro de 12,5 milímetros, resistência do concreto de 20 Mpa e resistência do aço de 500 Mpa, sendo uma sapata quadrada, rígida e sem momentos. Para o cálculo da tensão admissível do solo na base de assentamento da sapata foi considerada uma profundidade mínima de 1,5 metros partindo do nível da superfície do solo, podendo chegar a um limite de até 3 metros de profundidade, sendo analisada cada sondagem de forma individual.

Após calcular a tensão admissível do solo na base de assentamento da sapata, foram calculadas as dimensões das sapatas e posteriormente o bulbo de pressão que atua devido à carga transmitida do pilar a sapata, assim com o valor do bulbo de pressão obtido em metros foi feito o cálculo do  $N_{spt}$  (médio) para determinar a tensão admissível do solo referente à camada de atuação do bulbo, esses procedimentos de cálculos são repetidos até encontrar uma tensão admissível do solo que apresente um valor igual a um resultado anterior, assim é definido o valor da tensão admissível do solo para cada furo de sondagem, passada essa

etapa de cálculo foi feita uma média com os resultados das tensões admissíveis do solo obtidas para cada furo de sondagem, determinando assim uma única tensão para o local onde foi realizada a sondagem.

Para determinar a tensão admissível do solo de cada região foi feita uma média entre as tensões encontradas para cada sondagem referente à região em que ela se encontra, essa média foi calculada de acordo com a proximidade dos valores obtidos, havendo discrepância significativa entre alguns valores foram estabelecidas sub-regiões onde foram calculadas as médias referentes a cada uma.

Os cálculos para esta pesquisa foram feitos com base na NBR 6118/2014 e métodos semi-empíricos utilizando as seguintes expressões:

A) Tensão admissível na base de assentamento da sapata:

$$T_{adm} = 0,02 \times N_{spt} \quad \text{Para: } 5 \leq N_{spt} \leq 20.$$

Onde:

$T_{adm}$  – Tensão admissível do solo;

$N_{spt}$  – Resistência à penetração do solo na base de assentamento da sapata;

B) Dimensionamento da área da sapata:

$$A = \alpha \cdot \frac{N_k}{T_{adm}}$$

Onde:

$A$  – Área da base;

$N_k$  - Força nominal do pilar;

$\alpha$  - Coeficiente que leva em conta o peso próprio da sapata. Pode-se assumir para esse coeficiente um valor de 1,05 nas sapatas flexíveis e 1,10 nas sapatas rígidas;

$T_{adm}$  - Tensão admissível do solo.

C) Cálculo do  $N_{spt}$  (médio):

$$N_{spt} = \frac{\sum N_{spt}}{n}$$

Onde:

$\check{N}_{spt}$  – Resistência à penetração média obtida no compreendido da base da sapata até duas vezes o maior lado da sapata (bulbo de pressão);

$\Sigma N_{spt}$  – Somatório do número de golpes de cada trecho do bulbo;

n – Número de  $N_{spt}$  referente ao bulbo.

A tabela 2 mostra os resultados obtidos das tensões admissíveis do solo de cada região.

Tabela 2 – Tensões admissíveis do solo pelas sondagens SPT

Região	Sondagens	Tensão Admissível por furo (Mpa)						T. adm média por sondagem (Mpa)	Tensões por Sub-Regiões (Mpa)		Médias das tensões das Sub-regiões (Mpa)	
		F.01	F. 02	F. 03	F. 04	F.05	F. 06		Sub. 01	Sub. 02	Sub. 01	Sub. 02
Região 01 - Bairro das graças	Sond. 01	0,40	0,40					0,40	0,40	0,25	0,35	0,22
	Sond. 02	0,20	0,28	0,268				0,249				
	Sond. 03	0,22	0,40	0,28				0,30	0,30	0,19		
	Sond. 04	0,146	0,153	0,18	0,245	0,268	0,153	0,19				
Região 02 - Bairro Santo Antônio	Sond. 05	0,40	0,40	0,40				0,40	0,40	0,395		
	Sond. 06	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40				
	Sond. 07	0,38	0,39					0,385	0,385			
Região 03 - Bairro Centro	Sond. 08	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40		0,40	0,40	0,243	0,40	0,239
	Sond. 09	0,215	0,272					0,243				
	Sond. 10	0,40	0,40	0,40	0,40			0,40	0,40	0,234		
	Sond. 11	0,34	0,176	0,188				0,234				
Região 04 - Bairro Santa Zita	Sond. 12	0,196	0,224	0,313				0,244	0,244	0,325		
	Sond. 13	0,34	0,32	0,40	0,37			0,357				
	Sond. 14	0,40	0,40	0,31	0,386			0,374	0,374			

FONTE: (Acervo do autor).

## 2.2 RESULTADOS OBTIDOS PELA PESQUISA ENTRE ENGENHEIROS

A pesquisa entre os engenheiros teve como propósito obter informações sobre qual tensão admissível do solo eles adotariam para cada região onde foram feitas as sondagens (SPT), sem saber qualquer informação sobre os dados do perfil de sondagem ou do terreno, mas de acordo com seu conhecimento geotécnico e sua experiência de trabalho adquirida ao longo dos anos na cidade de Caratinga.

Essa pesquisa foi realizada através de uma entrevista onde foram apresentados para os engenheiros os mapas das regiões conforme anexo I, e perguntado qual tensão admissível do solo eles adotariam para cada região de acordo com os critérios estabelecidos anteriormente, ao todo foram entrevistados 06 engenheiros de Caratinga, após a entrevista, para determinar uma única tensão admissível do solo em cada região foi feita uma média entre os valores obtidos. A tabela a seguir apresenta os valores adotados pelos engenheiros assim como a média entre esses valores para cada região.

Tabela 3 - Tensões admissíveis do solo pela entrevista entre engenheiros

Engenheiros	Região 01	Região 02	região 03	Região 04
Entrevistado 01	0,20 Mpa	0,20 Mpa	0,20 Mpa	0,20 Mpa
Entrevistado 02	0,30 Mpa	0,30 Mpa	0,10 Mpa	0,20 Mpa
Entrevistado 03	0,20 Mpa	0,20 Mpa	0,15 Mpa	0,20 Mpa
Entrevistado 04	0,20 Mpa	0,28 Mpa	0,25 Mpa	0,30 Mpa
Entrevistado 05	0,30 Mpa	0,30 Mpa	0,40 Mpa	0,25 Mpa
Entrevistado 06	0,20 Mpa	0,25 Mpa	0,15 Mpa	0,30 Mpa
<b>Médias T.adm</b>	0,233 Mpa	0,255 Mpa	0,208 Mpa	0,242 Mpa
<b>Obs.: Os nomes dos engenheiros não foram mencionados para preservar sua conduta profissional.</b>				

FONTE: (Acervo do autor).

Com os resultados finais das tensões admissíveis do solo de cada região, obtidos tanto pelas sondagens (SPT) como pela pesquisa entre engenheiros, serão utilizados os valores dessas tensões para o dimensionamento estrutural de uma sapata, obedecendo aos critérios já estabelecidos.

## 2.3 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS SAPATAS

O dimensionamento estrutural da sapata foi realizado para determinarmos o quantitativo de todos os materiais que vão ser gastos para a execução das sapatas, sendo analisado cada região e sub – região separadamente, para termos os resultados finais do custo em reais de cada sapata, de acordo com as tensões que foram determinadas pelos ensaios do subsolo (SPT) e pela entrevista entre engenheiros da região de Caratinga.

### 2.3.1 Dimensionamento geométrico

O dimensionamento geométrico da sapata se inicia com a determinação da área da base da sapata que agirá sobre o solo, sabendo que já foi determinado os valores das tensões admissíveis dos solos de cada região analisada; assim utilizamos sapata quadrada do tipo isolada, de altura constante e rígida, a qual é mais adequada para as dimensões do pilar usado, que é de 30 x 30 (cm), com carga solicitante média de 800 KN e aço de diâmetro 12,5 milímetros. Assim a expressão que determina esse parâmetro é:

$$A^2 = \alpha \cdot \frac{N_k}{T_{adm}}$$

Onde:

$A^2$  – Área da base da sapata;

$N_k$  - Força nominal do pilar;

$\alpha$  - Coeficiente que leva em conta o peso próprio da sapata. (Pode-se assumir para esse coeficiente um valor de 1,05 para sapatas flexíveis e 1,10 para sapatas rígidas);

$T_{adm}$  - Tensão admissível do solo.

Com a área da sapata dimensionada, extraímos a raiz quadrada da área para determinarmos as dimensões (A) da base da sapata, como demonstrado a baixo:

$$A = \sqrt{A^2}$$

Onde:

A – Dimensão da sapata nas duas direções;

$A^2$  - Área da base da sapata.

Com as dimensões da base da sapata determinada, partimos para a determinação da altura que a sapata deverá ter, utilizando para esse cálculo, a expressão:

$$h > \begin{cases} \frac{A - a}{3} \\ 0,80 \times 44 \times \phi_p \end{cases}$$

Onde:

h – Altura da sapata;

A – Dimensão da sapata em uma determinada direção;

a - Dimensão do pilar na direção em questão;

$44 \cdot \phi_p$  – Comprimento de ancoragem em função do diâmetro da armadura do pilar; para diferentes classes de concreto.

Determinado o valor da altura da sapata (h), faremos as verificações necessárias das alturas mínimas e máximas que a sapata deverá estar parametrizada, onde a NBR 6118/2014 nos diz que “As bielas inclinadas devem ter ângulo de inclinação cuja tangente esteja entre 0,57 e 2,00 em relação ao eixo da armadura longitudinal do elemento estrutural.”<sup>22</sup>, sendo assim, essas verificações são feitos com as seguintes expressões:

<sup>22</sup> NBR 6118 – 2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos. p.181.

$$h_{min} = \frac{A}{2} \times 0,57$$

$$h_{max} = \frac{A}{2} \times 2,00$$

Onde:

$h_{min}$  – Altura mínima da sapata;

$h_{max}$  – Altura máxima da sapata;

A – Dimensão da sapata em uma determinada direção.

Assim o dimensionamento geométrico da sapata se finaliza determinando a altura útil da sapata, onde foi adotado um cobrimento da armadura inferior de 5 centímetros, com a seguinte expressão:

$$d = h - c$$

Onde:

d – Altura útil da sapata;

h – Altura da sapata;

c – Cobrimento da armadura inferior.

### 2.3.2 Verificação da biela comprimida

Essa verificação é feita para que não aconteça o esmagamento do concreto na biela comprimida da sapata, então, verifica-se primeiramente a tensão solicitante de cálculo na sapata, da seguinte forma:

$$T_{sd} = \frac{F_{sd}}{u \cdot d}$$

Onde:

$T_{sd}$  – Tensão solicitante de cálculo;

$F_{sd}$  – Força solicitante de cálculo;

u – Perímetro do contorno da seção do pilar;

d – Altura útil da sapata.

Assim calcula-se a tensão resistida pela biela comprimida, a qual terá que ser menor que a tensão solicitante de cálculo ( $T_{sd}$ ), para que nossa biela resista às forças que serão aplicadas na sapata pelo pilar, para isso foi determinado uma resistência de 20 Mpa para o concreto:

$$Trd_2 = 0,27 \cdot \alpha_v \cdot F_{cd}$$

$$\alpha_v = 1 - \frac{F_{ck}}{250}$$

Onde:

$Trd_2$  – Resistência à compressão diagonal da sapata;

$\alpha_v$  - Adimensional;

$F_{ck}$  - Resistência característica do concreto em Mpa;

$F_{cd}$  – Resistência de cálculo do concreto.

Se a tensão solicitante de cálculo ( $T_{sd}$ ) for maior que a resistência à compressão diagonal ( $Trd_2$ ), isso nos diz que a biela não suportará a força aplicada na mesma, assim adota-se um concreto de resistência característica maior, para que suporte a força; caso contrário, se a tensão solicitante de cálculo ( $T_{sd}$ ) for menor que a tensão resistente de cálculo ( $Trd_2$ ), o concreto utilizado é o suficiente para suportar a força aplicada na sapata.

### 2.3.3 Dimensionamento á flexão (Método das bielas comprimidas)

Nesse passo fez-se o dimensionamento da armadura da sapata para as duas direções, pelo método das bielas comprimidas, sendo que esse parâmetro pode ser determinado por outro método, ao qual vai ser descrito no próximo tópico.

Assim para realização do cálculo da força de tração nas duas direções da sapata, foi utilizada a seguinte expressão:

$$T_x = T_y = \frac{P}{8} \left( \frac{A-a}{d} \right)$$



Onde:

Tx e Ty – Força de tração calculada nas duas direções;

P – Carga vertical do pilar;

A – Dimensão da sapata na direção analisada;

a – Dimensão do pilar na direção em questão;

d – Altura útil da sapata.

Para o cálculo da área necessária de aço em cada direção da sapata, use-se o seguinte parâmetro: diâmetro padrão do aço para as análises de 12,5 milímetros e espaçamento entre 15 e 20 centímetros:

$$Asx = Asy = 1,61. \frac{(Tx \text{ ou } Ty)}{Fyk}$$

Onde:

Asx e Asy – Área de aço necessário na direção analisada;

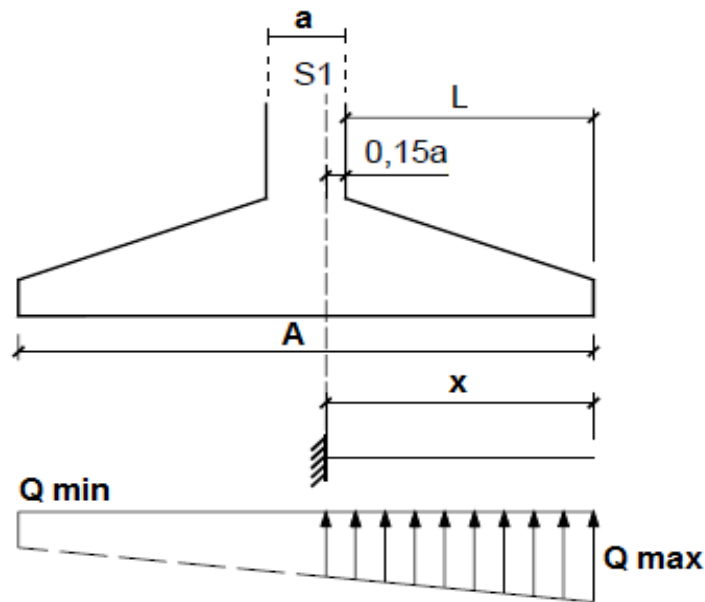
Tx e Ty - Força de tração calculada nas duas direções;

Fyk – Resistência característica do aço.

#### **2.3.4 Dimensionamento á flexão (Modelo de flexão – CEB-70)**

De acordo com a norma NBR 6118/2014 no dimensionamento a flexão podem ser utilizados outros modelos de cálculos, assim para melhores análises, dimensionamos nossas sapatas por este método também, descrito a seguir:

Figura 2 – Seções para o cálculo das armaduras longitudinais de flexão



FONTE: (Acervo do autor).

$$x = 0,15 \times a + \left( \frac{A - a}{2} \right)$$

Onde:

- x – Seção de referência entre as faces do pilar;
- a – Dimensão do pilar na direção em questão;
- A – Dimensão da sapata na direção analisada.

Cálculo da força distribuída atuante na seção de referência, dada por:

$$Q_{max} = T_{adm} \times A$$

Onde:

- Q max – Carga máxima atuante na seção de referência da sapata;
- T<sub>adm</sub> - Tensão admissível do solo;
- A – Dimensão da sapata na direção analisada.

Com a força distribuída atuante na seção de referência determinada, calculamos o momento solicitante característico acrescido de 0,15 vezes a dimensão do pilar da direção analisada, com a seguinte expressão:

$$Msk = \frac{Q \max \times x^2}{2}$$

Onde:

Msk – Momento solicitante característico;

Q max - Carga máxima atuante na seção de referência da sapata;

x - Seção de referência entre as faces do pilar.

Assim de acordo com as normas, multiplicamos nosso momento solicitante característico por um fator de majoração de segurança, como expresso a seguir:

$$Msd = Msk \times 1,40$$

Onde:

Msd – Momento solicitante de cálculo;

Msk – Momento solicitante característico.

Determinado o momento solicitante de cálculo (Msd), calcula-se o valor de kc com a seguinte expressão:

$$kc = \frac{b \times d^2}{Msd}$$

Onde:

kc – Valor adimensional;

b – Dimensão do pilar na direção em questão;

d – Altura útil da sapata;

Msd – Momento solicitante de cálculo.

Então por fim, calculamos as áreas de aços necessárias para cada direção da sapata, onde retiramos das tabelas de Montoya os valores de ks (Tabela 4) e o número de barras de aço necessárias, em relação às áreas calculadas (Tabela 5):

$$Asx = Asy = \frac{ks \times Msd}{d}$$

Onde:

Asx , Asy – Área de aço necessária na direção analisada;

ks – Valor adimensional;

Msd – Momento solicitante de cálculo;

d – Altura útil da sapata.

Tabela 4 – Flexão Simples em seção retangular – Armadura simples

$\beta_c = \frac{x}{d}$	$k_c = \frac{bd^2}{M_d} (\text{cm}^2/\text{kN})$									$k_s = \frac{A_s d}{M_d} (\text{cm}^2/\text{kN})$			DOMÍNIO
	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	CA-25	CA-50	CA-60	
0,02	103,8	69,2	51,9	41,5	34,6	29,7	25,9	23,1	20,8	0,046	0,023	0,019	2
0,04	52,3	34,9	26,2	20,9	17,4	15,0	13,1	11,6	10,5	0,047	0,023	0,020	
0,06	35,2	23,4	17,6	14,1	11,7	10,1	8,8	7,8	7,0	0,047	0,024	0,020	
0,08	26,6	17,7	13,3	10,6	8,9	7,6	6,7	5,9	5,3	0,048	0,024	0,020	
0,10	21,5	14,3	10,7	8,6	7,2	6,1	5,4	4,8	4,3	0,048	0,024	0,020	
0,12	18,0	12,0	9,0	7,2	6,0	5,2	4,5	4,0	3,6	0,048	0,024	0,020	
0,14	15,6	10,4	7,8	6,2	5,2	4,5	3,9	3,5	3,1	0,049	0,024	0,020	
0,16	13,8	9,2	6,9	5,5	4,6	3,9	3,4	3,1	2,8	0,049	0,025	0,021	
0,18	12,3	8,2	6,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	0,050	0,025	0,021	
0,20	11,2	7,5	5,6	4,5	3,7	3,2	2,8	2,5	2,2	0,050	0,025	0,021	
0,22	10,3	6,8	5,1	4,1	3,4	2,9	2,6	2,3	2,1	0,050	0,025	0,021	
0,24	9,5	6,3	4,7	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	0,051	0,025	0,021	
0,26	8,8	5,9	4,4	3,5	3,0	2,5	2,2	2,0	1,8	0,051	0,026	0,021	
0,28	8,3	5,5	4,1	3,3	2,8	2,4	2,1	1,8	1,7	0,052	0,026	0,022	
0,30	7,8	5,2	3,9	3,1	2,6	2,2	2,0	1,7	1,6	0,052	0,026	0,022	
0,32	7,4	4,9	3,7	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	0,053	0,026	0,022	
0,34	7,0	4,7	3,5	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,4	0,053	0,027	0,022	
0,36	6,7	4,5	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,054	0,027	0,022	
0,38	6,4	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	0,054	0,027	0,023	
0,40	6,1	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,055	0,027	0,023	
0,42	5,9	3,9	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	0,055	0,028	0,023	
0,438	5,7	3,8	2,9	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,056	0,028	0,023	
0,44	5,7	3,8	2,8	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,056	0,028		
0,46	5,5	3,7	2,7	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,056	0,028		
0,48	5,3	3,5	2,7	2,1	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	0,057	0,029		
0,50	5,2	3,4	2,6	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,058	0,029		
0,52	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,058	0,029		
0,54	4,9	3,2	2,4	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,059	0,029		
0,56	4,7	3,2	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,059	0,030		
0,58	4,6	3,1	2,3	1,9	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,060	0,030		
0,60	4,5	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,061	0,030		
0,628	4,4	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,061	0,031		
0,64	4,3	2,9	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,062			
0,68	4,2	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,063			
0,72	4,0	2,7	2,0	1,6	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,065			
0,76	3,9	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,066			
0,772	3,9	2,6	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,067			

Elaborada por Alessandro L. Nascimento e Libânio M. Pinheiro.  
De acordo com a NBR 6118:2003.  
Diagrama retangular de tensões no concreto,  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_s = 1,15$ .  
Para  $\gamma_c \neq 1,4$ , multiplicar b por  $1,4/\gamma_c$  antes de usar a tabela.

FONTE: (MONTROYA.)<sup>23</sup>

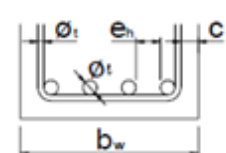
<sup>23</sup> MONTROYA, P. Jiménez. **Flexão simples em seção retangular – armadura simples**. Disponível em: <http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretoll/Tabela%20Kc%20e%20Ks.pdf>. Acessado em: 17 de novembro de 2015.

