



PAULO HENRIQUE EUGENIO DE SOUZA

**RECONHECIMENTO DAS CARACTERISTICAS DAS  
FUNDAÇÕES RASAS E PROFUNDAS**

---

Campinas  
2020

PAULO HENRIQUE EUGENIO DE SOUZA

**RECONHECIMENTO DAS CARACTERISTICAS DAS  
FUNDAÇÕES RASAS E PROFUNDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Anhanguera Educacional, como requisito  
parcial para a obtenção do título de graduado  
em Engenharia Civil.

Orientador: Lincoln Almeida

PAULO HENRIQUE EUGENIO DE SOUZA

**RECONHECIMENTO DAS CARACTERISTICAS DAS  
FUNDAÇÕES RASAS E PROFUNDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera Educacional, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

---

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

---

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Campinas, 26 de Novembro de 2020

SOUZA, Paulo Henrique Eugenio de. **Reconhecimento das Características das Fundações Rasas e Profundas**. 2020. 32. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Anhanguera Educacional, Campinas, 2020.

## RESUMO

Para cada tipo de construção, é necessário um método de aplicação de acordo com o que se é esperado de tal edificação. Com isso, quais são os requisitos que devem ser observados para a escolha correta do tipo de fundação em uma edificação? Deste modo, o objetivo geral deste trabalho refere-se ao reconhecer, com base em revisões bibliográficas, as características para a escolha da fundação ideal para determinada edificação. A metodologia empregada para a pesquisa desta monografia será de revisão literária, sendo assim, as fontes de pesquisa serão: bibliografias e as bibliotecas virtuais, plataformas de pesquisas (Google Acadêmicos, Artigos.com, Scielo, etc.), sendo este, redigido e pesquisado no Idioma Português. Desta forma, os critérios de escolha dos artigos concerniram-se em: Artigos publicados, e/ou trabalhos cuja temática se assemelha ao tema proposto nesta monografia. Entre os critérios de exclusão adota-se: trabalhos com divergência de informações, e projetos não definidos. É possível identificar que, a escolha do tipo de fundação, seja ela profunda ou rasa, obtendo uma escolha inadequada frente ao uso da edificação e o tipo de solo existente, acarretará em diversos problemas futuros, bem como gastos adicionais desnecessários, além de comprometer a vida útil de toda a estrutura. Deste modo foram apresentados os tipos de fundações estaca, suas características, materiais e formas de execução, para indicar as causas comuns na escolha incorreta, da fundação da obra. Ao optar por um tipo de fundação se faz necessário conhecer todas suas vantagens e desvantagens para a edificação, como quais são os métodos ideais para cada tipo de estrutura, a fim de que se obtenha seu máximo desempenho. Com isso, pode-se reconhecer que os objetivos propostos para esta monografia foram alcançados. Portanto este tema torna-se relevante elucidar as técnicas de execução, bem como reconhecer as principais características das fundações rasas e profundas. E como uma possível indicação para futuros trabalhos, torna-se relevante reconhecer quais os pontos mais relevantes para a escolha do tipo de estaca em uma edificação.

**Palavras-chave:** Engenharia Civil; Tipos de Fundações, Fundações Rasas, Fundações Profundas.

SOUZA, Paulo Henrique Eugênio de. **Recognition Of The Characteristics Of Deep and Shallow Foundations**. 2020. 32. Work of Conclusion of Course (Civil Engineering) – Anhanguera Educacional, Campinas, 2020.

### ABSTRACT

*For each type of construction, a method of application is required according to what is expected of such a building. With this, what are the requirements that must be observed for the correct choice of the type of foundation in a building? Thus, the general objective of this work refers to recognizing, based on bibliographic reviews, the characteristics for choosing the ideal foundation for a given edification. The methodology used for the research of this monograph will be a literary review, therefore, the research sources will be: bibliographies and virtual libraries, research platforms (Google Scholar, Scielo, etc). This being written and researched in the Portuguese language. Thus, the criteria for choosing the articles were concerned with: Published articles, and or Works whose theme is similar to the theme proposed in this monograph. Among the exclusion criteria are: Jobs with diverging information, and undefined projects. It is possible to identify that the choice of the type of foundation, whether deep or shallow, obtaining an inadequate choice in relation to the use of the building and the type of existing soil, will lead to several future problems, as well as unnecessary additional expenses, in addition to compromising the service life of the entire structure. In this way the types of pile foundations, their characteristics, materials and forms of execution were presented, to indicate the common causes in the incorrect choice of the foundation of the work. When choosing a type of foundation it is necessary to know all its advantages and disadvantages for the building, as what are the ideas methods for each type of structure, in order to obtain its maximum performance. With this, it can be recognized that the objectives proposed for this monograph have been achieved. Therefore this theme becomes relevant to elucidate the techniques of execution, as well as to recognize the main characteristics of the shallow and deep foundations. And as a possible indication for future works, it is relevant to recognize which points are most relevant for choosing the type of stake in a building.*

