

CHARLENE TEIXEIRA DE OLIVEIRA  
WANDERLEI RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE PROJETO DE FUNDAÇÕES DO PROGRAMA NACIONAL  
DE HABITAÇÃO RURAL EM CARATINGA – ESTUDO DE CASO

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CARATINGA - MG

2014

CHARLENE TEIXEIRA DE OLIVEIRA  
WANDERLEI RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE PROJETO DE FUNDAÇÕES DO PROGRAMA NACIONAL  
DE HABITAÇÃO RURAL EM CARATINGA – ESTUDO DE CASO

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil, do Instituto Tecnológico de Caratinga, como requisito parcial de obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do professor Djalma Ribeiro de Andrade Filho.

CARATINGA - MG

2014

*Dedicamos este trabalho aos pais, filhos, amigos  
e colegas, que sempre nos apoiaram.*

*Agradecimentos:*

*Agradecemos ao professor José Salvador, pela gentileza de nos ajudar.*

*Agradecemos a Convivência Engenharia por todo o material cedido,*

*E principalmente a Deus por toda sua grandeza.*

## RESUMO

O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) é uma iniciativa governamental que viabiliza a construção ou reforma de casas de trabalhadores rurais, tornando mais favorável a permanência dos mesmos no campo. Embora seja um projeto de casas de pequeno porte, a fundação de uma obra é uma parte crucial, portanto deve ser estudada e analisada com extrema minúcia, pois acima dela será erguida o restante da estrutura. É um processo cauteloso que deve considerar alguns parâmetros como tipo de solo, custo total, cargas sobre a fundação, transporte, tempo gasto e métodos de execução.

O projeto alvo de estudos já é desenvolvido na região de Caratinga, portanto esse trabalho tem como foco, verificar se o tipo de fundação escolhido é realmente o ideal ou se alguma outra opção é mais viável. Visto que por se tratar de um programa com aplicação de recursos públicos, deve obedecer certos padrões de qualidade, um erro de projeto pode ocasionar atrasos nas obras, grandes transtornos para os beneficiários, fornecedores e mão de obra; sendo que os dois últimos só recebem seu pagamento quando as obras estão de acordo com o cronograma.

Serão estudadas algumas formas de fundações superficiais corridas. A fidelidade do projeto com a execução da edificações será checada. Ao longo da pesquisa serão apresentados argumentos para avaliar a qualidade do projeto já executado.

Palavras-chave: *fundações, PNHR, qualidade.*

## ABSTRACT

The National Rural Housing Program ( PNHR ) is a government initiative that enables the construction or repair of houses of rural workers , making it more favorable to stay in the same field . Although it is a project of small houses , the foundation of a work is a crucial part , therefore must be studied and analyzed with extreme detail, because it will be raised above the rest of the structure . It is a careful process that must consider some parameters such as soil type , total cost , loads on the foundation , transportation , spending time and methods of execution.

The target study project is already developed in the region of Caratinga therefore this work focuses on , verify that the type of foundation chosen is really the ideal , or if some other option is more feasible . Seen that because it is a program with use of public funds , must meet certain standards of quality, design errors can cause delays in construction , major disruptions for beneficiaries , providers and labor ; and the last two only receive payment when the work is in accordance with the schedule .

Some forms of shallow foundations races will be studied . The fidelity of implementation of the project buildings will be checked . Throughout the search arguments are presented to assess the quality of the project has run .

Keywords : *foundations , PNHR , Quality .*

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUÇÃO.....  | 8  |
| CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS.....                               | 10 |
| CAPÍTULO I.....  | 14 |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                   | 14 |
| 1.1- PROGRAMA NACIONAL DE HABITAÇÃO RURAL EM CARATINGA.....  | 14 |
| 1.2-HISTÓRIA DAS FUNDAÇÕES.....                              | 16 |
| 1.3- TIPOS DE FUNDAÇÕES.....                                 | 17 |
| 1.3.1-Fundações rasas, superficiais ou diretas.....          | 17 |
| 1.3.2 -Fundações profundas.....                              | 18 |
| 1.4- SOLO PARA FUNDAÇÕES.....                                | 18 |
| 1.5 – CONCEPÇÃO DE FUNDAÇÕES.....                            | 20 |
| 1.5.1- Determinação da tensão admissível.....                | 23 |
| 1.5.1.1- Método carga sobre placas.....                      | 23 |
| 1.5.1.2 – Métodos semi-empíricos.....                        | 23 |
| 1.5.1.3 -Métodos teóricos ou empíricos.....                  | 23 |
| CAPÍTULO II.....   | 24 |
| PROJETO.....   | 24 |
| 2.1 – ANÁLISE DO PROJETO.....                                | 24 |
| 2.2- DETERMINAÇÃO DAS TENSÕES SOLICITANTES DA ESTRUTURA..... | 27 |
| 2.2.1 – Cálculo de carga sobre a fundação:.....              | 28 |
| 2.2.1.1- Cargas permanentes.....                             | 28 |
| 2.2.1.2-Peso próprio da fundação:.....                       | 30 |
| 2.2.1.3 – Carga total sobre o solo:.....                     | 30 |
| 2.3.-DETERMINAÇÃO DA TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO.....          | 31 |
| CAPÍTULO III.....  | 34 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                    | 34 |
| ANEXO I.....   | 36 |
| ANEXO II.....  | 37 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                              | 43 |

## INTRODUÇÃO

Na zona rural de Caratinga, Minas Gerais, vem sendo observado um grande volume de habitações sociais, o que chama a atenção para a qualidade e segurança desses imóveis. O foco principal desse trabalho é o projeto de fundação de um certo lote de casas construídas nessa região e financiadas com recursos públicos.

O desenvolvimento do projeto se justifica no valor de mostrar ao leitor a importância de usar as normas técnicas para a escolha correta das fundações.

À sociedade, esse estudo serve como um teste de qualidade, principalmente para obras particulares de pequeno porte, que em grande parte não dão a devida importância à escolha e execução correta das fundações, o que muitas vezes pode agregar custos desnecessários a obra além de risco a estabilidade da estrutura. É importante também porque avalia as obras feitas pelo poder público.

Cientificamente, esta pesquisa serve de ponto de partida para incentivar a busca por formas melhores de se projetar uma fundação, procurando sempre manter os padrões de qualidade exigidos pelas normas NBR 6118/2014 e NBR 6122/2010, o que essencial nesse caso por se tratar de um projeto com aplicação de recursos públicos.

Verificar se o tipo de fundação executada está de acordo com a normatização, e em caso negativo, propor outra opção que possa ser mais viável é o objetivo geral deste trabalho.

Quanto aos objetivos específicos pretende-se identificar o tipo de fundação executada, analisar segundo as normas vigentes, investigar a razão de tal escolha, concluir as vantagens e desvantagens, e caso seja necessário, recalcular uma outra opção.

A metodologia a ser utilizada será embasada na seleção e adoção das obras que permitam a construção de conceito e análise de projeto de fundações gentilmente cedido por Convivência Engenharia, com sede em Belo Horizonte – Minas Gerais, discussão e conclusão das análises, com a proposição de soluções.

O trabalho se divide em três capítulos, sendo o capítulo I uma revisão bibliográfica com toda a base teórica a ser utilizada durante o seu desenvolvimento.

O capítulo II trata da análise do projeto desenvolvido na região de Caratinga e o projeto de fundações será refeito corrigindo os possíveis pontos falhos. No capítulo III, haverá a comparação de resultados das análises feitas no capítulo anterior, as conclusões e as considerações finais.

## CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

A atual política de governo do país tem focado muito em programas habitacionais. De todos os lados aparecem conjuntos de moradias populares, facilidades de financiamento, tanto para imóveis novos como usados. O que se questiona é se a qualidade e segurança das edificações tem acompanhado o crescimento quantitativo. Segundo Yazigi (2012, p.98):

A qualidade dos conjuntos habitacionais de interesse social produzidos no País, nos últimos anos, tem apontado para níveis que, de forma geral, podem ser considerados insatisfatórios, redundando em problemas transferidos aos usuários e em gastos incorridos ao pelo poder público na recuperação e manutenção de edificações precocemente deterioradas, cuja magnitude não é desprezível.

Baseados nessa constatação, deve-se ter em mente que, durante a concepção de um projeto de habitação social, tem que se priorizar a segurança da edificação, abandonando o tão difundido pensamento que o barato ou o gratuito têm que ser ruim e malfeito.

É necessário que toda e qualquer edificação habitacional atenda primeiramente aos requisitos ditados pela ABNT NBR 15575/2-2013 que tem como objetivo avaliar o desempenho dos sistemas construtivos. Ela estabelece critérios relativos ao desempenho térmico, acústico, lumínico e de segurança ao fogo, que devem ser atendidos individual e isoladamente pela própria natureza conflitante dos critérios de medições, por exemplo, desempenho acústico (janela fechada) versus desempenho de ventilação (janela aberta).

A falta de critérios no momento da concepção de um projeto de fundações pode acarretar muitos danos e prejuízos, no caso da habitação social esse é um problema um pouco maior, pois os usuários ou beneficiários, em geral, são pessoas com baixo poder aquisitivo, que não tem condições de efetuar futuras manutenções e correções em seus imóveis.