Tabela 5 – Área da seção de barras e largura mínima para uma camada

DIÂMETRO		MASSA NOMINAL (kg/m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> ) e $b_w$ (cm)	NÚMERO DE BARRAS										
NOMINAL (mm)	APROX. (POL)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	$\frac{3}{16}$	0,154	$A_s$	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	
			$b_w$	Br.1	-	10	12	15	18	21	23	26	29	32
				Br.2	-	10	14	17	21	24	28	31	35	38
6,3	$\frac{1}{4}$	0,245	$A_s$	0,31	0,62	0,94	1,25	1,56	1,87	2,18	2,49	2,81	3,12	
			$b_w$	Br.1	-	10	13	16	19	21	24	27	30	33
				Br.2	-	11	14	18	21	25	29	32	36	40
8	$\frac{5}{16}$	0,395	$A_s$	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	
			$b_w$	Br.1	-	10	13	16	19	22	26	29	32	35
				Br.2	-	11	15	18	22	26	30	34	37	41
10	$\frac{3}{8}$	0,617	$A_s$	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	
			$b_w$	Br.1	-	11	14	17	20	24	27	30	34	37
				Br.2	-	11	15	19	23	27	31	35	39	43
12,5	$\frac{1}{2}$	0,963	$A_s$	1,23	2,45	3,68	4,91	6,14	7,36	8,59	9,82	11,04	12,27	
			$b_w$	Br.1	-	11	15	18	22	25	29	32	36	39
				Br.2	-	12	16	20	25	29	33	37	42	46
16	$\frac{5}{8}$	1,578	$A_s$	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	
			$b_w$	Br.1	-	12	16	20	23	27	31	35	39	43
				Br.2	-	12	17	22	26	31	35	40	45	49
20	$\frac{3}{4}$	2,466	$A_s$	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	
			$b_w$	Br.1	-	13	17	21	25	30	34	38	43	47
				Br.2	-	13	18	23	28	33	38	43	48	53
22	$\frac{7}{8}$	2,984	$A_s$	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	
			$b_w$	Br.1	-	13	17	22	26	31	35	40	44	49
				Br.2	-	14	19	24	29	34	40	45	50	55
25	1	3,853	$A_s$	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	
			$b_w$	Br.1	-	14	19	24	29	34	39	44	49	54
				Br.2	-	14	20	25	31	36	42	47	53	58
32	$1\frac{1}{4}$	6,313	$A_s$	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	
			$b_w$	Br.1	-	16	22	29	35	41	48	54	61	67
				Br.2	-	16	22	29	35	41	48	54	61	67
40	$1\frac{1}{2}$	9,865	$A_s$	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,5	113,1	125,7	
			$b_w$	Br.1	-	18	26	34	42	50	58	66	74	82
				Br.2	-	18	26	34	42	50	58	66	74	82

Elaborada por Alessandro L. Nascimento e Libânio M. Pinheiro.

De acordo com a NBR 7480:1996;  $b_w$  conforme item 18.3.2.2 da NBR 6118:2003.



Br.1 = Brita 1 ( $\phi_{\max} = 19$  mm)      Br.2 = Brita 2 ( $\phi_{\max} = 25$  mm)

Valores adotados:  $\phi_t = 6,3$  mm e  $c = 2,5$  cm.

Para  $c = 3,0$  (3,5) cm, somar 1 (2) cm aos valores de  $b_w$ .

$e_h : 2$  cm;  $\phi_f : 1,2\phi_{\max}$ ;       $e_v : 2$  cm;  $\phi_e : 0,5\phi_{\max}$  (maiores valores)

FONTE: (MONTROYA.)<sup>24</sup>

<sup>24</sup> MONTROYA, P. Jiménez. Área da seção de barras. Disponível em: [http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretosII/Tabela\\_Area\\_da\\_Secao\\_de\\_Barras.pdf](http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretosII/Tabela_Area_da_Secao_de_Barras.pdf). Acessado em: 17 de novembro de 2015.

### 3 RESULTADOS OBSERVADOS

Neste capítulo serão apresentados os valores das tensões admissíveis do solo de cada região do município de Caratinga, que foram determinadas pelos dois métodos empregados nesta pesquisa, que são as sondagens SPT e a pesquisa entre engenheiros, fazendo assim, um levantamento quantitativo de concreto e aço que é necessário para a execução da sapata em cada região, comparando os custos de cada uma e analisando a viabilidade dos dois métodos.

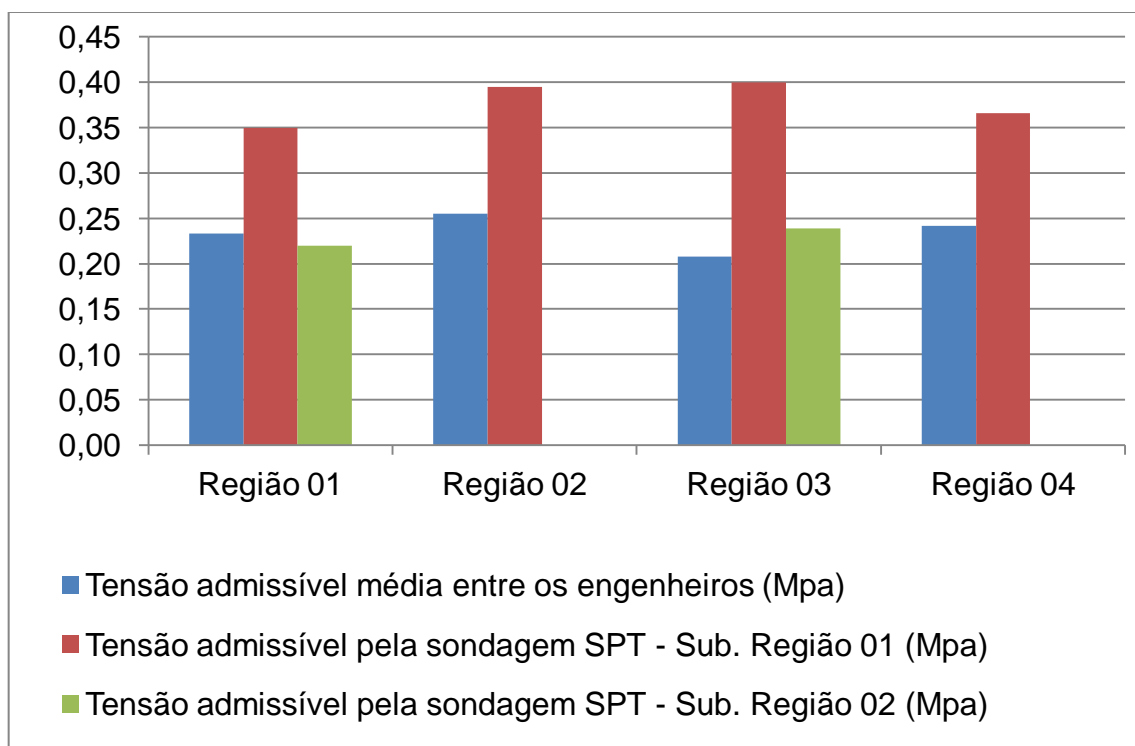
#### 3.1 TENSÕES ADMISSÍVEIS FINAIS POR REGIÃO

As tensões admissíveis de cada região foram calculadas de acordo com os procedimentos descritos no capítulo 2, sendo assim, iniciamos o procedimento calculando as tensões admissíveis de cada furo das sondagens, fazendo então uma média entre essas tensões, a qual foi definida como a tensão admissível daquela sondagem, repetindo assim o procedimento para todos os perfis.

Com as tensões médias de cada perfil definido, foi feita uma análise das mesmas, separadamente, para que pudéssemos agrupar e fazer uma média entre as sondagens de cada região, sendo assim, na região 1, os valores das tensões das sondagens tiveram uma variação bem significativa, então foi subdividido em duas sub-regiões 1 e 2, onde a sub-região 1 teve o agrupamento das tensões das sondagens 01 e 03 que ficaram com média de 0,35 Mpa, e a sub-região 2 que agrupou as sondagens 02 e 04 com média de 0,22 Mpa. Na região 2 os valores das tensões das sondagens foram bem próximas, daí não foi preciso dividi-la em sub-regiões, então a mesma ficou com média de tensão de 0,395 Mpa. Na região 3, foi subdividido em duas regiões, pelo mesmo fato da região 1, então na sub-região 1 agrupou-se as sondagens 08 e 10 com média de 0,40 Mpa, e na sub-região 2 sondagens 09 e 11 com média de 0,239 Mpa. Na região 4, não houve subdivisões, ficando com média de 0,325 Mpa. Todos os dados então representados na tabela 2 da página 30.

Com as tensões médias de cada região agrupada e mediada, conforme foi descrito acima, partimos para a entrevista entre os engenheiros da região de Caratinga, aos quais através de informações e indicações, foram selecionados 06 engenheiros mais bem conceituados, aos quais se submeteram a responder nossa entrevista, através de seus conhecimentos geotécnicos adquiridos ao longo do tempo. Na entrevista foi apresentado 04 mapas das regiões em questão, mencionadas nessa pesquisa, com representação de ruas e locais das sondagens que foram feitas na região, mas sem que fosse mencionado qualquer característica do solo dos locais, sendo assim, cada um respondeu um valor de tensão admissível que adotariam em cada região para fazerem um dimensionamento de sapata rígida com altura constante, para um pilar de peso médio 800 KN. Assim, todos os dados foram coletados, e dispostos na tabela 3 da página 31, onde foi feito uma média destas tensões admissíveis de cada região, que ficaram com resultados finais de tensão admissível de 0,233 Mpa para região 1, 0,255 Mpa para região 2, 0,208 Mpa região 3 e 0,242 Mpa para região 4, finalizando assim, o processo de definição das tensões admissíveis das região pelas sondagens e pela entrevista entre engenheiros.

Gráfico 1 – Tensões admissíveis do solo



FONTE: (Acervo do autor).

No gráfico 1 estão os comparativos das tensões médias determinadas pelas sondagens SPT e pela entrevista entre os engenheiros da região de Caratinga.

### 3.2 QUANTITATIVOS DE CONCRETO E AÇO

O quantitativo de materiais necessários para a execução da sapata em cada região analisada, foi determinado levando em conta o dimensionamento estrutural e geométrico feito através das tensões admissíveis do solo definidas pelas sondagens SPT e pela entrevista entre engenheiros.

Através das dimensões da sapata, como a área da base e altura, chegamos ao volume de concreto necessário para a sapata de cada região, sendo assim, pelas sondagens SPT a região 1, que tem duas sub-regiões, foi necessário 1,28 m<sup>3</sup> de concreto na sub-região 1, e na sub-região 2, 2,40 m<sup>3</sup> de concreto; na região 2, será necessário 1,01 m<sup>3</sup> de concreto; na região 3, também com duas sub-regiões, 1,01 m<sup>3</sup> de concreto na sub-região 1, e 2,09 m<sup>3</sup>, na sub-região 2; já na região 4, a sapata gastará 1,36 m<sup>3</sup> de concreto.

Para as sapatas das regiões dimensionadas com as tensões definidas pela entrevista entre engenheiros, será necessário 2,09 m<sup>3</sup> para a região 1, 1,88 m<sup>3</sup> para a região 2, 2,52 m<sup>3</sup> para região 3 e 1,99 m<sup>3</sup> para a região 4. Tais valores informados não foram arredondados por questão de exatidão dos valores gastos, não sendo considerados quaisquer outros valores a não ser o dos materiais gastos.

As tabelas 6 e 7 apresentam os valores finais de cada sapata em relação ao volume cúbico de concreto necessário para cada região, sendo que o preço unitário do concreto foi obtido através de uma pesquisa de mercado no mês de Novembro de 2015, onde utilizamos o valor concedido pela empresa *ConcrePraes*, situada na Avenida Presidente Tancredo Neves N° 409, centro, Caratinga.



Tabela 6 – Preço do volume de concreto por sapata de cada região (Sondagens SPT)

Região	Sub. Região	Dimensões da sapata		Volume de concreto (M³)	Tipo de concreto (Mpa)	Custo unitário de concreto (M³)	Custo total do volume de concreto (R\$)
		Área da base (M²)	Altura (M)				
1	1	2,56	0,50	1,28	C-20	R\$ 285,00	R\$ 364,80
	2	4,00	0,60	2,40	C-20	R\$ 285,00	R\$ 684,00
2	1	2,25	0,45	1,0125	C-20	R\$ 285,00	R\$ 288,56
3	1	2,25	0,45	1,0125	C-20	R\$ 285,00	R\$ 288,56
	2	3,8025	0,55	2,091	C-20	R\$ 285,00	R\$ 595,93
4	1	2,722	0,50	1,361	C-20	R\$ 285,00	R\$ 387,89

FONTE: (Acervo do autor).

Tabela 7 – Preço do volume de concreto por sapata de cada região (Entrevista entre engenheiros)

Região	Dimensões da sapata		Volume de concreto (M³)	Tipo de concreto (Mpa)	Custo unitário de concreto (M³)	Custo total do volume de concreto (R\$)
	Área da base (M²)	Altura (M)				
1	3,80	0,55	2,09	C-20	R\$ 285,00	R\$ 595,65
2	3,43	0,55	1,8865	C-20	R\$ 285,00	R\$ 537,66
3	4,20	0,60	2,52	C-20	R\$ 285,00	R\$ 718,20
4	3,61	0,55	1,9855	C-20	R\$ 285,00	R\$ 565,87

FONTE: (Acervo do autor).

Quanto ao quantitativo de aço nas sapatas, foi determinado as áreas de aço através de dois modelos de cálculos, pela biela comprimida e pelo modelo de flexão – CEB-70, apresentados com mais detalhes no capítulo 2, assim, fizemos uma média entre as áreas calculadas por esses dois modelos, para determinarmos enfim a área necessária de aço para cada sapata.

Para a quantidade de metros lineares de aço calculada através das tensões admissíveis do solo definidas pelas sondagens SPT, temos a região 1 dividida em 2 sub-regiões, onde a sub-região 1 necessita de 32,40 metros de barras aço e para a sub-região 2, 48,40 metros; para a região 2, 30,60 metros; sendo que na região 3, também dividida em 2 sub-regiões, temos 30,60 metros para a sub-região 1 e 43 metros para a sub-região 2, e por fim a região 4 que necessita de 33,30 metros de barra.

Para as tensões admissíveis definidas pela entrevista entre engenheiros, na região 1 é necessário 43 metros de barras de aço, 41 metros para região 2, 49,50 metros para região 3 e 42 metros de barra para a região 04.

Para determinar o preço do metro linear de barra de aço utilizada no cálculo dessa pesquisa, foi adotado o preço referente ao mês de Novembro de 2015 cedida pela empresa *Ferrobás*, situada na Avenida Presidente Tancredo Neves, N° 1868, no bairro Zacarias, em Caratinga. As tabelas 8 e 9 apresentam os valores por metro linear de barra e o custo total das barras que serão necessárias para a sapata de cada região.

Tabela 8 - Preço total da armadura por sapata de cada região (Sondagens SPT)

Região	Sub. Região	Área média de aço (CM <sup>2</sup> )	Diâmetro aço (MM)	Quantidade de barras	Comprimento de cada barra (M)	Quantidade total de aço (M)	Preço do metro linear de aço (R\$)	Custo Total do aço (R\$)
1	1	10,24	12,5	18	1,80	32,40	R\$ 2,77	R\$ 89,74
	2	10,74	12,5	22	2,20	48,40	R\$ 2,77	R\$ 134,07
2	1	10,86	12,5	18	1,70	30,60	R\$ 2,77	R\$ 84,76
3	1	10,96	12,5	18	1,70	30,60	R\$ 2,77	R\$ 84,76
	2	11,80	12,5	20	2,15	43,00	R\$ 2,77	R\$ 119,11
4	1	10,68	12,5	18	1,85	33,30	R\$ 2,77	R\$ 92,24

FONTE: (Acervo do autor).

Tabela 9 – Preço total da armadura por sapata de cada região (Entrevista entre engenheiros)

Região	Área média de aço (CM <sup>2</sup> )	Diâmetro aço (MM)	Quantidade de barras	Comprimento de cada barra (M)	Quantidade total de aço (M)	Preço do metro linear de aço (R\$)	Custo Total do aço (R\$)
1	11,80	12,5	20	2,15	43,00	R\$ 2,77	R\$ 119,11
2	10,98	12,5	20	2,05	41,00	R\$ 2,77	R\$ 113,57
3	11,10	12,5	22	2,25	49,50	R\$ 2,77	R\$ 137,12
4	11,36	12,5	20	2,10	42,00	R\$ 2,77	R\$ 116,34

FONTE: (Acervo do autor).

### 3.3 COMPARATIVO DE CUSTO

Com todos os quantitativos de concreto e aço já feitos, nesse tópico serão apresentados os valores de custo de cada sapata, onde estão somados os custos de concreto e aço, sendo que para os custos das sapatas calculadas com as tensões admissíveis definidas pelas sondagens SPT, foi obtido os seguintes valores totais de cada sapata por região, representado na tabela a seguir:

Tabela 10 – Custo total da sapata por região pelas sondagens SPT

Regiões	1		2	3		4
Sub. Regiões	1	2	1	1	2	1
Custo total de aço (R\$)	R\$ 89,74	R\$ 134,07	R\$ 84,76	R\$ 84,76	R\$ 119,11	R\$ 92,24
Custo total de concreto (R\$)	R\$ 364,80	R\$ 684,00	R\$ 288,56	R\$ 288,56	R\$ 595,93	R\$ 387,89
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 454,54</b>	<b>R\$ 818,07</b>	<b>R\$ 373,32</b>	<b>R\$ 373,32</b>	<b>R\$ 715,04</b>	<b>R\$ 480,13</b>

FONTE: (Acervo do autor).

Para os custos das sapatas calculadas com as tensões admissíveis definidas pela entrevista entre engenheiros, foi obtido os seguintes valores totais de cada sapata por região, representado na tabela a seguir:

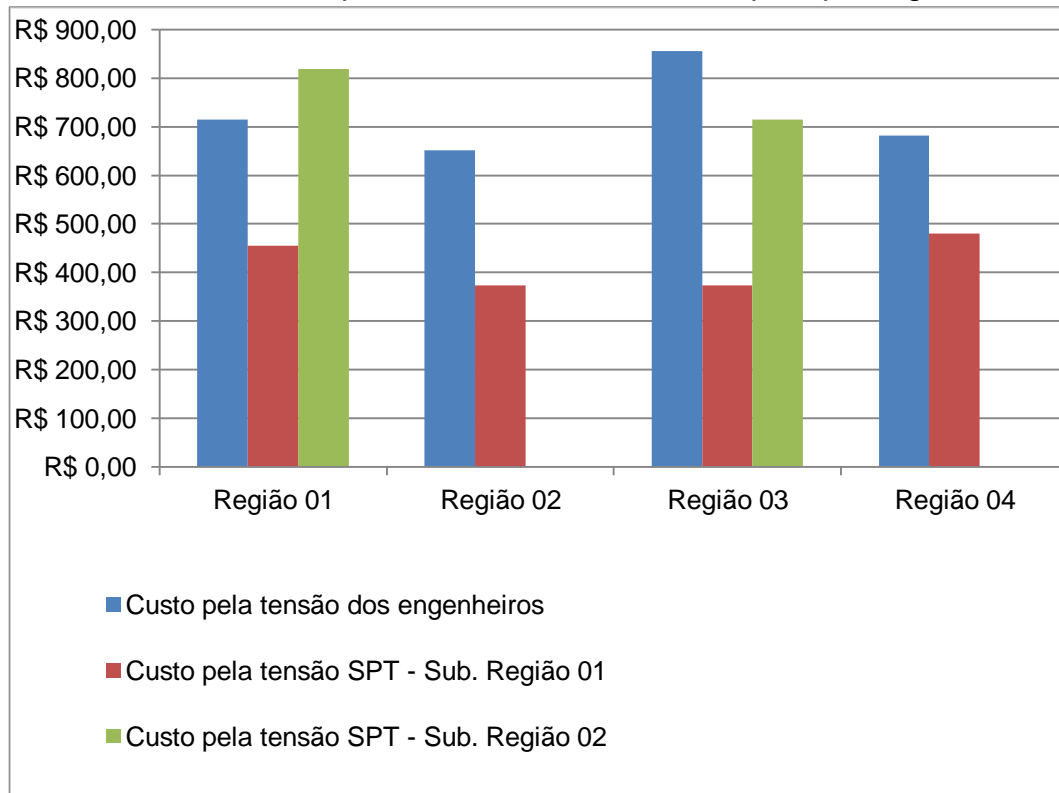
Tabela 11 - Custo total da sapata por região pela entrevista entre engenheiros

Regiões	1		2	3		4
Sub-região	1	2	1	1	2	1
Custo total de aço (R\$)	R\$ 119,11	R\$ 119,11	R\$ 113,57	R\$ 137,12	R\$ 137,12	R\$ 116,34
Custo total de concreto (R\$)	R\$ 595,65	R\$ 595,65	R\$ 537,66	R\$ 718,20	R\$ 718,20	R\$ 565,87
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 714,76</b>	<b>R\$ 714,76</b>	<b>R\$ 651,23</b>	<b>R\$ 855,32</b>	<b>R\$ 855,32</b>	<b>R\$ 682,21</b>

FONTE: (Acervo do autor).