**Key-words:** Civil Engineering; Types of Foundations, Shallow Foundations, Deep Foundations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Matação Em Solo .....	17
<b>Figura 2</b> – Fundações Superficiais .....	18
<b>Figura 3</b> – Fundações Profundas .....	19
<b>Figura 4</b> – Método De Coleta Para Sondagem Do Solo .....	22
<b>Figura 5</b> – Movimentação De Fundação.....	24
<b>Figura 6</b> – Raízes Ocasinando Patologias.....	24

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classificação Granulométrica Dos Solos.....	16
<b>Tabela 2</b> – Compacidade e Consistência Dos Solos .....	23
<b>Tabela 3</b> – Classificação Dos Solos.....	26
<b>Tabela 4</b> – Porcentagem De Composições.....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Norma Brasileira



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. FATORES QUE INFLUENCIAM O TIPO DE FUNDAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>3. POSSÍVEIS PROBLEMAS OCACIONADOS POR UMA ESCOLHA ERRONEA DE FUNDAÇÕES E SEUS PRINCIPAIS USOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4. RECONHECIMENTO DOS SOLOS PARA A ESCOLHA DE UMA FUNDAÇÃO.. .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais elementos de uma construção, seja ela de pequeno, médio ou de grande porte, é a sua fundação. A fundação é o elemento estrutural, que tem como finalidade absorver e transmitir os esforços da estrutura para o solo onde está apoiada, sendo essencial para a construção de uma edificação, assegurando sua integridade durante toda a vida útil.

O tipo de fundação a ser utilizada em uma edificação ou obra especial, é definida através do estudo do solo, por meio de uma sondagem do terreno. Existem alguns tipos de fundações, classificadas em duas categorias, que são: fundações superficiais (diretas ou rasas) e fundações profundas (estacas e tubulões). Para a escolha do tipo de fundação, devem ser analisados os esforços que ocorrem na edificação, além das características de resistência do solo.

Com isso, para que seja feita a escolha do melhor tipo de fundação, torna-se necessário que sejam feitas análises primeiramente das questões geotécnicas, geológicas e estruturais, para que então seja possível aplicar a melhor técnica de dimensionamento e de execução a fim de que se obtenha seu máximo desempenho, pois fundações bem planejadas conseguem alcançar também um custo final reduzido.

Sente este o objetivo geral reconhecer, com base em revisões bibliográficas, as características para a escolha da fundação ideal para determinada edificação. E objetivos específicos: Apresentar um estudo bibliográfico sobre fundações tratando sobre sua classificação, características e execução; apontar os principais motivos que levam os profissionais a escolherem um determinado tipo de fundação profunda para uma edificação e descrever os problemas ocasionados pela opção da escolha de forma inadequada na execução de uma fundação.

Quanto a metodologia empregada para a pesquisa desta monografia foi de revisão literária, assim, as fontes de pesquisa foram: bibliografias, bibliotecas virtuais, e plataformas de pesquisas (Google Acadêmicos, Artigos.com, Scielo, etc.), sendo este, redigido e pesquisado no Idioma Português, no período de 1996 a 2020.

## **2. FATORES QUE INFLUENCIAM O TIPO DE FUNDAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO**

As fundações podem ser compreendidas como elementos da estrutura de uma edificação que tem como objetivo transmitir ao solo as cargas, dessa maneira, o solo que a apoiará precisa ter uma resistência e rigidez adequada para que não ocorram falhas na obra. Uma fundação é planejada no projeto estrutural, sendo que, exige cálculo e adequações ao solo, culminando no projeto de fundação (FABRICIO, 2014).

A seleção da fundação para o local obedece uma série de parâmetros, tais como: A topografia da área: relacionados ao terreno e suas especificações (erosões, aterros, entre outros); as características do maciço de solo: nível d'água; camadas resistentes, entre outros; os dados da estrutura: tipo de estrutura (ponte, torre, etc) (FABRICIO, 2014).