Caputo (2008, p.169) diz que:

O estudo de toda fundação compreende preliminarmente duas partes distintas: a) o cálculo das cargas atuantes sobre a fundação; b) estudo do terreno. Com esses dados, passa-se a escolha do tipo de fundação, tendo-se

presente que: a) as cargas da estrutura devem ser transmitidas às camadas de terreno capazes de suportá-las sem ruptura; b) as deformações das camadas do solo subjacentes às fundações devem ser compatíveis com as da estrutura; c) a execução das fundações não deve causar danos às estruturas vizinhas; d) ao lado do aspecto técnico, a escolha do tipo de fundação deve atentar também para o aspecto econômico.

O estudo do perfil geotécnico terreno é um caso particular a ser avaliado, já que são um conjunto de casas, mas que são espalhadas pelos distritos da zona rural de Caratinga, por tanto seriam necessários vários ensaios para a caracterização do solo. No projeto original, não foi realizado nenhum tipo de ensaio *in situ*. A única medida a ser tomada foi a exigência da execução de um serviço de terraplenagem. Ainda que seja um imóvel sendo de pequeno porte, o recalque do solo e da fundação pode ser um grande problema para estrutura. Peck (*apud* Velloso e Lopes, 2010, p.1) reforça a importância da investigação dos solos para fundação quando diz:

Por a natureza ser infinitamente variável, os aspectos geológicos da nossa profissão nos asseguram que nunca haverá dois trabalhos exatamente iguais. Portanto, nunca precisaremos temer que nossa profissão se torne rotineira ou maçante. Caso se torne, podemos ter certeza de que não a estamos praticando corretamente. (Tradução nossa)

No caso a ser estudado, podemos descartar os danos causados a estrutura vizinha, por se tratar de terrenos localizados em áreas rurais, onde a vizinhança se encontra a uma distância considerável dos imóveis a serem construídos.

Do aspecto técnico, outro ponto a ser ressaltado é a facilidade de execução, pois a mão-de-obra é contratada pelos próprios beneficiários e não há meios de garantir a qualidade dos serviços dos profissionais. A única garantia dos serviços executados são as raras vistorias do engenheiro responsável, que por ser um só e se tratar de dezenas de obras em locais diferentes, se consegue observar apenas os erros aparentes, deixando passar alguns erros que não são percebidos a não ser durante a execução ou quando geram alguma patologia.

Também não se deve ignorar a questão da logística. Por se tratarem de obras em áreas rurais que em grande parte são carentes de infraestrutura, a fundação a ser escolhida deve ter materiais de fácil transporte, que permitam serem levados por caminhões pequenos. Além disso ainda existem lugares de tão precário acesso que, no período de incidência de chuvas fica praticamente impossível se chegar, mesmo de carro de passeio. Portanto, os materiais adotados devem ser de pequena dimen-

são, para que a logística seja rápida e prática, e as entregas se efetuem durante os períodos de estiagem.

De acordo com Alonso (1983, p.115):

O problema é resolvido por eliminação, escolhendo-se, entre os tipos de fundação existentes, aqueles que satisfaçam tecnicamente ao caso em questão. A seguir, é feito um estudo comparativo de custo dos diversos tipos selecionados visando com isso a escolher o mais econômico. Quando não se dispõe do cálculo estrutural, é comum estimar a ordem de grandeza das cargas da fundação a partir do porte da obra.

O projeto original alvo da análise, apresenta uma edificação de pouco mais de 50m<sup>2</sup>, e laje apenas no banheiro, sendo assim uma construção de pequeno porte, não causando grandes solicitações a fundação.

As fundações rasas ou diretas são a primeira opção para pequenas edificações, por serem mais práticas e econômicas durante a execução. A NBR-6122/2010 define esse tipo de fundação como:

Elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Seu dimensionamento é baseado na determinação da tensão admissível do solo. Ainda segundo Alonso (1983, p.115) “Em princípios esse tipo de fundação é vantajoso quando a área ocupada pela fundação abranger, no máximo, de 50% a 70% da área disponível.”

Em geral, as fundações diretas ou rasa devem ser evitadas nos seguintes casos:

- Aterros não compactados;
- Solos de consistência mole ( $0 < IC < 0,50$ )
- Areia fofa ou muito fofa (compacidade abaixo de 0,33)
- Existência de lençol freático onde o rebaixamento não se justifica economicamente.

Todos os quatro casos supracitados podem causar grandes recalques diferenciais, ocasionando um risco a estabilidade da estrutura. Tal recalque é caracterizado

por assentamentos do solo de fundação de forma desigual, alterando o equilíbrio da edificação, chegando a causar rachaduras ou até a ruína.

Outra questão a ser destacada durante a pesquisa é o tipo de fundação que foi utilizada no projeto. Um determinado tipo de fundação que, durante a pesquisa, não se encontrou nenhum tipo de norma que a regulariza-se. Trata-se de uma viga simplesmente armada, que em tese, deveria se portar similarmente a algum tipo de fundação corrida. De forma que todas as paredes são integralmente apoiadas sobre essa fundação.

Ao longo do projeto avaliaremos se esse tipo de fundação é realmente adequada, se responde ou não aos requisitos de segurança. Além disso será sugerido um outro tipo de fundação dentro das normas. Esse novo tipo será calculado de acordo com o projeto original e verificaremos se ela é tecnicamente viável, já que se trata de um projeto com um orçamento bastante enxuto.

## **CAPÍTULO I**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1- PROGRAMA NACIONAL DE HABITAÇÃO RURAL EM CARATINGA**

O êxodo rural é uma modalidade migração caracterizada pelo deslocamento de uma população da zona rural com destino aos grandes centros urbanos. No Brasil, essa migração teve seu auge entre as décadas de 60 e 80 quando cerca de um terço da população rural da época, cerca de 13 milhões de pessoas, saíram do campo. A mecanização das atividades agrícolas e a concentração dos lucros nas mãos de grandes latifundiários, que concorrem de forma desleal com os pequenos produtores sem recursos, foram os principais motivos do êxodo, além da busca por emprego e melhores condições de vida.

As consequências da mudança da população rural são muito negativas, como por exemplo, muitas vezes esse trabalhadores não são capacitados o suficiente para um mercado tão concorrido como o das zonas urbanas, resultando em desemprego, subemprego, tornando cada vez mais comum as atividades de vendedores ambulantes e catadores de materiais recicláveis. A maioria das cidades também não tem infraestrutura para receber tanta gente, fazendo aumentar ainda mais a população das favelas.

Diante de tal situação é necessário uma intervenção governamental para cessar ou pelo menos reduzir esses efeitos. Algumas iniciativas tem sido tomadas como a capacitação dos trabalhadores rurais para que aumentem sua produção e não necessitem buscar outras fontes de renda. Também é muito comum que os bancos ofereçam linhas de crédito facilitadas para compra de equipamentos e veículos.



**Figura 1- Casa do programa localizada no distrito de Dom Modesto - Ctga.**

Fonte: próprio autor

O Programa Nacional de Habitação Rural foi criado no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida e tem como objetivo principal subsidiar a produção de unidade habitacional aos agricultores familiares e trabalhadores rurais e abrange todos os municípios nacionais, independentemente do número de habitantes, afim de evitar o êxodo rural. Os recursos utilizados vêm do Orçamento Geral da União e são concedidos diretamente às pessoas físicas, trabalhadores rurais ou agricultores familiares, organizadas sob a forma coletiva, por uma Entidade Organizadora. Sendo esta Pessoa Jurídica sem fins lucrativos que contrata ou forma parceria com a CAIXA para viabilizar a execução do empreendimento. Além de ser responsável pela organização do grupo de beneficiários e pela promoção e/ou produção das unidades.

A cidade de Caratinga já recebeu centenas dessas moradias, boa parte delas tendo como Entidade Organizadora o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Caratinga. Os grupos de beneficiários são organizados de forma aleatória e só

podem ser beneficiados aos trabalhadores que comprovarem renda anual de até 15 mil reais. O programa está presente em todas as áreas da zona rural de Caratinga. Inclusive já foi até indicado a premiações na área de ecologia devido ao desenvolvimento e utilização de fossas sépticas utilizando-se de tambores(bombonas) reutilizáveis de azeitona.

O presente trabalho irá avaliar um desses projetos organizados pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais, que conta com 2 quartos, sala conjugada com a cozinha, 1 banheiro, varanda e lavanderia dispostos em planta conforme o anexo I.