Para comparação final dos custos totais da sapata de cada região, no gráfico 2 foi relacionando os valores das mesmas, que foram obtidas pelos dois métodos de definição das tensões admissíveis do solo, pelas sondagens SPT e pela entrevista entre engenheiros:

Gráfico 2 – Comparativo de custo de cada sapata por região



FONTE: (Acervo do autor).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com todas as análises feitas, percebe-se que houve uma discrepância significativa entre as análises feitas através das sondagens SPT e a entrevista entre engenheiros, onde percebemos que as tensões admissíveis do solo das regiões analisadas fornecidas pelos engenheiros entrevistados foram bem menores que as tensões definidas pelas sondagens SPT feitas nas regiões, mostrando que normalmente como não se conhece o subsolo de cada região, por medida de segurança e através da experiência de cada um, os engenheiros adotaram tensões admissíveis bem baixas para cada região, resultando em um super dimensionamento das estruturas de fundações, proporcionando elevados gastos para a obra, sem que haja necessidade, ou até mesmo aumento de segurança.

Houve uma situação em que a tensão admissível fornecida pelos engenheiros foi maior que a tensão determinada pelas sondagens da mesma região, sendo assim, essa situação nos indica que a resistência do solo para os engenheiros é maior que a tensão determinada pelas sondagens, podendo causar sérios problemas durante e depois da construção da obra, podendo haver ocorrências de diversas patologias nas fundações, como recalques, trincas e até mesmo vir à ruína toda a estrutura, pois o solo não suportará a carga que será transmitida a ele, afetando a vida de muitas pessoas que possam estar frequentando a construção e até mesmo as construções vizinhas, causando perdas materiais e constrangimentos de muitas pessoas que habitam nos arredores da obra.

Sendo assim, conclui-se que a investigação geotécnica do solo no processo de dimensionamento das fundações é muito importante e indispensável, pois a mesma nos traz análises e características das diversas camadas do solo daquele terreno, proporcionando ao engenheiro civil, informações importantes para que ele possa fazer todas as análises necessárias para a escolha do tipo de fundação mais adequada, fazendo assim o dimensionamento estrutural com o máximo de segurança e economia possível, garantindo uma perfeita interação solo-estrutura e evitando o aparecimento de diversas patologias futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, Francisco Xavier; HEMERLY, Adriano Chequetto. **Concreto armado: Novo milênio: Cálculo prático e econômico**. 2.ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2.ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.ed., Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnico e Científicos Editora S.A., 1987.

CARVALHO, Décio Manuel de; **Patologias das fundações: fundações em depósitos de vertente na cidade de Machico**, Funchal, Ilha da Madeira (Portugal), 2010. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade da Madeira.

FERNANDES, Manuel de Matos. **Mecânica dos solos – Introdução à engenharia geotécnica**. Volume 2, 1.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2014.

HENRIQUE, Bruno. **Investigação do subsolo e segurança da edificação**. Disponível em: <<http://aengenhariaemfoco.blogspot.com.br/2013/08/a-investigacao-do-subsolo-e-seguranca.html>>. Acessado em: 23 de Março de 2015.

LOZANO, Mauro Hernandez. **Deslizamento de solos – Descaso recorrente**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=764>>. Acessado em: 23 de Março de 2015.

LUKIANCHUKI, Juliana Azoia; **Interpretação de resultados do ensaio SPT com base em instrumentação dinâmica**. 2012. 320 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MONTOYA, P. Jiménez. **Área da seção de barras**. Disponível em: <[http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretoll/Tabela\\_Area\\_da\\_Secao\\_de\\_Barras.pdf](http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretoll/Tabela_Area_da_Secao_de_Barras.pdf)>. Acessado em: 17 de novembro de 2015.

MONTOYA, P. Jiménez. **Flexão simples em seção retangular – armadura simples**. Disponível em: <<http://www.gdace.uem.br/romel/MDidatico/EstruturasConcretoll/Tabela%20Kc%20e%20Ks.pdf>>. Acessado em: 17 de novembro de 2015.

NBR 10520 – 2002 – **Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação**.

NBR 12069 / MB 3406 – 1991 – **Solo – Ensaio de penetração de cone in situ (CPT).**

NBR 13441 – 1995 – **Rochas e solos.**

NBR 6118 – 2014 – **Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos.**

NBR 6122 – 2010 – **Projeto e execução de fundações.**

NBR 6484 – 2001. **Solo – Sondagens com simples reconhecimento SPT – Método de ensaio.**

NBR 6502 – 1995 – **Rochas e solos.**

NBR 7181 – 1984 – **Solo – Análise granulométrica.**

NBR 8036 – 1983 – **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios.**

NBR 8681 – 2003 - **Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.**

NBR 9603 – 1986 – **Sondagens a trado.**

NBR 9820 – 1997 – **Coleta de amostras indeformadas de solos de baixa consistência em furos de sondagem.**

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso básico de mecânica dos solos.** 3.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2006.

SANTOS, Palloma Ribeiro Cuba dos; DAIBERT, João Dalton. **Análise dos solos.** 1.ed., São Paulo: Érica, 2014.

SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações.** 2.ed., São Paulo: Oficina de textos, 2012.

SILVA, Everton Soares; **Investigação geológico-geotécnica para execução de fundação em área de aterro – Condomínio Praça Villa Lobos.** 52 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

TOLEDO, Fernando R. F. D. **Estudo geotecnológico**. Disponível em: <[http://www.valec.gov.br/download/normastecnicas/especificacoes\\_de\\_projeto/Estudos%20geotecnol%C3%B3gicos%20-%2080-EG-000A-29-0000%20Rev7.pdf](http://www.valec.gov.br/download/normastecnicas/especificacoes_de_projeto/Estudos%20geotecnol%C3%B3gicos%20-%2080-EG-000A-29-0000%20Rev7.pdf)>. Acessado em: 27 de Maio de 2015.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações – Critérios de projeto / Investigação do subsolo / Fundações superficiais / Fundações profundas**. Volume completo, São Paulo: Oficina de textos, 2010.

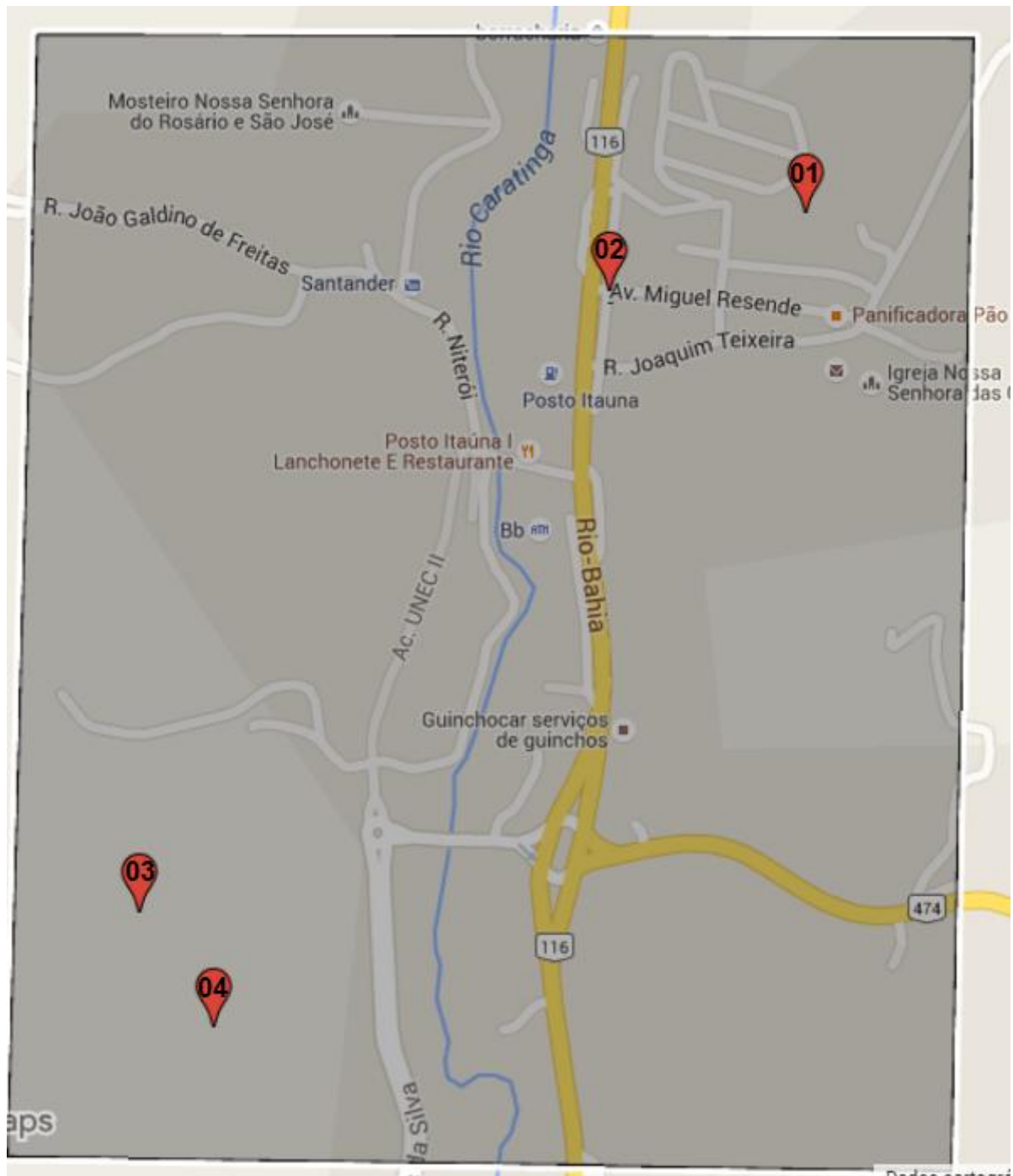


# **ANEXO I**

Perfis de sondagens SPT

**REGIÃO 1 – BAIRRO DAS GRAÇAS.**

## REGIÃO 1 – BAIRRO DAS GRAÇAS



FONTE: (Google Maps, 2015).



Construções e Fundações

**SONDAGEM À PERCUSSÃO**  
**LOCAL: BAIRRO DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG**

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

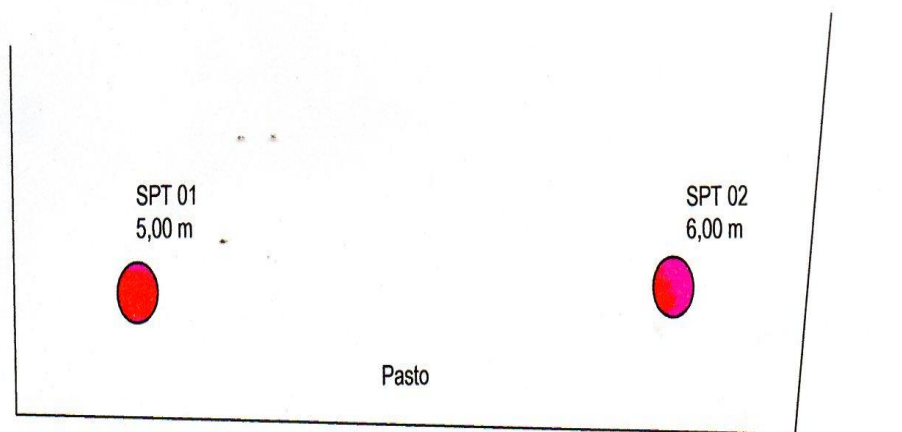
- Foram executados 2 furos de sondagem de reconhecimento num total de 11 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**

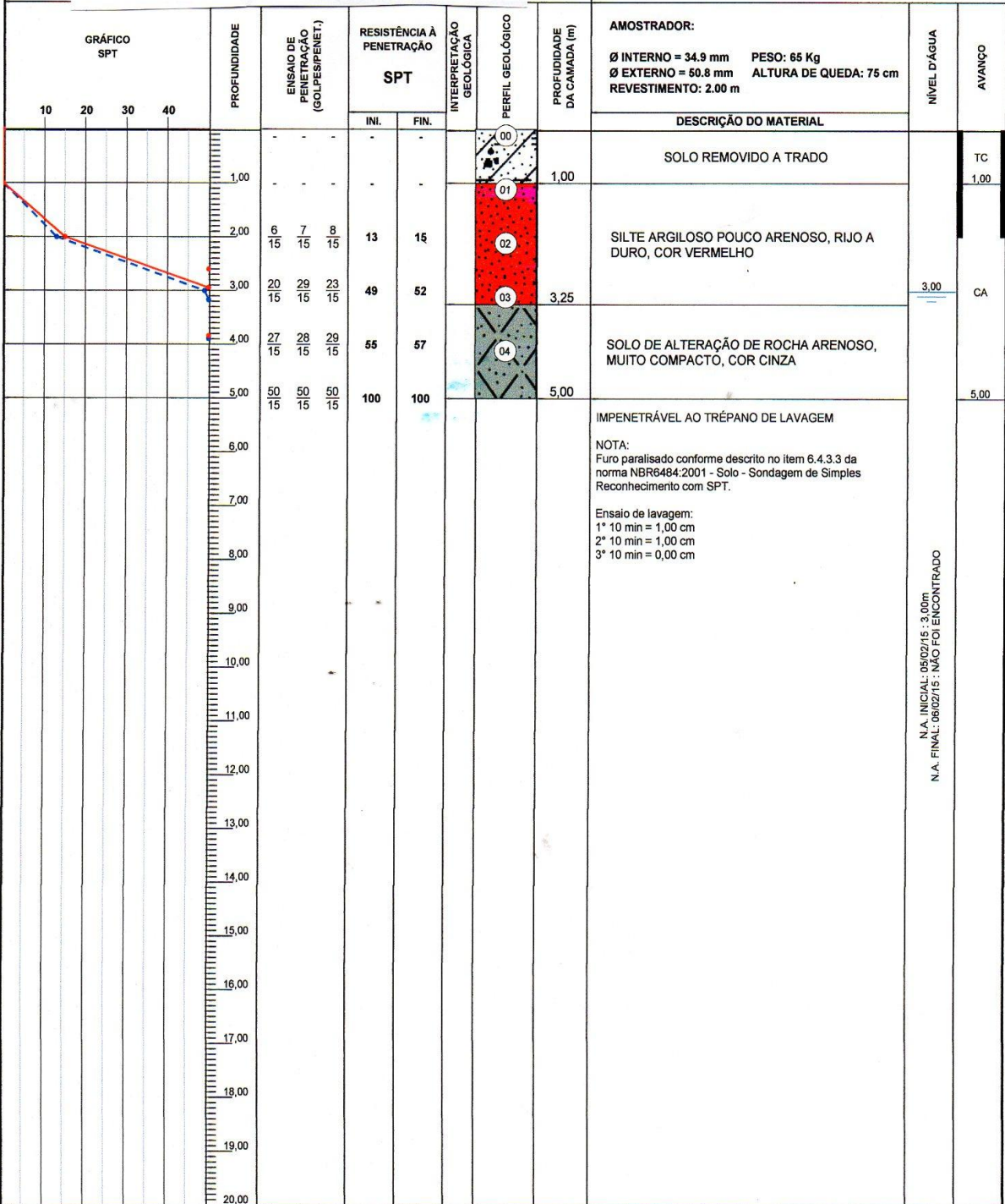
**LOCAÇÃO ESQUEMÁTICA**  
(SEM ESCALA)



OBS.:

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT  
NBR 6484/01**

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 01</b> INÍCIO: 05/02/15      TÉRMINO: 05/02/15 COTA: 0,00      COORD. N:      E:
-----------------------------	--



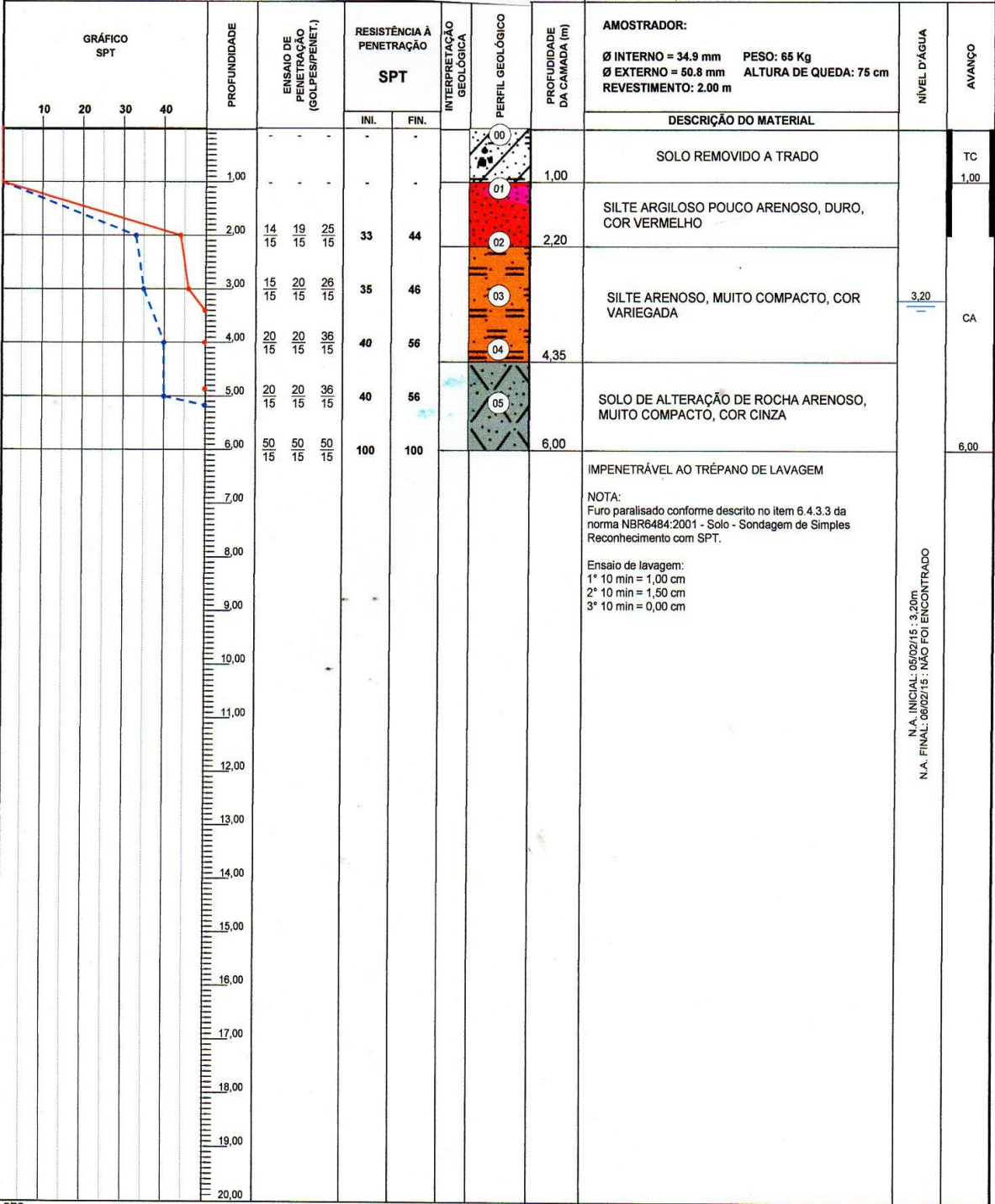
OBS.:

	LEGENDAS: 30 cm INICIAIS    30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC    TRADO HELICOIDAL - TH    CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA    REVESTIMENTO		
	DATA: 09/02/15	TRABALHO Nº: 07 / 2015	FOLHA: 03
	ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: LUIZ CARLOS SABINO

**CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR**

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT  
NBR 6484/01**

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 02</b> INÍCIO: 05/02/15      TÉRMINO: 05/02/15 COTA: 0,00      COORD. N:      E:
-----------------------------	--



OBS.:

	LEGENDAS: 30 cm INICIAIS    30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC    TRADO HELICOIDAL - TH    CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA    REVESTIMENTO		
	DATA: 09/02/15	TRABALHO Nº: 07 / 2015	FOLHA: 04
	ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: LUIZ CARLOS SABINO
CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR			



**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: AV. MONSENHOR ARISTIDES ROCHA S/N BAIRRO DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG  
CLIENTE: ANTONIO MARCOS DE OLIVEIRA

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 3 furos de sondagem de reconhecimento num total de 36 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86260/DMG

Rua Pedro Faria, nº 11, São Jorge, Manhuaçu, MG  
CEP: 36.900-000

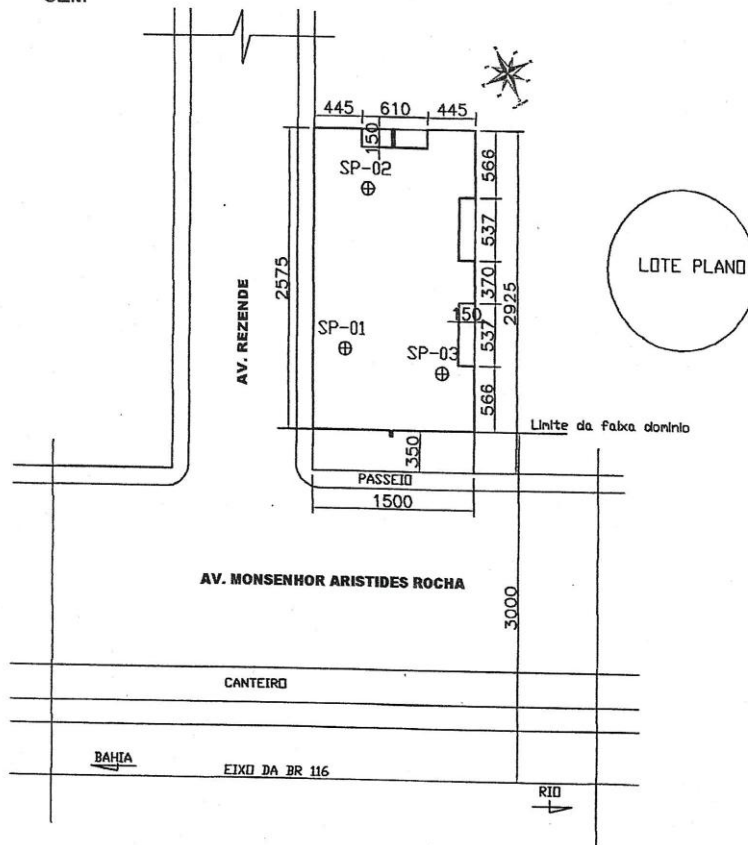
Fone: (33) 3331-1378  
Fax: (33) 3331-1956