Dados sobre as construções vizinhas: consequências de escavações, danos, etc.; Aspectos econômicos: relacionados ao custo da edificação, sendo que pode chegar a custar cerca de 10% do valor total da obra (FABRICIO, 2014).

Melhado (2002) aponta que as fundações podem ser compreendidas a partir de sua classificação, podendo ser caracterizadas como diretas ou indiretas. AS fundações diretas são aquelas que transferem carga para o solo, em camadas com capacidade de suporte. Elas são divididas em rasas e profundas. As fundações diretas rasas são aquelas que tem a camada de suporte no solo mais próximas da superfície, já as profundas que possui em a camada de suporta em camadas mais aprofundadas.

Para que sejam feitas, de forma correta, as escolhas quanto ao tipo de fundação ideal para a construção, é necessário reconhecer o solo, sua estrutura, os deslocamentos da fundação e os recalques (VELLOSO E LOPES 1997).

Por se tratarem dos apoios da edificação, podendo causar redistribuição significativa de esforços internos, a avaliação estrutural deve ser feita por um projetista, de forma criteriosa para que seja possível o máximo desempenho da fundação escolhida (MELHADO, 2002).

Alguns dos diversos elementos necessários para o desenvolvimento de um projeto, que influencia diretamente na escolha da fundação, são as análises da topografia da área, bem como o levantamento topográfico, recolhimento dos dados

sobre taludes, encostar presentes no terreno e os dados sobre erosões (VELLOSO E LOPES 1997).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 6502, 1995) a característica física dos solos trata-se de um fator determinante para a melhor escolha quanto ao tipo de método a ser executado. Seus diferentes tipos apresentam comportamentos diversos um dos outros tanto quanto a densidade como da umidade. Esta classificação é feita através do tamanho dos grãos (granulometria), sendo uma classificação e um processo laboratorial, onde é realizado por equipamentos compartimentados e separados por peneiras de diferentes malhas, onde é colocada a amostra do material, e desta forma este equipamento faz a separação, como demonstrado na Tabela 1 podem ser classificados em:

**Tabela 1 – Classificação Granulométrica Dos Solos**

Fração	Limites definidos ABNT 6502/95
Matacão	de 25cm a 1m
Pedra	de 7,6cm a 25cm
Pedregulho	de 4,8mm a 7,6cm
Areia Grossa	de 2,00mm a 4,8mm
Areia Média	de 0,42mm a 2,00mm
Areia Fina	de 0,05mm a 0,42mm
Silte	de 0,005mm a 0,05mm
Argila	Inferior a 0,005mm

**Fonte:** ABNT NBR 6502 (1995).

Então, convém afirmar que os principais itens a se considerar para que se tenha uma fundação segura e que exerça seu papel como projetada, são: os elementos necessitam de resistência para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes, bem como, um solo rígido que ofereça sustentação sem apresentar deformações e recalques excessivos (RODRIGUES 2006).

Referindo-se aos matacões, eles são rochas que possuem seu formato mais arredondado por suas intempéries sofridas, apresentando seus diâmetros de 20cm à 1m, podendo serem encontrados tanto em grupos, como de forma isoladas sendo assimétricos. Os matacões podem ser encontrados tanto em superfícies como

apresentado na Figura 1 de terrenos como também em partes das quais são subterrâneas, porém eles são facilmente encontrados em encostas e em altas elevações (NBR-6502, 1995).

Segundo o autor Santos (2011) na construção civil esta formação de solo causa problemas especialmente em três situações na fase de construção sendo eles: fundações, caso não haja uma boa sondagem no local na hora da implantação das fundações ocorrerá o encontro com um matacão, desta forma atrasando o trabalho até ser sanado este empecilho. Outro problema bastante comum é a presença dos matacões em encostas e taludes, onde com o tempo pode-se ocorrer o deslizamento ou desmoronamento destas rochas e por fim na terraplanagem.

**Figura 1** – Matacão Em Solo.



**Fonte:** Wikipedia, (2018).

Outros tipos de solos que também são encontrados facilmente são as pedras e pedregulhos, as pedras na construção civil são utilizadas a décadas diretamente na construção das edificações, tanto quanto em decorações de ambientes e também muito utilizadas como apoio de encostas e margens, tanto de rios como córregos (gabião) (DIAS, 2010).