## 1.2-HISTÓRIA DAS FUNDAÇÕES

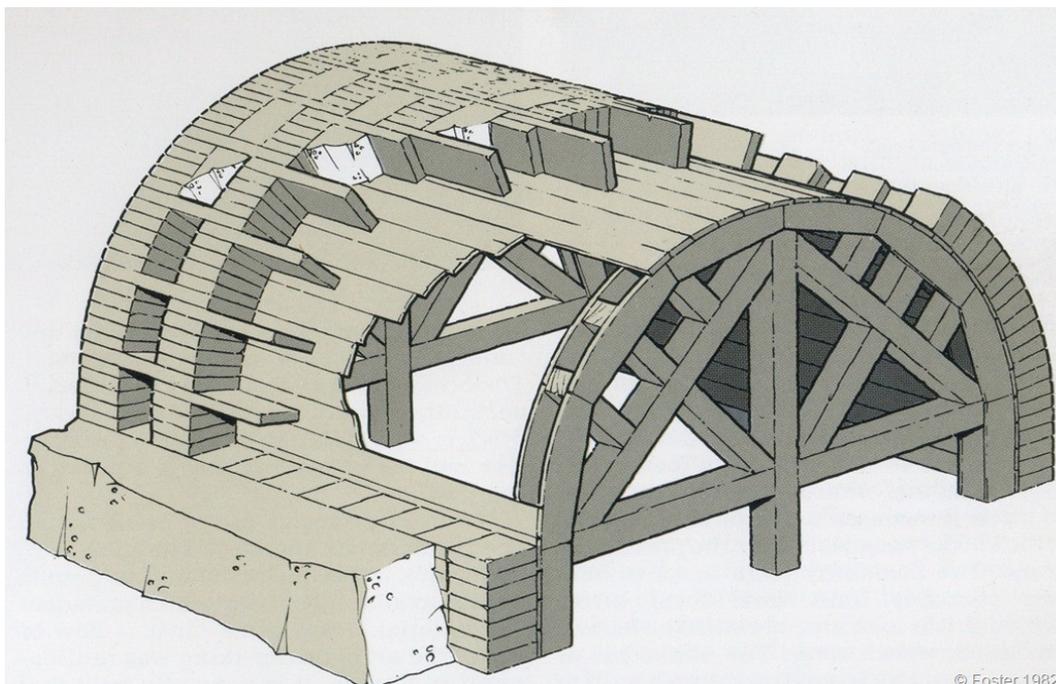
A palavra fundação vem do latim “*fundare*”, que quer dizer apoiar, fixar, firmar e Caputo(2008,p.169) a define da seguinte forma: “parte de uma estrutura que transmite ao terreno subjacente a carga da obra”. A utilização de fundações nas edificações é bastante antiga.

A partir do momento em que o ser humano foi deixando de ser nômade, surgiu a necessidade de melhorar seu habitat, que antes eram cavernas frias e úmidas. As primeiras casas de que se tem notícia, eram feitas de madeira, e por serem leves, não causavam grandes solicitações ao solo, não havendo registro de fundações dessa época.

De acordo com Medeiros (2012, p.12):

Com o desenvolvimento do tijolo cerâmico, assim como pelo uso de pedras na confecção de edificações, as mesmas apresentavam com frequência um afundamento em relação ao terreno, por terem cargas maiores do que as que poderiam ser suportadas, assim começaram as primeiras experiências relativas as fundações.

A princípio, as ruínas que sofreram afundamento foram utilizadas como fundações para construções de maior porte. Mas a maior contribuição para as fundações veio dos romanos, com os arcos de abóbadas para sustentação de suas obras, com o uso de ensecadeiras, que eram troncos de madeira, preenchidos com argila, com função desviar a água abaixo da construção evitando assim o assoreamento e o enfraquecimento da edificação.



**Figura 2 -Forma de madeira para confecção de um arco de meia volta cerâmico, à moda romana**

Fonte: Coisas da Arquitetura (2012)

Contribuíram também com uma mistura a base de pozolana, que mais tarde viria a ser o cimento, tão amplamente usado em fundações atualmente.

### 1.3- TIPOS DE FUNDAÇÕES

As fundações se classificam de acordo com a profundidade, podendo ser rasas ou profundas.

#### 1.3.1-Fundações rasas, superficiais ou diretas

São utilizadas quando as camadas do subsolo, que ficam imediatamente abaixo da estrutura, são capazes de suportar as solicitações de projeto, não sendo necessário recorrer a camadas profundas mais resistentes. A norma brasileira NBR 6122/2010 define fundações superficiais como:

Elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente a fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Fazem parte desse grupo as sapatas(isoladas, corridas, associadas, alavanca), bloco e radier.

### 1.3.2 -Fundações profundas

São fundações onde as camadas superiores do sub solo não são fortes o suficiente para atender as solicitações de projeto, é preciso buscar camadas mais profundas e resistentes, com mais de 3(três) metros de profundidade. As fundações profundas são classificadas em três grupos: estacas (Frank, Strauss), tubulão e caixão, que está em desuso e por isso não é citada na NBR 6122/2010. Geralmente são usadas em construções de grande vulto.

### 1.4- SOLO PARA FUNDAÇÕES

Conhecer a constituição do terreno é um ponto crucial para concepção de fundações pois, a partir dela é possível prever o comportamento do solo perante a estrutura.

Segundo Caputo (1978, p. 170-171), do ponto de vista construtivo, os materiais que compõem os terrenos de fundação agrupam-se nos seguintes tipos:

- Rochas: Materiais naturais solidificados de crosta terrestre ou litosfera, que se dividem em sedimentares, metamórficas e ígneas.
- Blocos de rocha, matacões e pedras: são subprodutos de rochas que se diferem de acordo com o tamanho;
- Rochas alteradas: são rochas que apresentam sinais de alteração como fissuras ou fendas;
- Solos: originam-se da deterioração das rochas por agentes físicos, químicos e biológicos. Podem ser residuais, sedimentares ou orgânicos;

- Pedregulhos: São fragmentos de rochas com dimensões aproximadas de 76mm a 4,8mm;
- Areias: Solos constituídos de partículas entre 4,8mm a 0,05mm, se classificam pela dimensão (grossa, média e fina) e pela compactidade.
- Siltes: Solos constituídos por grãos com dimensões entre 0,05mm e 0,005mm;
- Argilas: constituídas por grão inferiores a 0,005mm, são altamente coesivas e plásticas, porém pouco permeáveis;
- Betonitas: Argilas muito finas com forte influência química de cinzas vulcânicas e tendência ao inchamento;
- Turfas: solos encontrados em zonas pantanosas são compostos por materiais carbonos, fofos, não plástico e combustível;
- Alterações de rochas: Solos com vestígios das rochas de origem, como por exemplo os saibros;
- Solos concrecionados: solos em que os grãos foram ligados por algum cimento natural como o calcário, por exemplo.
- Solos superficiais: solos com valor agrícola, com grande influência de fatores climáticos e dos agentes de origem animal e vegetal. É constituído por uma mistura de argila, areia e silte ou sua combinação com matérias orgânicas;
- Aterros: depósitos artificiais de entulho ou qualquer tipo de solo.

A estratificação do terreno também é importante, ao ponto que, dependendo do tipo, pode causar recalques diferenciais, levando até a ruína da edificação. Os estratos podem ser paralelos, irregulares, formados por cunhas ou lentes.

A determinação do nível do lençol freático também é necessária para se analisar a estabilidade do solo. Caso a água ou o solo entorno apresente características fora do comum, como acidez, odor fétido ou desprendimento de gases, é recomendado que se faça uma análise química, para verificar se não há

nenhuma substância que afete a integridade do concreto e da armadura.

## 1.5 – CONCEPÇÃO DE FUNDAÇÕES

Velloso e Lopes (2010, p.13), delimitam quais os elementos necessários ao o projeto de fundações. São eles:

### 1- Topografia da área

- Levantamento topográfico (planaltimétrico);
- Dados sobre taludes e encostas no terreno (ou que possam atingir o terreno).

### 2- Dados geológicos-geotécnicos

- Investigação do subsolo (às vezes em duas etapas: preliminar e complementar);
- Outros dados geológicos e geotécnicos (mapas, fotos aéreas e de satélite, levantamentos aerofotogramétricos, artigos sobre experiências anteriores na área etc.).

### 3- Dados sobre construções vizinhas

- Número de pavimentos, carga média por pavimento;
- Tipo de estrutura e fundações;
- Desempenho das fundações;
- Existência de subsolo;
- Possíveis consequências de escavações e vibrações provocadas pela nova obra.

### 4- Dados da estrutura a construir

- Tipo e uso que terá a nova obra;
- Sistema estrutural (hiperestaticidade, flexibilidade etc.);
- Sistema construtivo (convencional, pré-moldado etc.);
- Cargas (ações nas fundações).

É importante que o projetista esteja atento ao receber as ações que decorrem da estrutura, para verificar se os valores fornecidos são característicos ou de projeto.

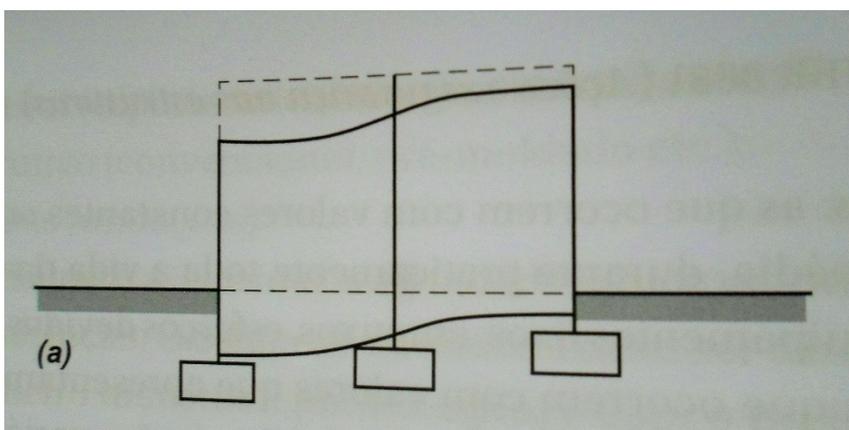
O primeiro tipo de investigação geológica e geotécnica descrito pela ABNT-NBR 6122/2010 é o reconhecimento inicial no item 4.1, que diz que para a elaboração de projetos e previsão de desempenho das fundações é importante observar os seguintes aspectos:

- a) visita ao local;
- b) feições topográficas e eventuais indícios de instabilidade de taludes;
- c) indícios da presença de aterro (“bota fora”) na área;
- d) indícios de contaminação do subsolo, lançada no local ou decorrente do tipo de ocupação anterior;
- e) prática local de projeto e execução de fundações;
- f) estado das construções vizinhas;
- g) peculiaridades geológico-geotécnicas na área, tais como: presença de matacões, afloramento rochoso nas imediações, áreas brejosas, minas d’água, etc.