**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** AV. MONSENHOR ARISTIDES ROCHA S/N B. DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG  
**Cliente:** ANTONIO MARCOS DE OLIVEIRA

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR  
**Data:** 20/07/2011  
**Esc.:** SEM



*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
**ENGENHEIRO CIVIL**  
 CREA 86260/DMG



Construções e Fundações

**Ciente:** ANTONIO MARCOS DE OLIVEIRA  
**Local:** AV. MONSENHOR ARISTIDES ROCHA S/N B. DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG  
**Escala:** SEM      **Data:** 15/07/2011      **Ref.:**      **Furo:** 01  
**Revestimento:** 2,00 METROS      **Cota:**

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		Nº de golpes		0	10	20	30		
		1ª e 2ª	2ª e 3ª						
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado
	2	13	15						Argila siltosa, média a rija, cor marrom
	3	10	10						
	4	7	7						
	5	11	11						
	6	7	7					6,10	
	7	13	21						Site arenoso, compacta, cor variegada
	8	15	21					8,00	Site arenoso, medianamente compacta, cor variegada
	9	16	14						
	10	30	9						
	11	45	45/3					10,35	Alteração de rocha
	12							11,00	
	13								Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 11,00 metros.
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

Carlos Henrique Calvão Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 86289/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 1,60 M      **Final:** SECO



Construções e Fundações

**Cliente:** ANTONIO MARCOS DE OLIVEIRA  
**Local:** AV. MONSENHOR ARISTIDES ROCHA S/N B. DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG  
**Escala:** SEM      **Data:** 15/07/2011      **Ref.:**      **Furo:** 02  
**Revestimento:** 2,00 METROS      **Cota:**

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30		
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	13	15						7,20	Argila siltosa, média a rija, cor amarela
3	13	14							
4	10	10							
5	10	14							
6	14	18							
7	20	19							
8	17	17							
9	19	21						9,50	Areia siltosa, medianamente compacta a compacta, cor cinza
10	45	45/3						10,00	Alteração de rocha
11									Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 10,00 metros.
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Carlos A. ...  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 86260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 1,60 M      **Final:** SECO



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	ANTONIO MARCOS DE OLIVEIRA		
<b>Local:</b>	AV. MONSENHOR ARISTIDES ROCHA S/N B. DAS GRAÇAS - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	15/07/2011
		<b>Ref.:</b>	
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Furo:</b>	03
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)		Gráfico	Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações				
		2ª e 3ª penetrações				
		Nº de golpes				
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0 10 20 30 40 50		
1	2	2			1,00	Solo removido a trado
2	15	17				Argila siltosa, média a rija, cor amarela
3	14	15				
4	10	11				
5	8	8				
6	14	16				
7	6	8			7,00	
8	10	12				Silt argiloso pouco arenoso, rija, cor cinza
9	19	20				
10	19	20			9,15	
11	22	27			10,20	Areia siltosa, compacta, cor marrom
12	20	22				Silt argiloso pouco arenoso, dura, cor vermelha
13	26	23				
14	32	33			13,00	
15	45	45/3			14,40	Areia siltosa, compacta, cor marrom
16					15,00	Alteração de rocha
17						Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 15,00 metros.
18						
19						
20						

  
 Carlos Henrique Carrão Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 86260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 2,00 M    **Final:** FECHOU



**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - LOTES 34 - L3 - L2 - CARATINGA - MG

CLIENTE: VIEIRA EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO LTDA

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 3 furos de sondagem de reconhecimento num total de 46 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**



Construções e Fundações

<b>Ciente:</b>	VIEIRA EMPREENDIMENTO IMOBILIARIO LTDA		
<b>Local:</b>	LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - LOTES 34 - L3 - L2 - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	07/11/2013
		<b>Ref.:</b>	LOTE 34
		<b>Furo:</b>	01
<b>Revestimento:</b>	8,00 METROS		<b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		2ª e 3ª penetrações						
Nº de golpes					Revestimento Ø 76,2 mm			
1ª e 2ª		2ª e 3ª		0 10 20 30 40 50			Amostrador { Ø Interno 34,9mm Ø Externo 50,8mm Peso 65kg - Altura da queda 75 cm	
1	2	2					1,00	Solo removido a trado
2	10	10					4,20	Silte argiloso pouco arenoso, média, cor marrom
3	9	9						
4	9	11					7,00	Silte arenoso, medianamente compacta, cor vermelha
5	10	10						
6	16	15					8,15	Silte arenoso, pouco compacta, cor vermelha
7	12	11						
8	14	6					10,00	Silte argiloso pouco arenoso, dura a rija, cor vermelha
9	16	20						
10	17	17					12,00	Silte arenoso, compacta, cor vermelha
11	24	27						
12	33	38					15,00	Silte arenoso, muito compacta, cor vermelha
13	35	41						
14	37	38					15,00	Fim da sondagem à percussão a 15,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
15	50	50						
16								
17								
18								
19								
20								

Profundidade do nível d'água  
 Inicial: SECO Final: SECO



Construções e Fundações

<b>Ciente:</b>	VIEIRA EMPREENDIMENTO IMOBILIARIO LTDA		
<b>Local:</b>	LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - LOTES 34 - L3 - L2 - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	12/11/2013
		<b>Ref.:</b>	LOTE L3
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Furo:</b>	02
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20		
	1	2	2				1,00	Solo removido a trado
	2	20	29					Argila siltosa pouco arenosa, dura a rija, cor marrom
	3	21	28					
	4	20	20					Argila siltosa pouco arenosa, média, cor vermelha
4,7	5	12	14					
	6	18	22					Argila siltosa pouco arenosa, mole, cor vermelha
	7	17	17					
	8	12	12				8,20	Argila siltosa pouco arenosa, média, cor vermelha
	9	8	9				9,00	
	10	5	5					Argila siltosa pouco arenosa, rija, cor vermelha
	11	4	4					
	12	5	4				12,00	Alteração de rocha
	13	7	7				13,00	
	14	13	14				14,40	Fim da sondagem à percussão a 15,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	15	45	45/3				15,00	
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 4,70 M      **Final:** FECHOU



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	VIEIRA EMPREENDIMENTO IMOBILIARIO LTDA		
<b>Local:</b>	LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - LOTES 34 - L3 - L2 - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	14/11/2013
		<b>Ref.:</b>	LOTE L2
<b>Revestimento:</b>	4,00 METROS	<b>Furo:</b>	03
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Gráfico	Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm	
		1ª e 2ª penetrações		2ª e 3ª penetrações					Amostrador	Classificação do Material
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20				
1	2	2					1,00	Solo removido a trado		
2	16	23						Argila siltosa, dura a rija, cor marrom		
3	12	16					3,15			
4	8	9					4,10	Argila siltosa pouco arenosa, média, cor marrom		
5	5	5					5,00	Argila pouco siltosa, mole, cor marrom		
6	15	17						Argila pouco siltosa, rija a dura, cor marrom		
7	14	16								
8	18	22								
9	11	16					9,00			
10	8	7					10,30	Argila pouco siltosa, média, cor marrom		
11	6	6					11,00	Argila siltosa pouco arenosa, média, cor amarela		
12	11	11						Argila siltosa pouco arenosa, rija a dura, cor amarela		
13	16	20								
14	24	30					14,15			
15	35	40						Argila arenoso, muito dura, cor cinza		
16	50	50					16,00			
17								Fim da sondagem à percussão a 16,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.		
18										
19										
20										

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 4,80 M      **Final:** SECO



**RELATÓRIO DE SONDAAGEM**

Trabalho  
07/2010



Ciente: **EVERALDO TEIXEIRA CORDEIRO**

Local: **RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG**

Escala: Ø      Data Inicial: **29/3/2010**      **STANDARD PENETRATION TEST**      FURO: **SP**      **1**  
 Data Final: **29/3/2010**      REVESTIMENTO: 2 M SPT      COTA: 579,200

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança de material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)						
				Amos-trador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	--- Inicial --- Final						
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm		N.º de golpes		Gráfico				
				Classificação do Material		INICIAL	FINAL	10	20	30	40	
			0,00									
<b>INICIAL</b>	1		1,20	Silte de cor vermelha e amarela, arenoso, micássio, com pedregulho grosso proveniente de aterro. Consistênciamédia aos golpes.		10	12					
furo obstruído	2					11	10					
	3						9	8				
APÓS 24 HORAS	4						7	7				
furo obstruído	5						5	4				
	6						3	3				
	7						4	5				
	8						4	4				
	9						4	4				
	10						5	5				
	11						5	5				
	12				12,30	Silte de cor amarela, com traços vermelhos, arenoso, micássio. Consistência média aos golpes.		7	9			
	13			8			8					
	14			9			9					
	15		15,00	<b>Sondagem terminada aos 15,00 metros, por solicitação do cliente.</b>		10	10					
	16											
	17											
	18											
	19			Obs: Houve infiltração aos 5,60; 7,60; 9,80 e 10,20 metros, foi contida com revestimento.								
	20											

Obs. As amostras estão á disposição do cliente na Agrestop por um período de 1 mês.

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

Rua: Quartzo, 645, Iguaçu - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: www.agrestop.com.br e-mail: agrestop@agrestop.com.br

# RELATÓRIO DE SONDAGEM

Trabalho  
07/2010



Cliente: **EVERALDO TEIXEIRA CORDEIRO**

Local: **RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG**

Escala: Ø      Data Inicial: **31/3/2010**      **STANDARD PENETRATION TEST**      FURO: **SP**      **2**  
 Data Final: **1/4/2010**      REVESTIMENTO: **2 M SPT**      COTA: **578,594**

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)					
				Amostrador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	--- Inicial Final					
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm		N.º de golpes		Gráfico			
				Classificação do Material		INICIAL	FINAL	10	20	30	40
			0,00								
	1	furo obstruído	1,20	Silte de cor vermelha, com traços amarelos e cinza, arenoso, micássio, com pedregulho grosso proveniente de aterro. Consistência baixa aos golpes.		8	9				
	2					9	9				
	3					7	7				
	4					8	7				
	5					7	6				
	6					7	8				
	7					7	9				
	8					7	7				
	9					9	9				
	10					9	10				
	11				furo obstruído	11,50	Silte de cor amarela, arenoso, argiloso, com pedregulho fino.		9	9	
	12		9	10							
	13		10	10							
	14		11	11							
	15		11	13							
	16		16,30	Silte de cor amarela, com traços de rocha em decomposição de cor cinza e preta.		16	15				
	17					17	19				
	18					15	15				
	19					16	16				
	20					15	14				

Rua: Quartzo, 645, Iguaçú - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: [www.agrestop.com.br](http://www.agrestop.com.br) e-mail: [agrestop@agrestop.com.br](mailto:agrestop@agrestop.com.br)

Lucas Stofel Gonzaga  
 Eng. Civil  
 CREA MG 112307/D

CONTINUAÇÃO SP 2

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)													
				Amostrador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	Penetração (golpes a 15-30-45cm)													
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm		N.º de golpes		Gráfico											
				Classificação do Material		INICIAL	FINAL	10	20	30	40								
	21																		
INICIAL						17	19												
furo obstruído	22		22,40																
APÓS 24 HORAS	23					30													
furo obstruído	24																		
	25																		
	26																		
	27																		
	28																		
	29																		
	30																		
	31																		
	32																		
	33																		
	34																		
	35																		
	36																		
	37																		
	38																		
	39																		

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

RELATÓRIO DE SONDAGEM				Trabalho 07/2010		AGRESTOP Serviços Ltda.															
Cliente: ETERNALDO TEIXEIRA CORDEIRO																					
Local: RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG																					
Escala: Ø		Data Inicial:	31/3/2010	STANDARD PENETRATION TEST	FURO:	SP	3														
		Data Final:	31/3/2010	REVESTIMENTO: 2 M SPT	COTA: 582,194																
Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)															
				Amostrador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	--- Inicial Final															
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm		N.º de golpes		Gráfico													
	Classificação do Material			INICIAL	FINAL	10	20	30	40												
			0,00																		
INICIAL	1		1,20	Silte de cor amarela e vermelha, arenoso, micássio, com pedregulho fino. Consistência baixa aos golpes.	6	6															
seco	2				7	8															
APÓS 24 HORAS	3				7	7															
seco	4				9	10															
	5				13	14															
	6				13	15															
	7				12	12															
	8				11	11															
	9				13	14															
	10				10,30	Silte de cor vermelha e amarelo, com traços brancos, arenoso, argiloso com pedregulho grosso. Consistência média aos golpes.	15	16													
	11		15	15																	
	12		15	16																	
	13		15	15																	
	14		15	16																	
	15		15	16																	
	16		15,00	Sondagem terminada aos 15,00 metros, por solicitação do cliente.	17	20															
	17																				
	18																				
	19																				
	20																				

Obs. As amostras estão á disposição do cliente na Agrestop por um período de 1 mês.

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

Rua: Quartzos, 645, Iguacu - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: www.agrestop.com.br e-mail: agrestop@agrestop.com.br

RELATÓRIO DE SONDAGEM				Trabalho 07/2010		AGRESTOP Serviços Ltda.			
Cliente: EVERALDO TEIXEIRA CORDEIRO									
Local: RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG									
Escala: Ø	Data Inicial: 30/3/2010		STANDARD PENETRATION TEST		FURO: SP	4			
	Data Final: 30/3/2010		REVESTIMENTO: 2 M SPT		COTA: 581,663				
Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)			
				Amostrador Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm		--- Inicial Final			
Nível d'água	Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm			N.º de golpes		Gráfico			
	Classificação do Material			INICIAL	FINAL	10	20	30	40
	1		0,00						
INICIAL	2		1,20	Silte de cor vermelha, arenoso, pouco argiloso. Consistência média aos golpes.	5	8			
SECO	3				11	12			
APÓS 24 HORAS	4				11	11			
SECO	5				11	13			
	6				12	13			
	7				11	11			
	8				11	10			
	9				11	10			
	10				10	10			
	11				11	12			
	12				13	15			
	13		12,80	Sondagem terminada aos 12,80 metros, por atingir rocha decomposta impenetrável ao trepano e amostrador.	35				
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

Obs. As amostras estão á disposição do cliente na Agrestop por um periodo de 1 mês.

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

Rua: Quartzos, 645, Iguaçú - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: www.agrestop.com.br e-mail: agrestop@agrestop.com.br

**RELATÓRIO DE SONDAGEM**

Trabalho  
07/2010



Ciente: **EVERALDO TEIXEIRA CORDEIRO**

Local: **RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG**

Escala: Ø      Data Inicial: **30/3/2010**      **STANDARD PENETRATION TEST**      FURO: **SP**      **5**  
 Data Final: **30/3/2010**      REVESTIMENTO: 2 M SPT      COTA: 584,866

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)																
				Amostrador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	--- Inicial Final																
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm		N.º de golpes		Gráfico														
	Classificação do Material			INCIAL	FINAL	10	20	30	40													
			0,00																			
INICIAL	1	[Red]	1,20	Silte de cor vermelha, arenoso, micássio, com traços de rocha em decomposição, de cor cinza, branca e amarela. Consistência média aos golpes.	11	14																
seco	2				13	14																
APÓS 24 HORAS	3				13	13																
seco	4				14	13																
	5	[Yellow]	5,20	Silte de cor amarela, pouco argiloso, arenoso, micássio, com traços de rocha em decomposição, de cor preta. Consistência média aos golpes.	11	13																
	6				14	14																
	7				15	16																
	8				17	18																
	9	[Grey]	9,60	Rocha em decomposição de cor cinza e branco, muito rijo.  Sondagem terminada aos 9,60 metros, por atingir resistência impenetrável ao amostrador.	52																	
	10																					
	11																					
	12																					
	13																					
	14																					
	15																					
	16																					
	17																					
	18																					
	19																					
	20																					

Obs. As amostras estão á disposição do cliente na Agrestop por um periodo de 1 mês.

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

Rua: Quartzo, 645, Iguazu - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: www.agrestop.com.br e-mail: agrestop@agrestop.com.br

**RELATÓRIO DE SONDAAGEM**

Trabalho  
07/2010



Ciente:	EVERALDO TEIXEIRA CORDEIRO				
Local:	RUA PROFESSOR ARMANDO, DARIO GROSSI-CARATINGA- MG				
Escala: Ø	Data Inicial:	1/4/2010	STANDARD PENETRATION TEST	FURO:	SP 6
	Data Final:	1/4/2010	REVESTIMENTO: 2 M SPT	COTA:	582,721

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Mudança do material	Profundidade da camada (m)	Revestimento: Ø 63,5 mm		Penetração (golpes a 15-30-45cm)				
				Amos-trador	Ø interno: 34,9mm Ø externo: 50,8mm	N.º de golpes		Gráfico		
Nível d'água				Peso: 65 kg - Altura da queda: 75 cm	INCIAL	FINAL	10	20	30	40
Classificação do Material										
	1		0,00							
INICIAL	2		1,20	Silte de cor vermelha, com traços amarelos e cinza, arenoso, micássio, proveniente de aterro. Consistência baixa aos golpes.	8	9				
SECO	3				9	8				
APÓS 24 HORAS	4				8	8				
SECO	5				7	7				
	6				7	6				
	7				7	8				
	8				7	9				
	9		8,10	Silte de cor vermelha, com traços amarelos, arenoso, com pedregulho grosso. Consistência média aos golpes.	13	14				
	10				15	16				
	11				15	15				
	12				21	24				
	13		12,00	Sondagem terminada aos 12,00 metros, por atingir solicitação do cliente	22	25				
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

Obs. As amostras estão à disposição do cliente na Agrestop por um período de 1 mês.

*Lucas Stofel Gonzaga*

RT: Lucas Stofel Gonzaga

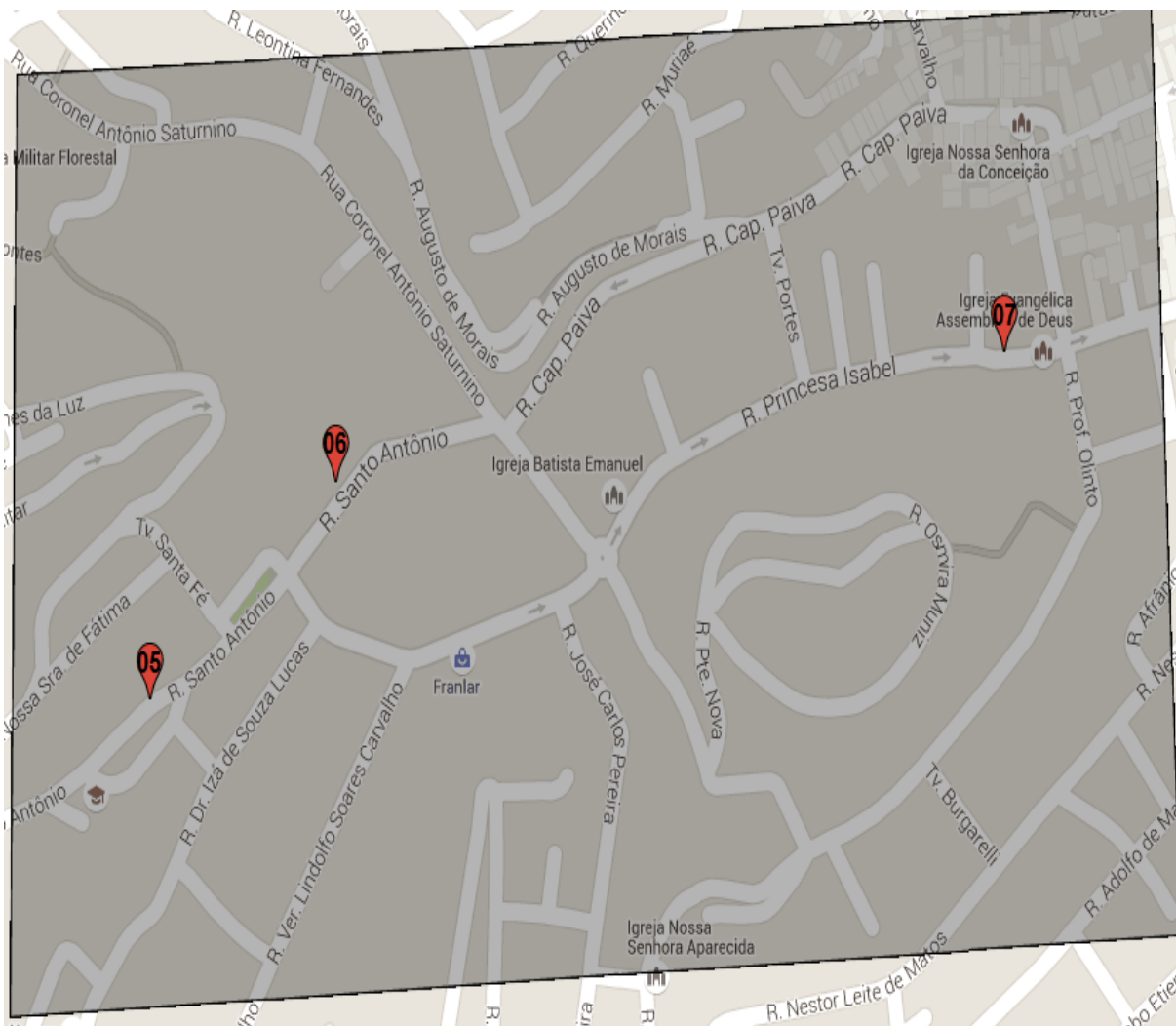
Engenheiro Civil CREA MG 112307/D

Rua: Quartzos, 645, Iguaçú - Ipatinga/ MG - CEP: 35.162-113 - TEL/FAX: (31) 3822-4476  
 Visite nosso site: www.agrestop.com.br e-mail: agrestop@agrestop.com.br

**REGIÃO 2 – BAIRRO SANTO ANTÔNIO.**



## REGIÃO 2 – BAIRRO SANTO ANTÔNIO



FONTE: (Google Maps, 2015).