No entanto, as fundações são classificadas em duas categorias: fundações superficiais e fundações profundas. Essa classificação é de acordo com a forma de transferência de cargas da estrutura para o solo onde ela se apoia (MELHADO, 2002).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 2010), na fundação superficial (rasa ou direta) 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 (ABNT, 2010). Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radies, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas (FABRÍCIO; ROSSIGNOLO, 2014). A Figura 2 apresenta alguns tipos de fundações superficiais.

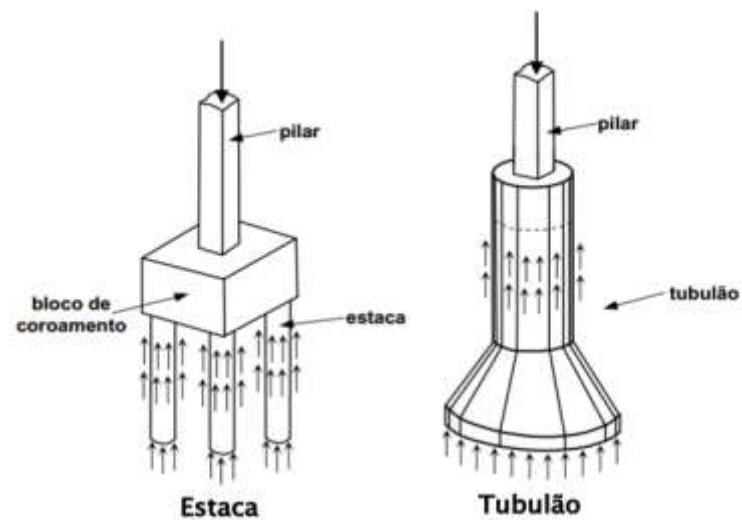
**Figura 2 - Fundações superficiais**



Fonte: Setec, (2013).

A fundação profunda, segundo a NBR 6122/10, transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, como apresentado na figura 3. Pela norma a ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões (ABNT, 2010).

**Figura 3 - Fundações profundas.**



Fonte: Luchi, (2013).

Conforme Cerqueira (2009), as fundações profundas são usadas quando as camadas mais superficiais do subsolo não constituem um suporte adequado para a estrutura, necessitando-se, portanto, recorrer a camadas profundas mais resistentes.

### **3. POSSÍVEIS PROBLEMAS OCACIONADOS POR UMA ESCOLHA ERRONEA DE FUNDAÇÕES E SEUS PRINCIPAIS USOS**

Para que seja possível reconhecer se uma fundação foi corretamente projetada, seu principal objetivo e função trata-se de suportar todas as cargas as quais irão atuar sobre ela, e então distribuí-las de tal maneira, que seja segura e satisfatória sobre todas as superfícies onde possuem contato com o solo, o qual receberá todo o apoio (BUENO; LIMA, 1985).

Deste modo Velloso; Lopes (2004) informam sobre quais funções devem ser cumpridas e atendidas como requisitos básicos, sendo tanto a segurança adequada, quanto o colapso de todos os elementos, sendo eles estruturais ou de estabilidade interna.

Outros requisitos que se fazem específicos, para cada tipo de construção são referentes a uma adequada segurança, ao tombamentos e deslizamentos, quanto a estabilidade externa, também a segurança, flambagem e os níveis das vibrações, pois devem ser verificados caso haja cargas dinâmicas (VELLOSO; LOPES, 2004).

Alonso (1998) relata que a fundação, frente a qualquer outra parte da estrutura, necessita que seja bem projetada e executada, para que se possa garantir as condições necessárias tanto para segurança, como funcionalidade e durabilidade sob as ações das cargas.

No que se refere em respeito à segurança mínimas, é preciso que atenda algumas seguranças necessárias contrarrupturas, referindo-se à resistência de todo e qualquer elemento estrutural, tanto nas resistências dos elementos que a compõem, quanto do solo. Já sua funcionalidade é garantir, calculando seus possíveis deslocamentos e recalques.

As reações, para o cálculo das fundações, fornecidas pela primeira equipe (que calcula a estrutura) são usadas como ações pela segunda (a que calcula as fundações), que deverá, também, estimar os recalques correspondentes. O confronto e ajuste entre esses valores (recalques prefixados pela equipe de estrutura para o cálculo das cargas e recalques calculados pela equipe de fundações a partir dessas cargas) é o que se denomina interação solo-estrutura (ALONSO, p. 2, 1998).