Estes aspectos são o primeiro passo para se definir o tipo de fundação a ser

escolhida pelo projetista. Mas há ainda alguns requisitos que tradicionalmente o projeto de fundação deve obedecer para garantir a segurança da edificação. Velloso e Lopes (2010, p. 15) menciona 3 requisitos de forma ilustrada:

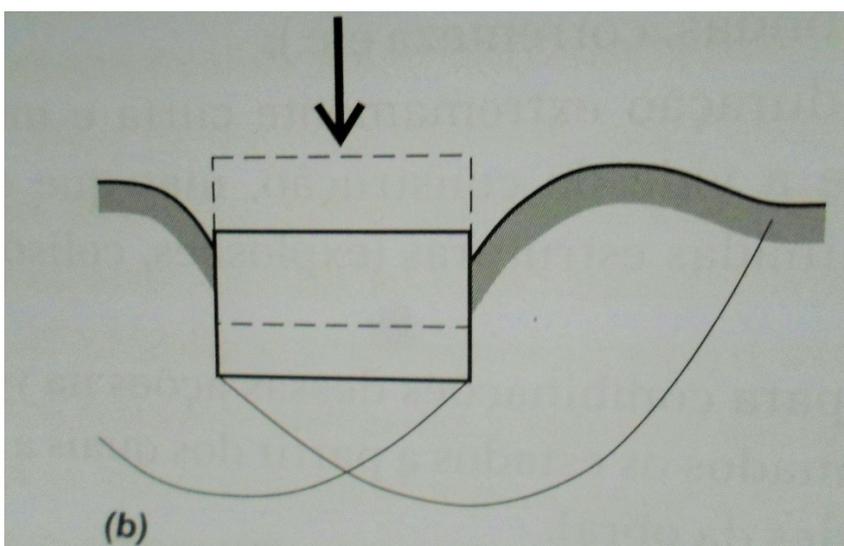
- 1- Deformações aceitáveis sob as condições de trabalho;



**Figura 3 - Deformações excessivas**

Fonte: Velloso e Lopes (2010, p.16)

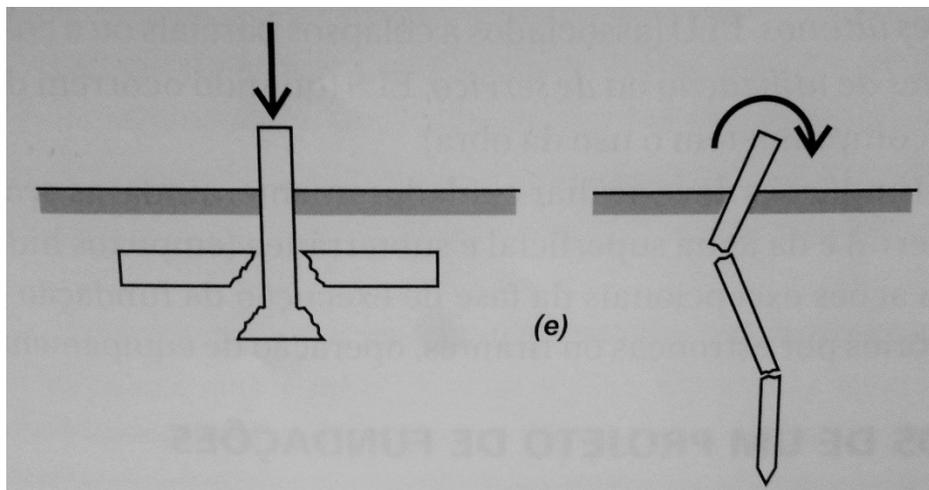
- 2- Segurança adequada ao colapso do solo de fundação ou estabilidade “externa”;



**Figura 4- Colapso do solo**

Fonte: Velloso e Lopes(2010, p.16).

3- Segurança adequada ao colapso dos elementos estruturais ou estabilidade “interna”;



**Figura 5 - Colapso estrutural, resultante de projetos deficientes.**

Fonte: Velloso e Lopes( 2010,p.16).

Após a observância de todos os aspectos já citados sobre análise dos solos de fundações, já é possível ter o embasamento para escolha segura do tipo de fundação a ser utilizado. Goodman e Karol( *Apud* Velloso, 1968), resumem algumas sugestões baseadas nas condições do subsolo para efetuar tal escolha:

| Condições do subsolo                                 | Possibilidades de Fundação  |   |
|--|---|---|
|  | Estruturas flexíveis  | leves, Estruturas pesadas rígidas   |
| Camada resistente à pequena profundidade             | Sapatas ou blocos   | 1) Sapatas ou blocos<br>2) “Radier” raso  |
| Camada compressível de grande espessura              | 1) Sapatas em solo não coesivo previamente compactados.<br>2) “radier raso”.<br>3) Estacas flutuantes                                   | 1) “radier” profundo com eventual estrutura de enrijecimento.<br>2) Estacas de grande comprimento.<br>3) Estacas flutuantes |
| Camadas fracas sobrejacentes a uma camada resistente | 1) Estacas de pontes.<br>2) Sapatas ou blocos em solo não coesivo previamente compactado ou em solo pré-carregado.<br>3) “ radier” raso | 1) Estacas de ponta ou tubulões.<br>2) “Radier” profundo.   |
| Camadas fracas                                       | 1) Sapatas ou blocos  | 1) “Radier” profundo  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| sobrejacentes a uma camada fraca        | 2) "Radier" raso                           | (fundação flutuante).<br>2) Estacas de grande comprimento ou tubulões, atravessando a camada fraca. |
| Camadas fracas e resistentes alternadas | 1) Sapatas ou blocos.<br>2) "Radier raso". | 1)"Radier" profundo.<br>2) Estacas ou tubulões com apoio numa camada resistente.                    |

**Tabela 1 – Sugestões Sobre a Escolha do Tipo de Fundações**

Fonte: Caputo ( 2008,p.182)

### 1.5.1- Determinação da tensão admissível

Segundo item 3.27 da NBR 6122:2010, tensão admissível é: " tensão adotada em projeto que, aplicada ao terreno pela fundação superficial ou pela base do tubulão atende com coeficientes de segurança pré determinados aos limites últimos (ruptura) e de serviço( recalques, vibrações etc.)".

A partir da tensão admissível as fundações superficiais são escolhidas e dimensionadas. Existem três tipos de métodos para obtê-la: cargas sobre placas, semi-empíricos e teóricos.

#### 1.5.1.1- Método carga sobre placas

Regulamentado pela ABNT NBR 6489/1984 esse método consiste em aplicar, gradativamente, cargas através de um macaco hidráulico, sobre placas alocadas ao fundo de uma vala com as mesmas características da que será usada pela fundação superficial. Os recalques do solo são medidos por extensômetros e o aplicação de cargas cessam no momento em que há ruptura do solo ou até 12 horas do início da aplicação.

#### 1.5.1.2 – Métodos semi-empíricos

De acordo com a ABNT NBR 6122/2010, os resultados de ensaios ensaios

como o próprio ensaio de placas, de penetração estática (CPT) e dinâmica (SPT), são relacionados com as tensões admissíveis ou tensões resistentes de projeto. A princípio, os métodos semi-empíricos foram criados para medir recalques em areias, pela dificuldade de amostrar e ensaiar esse material em laboratório. Mais tarde eles passaram a ser aplicados a argilas em geral também.

#### 1.5.1.3 -Métodos teóricos ou empíricos

São métodos em que, através da descrição do terreno, é possível chegar a uma previsão de tensão admissível ou recalques. Suas principais ferramentas são tabelas de tensões admissíveis ou tensões básicas.