**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTONIO- CARATINGA - MG

CLIENTE: ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA.

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 5 furos de sondagem de reconhecimento num total de 35 m.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente



---

**KIK**

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86260/DMG

Rua Pedro Faria, nº 11, São Jorge, Manhuaçu, MG  
CEP: 36.900-000

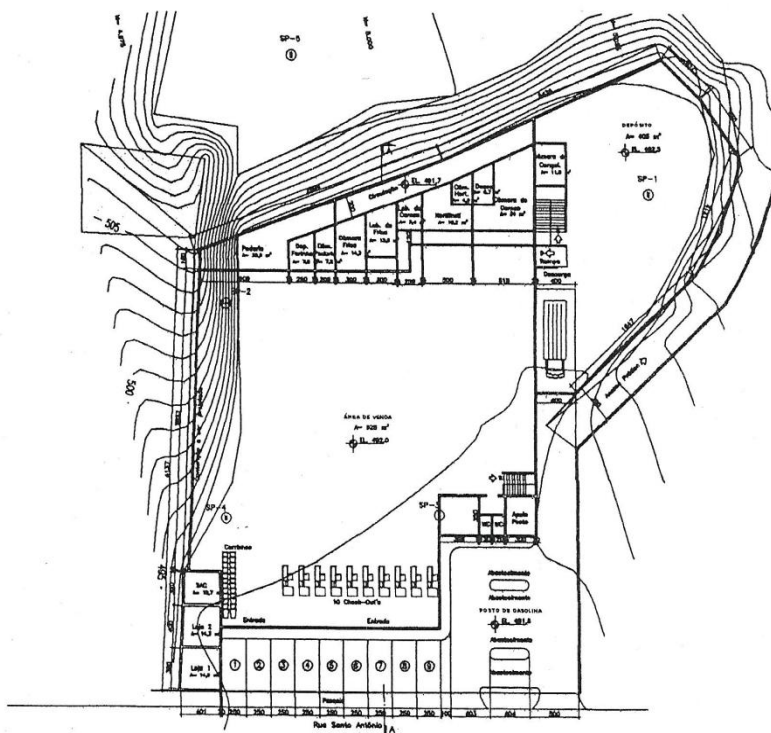
Fone: (33) 3331-1378  
Fax: (33) 3331-1956



**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG  
**Cliente:** ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR  
**Data:** 20/07/2011  
**Esc.:** SEM



*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86280/D/MG

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



Construções e Fundações

Cliente:	ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA		
Local:	RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG		
Escala:	SEM	Data:	06/07/2011
		Ref.:	Furo: 01
Revestimento:	2,00 METROS		Cota:

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		Nº de golpes		0	10	20		
1ª e 2ª	2ª e 3ª							
	1	2	2				1,00	Solo removido a trado
	2	13	15					Site arenoso, medianamente compacta, cor marrom
3	3	15	18				3,10	
	4	33	36					Site arenoso, compacta, cor cinza variegada
	5	22	23					
	6	27	41					
	7	22	27				7,30	Alteração de rocha
	8	45	45/3				8,00	
	9							Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 8,00 metros.
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 68280/DMS

Profundidade do nível d'água  
 Inicial: 2,30 M Final: 3,00 M



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA
<b>Local:</b> RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 06/07/2011 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 02
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material			
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico							
		2ª e 3ª penetrações									
		Nº de golpes									
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
2,5	1	2	2							1,00	Solo removido a trado
	2	20	27								Silte argiloso pouco arenoso, dura, cor variegada
	3	15	18							3,20	
	4	45	45/3							4,00	Alteração de rocha
	5										Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 4,00 metros.
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 2,50 M      **Final:** 2,50 M



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA
<b>Local:</b> RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 07/07/2011 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 03
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material		
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico							
		2ª e 3ª penetrações									
		Nº de golpes									
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
1	2	2								1,00	Solo removido a trado
2	29	34									Siite argiloso, dura, cor marrom
3	12	18								3,40	
4	45	45/3								4,00	Alteração de rocha
5											Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 4,00 metros.
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Carlos Henrique Calvino Júnior
   
 ENGENHEIRO CIVIL
   
 CREA 86260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 1,30 M      **Final:** SECO



Construções e Fundações

<b>Ciente:</b> ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA
<b>Local:</b> RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 07/07/2011 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 04
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm	
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					Amostrador	Peso 65kg - Altura da queda 75 cm
		2ª e 3ª penetrações								
Nº de golpes						Classificação do Material				
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50			
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado	
	2	25	32						Silte argiloso, cor vermelha	
	3	15	18					3,00		
3,5	4	13	14						Silte argiloso pouco arenoso, rija a dura, cor variegada	
	5	13	21					5,10		
	6	16	24						Silte arenoso, compacta, cor variegada	
	7	15	26							
	8	15	25					8,00		
	9	15	19						Silte arenoso, medianamente compacta, cor variegada	
	10	11	11					10,15		
	11	9	12					11,00	Silte argiloso, rija, cor variegada	
	12	14	18					12,00	Silte arenoso, medianamente compacta, cor variegada	
	13	45	45/3					13,00	Alteração de rocha	
	14								Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 13,00 metros.	
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

Carlos Henrique Carneiro Júnior
   
 ENGENHEIRO CIVIL
   
 CREA 86260/DMS

<b>Profundidade do nível d'água</b>		
<b>Inicial:</b>	3,00 M	<b>Final:</b> 3,50 M



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> ATLANTIDA PARTICIPAÇÕES LTDA
<b>Local:</b> RUA SANTO ANTÔNIO S/N BAIRRO SANTO ANTÔNIO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 08/07/2011 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 05
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cofa:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm					
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				Amostrador	Classificação do Material				
		2ª e 3ª penetrações											
		Nº de golpes											
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50				
	1	2	2							1,00	Solo removido a trado		
	2	27	35								Silte argiloso, dura, cor vermelha		
	3	24	30							3,15			
	4	25	30								Silte arenoso, compacta, cor variegada		
	5	29	30							5,20			
	6	45	45/3							6,00	Alteração de rocha		
	7										Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 6,00 metros.		
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												

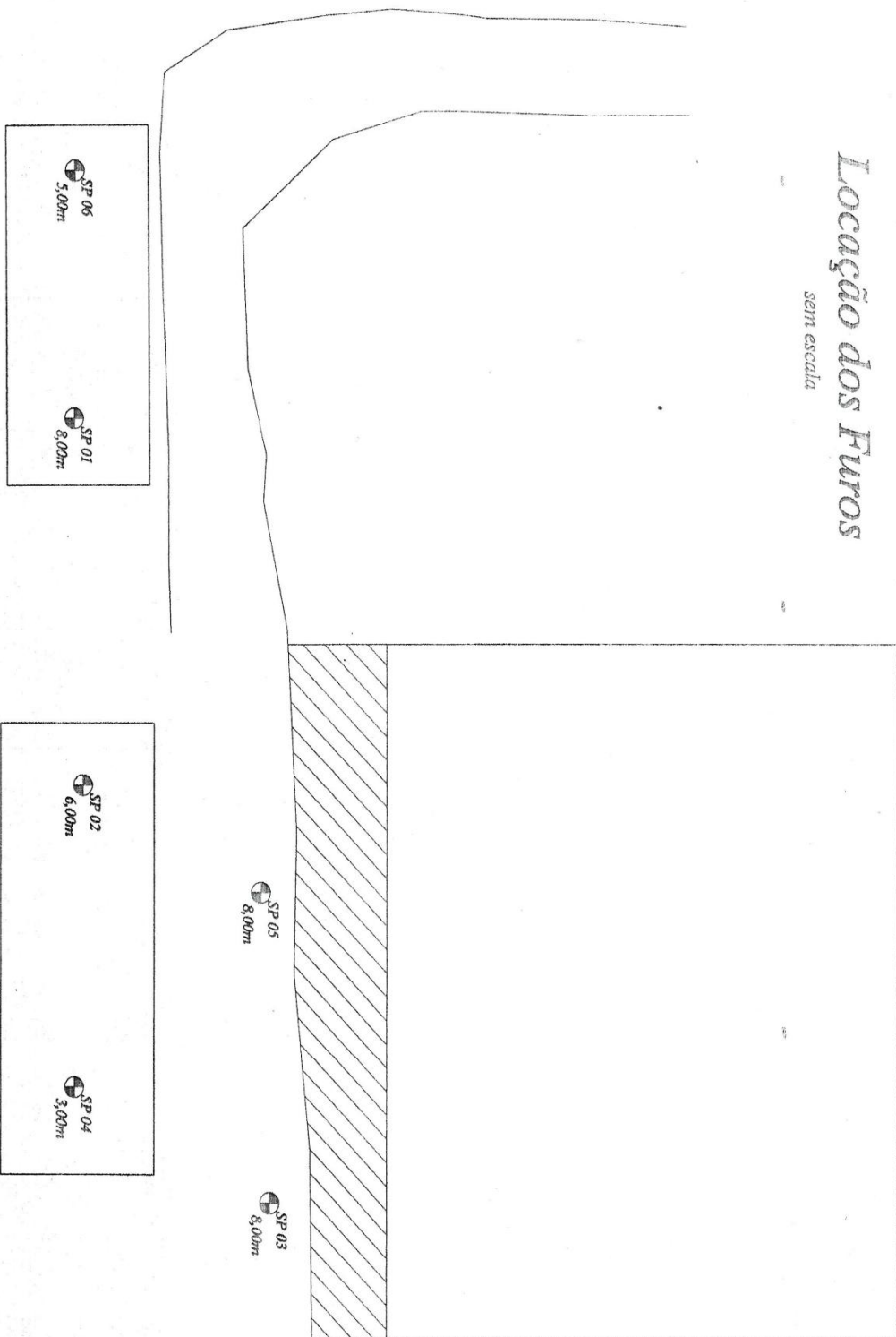
Carlos Henrique Cavalari Junior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 062560/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 2,80 M      **Final:** SECO



# Locação dos Furos

sem escala



Dênio Thomes Leal Ferreira

CREA-MG:57.412/D

Rua Antônio Wellerson, 790

Cliente: Supermercado do Irmão

Obra: Construção Civil

Cidade: Caratinga - MG

Relatório de Sondagem

Nº 0

Furo SP 01 Cota 0,00

SPT - Standart Penetration Test  
Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais  
30 cm iniciais

10 20 30 40 50

Revestimento	Método cravação	Com relação R.N.	Cota do N.A.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Gráfico de SPT				
				2	2		1,00	Solo Retirado à Mão				
				18	26							
				17	23							
				17	28							
				17	27							
				18	32							
				22	40		8,00					
				50	50							
								Alteração de Rocha				
								Não foi encitrado N.A.				

Profundidade nível d'água: Inicial m 13/5/2015, Final m 13/5/2015

Amostrador: Ø interno 1 3/8", Ø externo 2"

Revestimento Ø 2 3/8", Peso 65,0 kg, Altura de queda 75,0 cm

Data: Início 13/5/2015, término 13/5/2015

Obs: .

Sondador: Alessandro, Engº Dênio, 18/5/2015 Folha 1

Dênio Thomas Leal Ferreira  
 CREA-MG:57.412/D  
 Rua Antônio Wellerson, 790

Cliente: Supermercado do Irmão  
 Obra: Construção Civil  
 Cidade: Caratinga - MG

Revestimento		Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem Nº 0								
									Furo SP 02	Cota 0,00							
									SPT - Standart Penetration Test								
									Camadas - Classificação dos solos								
									30 cm finais								
									30 cm iniciais								
									10	20	30	40	50				
						2	2	1,00	Solo Retirado a Mão								
					16	25											
					15	19											
					16	22											
					14	22											
								6,00	Alteração de Rocha								
					30	50											
									Furo terminado e impenetrável a percussão a 6,00 m								
			-10						Não foi encontrado N.A.								
			-15														
			-20														
			-25														
			-30														
			-35														
Profundidade nível d'agua			Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "			Data									
Inicial m 13/5/2015			Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg			Início 13/5/2015									
Final m 13/5/2015			Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm			término 13/5/2015									
Obs: .																	
Sondador	Alessandro	Engº	Dênio					18/5/2015 Folha 1									

Dênio Thomas Leal Ferreira CREA-MG:57.412/D Rua Antônio Wellerson, 790				Cliente: Supermercado do Irmão Obra: Construção Civil Cidade: Caratinga - MG			
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	Relatório de Sondagem Nº 0			
				Furo SP 03 Cota 0,00		30 cm finais 30 cm iniciais	
				Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)
				2	2		1,00
				22	33		
				17	25		
			-5	18	27		
				19	28		
				21	30		
				28	43		8,00
				30	50		
			-10				
			-15				
			-20				
			-25				
			-30				
			-35				
Profundidade nível d'água			Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data
Inicial	m	14/5/2015	Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg		Início 14/5/2015
Final	m	14/5/2015	Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm		término 14/5/2015
Obs.:							
Sondador	Alexsandro		Engº	Dênio		18/5/2015 Folha 1	

Furo SP 03 Cota 0,00  
SPT - Standart Penetration Test  
Camadas - Classificação dos solos

30 cm finais  
30 cm iniciais

10 20 30 40 50

Solo Retirado a Mão

Alteração de Rocha

Furo terminado e impenetrável a percussão a 8,00 m

Não foi encontrado N.A.

Rua Antônio Wellerson, 790

Cidade: Caratinga - MG

Rua Antônio Wellerson, 790				Cidade: Caratinga - MG		Relatório de Sondagem		Nº 0							
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Furo SP 04 Cota 0,00		SPT - Standart Penetration Test					
									Camadas - Classificação dos solos		10	20	30	40	50
							1,00		Solo Retirado a Mão						
							3,00		Alteração de Rocha						
									Furo terminado e impenetrável a percussão a 3,00 m						
		-5													
		-10													
		-15													
		-20													
		-25													
		-30													
		-35													
Profundidade nível d'água				Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data							
Inicial	m	15/5/2015	Ø interno 1 3/8 "		Peso 65,0 kg		Início 15/5/2015								
Final	m	15/5/2015	Ø externo 2 "		Altura de queda 75,0 cm		término 15/5/2015								
Obs: .															
Sondador	Alessandro			Engº	Dênio		18/5/2015		Folha		1				

Dênio Thomas Leal Ferreira CREA-MG:57.412/D Rua Antônio Wellerson, 790				Cliente: Supermercado do Irmão Obra: Construção Civil Cidade: Caratinga - MG										
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		Nº 0				
								Furo SP 05	Cota 0,00	SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos				
							1,00							
				2	2				Solo Retirado a Mão					
				14	21				Alteração de Rocha					
				15	21									
		-5		9	24									
				23	29									
				10	30									
				24	32									
				43	50		8,00	Furo terminado e impenetrável a percussão a 8,00 m						
		-10							Não foi encarritrado N.A.					
		-15												
		-20							Não foi encarritrado N.A.					
		-25												
		-30							Não foi encarritrado N.A.					
		-35												

Profundidade nível d'água		Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data	
Inicial	m 15/5/2015	Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0 kg	Início 15/5/2015	
Final	m 15/5/2015	Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0 cm	término 15/5/2015	
Obs: .							
Sondador	Alessandro	Engº	Dênio	18/5/2015 Folha 1			





Construções e Fundações

**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

**LOCAL: RUA PRINCESA ISABEL N. 11 - CENTRO - CARATINGA - MG**

**CLIENTE: JOÃO BATISTA TOMAZ RODRIGUES**

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 2 furos de sondagem de reconhecimento num total de 13 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactação dos solos de predominância silteosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

**KIK**

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86260/D/MG

Rua Pedro Faria, nº 11, São Jorge, Manhuaçu, MG  
CEP: 36.900-000

Fone: (33) 3331-1378  
Fax: (33) 3331-1956



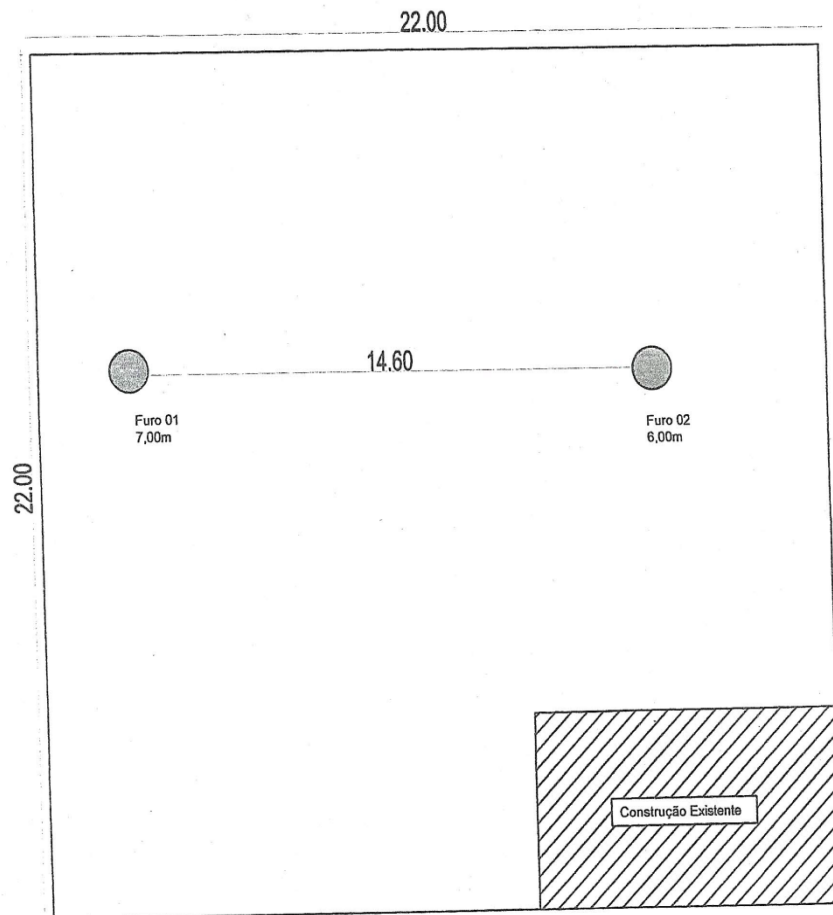


Construções e Fundações

**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** RUA PRINCESA ISABEL N. 11 - CENTRO - CARATINGA - MG  
**Cliente:** JOÃO BATISTA TOMAZ RODRIGUES

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR  
**Data:** 25/09/2014  
**Esc.:** SEM



*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 88260/D/MG

0 Livro



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	JOÃO BATISTA TOMAZ RODRIGUES		
<b>Local:</b>	RUA PRINCESA ISABEL N. 11 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	22/09/2014
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Ref.:</b>	
		<b>Furo:</b>	01
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material		
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico						
		2ª e 3ª penetrações								
Nº de golpes					Revestimento Ø 76,2 mm					
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50	Amostrador		
								{ Ø Interno 34,9mm Ø Externo 50,8mm Peso 65kg - Altura da queda 75 cm		
	1	2	2						1,00	Solo removido a trado
3,1	2	16	21							Silte arenoso, medianamente compacta a compacta, cor marrom
	3	10	13							
	4	13	18							Argila siltosa pouco micácea, dura, cor marrom
	5	18	24						5,20	
	6	15	22						6,00	Argila arenosa, dura, cor variegada
	7	45	45/3						7,00	Argila arenosa, muito dura, cor variegada
	8									Fim da sondagem à percussão a 7,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	9									
	10									
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

Carlos Filipe Curvelo Junior
   
 ENGENHEIRO CIVIL
   
 CREA 86260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
 Inicial: 2,10 M Final: 3,10 M



Construções e Fundações

Cliente:	JOÃO BATISTA TOMAZ RODRIGUES		
Local:	RUA PRINCESA ISABEL N. 11 - CENTRO - CARATINGA - MG		
Escala:	SEM	Data:	23/09/2014
		Ref.:	
		Furo:	02
Revestimento:	2,00 METROS	Cota:	