Mediante ao cumprimento de todas as condições e especificações de segurança, funcionalidade e durabilidade, torna-se inevitável o bom funcionamento de



qualquer fundação, garantindo todas as expectativas de uma construção (ALONSO, 1998).

De acordo com a NBR 8681, todas as estruturas estão sujeitas as ações, as quais podem ser classificadas por: Ações permanentes, tratando-se de valores os quais serão constantes provavelmente durante toda a vida de uma construção. As ações variáveis sendo elas constituídas pelas cargas acidentais, as quais também são previstas para o uso da construção. E por último as ações excepcionais, as quais tem duração extremamente curtas e com uma baixa probabilidade de ocorrência durante a vida da obra.

Frente a NBR 6118, é preciso que haja a devida combinação das ações as quais devem ser feitas de maneira que se possa reconhecer e determinar os efeitos mais desfavoráveis que houver em uma estrutura.

Deste modo, é possível reconhecer que todas as possíveis combinações, bem como as ações as quais são pertinentes, necessitam ser obtidas em sua máxima totalidade, de maneira com que as ações possam não causar efeitos desfavoráveis ou inseguros. Com isso, as ações as quais sejam incluídas em cada uma das combinações, devem ser consideradas de acordo com seus valores representativos, de maneira que seja multiplicado pelos respectivos coeficientes de uma ponderação (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHOS, 2005).

Quanto a sondagem dos solos, esta etapa torna-se também extremamente importante, para que seja possível o pleno conhecimento sobre o tipo de fundação que deverá ser utilizada, quanto as escolhas e aplicação das estacas. Este processo é feito por meio de uma coleta feita diretamente ao solo, como demonstrado na Figura 4 (ALONSO, 1998).

**Figura 4 – Método De Coleta Para Sondagem Do Solo.**



**Fonte:** Prefeitura de Itápolis, (2011).

A sondagem resulta em um processo geotécnico onde é possível a retirada de uma amostra do subsolo. Reconhecendo sua resistência, e profundidade, a fim de que haja o recolhimento de estudos detalhados (ABNT, 2002).

Com as sondagens pode-se reconhecer, o tipo de solo, sua resistência, quando encontrado água, é possível identificar sua posição e profundidade frente ao nível, mais facilidade na execução em locais de difícil acesso, possibilita uma identificação determinada do nível freático entre outros benefícios.

Quando se é executada as sondagens devidamente, as informações são então condensadas e devem ser apresentadas mediante a um relatório ou gráficos. Deste modo, os perfis individuais, ou mesmo as seções do subsolo, precisam ser de camadas ou então de horizontes, de maneira que estejam seguindo as posições dos níveis de água (HACHICH, 1998).

Referente se á um número mínimo de sondagem, pode-se dizer que seriam de duas perfurações para áreas de até 200m<sup>2</sup> de projeção em planta, para áreas que possuem entre 200m<sup>2</sup> a 400m<sup>2</sup> o número ideal seriam três (ABNT, 1983).

Esta norma refere-se a uma relação dos estados de compacidade e regularidade dos solos, a Tabela 2 apresentada expõe sobre as classificações das compacidades das areias, as quais referem-se as deformidades e resistências dos solos.

**Tabela 2 – Compacidade e Consistência Dos Solos.**

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

**Fonte:** ABNT NBR 6484 (2005).

Mediante a todas as informações e amostras provenientes das sondagens, o reconhecimento deve ser examinado e verificado a fim de que possa identificar, granulometria, plasticidade, compacidade, consistência tanto como cor e origem, seguindo sempre as recomendações especificadas (ABNT, 2005).

Frente a possíveis problemas os quais advêm de uma escolha equivocada sobre a fundação, com todo o desenvolvimento dos recursos de cada vez mais avançados e trazendo dados mais detalhados e precisos fica mais fácil e técnico a escolha do seu tipo de fundação, porém, há casos a qual ocorre a escolha de forma equivocada ou má dimensionada, com as escolhas erradas ou má dimensionadas vem os problemas por este erro, estes erros trazem problemas de diversas magnitudes, sendo elas de simples correção ou apenas problemas estéticos ou até mesmo ao caso extremo que seria o colapso total da estrutura e construção, como visualização na Figura 5 (AVANZI, 2016)

**Figura 5** – Movimentação de fundação.



**Fonte:** Prefeitura do Pará, (2011).

Pode-se verificar a existência de problemas ocasionados pela execução da fundação, problemas comuns como locação errada dos pontos de fundação, profundidade menor da exigida em projeto, materiais de baixa qualidade são destaque para inúmeros problemas na execução. Estes problemas devem ser mitigados com a presença de mão de obra especializada e supervisão de um engenheiro ou técnico capacitado (HACHICH, 1998).