## CAPÍTULO II

### PROJETO

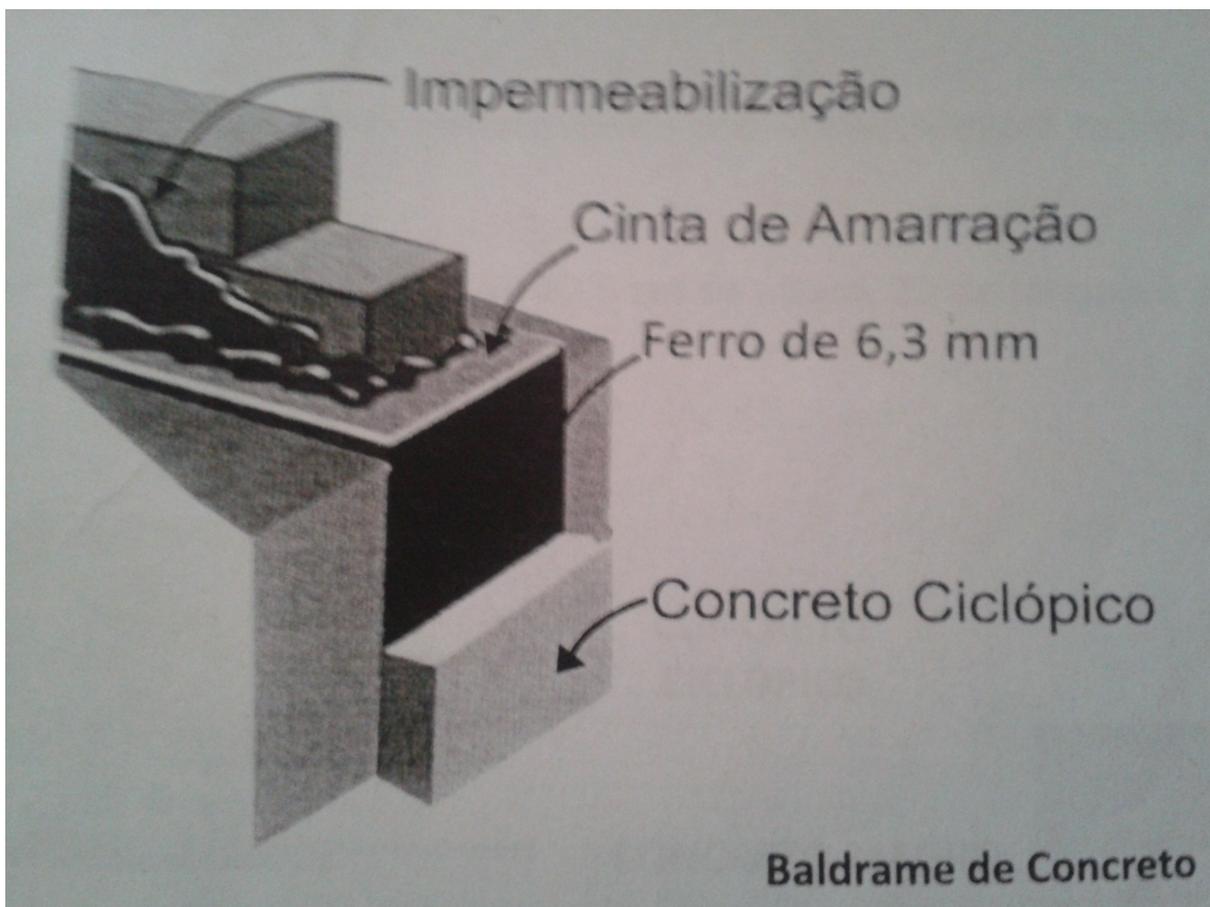
#### 2.1 – ANÁLISE DO PROJETO

O projeto estrutural original de acordo com a Cartilha para Execução de Unidades Habitacionais do PNHR Assistidas pela Convivência Engenharia tem como etapa preliminar a limpeza do terreno, retirando lixo e qualquer vegetação existente. O nivelamento foi feito pela Prefeitura Municipal de Caratinga com maquinário de terraplenagem. A abertura das valas é executada manualmente, assim como a compactação da mesma que é feita com um soquete.

O tipo de fundação escolhida foram os baldrames, cuja definição não se encontra na ABNT NBR 6122/2010, o que dificulta as verificações de execução e qualidade. A norma supracitada, no seu item 3.6, define somente sapata corrida, como “sapata sujeita à ação distribuída linearmente ou de pilares ao longo do mesmo alinhamento”. Alguns autores igualam as vigas de fundação, os baldrames e as sapatas corridas, por se tratarem de fundações corridas e que distribuem a carga de maneiras semelhantes. Durante o processo de pesquisa não ficou claro se há realmente alguma diferença entre as três denominações ou se são somente sinônimos. Velloso e Lopes(2010,p.12) lembram que:

Na norma NBR 6122/1996, a viga de fundação se distinguia da sapata corrida na medida em que a primeira recebia pilares num mesmo alinhamento e a segunda, uma carga distribuída (por exemplo, uma parede). De acordo com a NBR 6122/2010, os dois tipos passaram a se chamar sapata corrida.

De acordo com o projeto, que adota sapata corrida e baldrames como sinônimos, são fundações rasas, vigas diretamente apoiadas sobre o solo, conforme a figura 6:



**Figura 6- Esquema da base da residência**

Fonte: Cartilha para Execução das Unidades Habitacionais do PNHR Assistidas pela Convivência Engenharia.

Concreto ciclópico é a adição de pedras de mão (100 a 300 mm de diâmetro) ao concreto pronto, com a intenção de aumentar a resistência e o volume do concreto. Ele é muito usado em fundações e muros de arrimo, mas tem algumas limitações para obras de pequeno porte, por exemplo. As grandes dimensões dos agregados graúdos dificultam o manuseio e a armazenagem dos materiais, o que talvez possa ter sido um dos motivos para que o projeto tenha sido ignorado e as fundações tenham sido executadas de maneira diferente.

Na prática, o concreto ciclópico não foi executado, somente a cinta de amarração com dimensões de 0,15mx0,25m(Lxh), enquanto o projeto original prevê dimensões de 0,15mx0,40m, somente para a base, excluído as dimensões da cinta de amarração. As figuras a seguir exemplificam o ocorrido.



**Figura 7- Fundação executada no distrito de Sapucaia – Ctga.**

Fonte:próprio autor



**Figura 8- Fundação executada no distrito de Sapucaia – Ctga.**

Fonte:próprio autor

Em alguns casos é possível identificar algumas falhas de execução, como na figura 9, onde se pode ver a ausência de formas nas vigas internas, com o claro aproveitamento de restos de concreto.



**Figura 9- Fundação executada no distrito de Sapucaia – Ctga.**

Fonte:próprio autor

Também nota-se que que as formas que foram executadas não atuaram de maneira correta, pois se percebe nitidamente que o concreto vazou por baixo delas.

## 2.2- DETERMINAÇÃO DAS TENSÕES SOLICITANTES DA ESTRUTURA

Para avaliar o desempenho das fundações, faz-se obrigatório a determinação da tensão solicitante. A partir da norma brasileira NBR 6120/1980 e das dimensões apresentadas no Anexo I, pode chegar a seguinte memória de cálculo:

### 2.2.1 – Cálculo de carga sobre a fundação:

Para obter o valor da carga sobre a fundação, separar-se-á a parede que recebe mais cargas, visto que todas as paredes estão diretamente apoiadas sobre a fundação ou seja, a parede externa do banheiro, que apóia a laje a caixa d'água.

#### 2.2.1.1- Cargas permanentes

- Telhado:

Multiplicando a carga vertical do telhado colonial (em Kilo Newtons por metro quadrado) pelas dimensões do telhado, tem-se a carga total da cobertura:

$$1,20 \frac{kN}{m^2} * 9,4 m * 7,75 m = 87,42 kN$$

Como o telhado divide seu peso sobre 4 (quatro) tesouras<sup>1</sup>, que conseqüentemente distribuem sua carga cada uma sobre uma parede, deve-se dividi-la por 4:

$$87,42 kN \div 4 = 21,85 kN$$

Para que a carga se torne uma carga distribuída ela deve ser dividida pelo comprimento do vão:

$$21,85 kN \div 6,55 m \approx 3,3 \frac{kN}{m}$$

- Parede:

Multiplicando o peso específico do bloco cerâmico furado pelo pé direito<sup>2</sup> e pela largura da parede obtém-se a carga distribuída da parede sobre a fundação:

$$13 \frac{kN}{m^3} * 2,70 m * 0,10 m = 3,51 \frac{kN}{m}$$

- Revestimento da parede:

---

1 [...] **8 Constr** Conjunto de peças de madeira ou ferro que sustenta a cobertura de um edifício.[...].  
POLITO, A. G. *Michaelis*: Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. 1. ed. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2004.