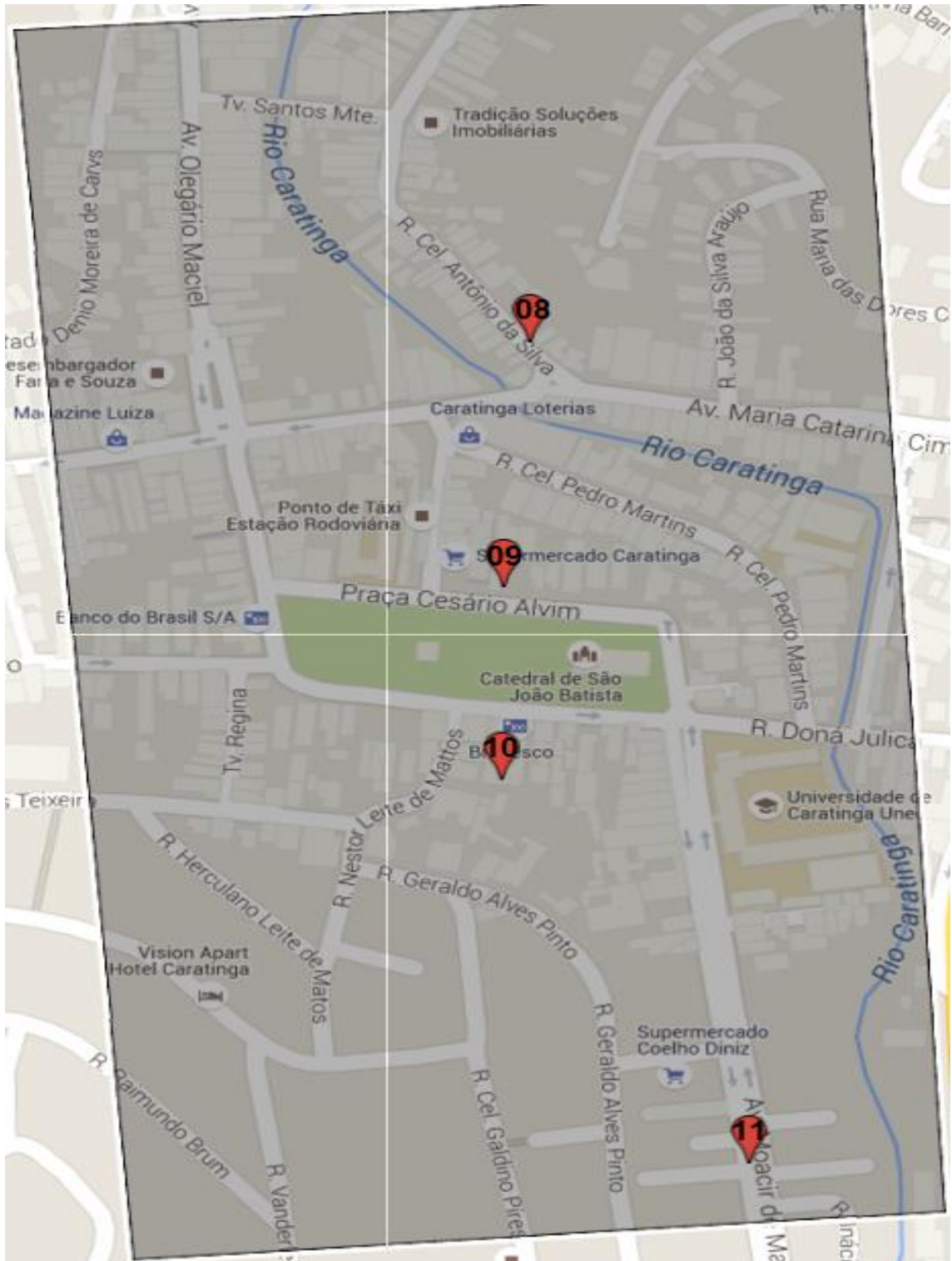
Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm	
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				Amostrador	Peso 65kg - Altura da queda 75 cm
		2ª e 3ª penetrações							
Nº de golpes					Classificação do Material				
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	18	23							Argila siltosa pouco micácea, dura, cor marrom
3	12	18							
4	20	28						4,15	
5	24	33							Argila arenosa, dura a muito dura, cor cinza
6	45	45/3						6,00	Fim da sondagem à percussão a 6,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Carlos Henrique Carvalho Junior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 86280/DMG

Profundidade do nível d'água  
Inicial: 2,00 M Final: 2,90 M

**REGIÃO 3 – CENTRO.**

### REGIÃO 3 – CENTRO



FONTE: (Google Maps, 2015).



**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG

CLIENTE: WASHINGTON NEY BARBOSA

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 3 furos de sondagem de reconhecimento num total de 15 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**

Carlos Henrique Carvalho Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 66260/DMG

Rua Pedro Faria, nº 11, São Jorge, Manhuaçu, MG  
CEP: 36.900-000

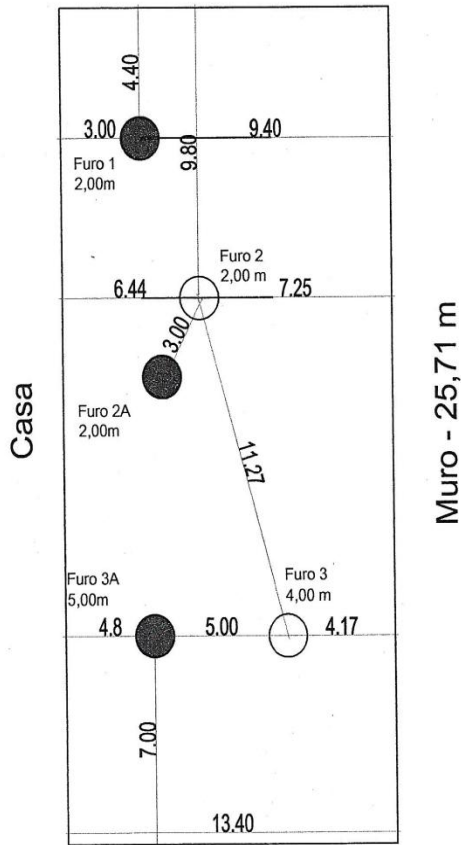
Fone: (33) 3331-1378  
Fax: (33) 3331-1956

**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG  
**Cliente:** WASHINGTON NEY BARBOSA

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR  
**Data:** 27/09/2013  
**Esc.:** SEM

Talude - 12,37 m



*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
**ENGENHEIRO CIVIL**  
 CREA 05260/DMG



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	WASHINGTON NEY BARBOSA		
<b>Local:</b>	RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	24/09/2013
		<b>Ref.:</b>	
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Furo:</b>	01
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm
		1ª e 2ª penetrações			2ª e 3ª penetrações				Amostrador
		Nº de golpes		Gráfico					
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50	Classificação do Material	
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	45	45/3						2,00	Alteração de rocha
3									Fim da sondagem à percussão a 2,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

  
 Carlos Henrique Carvalho Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CRE 156260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
 Inicial: SECO Final: SECO





Construções e Fundações

<b>Cliete:</b> WASHINGTON NEY BARBOSA
<b>Local:</b> RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 24/09/2013 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 02
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material	
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		2ª e 3ª penetrações							
Nº de golpes									
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	45	45/3						2,00	Alteração de rocha
3									Fim da sondagem à percussão a 2,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

*Carlos Henrique Carvalho Junior*  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 76260/D/MG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** SECO      **Final:** SECO



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> WASHINGTON NEY BARBOSA
<b>Local:</b> RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 24/09/2013 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 2A
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20		
1	2	2					1,00	Solo removido a trado
2	45	45/3					2,00	Alteração de rocha
3								Fim da sondagem à percussão a 2,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Carlos Antônio Carneiro Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 56260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** SECO      **Final:** SECO



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> WASHINGTON NEY BARBOSA
<b>Local:</b> RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 25/09/2013 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 03
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		2ª e 3ª penetrações							
Nº de golpes						Revestimento Ø 76,2 mm			
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50	Amostrador	
								{ Ø Interno 34,9mm { Ø Externo 50,8mm Peso 65kg - Altura da queda 75 cm	
								Peso 65kg - Altura da queda 75 cm	
1	2	2					1,00	Solo removido a trado	
2	22	26					2,00	Silte arenoso, compacta, cor marrom	
3	37	40					3,20	Silte arenoso, muito compacta, cor marrom	
4	45	45/3					4,00	Alteração de rocha	
5				Fim da sondagem à percussão a 4,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.					
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Carlos Henrique Carvalho Júnior
   
 ENGENHEIRO CIVIL
   
 CREA 3260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 1,20 M      **Final:** SECO



Construções e Fundações

**Cliente:** WASHINGTON NEY BARBOSA  
**Local:** RUA CORONEL ANTONIO DA SILVA - N. 16- CENTRO - CARATINGA - MG  
**Escala:** SEM      **Data:** 25/09/2013      **Ref.:**      **Furo:** 3A  
**Revestimento:** 2,00 METROS      **Cota:**

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		Nº de golpes		0	10	20		
		1ª e 2ª	2ª e 3ª					
1	2	2					1,00	Solo removido a trado
2	31	34					2,00	Silte arenoso, compacta, cor variegada
3	40	44					3,30	Silte arenoso, muito compacta, cor variegada
4	42	46					4,40	Areia siltosa com pedregulho, muito compacta, cor marrom
5	45	45/3					5,00	Alteração de rocha
6								Fim da sondagem à percussão a 5,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

  
 Carlos Henrique Carvalho Junior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 65260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** SECO      **Final:** SECO

Construtora

Projetos

Estaqueamento com Perfuratriz e Bate Estaca

Sondagem

Serviços de Agrimensura

Locação de caminhão Munk

## 01 - Apresentação

Venho Através deste apresentar Relatório de Sondagem SPT feita em Caratinga - MG. Foram Executados 06 Furos de Sondagem Geotécnica SPT com um Total de Perfuração de 38,00 m em Locais Marcados Pelo Engenheiro da Obra .

Para cada Furo foram Coletados amostras de metro em metro, colocados em um Saco Plástico para posteriormente serem analisados pelo Engenheiro Responsável. Foram anotados os Golpes necessário para Cravar o Amostrador Padrão no Solo, Revestimentos usados, altura do Lençol Freático e outros itens necessários ao Laudo. Todo o Equipamento e as Técnicas Utilizadas no Processo seguem Normas Estabelecidas pela ABNT. Segue os Laudos para cada Furo, e nos colocamos a Disposição para esclarecimento de qualquer dúvida .

Manhuaçu, 18 de Maio de 2015.

  
**Dênio Thomas Leal Ferreira**  
Engenheiro Responsável Técnico  
CREA 57.412-D

Responsavel Técnico:  
Dênio Thomas Leal Ferreira  
CREA - 57.412 / D  
CNPJ: 01126791/0001-63

[deniotlferreira@yahoo.com.br](mailto:deniotlferreira@yahoo.com.br)

(33) 3332-2534 / (33) 9974-9095  
(33) 8802-7556 / (33) 8404-9150

Construtora  
 Projetos  
 Estaqueamento com Perfuratriz e Bate Estaca

Sondagem  
 Serviços de Agrimensura  
 Locação de caminhão Munch

## 2 - MÉTODOS UTILIZADOS

Os procedimentos adotados durante a realização dos serviços procuraram seguir ao máximo o método de ensaio *NBR 6434/fev2001 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT* –

## 3 - SONDAGEM A PERCUSSÃO

### 3.1 EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados foram os seguintes:

- torre com roldana e sarilho;
- tubo de revestimento em aço com diâmetro nominal interno de 67 mm e diâmetro nominal externo de 76 mm.
- haste de lavagem/penetração em aço com diâmetro nominal interno de 25 mm e massa teórica de 3,23 kg/m .
- amostrador padrão de diâmetro externo de 50,8 mm e diâmetro interno de 34,9mm;
- cabeça de bater em aço;
- trépano;
- trado concha com (100 ± 5)mm de diâmetro;
- trado helicoidal com diâmetro entre 67 mm e 73 mm;
- medidor de nível de água;
- bomba motorizada e demais equipamentos exigidos pelo método de ensaio.

*Denio Thomas Leal Ferreira*

Responsável Técnico:  
Dênio Thomas Leal Ferreira  
CREA - 57.412 / D

[deniotferreira@yahoo.com.br](mailto:deniotferreira@yahoo.com.br)

(33) 3332-2534 / (33) 9974-9095  
1991 9902 7522 / 1991 9401 0450

Locação dos Furos

F.2

F.1

Dênio Thomas Leal Ferreira CREA-MG:57.412/D Rua Antônio Wellerson, 790 - B. Santo Antônio - Manhuaçu - MG					Cliente: Supermercado Irmãos Praça Cesário Alvim Obra: Construção Civil Local: Caratinga - MG				
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	<b>Relatório de Sondagem</b> N° 0					
				<b>Furo SP 01</b> Cota 0,00 SPT - Standart Penetration Test Camadas - Classificação dos solos				30 cm finais 30 cm iniciais 10 20 30 40 50	
				Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	Amostras	Prof. Camadas (m)		
		-5		2	2		4,00		
				7	9				
				6	8				
				7	9				
				10	17		6,00		
				50	50				
			-10						
			-15						
			-20						
			-25						
			-30						
			-35						
Profundidade nível d'água				Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data	
Inicial	m	13/1/2014		Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0 kg	Início 13/1/2014	
Final	m	13/1/2014		Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0 cm	término 13/1/2014	



Dênio Thomas Leal Ferreira CREA-MG:57.412/D Rua Antônio Wellerson, 790 - B. Santo Antônio - Manhuaçu - MG				Cliente: Supermercado Irmãos Praça Cesário Alvim Obra: Construção Civil Local: Caratinga- MG					
Revestimento	Método cravação	Cota relação R.N.	Cota do N.A.	Índice de SPT		Amostras	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem Nº 0	
				iniciais/30cm	finais/30cm			Furo SP 02 Cota 0,00	SPT - Standart Penetration Test
									30 cm finais 30 cm iniciais
							1,00	Aterro	
				2	2			Argila Arenosa Cor Variiegada	
				6	8				
				8	12				
		-5		11	14		5,00		
				11	14			Alteração de Rocha	
				16	20		7,00		
				50	50			Furo terminado e impeneável a percussão 7,00 m	
		-10							
		-15	Não foi encontrado N.A.						
		-20							
		-25							
		-30							
		-35							
Profundidade nível d'água				Amostrador		Revestimento Ø 2 3/8 "		Data	
Inicial	m	13/1/2014		Ø interno	1 3/8 "	Peso	65,0 kg	Início 13/1/2014	
Final	m	13/1/2014		Ø externo	2 "	Altura de queda	75,0 cm	término 13/1/2014	



**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: RUA NESTOR LEITE DE MATOS, Nº 71 - CENTRO - CARATINGA - MG

CLIENTE: TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 4 furos de sondagem de reconhecimento num total de 47,1 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltsosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

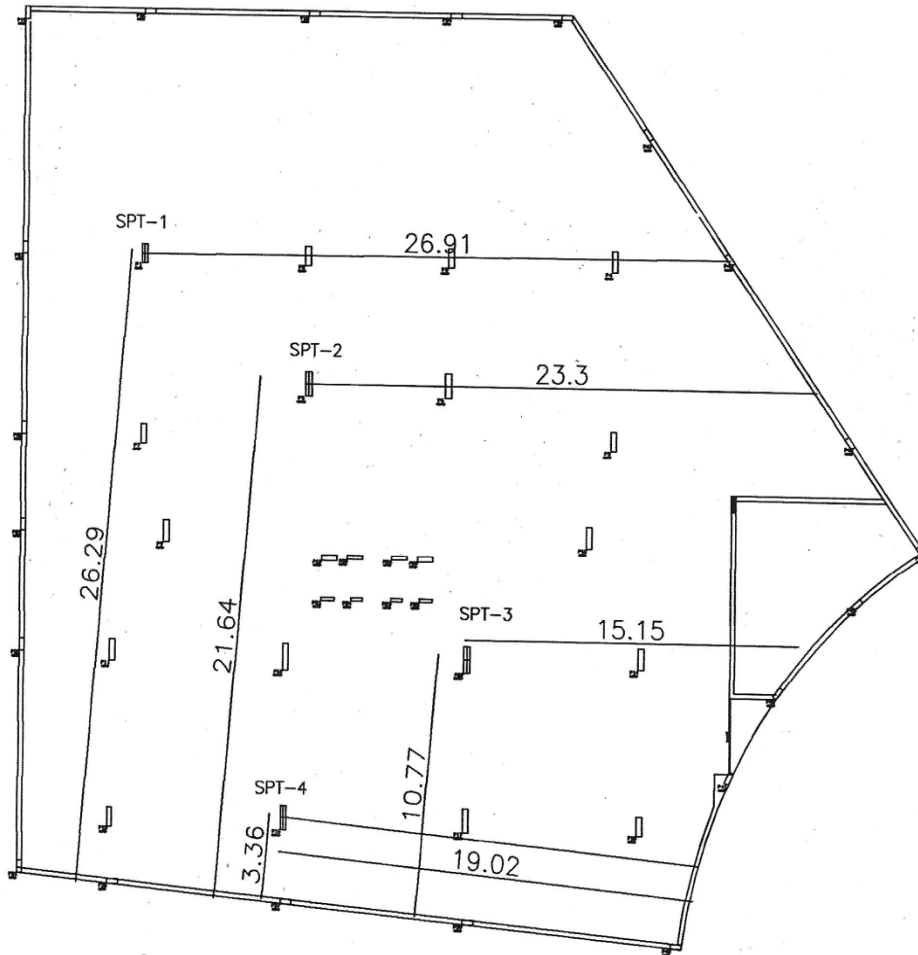
Atenciosamente

  
KIK  
Carlos Henrique Carvalho Júnior  
Engenheiro Civil  
CREA 86260/D-MG

**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** RUA NESTOR LEITE DE MATOS, Nº 71 - CENTRO - CARATINGA - MG  
**Cliente:** TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JUNIOR  
**Data:** 28/10/2009  
**Esc.:** SEM



*Carlos Henrique Carvalho Junior*  
Engenheiro Civil  
CREA 052860/D/MG



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA
<b>Local:</b> RUA NESTOR LEITE DE MATOS, Nº 71 - CENTRO - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 21/10/2009 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 01
<b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material		
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico							
		2ª e 3ª penetrações									
Nº de golpes						Revestimento Ø 76,2 mm					
1ª e 2ª		2ª e 3ª		0	10	20	30	40	50	Amostrador { Ø Interno 34,9mm Ø Externo 50,8mm	
										Peso 65kg - Altura da queda 75 cm	
1	2	2								1,00	Solo removido a trado
2	18	23									Site argilo-arenoso, dura, cor vermelha
3	12	17									
4	34	33									
5	18	23								5,00	Site areno-argiloso, rija a dura, cor variegada
6	9	12									
7	14	22									
8	12	18								8,10	
9	50	45/01								9,00	Alteração de rocha
10											Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 9,00 metros.
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

*Caros*  
 Engenheiro Civil  
 CREA 06260/D/MG

<b>Profundidade do nível d'água</b>			
<b>Inicial:</b>	7,00 m	<b>Final:</b>	seco



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA		
<b>Local:</b>	RUA NESTOR LEITE DE MATOS, Nº 71 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	23/10/2009
		<b>Ref.:</b>	
		<b>Furo:</b>	02
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS		<b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material	
		1ª e 2ª penetrações		2ª e 3ª penetrações					
		Nº de golpes		Gráfico					
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	23	27						5,20	Silte argilo-arenoso, rija a dura, cor vermelha
3	16	13							
4	20	26							
5	12	17							
6	19	25							
7	13	19						10,10	Silte argilo-arenoso, dura, cor variegada
8	15	20							
9	15	23							
10	17	23							
11	50	45/0						11,00	Alteração de rocha
12									Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 11,00 metros.
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
 Engenheiro Civil  
 CREA 36260/DAMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 8,00 m      **Final:** seco



Construções e Fundações

<b>Ciente:</b>	TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA		
<b>Local:</b>	RUA NESTOR LEITE DE MATOS, Nº 71 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b> 23/10/2009	<b>Ref.:</b>
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Furo:</b> 03	<b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico				
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20		
1	2	2					1,00	Solo removido a trado
2	26	33						Silte areno-argiloso, dura, cor vermelha
3	30	36						
4	29	37						
5	13	15					4,20	
6	14	16						Silte arenoso pouco argiloso, compacta, cor variegada
7	13	15						
8	15	16						
9	16	19						
10	17	20						Alteração de rocha
11	28	36						
12	30	40						Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 13,10 metros
13	50	45/01						
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Profundidade do nível d'água  
**Inicial:** 7,00 m      **Final:** seco

*Carlos Henrique Carvalho Lima*  
 Engenheiro Civil  
 CREA 08260/DAMB



Construções e Fundações

<b>Cliete:</b>	TRADIÇÃO CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA		
<b>Local:</b>	RUA NESTOR LEITE DE MATOS, N° 71 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	24/10/2009
		<b>Ref.:</b>	
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS	<b>Furo:</b>	04
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30		
1	2	2						1,00	Solo removido a trado
2	18	22							Silte argilo-arenoso, dura a muito dura, cor marrom
3	15	19							
4	24	30							
5	25	33							
6	18	23							
7	35	50							
8	19	19						8,30	
9	13	13							
10	9	11							
11	12	13						11,10	Areia siltosa, medianamente compacta, cor variegada
12	8	9							
13	7	9						13,00	Alteração de rocha
14	50	45/01						14,00	
15									Impenetrável à percussão e ao trépano de lavagem a 14,00 metros
16									
17									
18									
19									
20									