Uma das grandes precauções a ser considerada na escolha e dimensionamento de determinada fundação é se ela será executada sob uma área de aterro ou corte, pois o apoio do solo é algo fundamental para se alcançar o máximo desempenho da fundação escolhida, para que não haja problemas futuros ocasionados por falta de sondagem como apresentado na Figura 6 (AVANZI, 2016).

**Figura 6** – Raízes ocasionando patologias.



**Fonte:** Milititsky, (2015).

Patologias podem ocorrer após grande período de uso da construção, pode-se caracterizar isso como uma má escolha das fundações ou eventos extraordinários ocorridos ao seu entorno, sendo alguns comuns de serem vistos, passagem de veículos mais pesados do que o permitido na área, construção de novas obras circunvizinhas, ou até mesmo o plantio de uma árvore muito próximo a fundação, com o crescimento das raízes levam ao entro delas com a fundação podendo danificar de forma incalculável a princípio (MILITITSKY, 2015).

Deste modo a NBR 6122 (1996), relata sobre as fundações rasas, também conhecidas como diretas ou superficiais, são as quais a carga é transmitida ao solo, tendo suas tensões distribuídas sob a base de todo o elemento estrutural.

Referente ao assentamento de tal fundação, ela pode ser duas vezes menor quanto a sua dimensão se comparada com a fundação profunda. Para essas definições, as opções que se enquadram são as sapatas isoladas, sapatas associadas, corridas, radier e bloco.

Já sobre as fundações profundas, referem-se onde as cargas serão transmitidas ao terro, por meio de sua base, obtendo sua profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão. Para essas definições, as opções que se enquadram são os tubulões, estacas e caixões (HACHICH, 1998).

#### 4. RECONHECIMENTO DOS SOLOS PARA A ESCOLHA DE UMA FUNDAÇÃO

Em uma boa concepção de um projeto de fundações é imprescindível que o profissional saiba as características do solo no terreno onde o projeto irá ser executado, e deve-se se atentar a qualidade do solo logo nas primeiras camadas e da magnitude da estrutura, isso se faz necessário para conhecer as características de camadas ainda mais profundas (BRITTO, 1987).

Segundo Britto (1987), uma fundação bem projetada corresponde de 3% a 10% de seu custo total; porém se forem mal projetadas e executadas, podem atingir 5 a 10 vezes o custo da fundação mais adequada. Essa economia depende principalmente de um estudo completo do subsolo.

O autor Yopanan (2008), pode-se dizer que todos os solos são derivados das rochas e que ao longo do tempo, podem sofrer alterações físicas, químicas e mecânicas, onde provoca a sua deterioração, na qual se originam os grãos. Essa variação de dimensões dos grãos atribui às partículas dos solos, podendo com o tempo cada grão ter a sua característica. Os solos podem ser classificados, inicialmente em função dos diâmetros de cada partícula, tais como: Pedregulho, areia, silte e argila, conforme tabela 3.

**Tabela 3 – Classificação Dos Solos.**

Pedregulhos	De 2,0 mm (ou 4,8mm) a 15 cm
Areias	De 0,075mm a 2,0 mm ou (0,06mm a 4,8 mm)
Silte	De 0,002 mm (ou 0,005 mm) a 0,075 mm (ou 0,06mm)
Argila	Inferior a 0,002 mm ou (0,005 mm)

**Fonte:** Adaptado de Pini (1998, p. 52).

De acordo com Pini (1998), a argila é o tipo de solo que apresenta o menor diâmetro de grão, seu tamanho é inferior a 0,002 mm, podendo chegar a diâmetros pequenos, da ordem de 10 angstrom (0,000001). Silte: ela é muitas vezes confundida com a argila, porém o seu diâmetro, é acima de 0,002mm até 0,075mm. Areia: é a mais fácil de identificar, pois seus grãos são geralmente grandes, a partir de 0,075

mm até 2 mm; o pedregulho: também é muito fácil de ser reconhecido, visto que seu diâmetro é grande e apresentam vão de 2 mm até 15 cm.