2 "Distância entre piso de um andar e o teto desse mesmo andar. Caso o teto ou o piso apresente diferentes níveis, considera-se a menor das distâncias". (NBR 15575-1/2013)

Multiplicando-se o peso específico do revestimento pela sua espessura e pelo pé direito da edificação se obtém mais uma carga distribuída sobre a fundação:

$$19 \frac{kN}{m^3} * 2,70 m * 0,05 m = 2,565 \frac{kN}{m}$$

- Caixa d'água:

A residência é dotada de um reservatório com 500L de capacidade, a partir do volume e da densidade da água extrai-se o seu peso:

$$d = \frac{m}{V} \quad \therefore \quad m = \frac{V}{d}$$

Onde:

d= densidade(kg/L)

m= massa (kg)

V= volume (L)

Dados:

Volume do reservatório: 500L

Densidade da água: 1kg/L

Substituindo na fórmula:

$$m = 500 L * 1 \frac{kg}{L} = 500 kg$$

É necessário converter a massa para peso pra que as grandezas estejam em harmonia com o restante dos cálculos:

$$\frac{1 N}{x} = \frac{10 kg}{500 kg}$$

$$x = 50 N \quad \rightarrow \quad x = 0,05 kN$$

Ainda é preciso dividir a carga pelas 4 paredes que a suportam:

$$0,05 kN \div 4 = 0,0125 kN$$

Distribuindo-a pelo comprimento da parede de maior carga tem-se:

$$0,0125 kN \div 2,45 m = 0,0051 \frac{kN}{m}$$

- Laje:

Para calcular a carga laje de concreto armado, multiplica-se o peso específico do material pela altura da laje:

$$25 \frac{kN}{m^3} * 0,10 m = 2,5 \frac{kN}{m^2}$$

Dividindo-se pela 4(quatro) paredes que a suportam:

$$2,5 \frac{kN}{m^2} \div 4 = 0,625 \frac{kN}{m^2}$$

- Revestimento do teto:

Embora a maior parte da residência seja forrada com PVC e telhado colonial com armação de madeira, o banheiro, por ter que suportar a carga do reservatório de água recebe uma laje e acabamento com reboco. Portanto convém incluir a carga do revestimento do teto também.

$$0,25 \frac{kN}{m^2} * 2,00 m = 0,5 \frac{kN}{m}$$

Assim, somando-se todos as cargas distribuídas permanentes encontradas, obtém-se o valor total das cargas permanentes:

$$3,3 \frac{kN}{m} + 3,51 \frac{kN}{m} + 2,565 \frac{kN}{m} + 0,0051 \frac{kN}{m} + 0,625 \frac{kN}{m} + 0,5 \frac{kN}{m} = 10,5051 \frac{kN}{m}$$

### 2.2.1.2-Peso próprio da fundação:

Como um dos objetivo deste trabalho é verificar as condições da fundação executada, faz-se necessário utilizar sua seção transversal para calcular o peso próprio:

$$g = 25 \frac{kN}{m^3} * 0,15 m * 0,25 m$$

$$g = 0,9375 \frac{kN}{m}$$

### 2.2.1.3 – Carga total sobre o solo:

Somando a carga permanente e o peso próprio da fundação tem-se o total da

carga distribuída:

$$10,5051 \frac{kN}{m} + 0,9375 \frac{kn}{m} = 11,4426 \frac{kN}{m}$$

### 2.2.2- Tensão admissível mínima necessária

A partir dos dados obtidos é possível determinar qual a tensão de trabalho mínima é capaz de suportar as solicitações da superestrutura:

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{S}$$

Onde:

$\sigma_{adm}$ : Tensão admissível do solo (kN/m<sup>2</sup>)

P: Carga sobre a fundação (kN)-(calculando a tensão por metro de fundação corrida)

S: àrea da base da fundação (m<sup>2</sup>)

Dados:

$$P = 11,44 \text{ kN} \quad (\text{Calculado no item 2.2.1.3})$$

$$S = 0,15 \text{ m} * 1,00 \text{ m}$$

$$S = 0,15 \text{ m}^2$$

Substituindo:

$$\sigma_{adm} = \frac{11,44 \text{ kN}}{0,15 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{adm} = 76,2666 \frac{kN}{m^2} \rightarrow \sigma_{adm} \approx 0,08 \text{ MPa}$$

### 2.3.-DETERMINAÇÃO DA TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO

Como parâmetro para comparações, faz-se o uso de um ensaio de SPT (*Standart Penetration Test*)<sup>3</sup> feito em um loteamento na região do Bairro Dário Grossi

---

3 “[...]ensaio pelo qual se determina o índice de resistência à penetração (N).” (NBR 6484/2001)

em Caratinga, gentilmente cedido pelo Professor José Salvador Alves, presente no Anexo II. A região favorece este estudo pois ainda tem pouca influência da urbanização, o que nesse aspecto a torna similar a zona rural, regiões as quais está se avaliando. A determinação da tensão admissível do solo será feita com base nos métodos semi-empíricos fazendo uso dos três(3) furos feitos no ensaio.

- Para o furo n° 02:

A cota da fundação do projeto é de 0,40m, portanto será adotada somente a primeira camada testada, que é muito mais profunda que essa. De acordo com o teste a classificação da camada adjacente a superfície é silte argiloso pouco arenoso, dura a rija, cor vermelho. A partir da tabela de tensões básicas da NBR 6122/1996:

| Classe | Descrição   | $\sigma_{adm}$ (MPa)  |
|--------|---|-----------------------|
| 1      | Rocha sã, maciça, sem laminações ou sinal de decomposição | 3,0                   |
| 2      | Rocha laminadas , com pequenas fissuras, estratificadas   | 1,5                   |
| 3      | Rochas alteradas ou em decomposição                       | Ver nota <sup>4</sup> |
| 4      | Solos granulares concrecionados. Conglomerados            | 1,0                   |
| 5      | Solos pedregulhosos compactos e muito compactos           | 0,6                   |
| 6      | Solos pedregulhoso fofos                                  | 0,3                   |
| 7      | Areias muito compactas                                    | 0,5                   |
| 8      | Areais compactas  | 0,4                   |
| 9      | Areias medianamente compactas                             | 0,2                   |
| 10     | Argilas duras   | 0,3                   |
| 11     | Argilas rijas   | 0,2                   |
| 12     | Argilas médias  | 0,1                   |
| 13     | Siltes duros (muito compactos)                            | 0,3                   |
| 14     | Siltes rijos (compactos)                                  | 0,2                   |
| 15     | Siltes médios (medianamente compactos)                    | 0,1                   |

**Tabela 02 – Tensões básicas da norma NBR 6122/96**

Fonte: NBR 6122/1996

Assim, a tensão admissível( $\sigma_{adm}$ ) do solo no furo n°02 é 0,2 MPa.

4 Para rochas alteradas ou em decomposição, deve-se levar em conta a natureza da rocha matriz e o grau de decomposição.

- Para o furo n° 03:

O tipo de solo obtido no furo n° 03 foi silte argiloso pouco arenoso, dura, cor marrom. Logo, segundo a tabela 02 é 0,3 MPa.

- Para o furo n° 04:

Idem ao furo 02, então:  $\sigma_{adm} = 0,2$  MPa.

Se hipoteticamente, alguma dessas casas tenham sido feitas no local onde foi feito o teste de SPT, o solo suportaria a carga da superestrutura com uma boa margem de segurança.

## CAPÍTULO III

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a NBR6122/2010 não demonstre de forma clara que vigas de fundação e baldrame estejam englobados em sapatas corridas, ela faz questão de ressaltar que a Engenharia de Fundações não é uma ciência exata, portanto ela abrange os tipos mais comuns de fundações mas não condena os que nela não estão descritos, desde que sejam feitos com segurança.

Quanto ao projeto de fundação desenvolvido pela Convivência Engenharia, não há o que se criticar, porém a falta de cuidados durante a fiscalização, resultou em um descumprimento das especificações de projeto. A ausência do concreto ciclópico faz com que o tipo de fundação executada seja menos resistente à compressão e mais permeável do que a que deveria ter sido feita. O lastro de concreto magro de uniformização da base também não foi feito. A falta de regularização da base pode resultar em momentos inesperados que podem prejudicar o desempenho da fundação ou até mesmo causar sua ruína. Além de causar patologias como a corrosão da armadura por falta de cobertura e contato com o solo.

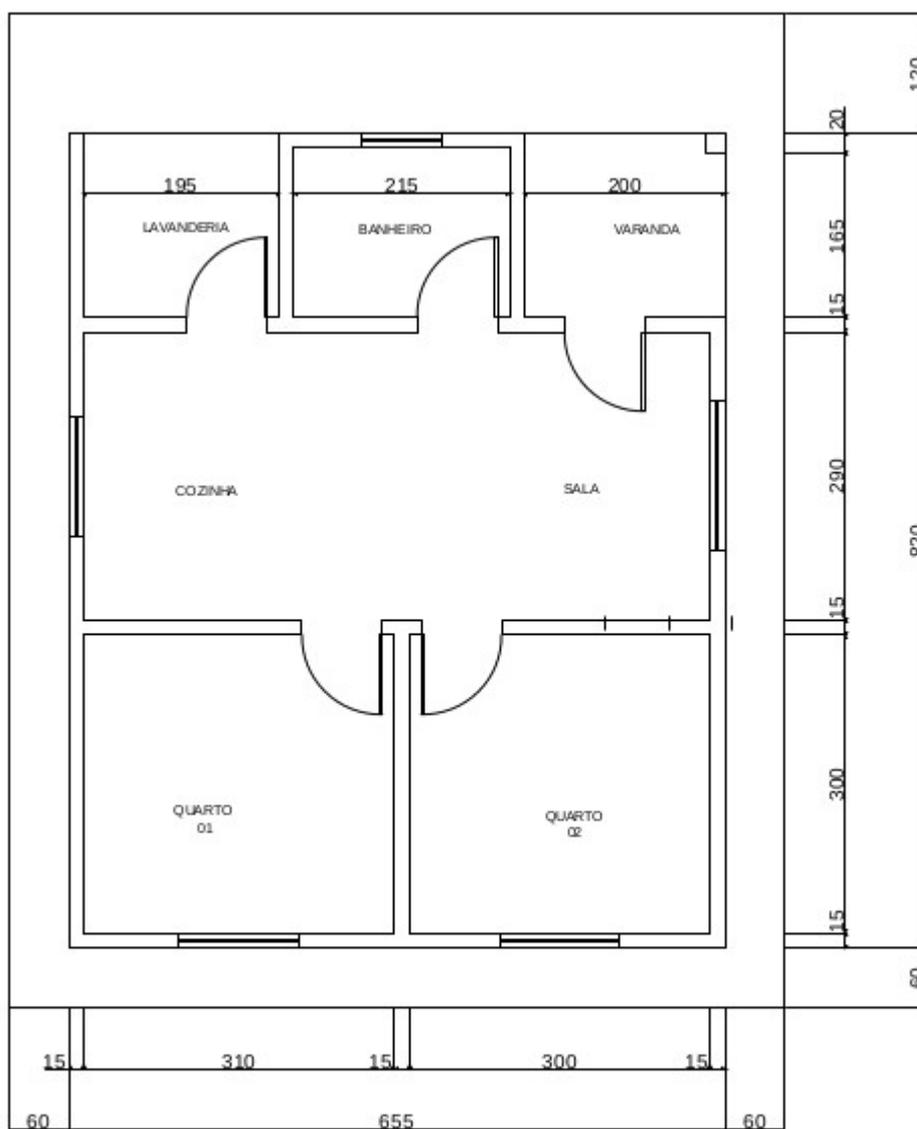
Também se observam outras falhas executivas como má utilização das formas, ou mesmo a não utilização, fatores que alteram a forma da fundação e conseqüentemente afetam sua capacidade de suportar e distribuir o peso da superestrutura sobre o solo.