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 8,50 m      **Final:** seco

*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
 Engenheiro Civil  
 CREA 062601/04-MG



Construções e Fundações

**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

LOCAL: AV. MOACIR DE MATOS - N. 332 - CENTRO - CARATINGA - MG

CLIENTE: DANIEL LUIZ DE OLIVEIRA

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 3 furos de sondagem de reconhecimento num total de 41 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**





Construções e Fundações

<b>Ciente:</b>	DANIEL LUIZ DE OLIVEIRA		
<b>Local:</b>	AV. MOACIR DE MATOS - N. 332 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	10/04/2013
		<b>Ref.:</b>	
		<b>Furo:</b>	01
<b>Revestimento:</b>	2,00 METROS		<b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Revestimento Ø 76,2 mm
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					Amostrador { Ø Interno 34,9mm Ø Externo 50,8mm Peso 65kg - Altura da queda 75 cm
		2ª e 3ª penetrações							
Nº de golpes						Classificação do Material			
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado
	2	13	17						Argila siltosa, rija, cor marrom
	3	12	15						
	4	11	18					4,10	Argila arenosa, dura, cor cinza
	5	13	20						
6	6	14	21					6,00	Silte arenoso, compacta, cor amarela
	7	29	43						
	8	20	31						Silte arenoso, medianamente compacta, cor amarela
	9	21	31						
	10	16	28					10,00	Silte arenoso, muito compacta, cor amarela
	11	8	12					11,00	
	12	48	50					12,00	
	13								Fim da sondagem à percussão a 12,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 5,00 M    **Final:** 6,00 M



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b>	DANIEL LUIZ DE OLIVEIRA		
<b>Local:</b>	AV. MOACIR DE MATOS - N. 332 - CENTRO - CARATINGA - MG		
<b>Escala:</b>	SEM	<b>Data:</b>	11/04/2013
		<b>Ref.:</b>	
<b>Revestimento:</b>	7,00 METROS	<b>Furo:</b>	02
		<b>Cota:</b>	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material				
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico								
		2ª e 3ª penetrações										
Nº de golpes					Revestimento Ø 76,2 mm							
1ª e 2ª		2ª e 3ª		0	10	20	30	40	50	Amostrador { Ø Interno 34,9mm Ø Externo 50,8mm		
										Peso 65kg - Altura da queda 75 cm		
	1	2	2									Solo removido a trado
	2	6	7									Argila siltosa, média a rija, cor marrom
	3	10	10									
	4	10	12									
	5	8	8								5,10	
	6	9	7								6,00	Argila arenosa, média, cor cinza
	7	15	14									Argila arenosa, rija a dura, cor cinza
	8	35	50								8,15	
	9	41	50									Silte arenoso, muito compacta, cor amarela
	10	34	44									
	11	32	41									
	12	41	50								12,00	
	13	20	30									Silte argiloso, muito dura, cor variegada
	14	20	26									
	15	15	18									
	16	39	50								16,00	
	17											Fim da sondagem à percussão a 16,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	18											
	19											
	20											

Profundidade do nível d'água  
**Inicial:** 7,00 M      **Final:** 6,00 M



Construções e Fundações

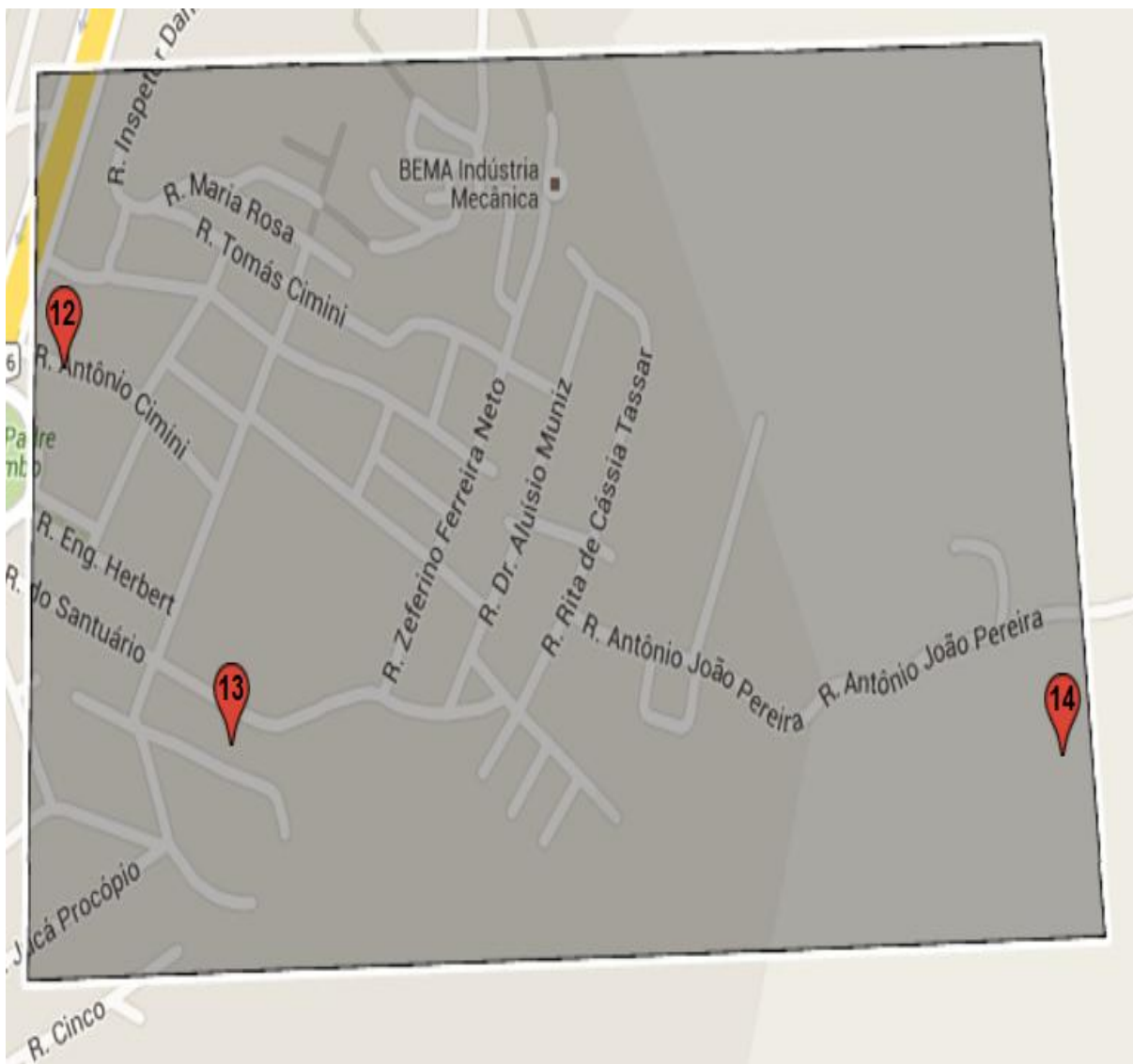
Cliente:	DANIEL LUIZ DE OLIVEIRA		
Local:	AV. MOACIR DE MATOS - N. 332 - CENTRO - CARATINGA - MG		
Escala:	SEM	Data:	15/04/2013
		Ref.:	
Revestimento:	8,00 METROS	Furo:	03
		Cota:	

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)				Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		2ª e 3ª penetrações			
		Nº de golpes		Gráfico			
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50
	1	2	2			1,00	Solo removido a trado
	2	11	13				Argila siltosa, média e rija, cor marrom
	3	7	7				
	4	7	6				
	5	11	13				
5,4	6	10	8			6,20	
	7	14	14				Argila siltosa, rija, cor variegada
	8	34	11			8,00	
	9	37	50				Silte argiloso, muito dura, cor variegada
	10	39	29			10,15	
	11	49	50				Silte arenoso, muito compacta, cor cinza
	12	40	50			12,40	
	13	45	45/3			13,00	Alteração de rocha
	14						Fim da sondagem à percussão a 13,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						

Profundidade do nível d'água  
 Inicial: 7,30 M Final: 5,40 M

**REGIÃO 4 – BAIRRO SANTA ZITA.**

REGIÃO 4 – BAIRRO SANTA ZITA



FONTE: (Google Maps, 2015).



SONDAGEM À PERCUSSÃO  
LOCAL: RUA ANTONIO CIMINI - N. 98 - SANTA ZITA - CARATINGA - MG  
CLIENTE: EDNILSON SOARES

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

- Foram executados 3 furos de sondagem de reconhecimento num total de 39 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

  
**KIK**  
Carlos Henrique Cavalcanti Júnior  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 06260/DMG

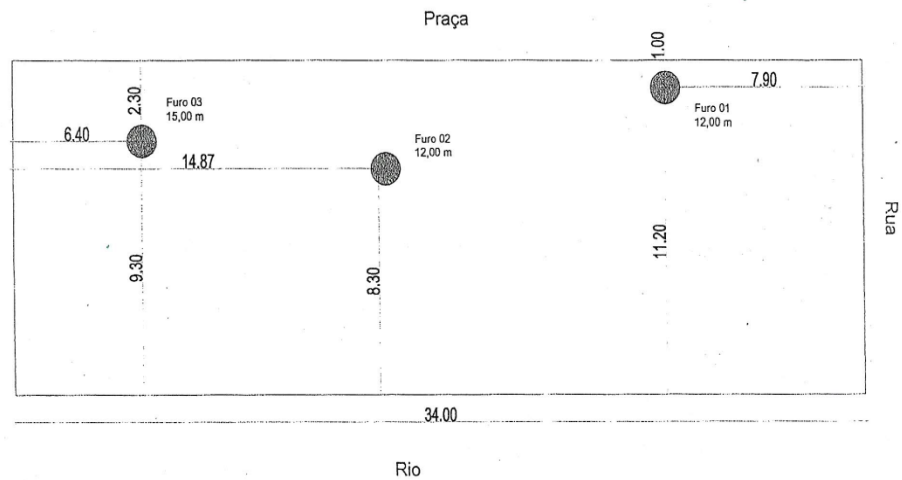
Rua Pedro Faria, nº 11, São Jorge, Manhuaçu, MG  
CEP: 36.900-000

Fone: (33) 3331-1378  
Fax: (33) 3331-1956

**Obra:** SONDAGEM À PERCUSSÃO  
**Local:** RUA ANTONIO CIMINI - N. 98 - SANTA ZITA - CARATINGA - MG  
**Cliente:** EDNILSON SOARES

**PLANTA DE LOCAÇÃO**

**Eng.:** CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR  
**Data:** 16/06/2014  
**Esc.:** SEM



*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA 05260/DMG



Construções e Fundações

<b>Cliente:</b> EDNILSON SOARES
<b>Local:</b> RUA ANTONIO CIMINI - N. 98 - SANTA ZITA - CARATINGA - MG
<b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 09/06/2014 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 01
<b>Revestimento:</b> 6,00 METROS <b>Cota:</b>

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)						Profundidade	Classificação do Material
		1ª e 2ª penetrações		Gráfico					
		Nº de golpes		0	10	20	30		
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado
	2	5	5						Argila siltosa, média, cor vermelho
	3	7	7						
	4	9	10					4,00	
	5	14	17						Argila siltosa pouco arenosa, média a rija, cor variegada
5,8	6	10	10					6,00	
	7	17	23						Argila siltosa pouco arenosa, dura, cor variegada
	8	20	26						
	9	20	22						
	10	23	25						
	11	20	32					11,00	
	12	45	45/3					12,00	Argila siltosa pouco arenosa, muito dura, cor variegada
	13								Fim da sondagem à percussão a 12,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

*Carlos Henrique Carneiro Júnior*  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 66260/01/MG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 6,80 M      **Final:** 5,80 M





Construções e Fundações

**Cliente:** EDNILSON SOARES  
**Local:** RUA ANTONIO CIMINI - N. 98 - SANTA ZITA - CARATINGA - MG  
**Escala:** SEM      **Data:** 10/06/2014      **Ref.:**      **Furo:** 02  
**Revestimento:** 4,00 METROS      **Cota:**

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material	
		1ª e 2ª penetrações		2ª e 3ª penetrações					
		Nº de golpes		Gráfico					
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado
	2	4	5						Argila siltosa, média, cor vermelho
	3	8	9					3,10	
	4	11	12						Silte argiloso pouco arenoso micáceo, rija, cor marrom
	5	13	15						
5,5	6	13	15					6,00	
	7	25	34						Silte arenoso, compacta, cor variegada
	8	24	31						
	9	38	40					8,25	Argila siltosa, muito dura, cor variegada
	10	39	40						
	11	50	50					10,10	Argila arenoso, muito compacta, cor marrom
	12	45	45/3					12,00	
	13								Fim da sondagem à percussão a 12,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	14								
	15								
	16								
	17								
	18								
	19								
	20								

Carlos Roberto Cavalcão Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 06260/DMG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 5,90 M      **Final:** 5,50 M



Construções e Fundações

**Cliente:** EDNILSON SOARES  
**Local:** RUA ANTONIO CIMINI - N. 98 - SANTA ZITA - CARATINGA - MG  
**Escala:** EM      **Data:** 12/06/2014      **Ref.:**      **Furo:** 03  
**Revestimento:** 4,00 METROS      **Cota:**

Nível d'água	Amostra	Penetrações: (golpes/30cm)					Profundidade	Classificação do Material	
		1ª e 2ª penetrações		2ª e 3ª penetrações					
		Nº de golpes		Gráfico					
1ª e 2ª	2ª e 3ª	0	10	20	30	40	50		
	1	2	2					1,00	Solo removido a trado
	2	6	6					3,20	Argila siltosa, média, cor vermelho
	3	8	7					5,00	Silte arenoso, pouco a medianamente compacta, cor variegada
5,1	4	7	9					7,00	Silte arenoso, compacta, cor variegada
	5	7	6					8,15	Silte arenoso, muito compacta, cor variegada
	6	18	31					10,10	Argila siltosa pouco arenosa, muito dura, cor variegada
	7	30	35					15,00	Silte arenoso, muito compacta, cor variegada
	8	41	44						
	9	50	50						
	10	50	50						
	11	50	50						
	12	48	50						
	13	40	40						
	14	44	46						
	15	45	45/3						
	16								Fim da sondagem à percussão a 15,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador.
	17								
	18								
	19								
	20								

Carlos Henrique de Sá Pádua Júnior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 03260/D/MG

**Profundidade do nível d'água**  
**Inicial:** 5,00 M      **Final:** 5,10 M



Construções e Fundações

**SONDAGEM À PERCUSSÃO**

**LOCAL: BAIRRO RODOVIÁRIOS - CARATINGA - MG**

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

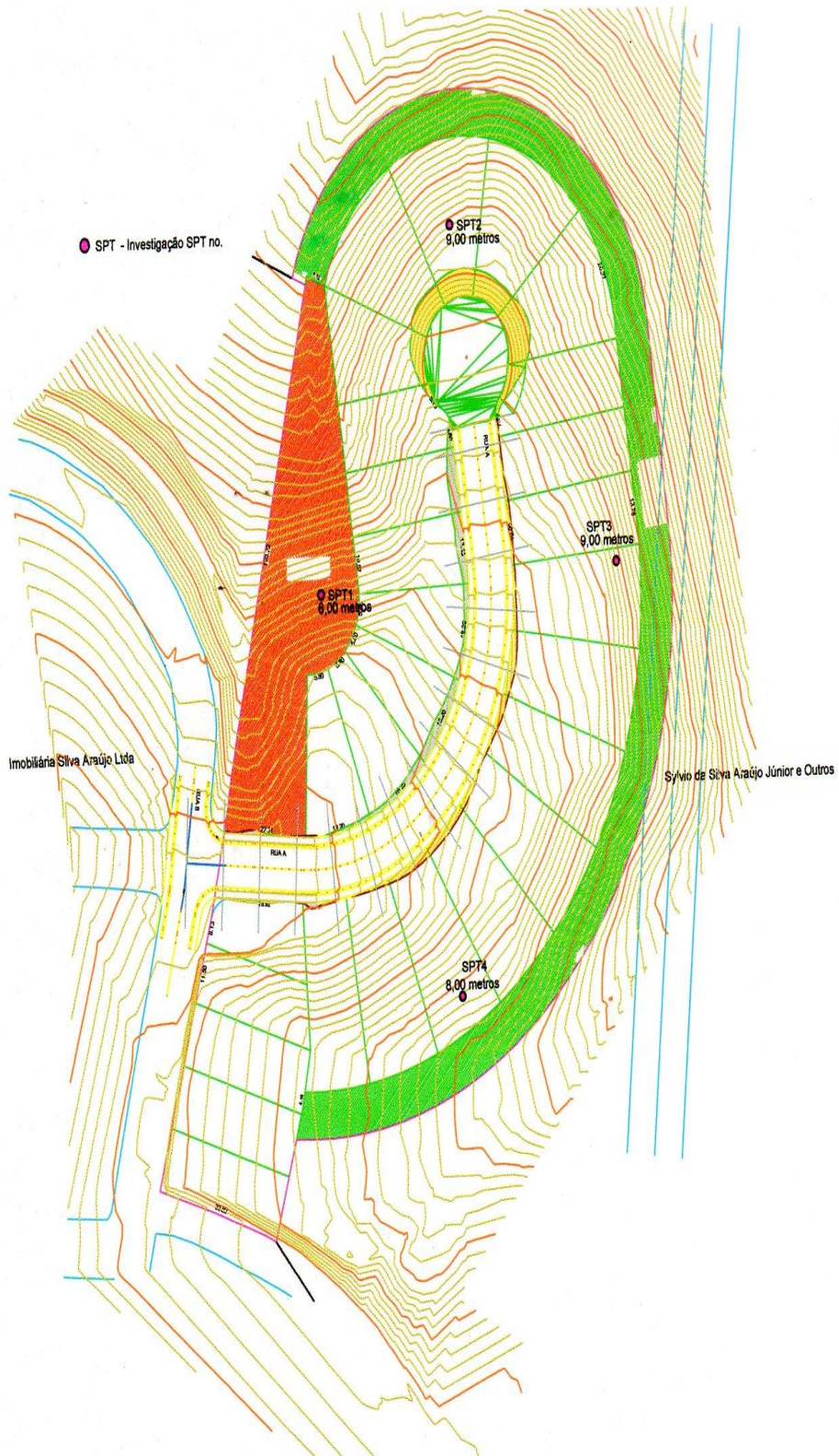
- Foram executados 4 furos de sondagem de reconhecimento num total de 32 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**

# LOCAÇÃO ESQUEMÁTICA (SEM ESCALA)



OBS.:

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE:	SONDAGEM À PERCUSSÃO			SPT 01
OBRA:	INÍCIO: 05/05/15	TÉRMINO: 07/05/15		
LOCAL:	COTA: 633,19	COORD. N:	E:	

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		30 cm INICIAIS	30 cm FINAIS	INI.	FIN.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL						
	1,00	-	-	-	-	-	00	1,00	SOLO REMOVIDO A TRADO		TC	
	2,00	3/15	4/15	5/15	7	9	01				1,00	
	3,00	4/15	4/15	5/15	8	9	02					
	4,00	5/15	5/15	7/15	10	12	03					
	4,25	5/15	5/15	7/15	10	12	04					
5,00	15/15	18/15	20/15	33	38	05		4,25	ARGILA SILTO-ARENOSA, MÉDIA A RIJA, COR MARROM AVERMELHADO		CA	
6,00	19/15	23/15	50/15	42	73			6,00	SILTE ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIEGADA		6,00	
7,00									IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM			
8,00									NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.			
9,00									Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 0,00 cm 2° 10 min = 0,00 cm 3° 10 min = 0,00 cm			
10,00												
11,00												
12,00												
13,00												
14,00												
15,00												
16,00												
17,00												
18,00												
19,00												
20,00												

OBS.:



<b>LEGENDAS:</b> 30 cm INICIAIS - - - - - • 30 cm FINAIS ———— TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO			
DATA: 27/05/15	TRABALHO N°: 46	FOLHA: 03	
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO	<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NRR 6484/01

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 02</b> INÍCIO: 08/05/15      TÉRMINO: 11/05/15 COTA: 649,21      COORD. N:      E:
-----------------------------	--

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm    PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm    ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		INI.	FIN.	INI.	FIN.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL						
	1,00	-	-	-	-	-	00	1,00	SOLO REMOVIDO A TRADO		TC	
	2,00	5/15	6/15	5/15	11	11	01			1,50		
	3,00	7/15	5/15	6/15	12	11	02					
	4,00	9/15	12/15	14/15	21	26	03					
	5,00	11/15	15/15	1/15	26	16	04				CA	
	6,00	8/15	9/15	12/15	17	21	05					
	7,00	15/15	13/15	15/15	28	28	06					
	8,00	19/15	21/15	20/15	40	41	07					
	9,00	16/15	25/15	50/15	41	75	08		9,00			9,00
	10,00									IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM		

OBS.:



LEGENDAS: 30 cm INICIAIS    ---    30 cm FINAIS    ——— TRADO CAVADEIRA - TC    •    TRADO HELICOIDAL - TH    •    CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA    •    REVESTIMENTO			
DATA: 27/05/15	TRABALHO N°: 46	FOLHA: 04	<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO	

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 03</b> INÍCIO: 04/05/15      TÉRMINO: 05/05/15 COTA: 644,18      COORD. N:      E:
-----------------------------	--

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm    PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm    ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		INI.	FIN.	INI.	FIN.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL						
	1,00	-	-	-	-	-	00	1,00	SOLO REMOVIDO A TRADO		TC	
	2,00	6/15	7/15	9/15	13	16	01		ARGILA SILTOSA, RIJA, COR MARROM AVERMELHADO		1,00	
	3,00	5/15	6/15	5/15	11	11	02					
	4,00	7/15	6/15	7/15	13	13	03					
	5,00	14/15	22/15	23/15	36	45	04		SILTE ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIEGADA		CA	
	6,00	13/15	17/15	19/15	30	36	05					
	7,00	15/15	15/15	15/15	30	30	06					
	8,00	19/15	22/15	25/15	41	47	07					
	9,00	33/15	39/15	50/15	72	89	08		9,00		9,00	
	10,00								IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM			
	11,00								NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.  Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 5,00 cm 2° 10 min = 2,00 cm 3° 10 min = 1,00 cm			
	12,00											
	13,00											
	14,00											
	15,00											
	16,00											
	17,00											
	18,00											
	19,00											
	20,00											

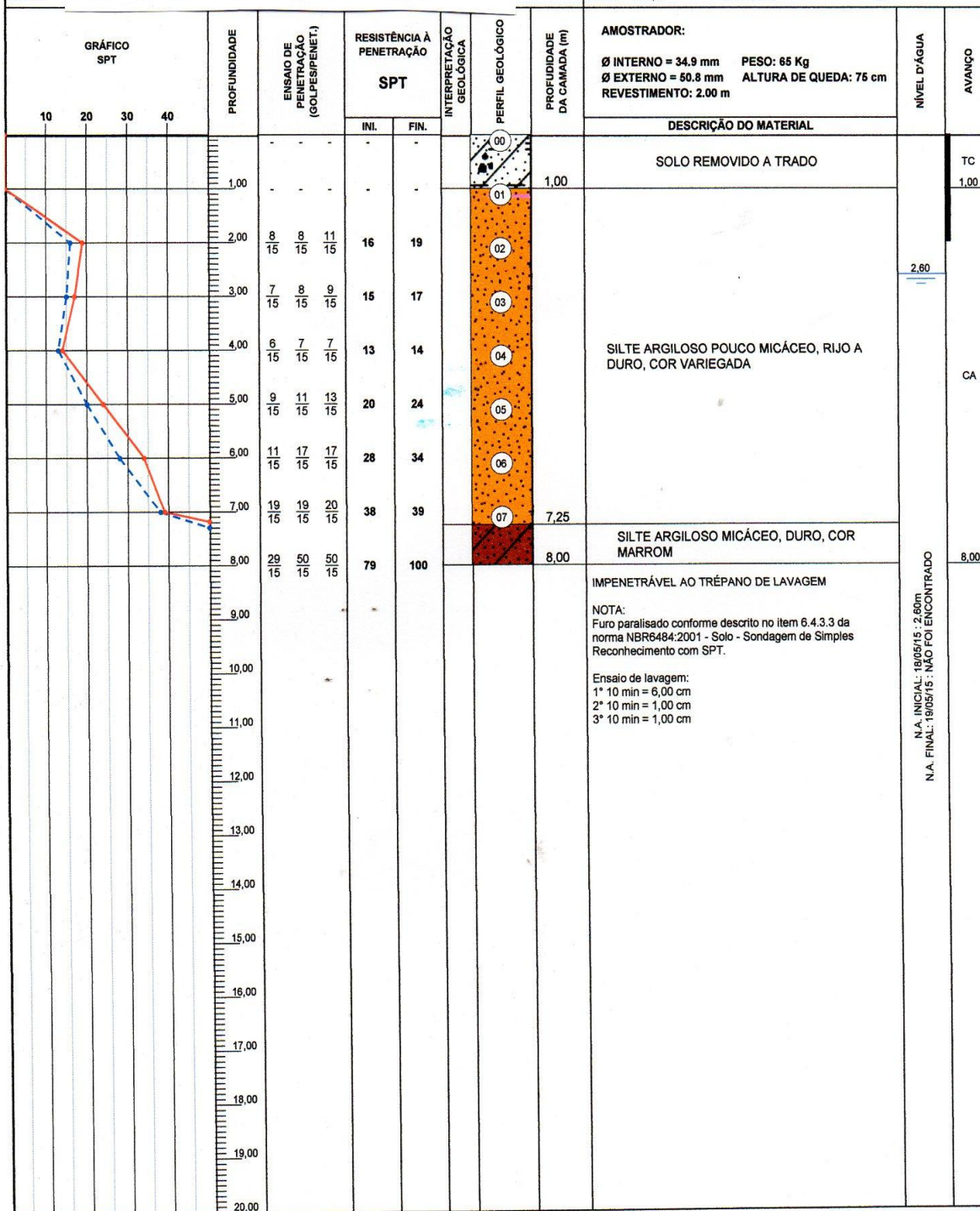
OBS.:



LEGENDAS: 30 cm INICIAIS    - - - -    • 30 cm FINAIS    ———— TRADO CAVADEIRA - TC    • TRADO HELICOIDAL - TH    • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA    • REVESTIMENTO			
DATA: 27/05/15	TRABALHO N°: 46	FOLHA: 05	<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO	

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 04</b> INÍCIO: 15/05/15      TÉRMINO: 18/05/15 COTA: 636,29      COORD. N:      E:
-----------------------------	--



OBS.:



**LEGENDAS:**  
 30 cm INICIAIS - - - - -      30 cm FINAIS - - - - -  
 TRADO CAVADEIRA - TC      TRADO HELICOIDAL - TH      CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA      REVESTIMENTO | |

DATA: 27/05/15	TRABALHO Nº: 46	FOLHA: 06
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO

**CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR**





SONDAGEM À PERCUSSÃO  
LOCAL: BAIRRO SANTA ZITA - CARATINGA - MG

Prezados Senhores,

Apresentamos o resultado da sondagem à percussão referente a obra acima mencionada, conforme solicitação de V.Sa.

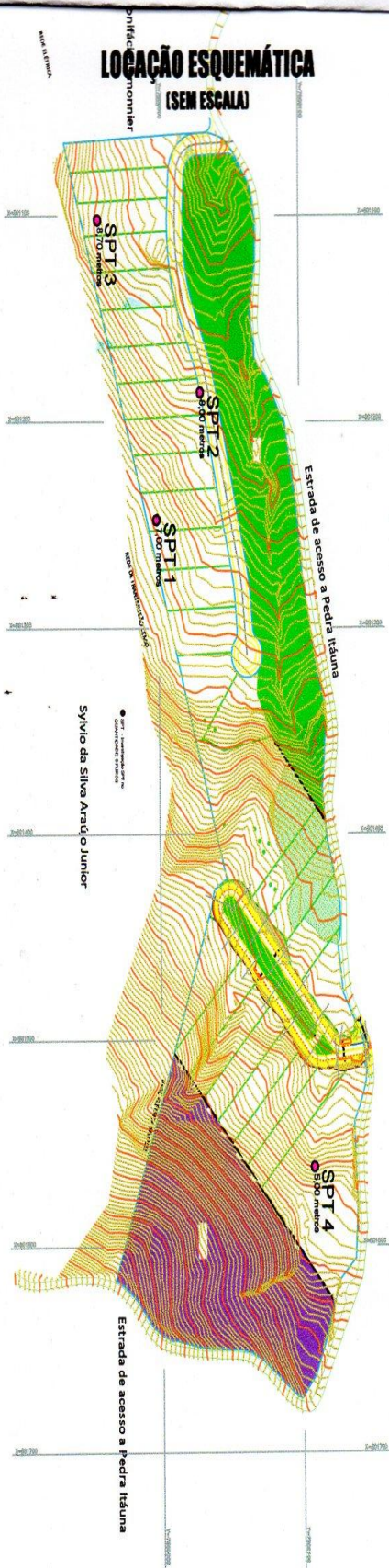
- Foram executados 4 furos de sondagem de reconhecimento num total de 28,7 ml.
- As perfurações foram feitas pelo processo de percussão e lavagem com circulação de água, protegidas por um revestimento de 2 1/2" de diâmetro. Durante a sondagem, foi executado de metro em metro o "ENSAIO DE PENETRAÇÃO DINÂMICA", o qual consiste em se contar o número de golpes necessários para que um peso de 65 kg caindo de 75cm de altura faça o barrilete amostrador penetrar 30cm no terreno.
- A extração das amostras foi feita com a cravação de um amostrador padronizado de 34,9mm e 50,8mm de diâmetros interno e externo, respectivamente. As amostras foram recolhidas em invólucros plásticos e examinadas em laboratórios.
- Para cada furo é fornecido um perfil geotécnico, contendo: uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas, o nível d'água, a cota em relação a RN, a classificação do material encontrado, o grau de compactação dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.
- As demais especificações estão contidas em anexo.
- Na oportunidade, colocamo-nos à disposição de V.Sa., e aproveitamos para renovar nossos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

---

**KIK**

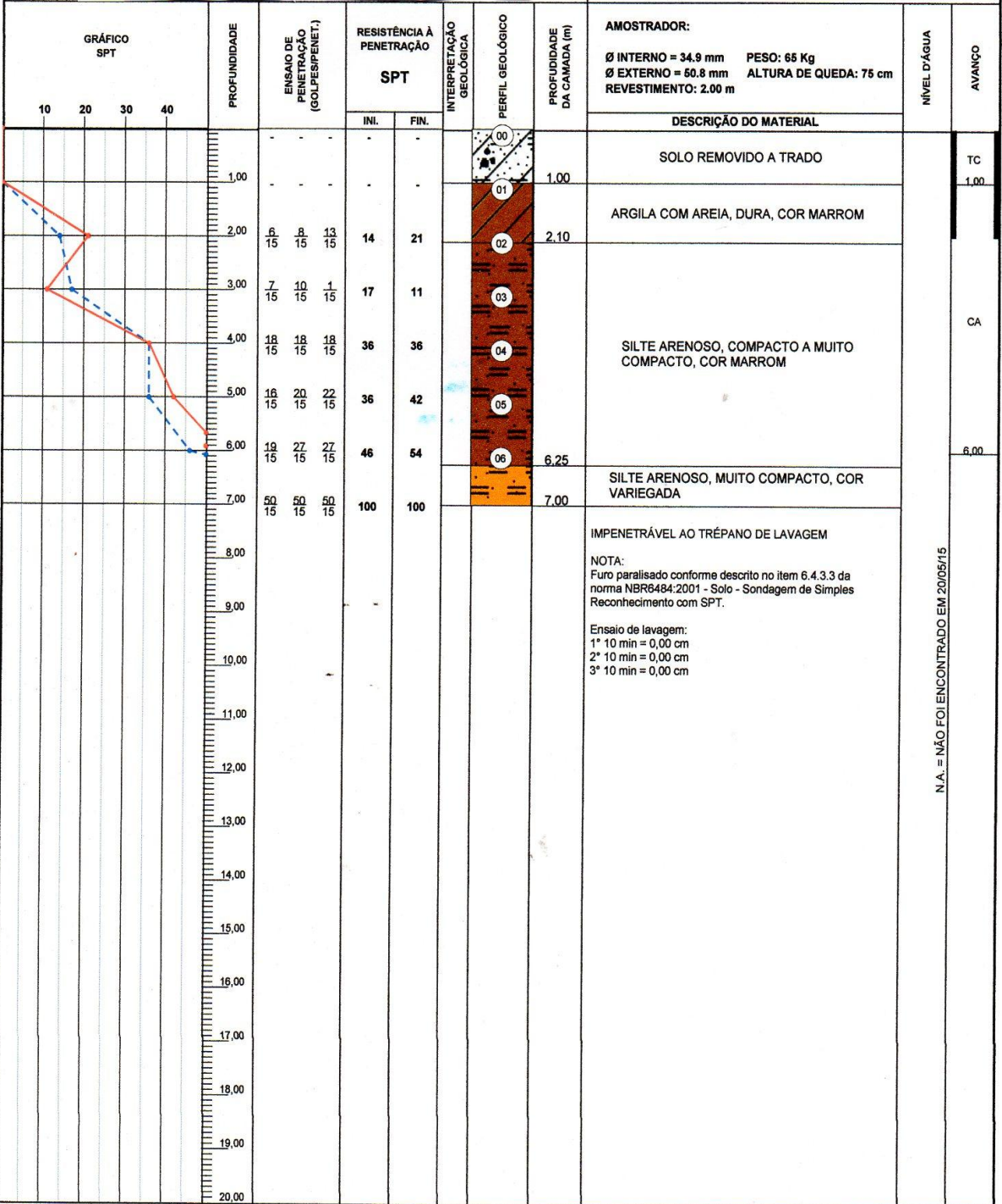
# LOCAÇÃO ESQUEMÁTICA (SEM ESCALA)



OBS.:

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE:	SONDAGEM À PERCUSSÃO		SPT 01
OBRA:	INÍCIO: 19/05/15	TÉRMINO: 20/05/15	
LOCAL:	COTA: 724,43	COORD. N: E:	



OBS.:

	<b>LEGENDAS:</b> 30 cm INICIAIS - - - - - • 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO		
	DATA: 27/05/15	TRABALHO Nº: 47	FOLHA: 03
	ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO

**CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR**

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
**NBR 6484/01**

CLIENTE:		<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO</b>	<b>SPT 02</b>
OBRA:		INÍCIO: 20/05/15	TÉRMINO: 20/05/15
LOCAL:		COTA: 708,96	COORD. N: E:

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)			RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2,00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
		INI.	FIN.	INI.	FIN.	INI.						
	1,00	-	-	-	-	-	-	1,00	SOLO REMOVIDO A TRADO		TC	
	2,00	13	15	14	15	28	29	01	SILTE ARENOSO, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR VARIEGADA		1,00	
	3,00	15	14	13	15	29	27	02		2,30		
	4,00	17	19	19	15	36	38	03				
	5,00	15	17	18	15	32	35	04				
	6,00	19	20	19	15	39	39	05				
	7,00	16	22	25	15	38	47	06				
	8,00	50	50	50	15	100	100	07		8,00		
	8,00								IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM			
	9,00								NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.			
	10,00								Ensaio de lavagem: 1° 10 min = 5,00 cm 2° 10 min = 7,00 cm 3° 10 min = 2,00 cm			
	11,00											
	12,00											
	13,00											
	14,00											
	15,00											
	16,00											
	17,00											
	18,00											
	19,00											
	20,00											

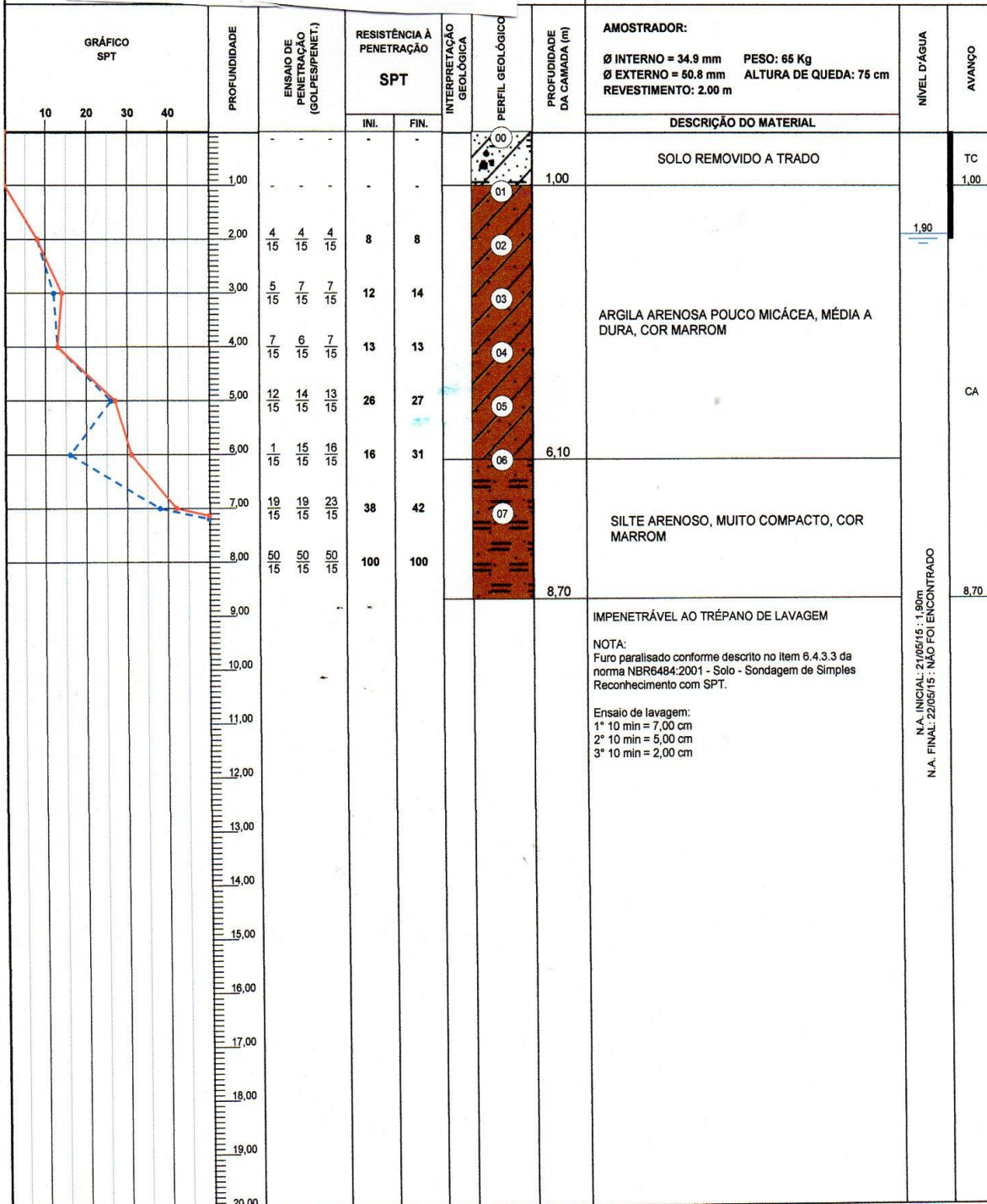
OBS.:



<b>LEGENDAS:</b> 30 cm INICIAIS - - - - -      • 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC      • TRADO HELICOIDAL - TH      • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA      • REVESTIMENTO			
DATA: 27/05/15	TRABALHO N°: 47	FOLHA: 04	
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO	<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE: OBRA: LOCAL:	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO</b> <b>SPT 03</b> INÍCIO: 20/05/15      TÉRMINO: 21/05/15 COTA: 704,44      COORD. N:      E:
-----------------------------	---



OBS.:

	LEGENDAS: 30 cm INICIAIS    - - - -    • 30 cm FINAIS    ———— TRADO CAVADEIRA - TC    • TRADO HELICOIDAL - TH    • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA    • REVESTIMENTO		
	DATA: 27/05/15 ESCALA: 1/100	TRABALHO Nº: 47 DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	FOLHA: 05 SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO
<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>			

**SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT**  
NBR 6484/01

CLIENTE: _____ OBRA: _____ LOCAL: _____	<b>SONDAGEM À PERCUSSÃO SPT 04</b> INÍCIO: 22/05/15      TÉRMINO: 22/05/15 COTA: 779,96      COORD. N:      E:
---	--

GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SPT		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR: Ø INTERNO = 34,9 mm    PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm    ALTURA DE QUEDA: 75 cm REVESTIMENTO: 2.00 m	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INI.	FIN.						
	1,00	-	-	-	-	00	1,00	SOLO REMOVIDO A TRADO	1,20	TC
	2,00	6 15	10 15	10 15	16	20	01	SILTE ARENOSO, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO, COR MARROM	1,20	CA
	3,00	7 15	8 15	9 15	15	17	02			
	4,00	9 15	11 15	10 15	20	21	03			
	5,00	50 15	50 15	50 15	100	100	04	4,45	5,00	5,00
	6,00							SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA ARENOSO, MUITO COMPACTO, COR CINZA		
	7,00							IMPENETRÁVEL AO AMOSTRADOR		
	8,00							NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.1 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
	9,00									
	10,00									
	11,00									
	12,00									
	13,00									
	14,00									
	15,00									
	16,00									
	17,00									
	18,00									
	19,00									
	20,00									

N.A. INICIAL: 22/05/15 - 1,20m  
N.A. FINAL: 23/05/15 - NÃO FOI ENCONTRADO

OBS.:



LEGENDAS: 30 cm INICIAIS - - - - -      • 30 cm FINAIS - - - - - TRADO CAVADEIRA - TC      • TRADO HELICOIDAL - TH      • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA      • REVESTIMENTO			
DATA: 27/05/15	TRABALHO Nº: 47	FOLHA: 06	<b>CARLOS HENRIQUE CARVALHO JÚNIOR</b>
ESCALA: 1/100	DESENHISTA: JUSLEI VIEIRA	SONDADOR: ROBSON PEIXOTO PELUZIO	