A diferença da argila e da silte, está na plasticidade, se ela for plástica a ponto de o profissional pegar um punhado e moldar-se na mão com facilidade sem desagregar, pode-se concluir que esse material é argila. Outra característica entre ambas é que a argila pode ser queimada em forno, resultando em cerâmica sem a ocorrência de fissuras ou trincas, o que já não acontece com a silte que ao ser queimado, sofrerá fissuras (REBELLO,2008).

Para uma classificação precisa do solo, em termos do tamanho do grão, é feita em laboratório mediante a análise granulométrica, onde o solo é passado por peneiras de aberturas, podendo com isso determinar o diâmetro máximo da porção que passou pela peneira. Para porções muito finas devido à impossibilidade prática de obter peneiras com aberturas muito pequenas, usa-se o processo de sedimentação, baseado na lei de Stokes, na qual a velocidade de queda de partículas esféricas em um meio viscoso é proporcional ao quadrado do diâmetro da partícula (REBELLO,2008).

Os solos encontrados normalmente não se apresentam completamente puros; por exemplo: não é comum encontrar isoladamente argila, areia ou silte completamente puros e sim misturados. Dependendo da porcentagem em peso de cada tipo de solo encontrado na mistura, dá-se uma denominação especial (PINI, 1998).

O autor ainda salienta que para uma classificação precisa do solo, em termos do tamanho do grão, é feita em laboratório mediante a análise granulométrica, onde o solo é passado por peneiras de aberturas, podendo com isso determinar o diâmetro máximo da porção que passou pela peneira. Para porções muito finas devido à impossibilidade prática de obter peneiras com aberturas muito pequenas, usa-se o processo de sedimentação, baseado na lei de Stokes, na qual a velocidade de queda de partículas esféricas em um meio viscoso é proporcional ao quadrado do diâmetro da partícula.

Os solos encontrados normalmente não se apresentam completamente puros por exemplo: não é comum encontrar isoladamente argila, areia ou silte completamente puros e sim misturados. Dependendo da porcentagem em peso de cada tipo de solo encontrado na mistura, dá-se uma denominação especial. A tabela

4, mostra-nos como ocorre à distribuição dos tipos de solos e suas respectivas denominações, de acordo com (CRAIG, 2013).

**Tabela 4** – Porcentagem De Composições.

Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Denominação
80-100	0-20	0-10	Areia
0-20	80-100	0-20	Solte
0-50	0-50	50-100	Argila
50-80	0-50	0-20	Areia siltosa
40-80	0-40	20-30	Areia argilosa
0-40	40-70	0-20	Silte arenoso
0-30	40-80	20-30	Silte argiloso
30-70	0-40	30-50	Argila arenosa
0-30	20-70	30-50	Argila siltosa

**Fonte:** Yopanan, (2008).

Fora os dados da granulometria, deve se atentar aos índices dos solos. Pois os índices apresentam um papel importante na mecânica dos solos, em definição de certas propriedades da capacidade de suporte, permeabilidade e da estabilidade entre outros. De acordo com Braja (2013), as relações de volume comumente utilizadas para as três fases em um elemento de solo são, índice de vazios, porosidade e grau de saturação.

Craig (2013) diz que todos os solos são materiais permeáveis, ou seja, a água está livre para fluir através dos poros interligados existentes entre as partículas sólidas. E que a pressão da água nos poros (também chamada pressão neutra ou poropressão) é a medida em relação atmosférica, e o nível no qual a pressão é atmosférica (i.e. zero) é definido como superfície do lençol freático.

A existência de água no solo pode causar problemas construtivos, problemas de projeto, principalmente se são previstos subsolo na edificação. Os depósitos de água podem ocorrer de maneiras, sendo classificadas como lençóis livres ou artesianos, e a sua classificação depende da profundidade do nível de água. Essas condições permitem que elas apresentem em pressão (livre) ou sob pressão (artesiano). Um caso especial de aquífero livre, e que pode causar grandes surpresas se não for detectado pelas sondagens, é o aquífero suspenso; o lençol fica dentro de



uma camada impermeável do solo. Como este aquífero fica acima do lençol freático normal, a sua existência acaba passando despercebido pela sondagem, o que poderá provocar transtornos durante a execução da obra (REBELLO,2008).