Sobre o dimensionamento geométrico das fundações, ele atende prontamente aos quesitos da NBR 6122/2010, que embora determine que a dimensão mínima para sapatas isoladas e blocos seja 0,60m, a fundação utilizada é corrida e não isolada. E justamente pela Engenharia de fundações não ser uma ciência exata, não se pode condenar as opções de projeto.

O principal ponto negativo é o desrespeito ao projeto e as falhas de execução já citadas, que poderiam seguramente terem sido evitados se houvesse um acompanhamento regular de um engenheiro. Uma iniciativa tão abrangente, como a construção de casas populares, deveria ter mais profissionais envolvidos, inclusive por se tratar de zonas rurais, onde não é possível vistoriar as obras em apenas uma

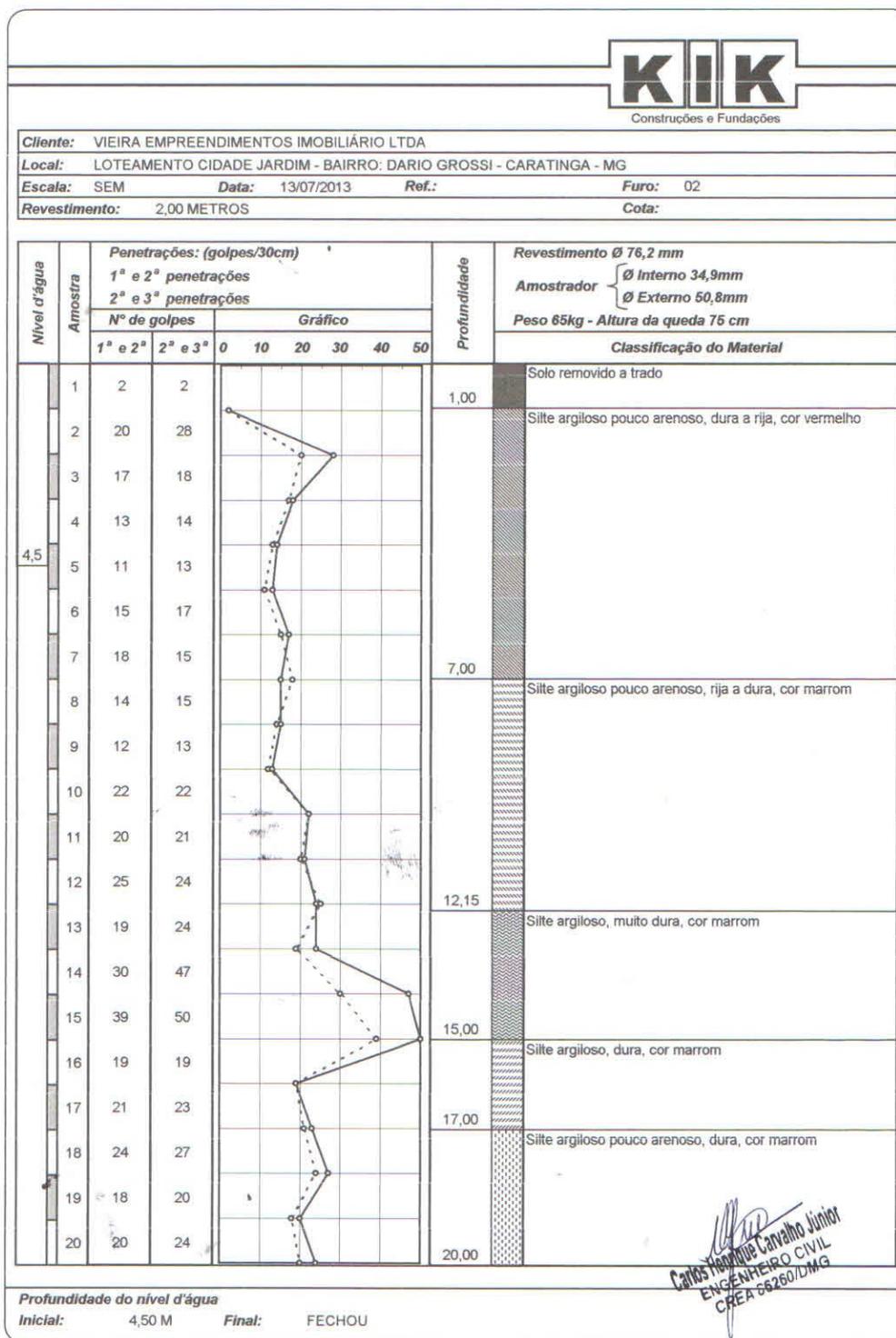
visita. Seria necessário que se dividisse o grupo analisado por exemplo, que contém 99 casas, em pelo menos 4 grupos com um engenheiro cada, e não 1 engenheiro para todas as casas. Dessa forma as vistorias seriam mais frequentes e mais eficientes.

## ANEXO I



PLANTA BAIXA  
ESCALA: 1/75

## ANEXO II





Construções e Fundações

|  |
|--|
| <b>Cliente:</b> VIEIRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIO LTDA                            |
| <b>Local:</b> LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - BAIRRO: DARIO GROSSI - CARATINGA - MG     |
| <b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 14/07/2013 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> CONT. FURO 02 |
| <b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <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 |
| 21           | 16      | 19                         |    |         | 21,00        | Silte argiloso pouco arenoso, dura, cor marrom   |    |
| 22           | 30      | 50                         |    |         |              | Silte argiloso pouco arenoso, muito dura, cor marrom                                     |    |
| 23           | 41      | 50                         |    |         | 23,20        |  |    |
| 24           | 43      | 50                         |    |         |              | Silte argiloso, muito dura, cor marrom   |    |
| 25           | 35      | 38                         |    |         |              |  |    |
| 26           | 34      | 46                         |    |         |              |  |    |
| 27           | 45      | 45/3                       |    |         | 27,00        |  |    |
| 28           |         |                            |    |         |              | Fim da sondagem à percussão a 27,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador. |    |
| 29           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 30           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 31           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 32           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 33           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 34           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 35           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 36           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 37           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 38           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 39           |         |                            |    |         |              |  |    |
| 40           |         |                            |    |         |              |  |    |

*Carlos Henrique Carvalho Junior*  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 06260/DMG

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



|  |
|--|
| <b>Cliente:</b> VIEIRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIO LTDA                        |
| <b>Local:</b> LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - BAIRRO: DARIO GROSSI - CARATINGA - MG |
| <b>Escala:</b> SEM <b>Data:</b> 15/07/2013 <b>Ref.:</b> <b>Furo:</b> 03        |
| <b>Revestimento:</b> 2,00 METROS <b>Cota:</b>                                  |

| Nível d'água | Amostra | Penetrações: (golpes/30cm) |    |                     |    |    | Profundidade | Revestimento Ø 76,2 mm<br>Amostrador { Ø Interno 34,9mm<br>Ø Externo 50,8mm<br>Peso 65kg - Altura da queda 75 cm | 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       | 16                         | 22 |                     |    |    |              |  | Silte argiloso pouco arenoso, dura, cor marrom         |
|              | 3       | 16                         | 20 |                     |    |    |              | 3,00   |  |
|              | 4       | 13                         | 14 |                     |    |    |              |  | Silte argiloso, rija, cor vermelho                     |
|              | 5       | 11                         | 14 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 6       | 14                         | 17 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 7       | 13                         | 12 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 8       | 17                         | 18 |                     |    |    |              | 8,10   |  |
|              | 9       | 32                         | 40 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 10      | 27                         | 37 |                     |    |    |              |  | Silte argiloso pouco arenoso, muito dura, cor vermelho |
|              | 11      | 31                         | 42 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 12      | 27                         | 36 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 13      | 35                         | 38 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 14      | 38                         | 41 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 15      | 36                         | 42 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 16      | 35                         | 37 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 17      | 35                         | 37 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 18      | 36                         | 41 |                     |    |    |              |  |  |
|              | 19      | 36                         | 42 |                     |    |    |              | 19,00  |  |
|              | 20      | 34                         | 35 |                     |    |    |              | 20,00  | Silte argiloso pouco arenoso, dura, cor marrom         |