Pini (1998) transmite a ideia de que a água ocupa a maior parte da totalidade dos vazios do solo. Submetida a diferenças de potenciais, a água se desloca no seu interior. O estudo da percolação da água nos solos é muito importante porque intervém num grande número de problemas práticos, que podem ser agrupados em três tipos.

No cálculo das vazões, como por exemplo, na estimativa da quantidade de água que se infiltra numa escavação. Na análise de recalques, porque frequentemente recalques estão relacionados com a diminuição dos vazios do solo e ocorre pela expulsão de água. Nos estudos de estabilidade, porque a tensão efetiva (que comanda o comportamento do solo) depende da pressão neutra da água que percola (PINI, 1998).

O solo é constituído de partículas. Parte das forças aplicadas ao solo é transmitida através da massa, de partícula a partícula. A água presente nos vazios do solo também se encontra sob pressão, mas de uma maneira distinta (PINI, 1998).

O autor Yopanan (2008) conclui que a existência de água no solo é um princípio favorável, em razão de diminuir a tensão aplicada no solo. De outro lado, sob pressão, a água pode ser expulsa para regiões de menor pressão ao solo, provocando vazios, e conseqüentemente recalque. A velocidade a qual se dá o recalque, depende da permeabilidade do solo. Em argilas onde se tem uma menor permeabilidade, o recalque pode levar muito tempo, isso pode explicar recalques que aparecem em edificações depois de muitos anos.

Pode-se considerar que ocorreu uma ruptura em um solo quando as partículas que formam a estrutura, sofrem um deslocamento permanente, alterando as suas posições relativas, de modo que provoca uma mudança expressiva na forma original do solo. A sua ruptura se dá pela perda de resistência do solo original, de fato que as partículas não se rompem, mas escorregam, ou seja, a sua ruptura na verdade ocorre normalmente por cisalhamento (REBELLO, 2008)

O conhecimento das características físicas do solo é muito importante e se dá através de investigações do solo, não só para a escolha do tipo de fundação e seu dimensionamento, como também para a determinação dos acidentes, tais como a

existência de água, de matacões e de vazios que possam influenciar o processo (YOPANAN, 2008).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É possível identificar que, a escolha do tipo de fundação, seja ela profunda ou rasa, obtendo uma escolha inadequada frente ao uso da edificação e o tipo de solo existente, acarretará em diversos problemas futuros, bem como gastos adicionais desnecessários, além de comprometer a vida útil de toda a estrutura.

Deste modo foram apresentados os tipos de fundações estaca, suas características, materiais e formas de execução, para indicar as causas comuns na escolha incorreta, da fundação da obra. Ao optar por um tipo de fundação se faz necessário conhecer todas suas vantagens e desvantagens para a edificação, como quais são os métodos ideais para cada tipo de estrutura, a fim de que se obtenha seu máximo desempenho. Com isso, pode-se reconhecer que os objetivos propostos para esta monografia foram alcançados.

Portanto este tema torna-se relevante elucidar as técnicas de execução, bem como reconhecer as principais características das fundações rasas e profundas. E como uma possível indicação para futuros trabalhos, torna-se relevante reconhecer quais os pontos mais relevantes para a escolha do tipo de estaca em uma edificação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 6502:1995** Rochas e Solos.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto: Procedimentos. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: **Solo Sondagem De simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036: **Programação De sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de Edifícios**. Rio de Janeiro. 1983.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122/2010** - Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 33 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 6502:1995** Rochas e Solos.
- ALONSO, Urbano Rodrigues. **Previsão e Controle das Fundações**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1998. 142 p.
- FABRÍCIO, M. M.; ROSSIGNOLO, J. A. **Fundações**. SAP0653 - Tecnologia das Construções II, Universidade de São Paulo, 2014.
- VELLOSO, D.A., LOPES F.R., **Fundações**, 2º Ed. COPPE – Rio de Janeiro, 1997.
- HACHICH, W. FALCONI, F.F, SAES, J.F, FROTA, R.G.Q, CARVALHO, C.S e NIYAMA, S. **Fundações – Teoria e Prática**, 2º Ed, Editora Pini, São Paulo, 1998.
- MELHADO, S. B. et al. **Fundações**. PCC-2435 - Tecnologia da Construção de Edifícios I, Universidade de São Paulo, 2002.
- RODRIGUES, Edmundo. **Estudo das fundações**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundo/Cap%EDtulo2%20Funda%E7%F5es.pdf>> Acesso em: 5 de set. 2020.