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

*Carlos Henrique Carvalho Júnior*  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 05280/DMG



Construções e Fundações

**Cliente:** VIEIRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIO LTDA  
**Local:** LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - BAIRRO: DARIO GROSSI - CARATINGA - MG  
**Escala:** SEM      **Data:** 17/07/2013      **Ref.:**      **Furo:** CONT. FURO 03  
**Revestimento:** 2,00 METROS      **Cota:**

| Nível d'água | Amostra | Penetrações: (golpes/30cm) * |    | Gráfico | Profundidade | Revestimento Ø 76,2 mm<br>Amostrador { Ø Interno 34,9mm<br>Ø Externo 50,8mm<br>Peso 65kg - Altura da queda 75 cm |                           |  |   |
|--------------|---------|------------------------------|----|---------|--------------|--|---------------------------|--|---|
|              |         | 1ª e 2ª penetrações          |    |         |              |  | Classificação do Material |  |   |
|              |         | 2ª e 3ª penetrações          |    |         |              |  |                           |  |   |
| Nº de golpes |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 1ª e 2ª      | 2ª e 3ª | 0                            | 10 | 20      | 30           | 40   | 50                        |  |   |
| 21           | 34      | 40                           |    |         |              |  |                           |  | Site argiloso, muito dura, cor marrom<br><br>Fim da sondagem à percussão a 27,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador. |
| 22           | 37      | 36                           |    |         |              |  |                           |  |   |
| 23           | 33      | 39                           |    |         |              |  |                           |  |   |
| 24           | 31      | 37                           |    |         |              |  |                           |  |   |
| 25           | 39      | 42                           |    |         |              |  |                           |  |   |
| 26           | 32      | 37                           |    |         |              |  |                           |  |   |
| 27           | 45      | 45/3                         |    |         |              |  | 27,00                     |  |   |
| 28           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 29           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 30           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 31           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 32           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 33           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 34           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 35           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 36           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 37           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 38           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 39           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |
| 40           |         |                              |    |         |              |  |                           |  |   |

*Carlos Henrique Carvalho Junior*  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 06260/DMG

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



Construções e Fundações

|                      |  |              |            |
|----------------------|--|--------------|------------|
| <b>Cliente:</b>      | VIEIRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIO LTDA                          |              |            |
| <b>Local:</b>        | LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - BAIRRO: DARIO GROSSI - CARATINGA - MG |              |            |
| <b>Escala:</b>       | SEM  | <b>Data:</b> | 18/07/2013 |
|                      |  | <b>Ref.:</b> |            |
| <b>Revestimento:</b> | 5,00 METROS  | <b>Furo:</b> | 04         |
|                      |  | <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 |              |   |
|              |         |                            |         |                  |              | Revestimento Ø 76,2 mm                                |
|              |         |                            |         |                  |              | Amostrador { Ø Interno 34,9mm                         |
|              |         |                            |         |                  |              | { Ø Externo 50,8mm                                    |
|              |         |                            |         |                  |              | Peso 65kg - Altura da queda 75 cm                     |
|              |         |                            |         |                  |              | Classificação do Material                             |
|              | 1       | 2                          | 2       |                  | 1,00         | Solo removido a trado                                 |
|              | 2       | 11                         | 14      |                  |              | Silte argiloso pouco arenoso, rija a dura, cor marrom |
|              | 3       | 11                         | 12      |                  |              |   |
|              | 4       | 10                         | 9       |                  |              |   |
|              | 5       | 9                          | 12      |                  |              |   |
|              | 6       | 12                         | 13      |                  |              |   |
|              | 7       | 14                         | 16      |                  |              |   |
|              | 8       | 26                         | 31      |                  |              |   |
|              | 9       | 27                         | 46      |                  |              |   |
|              | 10      | 29                         | 38      |                  | 10,15        |   |
|              | 11      | 33                         | 37      |                  |              |   |
|              | 12      | 31                         | 39      |                  |              |   |
|              | 13      | 26                         | 36      |                  |              |   |
|              | 14      | 27                         | 33      |                  |              |   |
|              | 15      | 24                         | 30      |                  |              |   |
|              | 16      | 32                         | 36      |                  |              |   |
|              | 17      | 32                         | 38      |                  |              |   |
|              | 18      | 35                         | 40      |                  |              |   |
|              | 19      | 38                         | 40      |                  | 19,00        |   |
|              | 20      | 36                         | 40      |                  | 20,00        | Silte argiloso, dura, cor marrom                      |

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

Carlos Mendonça Carvalho Junior  
 ENGENHEIRO CIVIL  
 CREA 05260/DMG



Construções e Fundações

|                      |  |              |               |
|----------------------|--|--------------|---------------|
| <b>Ciente:</b>       | VIEIRA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIO LTDA                          |              |               |
| <b>Local:</b>        | LOTEAMENTO CIDADE JARDIM - BAIRRO: DARIO GROSSI - CARATINGA - MG |              |               |
| <b>Escala:</b>       | SEM  | <b>Data:</b> | 18/07/2013    |
| <b>Revestimento:</b> | 5,00 METROS  | <b>Ref.:</b> |               |
|                      |  | <b>Furo:</b> | CONT. FURO 04 |
|                      |  | <b>Cota:</b> |               |

| Nível d'água | Amostra | Penetrações: (golpes/30cm) |    | Gráfico | Profundidade              | Revestimento Ø 76,2 mm |                                   |  |  |
|--------------|---------|----------------------------|----|---------|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|--|--|
|              |         | 1ª e 2ª penetrações        |    |         |                           | 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                                |  |  |
| 21           | 40      | 43                         |    |         |                           |                        |                                   |  | Sitte argiloso, muito dura, cor marrom |
| 22           | 41      | 44                         |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 23           | 38      | 40                         |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 24           | 41      | 36                         |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 25           | 45      | 45/3                       |    |         | 25,00                     |                        |                                   |  |  |
| 26           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   | Fim da sondagem à percussão a 25,00 metros. Alta resistência à penetração do amostrador. |  |
| 27           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 28           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 29           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 30           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 31           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 32           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 33           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 34           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 35           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 36           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 37           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 38           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 39           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |
| 40           |         |                            |    |         |                           |                        |                                   |  |  |

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

Profundidade do nível d'água

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercícios de Fundação**. São Paulo, 1983. Editora Edgard Bluncher Ltda.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520** - Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724** – Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575/1** - Edificações habitacionais — Desempenho; Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575/2** - Edificações habitacionais — Desempenho; Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023** - Informação e Documentação - Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027** - Informação e Documentação -Sumário – Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028** - Informação e Documentação -Resumo – Apresentação. Rio de Janeiro,2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** - Projeto de Estruturas de Concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120** - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122** – Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6489** – Prova de Carga Direta Sobre Terreno de Fundação. Rio de Janeiro, 1989.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, **Programa Nacional de Habitação Rural – Grupo I**. Disponível em: <[http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/assistencia\\_tecnica/produtos/repasses/pnhr\\_ogu/saiba\\_mais.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/repasses/pnhr_ogu/saiba_mais.asp)> . Acesso em: 04 nov. 2014

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Volume 2, 6. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2008.

COLIN, Silvio. A Forma Estrutural na Arquitetura. **Coisas da Arquitetura**. Ago. 2012. Disponível em: <<http://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2012/08/14/forma-estrutural-i/>>. Acesso em: 11 nov.2014.

CONVIVÊNCIA ENGENHARIA. **Cartilha para Execução das Unidades Habitacionais do PNHR Assistidas pela Convivência Engenharia**, Belo Horizonte, [2012?].

FARIA, Caroline. Êxodo Rural. **InfoEscola Navegando e Aprendendo**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/exodo-rural/>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

FRANCISCO, Vagner de Cerqueira e. Êxodo Rural. **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/exodo-rural.htm>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

GUTFREIND, H.; AURICH, M. Concreto Armado, PUC-RS. Disponível em: <[http://www.feng.pucrs.br/professores/giugliani/ARQUITETURA\\_-\\_Sistemas\\_Estruturais\\_II/02\\_Cargas\\_Atuanes\\_sobre\\_Estruturas.pdf](http://www.feng.pucrs.br/professores/giugliani/ARQUITETURA_-_Sistemas_Estruturais_II/02_Cargas_Atuanes_sobre_Estruturas.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2014.

LARSEN, C.K.; ASSIS, J.A. **Estudo Comparativo de Tipos de Fundações Para Uma Obra Residencial**. Curitiba: UTP, 2002.

MEDEIROS, Fabiano. **Comparativo Entre Projetos, Normatização e Execução de Fundações**. Lajes: UNIPLAC, 2012.

POLITO, A. G. **Michaelis: Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 1. ed. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2004.

SOARES, J.M.D. **Fundações – Apostila – Parte 1**.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 8. ed., São Paulo: PINI, 2007.

VELLOSO, D.A., LOPES, F.R. **Fundações**. 1. ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VELLOSO, Dirceu de Alencar. **Algumas Considerações Acerca do Projeto e Execução de Fundações**. Escola Federal de Minas de Ouro Preto, 1968.