

ESTUDO DOS TIPOS DE FUNDAÇÕES: SAPATAS

José Maick Moreira Felipe¹

José Luiz de Araujo Junior²

Resumo: A presente pesquisa tem como visão o estudo de um tipo de fundação e as aplicações parciais em várias áreas da construção civil. As características implementadas em os tipos de sapatas mais casuais e utilizadas fazem ter uma noção dos tipos que são empregados e como são caracterizados cada tipo, pelo ponto de vista de alguns autores e por normas que regem este tipo de fundação e seus respectivos modelos. Autores com conhecimentos intelectuais altos, determinam com base de normas procedimentos de cuidados, execução e tipos de fundação a ser aplicadas na obra, proporcionando um vasto conhecimento do assunto empregado. O objetivo deste artigo é baseado para alto conhecimento em um tipo de fundação específica, a sapata que se ramifica em vários tipos e funcionalidades adequadas para obras. Bastos um Dr. e professor gera grandes ideias e conhecimentos para a utilização desse tipo de fundação, mostrando os pontos importantes para a aplicação da mesma. A fundamentação teórica busca as principais referências antigas e novas nos autores: Bastos (2016), Panciera (2014), Velloso e Lopes (2010), além da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Palavras-Chave: Fundações. Conhecimentos. Cuidados.

Introdução

Conhecida como subestrutura, a fundação é um elemento estrutural responsável por suportar e transferir tensões compatíveis ao maciço geotécnico que caracteriza a resistência e capacidade de carga do solo, possibilitando a aplicação de uma superestrutura no determinado local da construção, além de enfatizar o dimensionamento estrutural, a fundação transfere as forças prolongadas por cargas superiores até o terreno seja o meio de transferência bloco, sapatas, tubulões entre outros. (BASTOS, 2016).

Em ocasiões que necessite de uma fundação rasa, usa-se sapatas, já em outros casos como uma ponte, geralmente usa-se tubulões, isso ocorre pelas devidas funcionalidades e características que cada tipo de fundação acarreta, pela sondagem do terreno, acessibilidades e outras devidas condições, assim como a maior parte da engenharia civil, o dimensionamento e a execução é essencial, caso não seja calculado corretamente ou executado, trará certos problemas futuramente (PANCIERA, 2014).

A aplicação de um tipo de fundação em uma construção chega a ser notória, pois são elas que transferem as cargas superiores para o subsolo, e a determinação da aplicação de cada tipo fundação depende da obra.

1 Discente do 9º período de Engenharia Civil do Centro Universitário de Mineiros; maicksn1996@gmail.com

2 Docente do Centro Universitário de Mineiros; Engenheiro Civil; joseluizaraujo@fimes.edu.br

Justificativa

A justificativa da presente pesquisa se baseia nos estudos de um tipo de fundação aplicadas na construção civil, a modalidade que é acarretada para cada tipo de modelo demonstrando as características, estudos e aplicações de cada uma, além da importância de encontrar qual a melhor solução definida para prevenir problemas nas fundações após a execução ou até mesmo antes, no projeto. Com a execução do dimensionamento seguindo as normas elaboradas corretamente para a garantia de uma execução perfeita, a fundação demonstra uma estabilidade ótima para com o restante da construção, além da economia que proporciona, um fato sempre importante para toda área da engenharia civil.

Por ser o início da obra, é de essência muito grande que não exista erros, problemas na construção civil são apontadas de várias formas e dimensões, sejam elas graves ou não, podendo chegar até a ruína total da construção. Devido à preocupação não ser apenas no dimensionamento da fundação, é necessária uma análise cautelosa no momento da execução comparando o que está sendo feito com o projeto elaborado. Com o que foi dito, a pesquisa estabelece uma justificativa de preocupação com os erros que podem ocorrer em uma fundação.

Para a clareza do estudo apresentado, em determinação dos tipos de fundação e os cuidados de dimensionamento e execução que acarretam em todos os tipos, se terá uma visão de algumas importâncias implementadas em uma fundação.

Objetivos

Objetivo geral

Elaborar contextos que caracterizam o tipo de fundação, especificamente sapatas, e a funcionalidade estabelecida pelas normas brasileiras visando detalhar possíveis erros e causas que possam ocorrer em uma fundação.

Objetivos específicos

- Descrever as ramificações dos tipos de sapatas que são empregadas na engenharia civil.
- Apresentar os modelos e apontamentos sobre o tema.
- Apontar as características que tornam o tipo de fundação essencial.

Metodologia

Com relação ao tipo de fundação, sapata, a metodologia está baseada nas pesquisas de artigos científicos, normas brasileiras e livros já lançados que foram buscados e explorados para conhecimento sobre o tema. Autores como PANCIERA (2016), BASTOS (2014), que são autores de artigos recentes que enfatizaram fundações de tipos sapata, mas, aplicaram um bom entendimento sobre o assunto, foram alguns dos autores tomados por referências para o contexto desta pesquisa.

Análise e discussão de dados

2.1 Investigação Geotécnica

Na aplicação e execução de uma fundação, se estabelece primeiramente uma análise do terreno, chamado de geotécnica, com essa análise se tem base do tipo de solo que esta presente naquele lugar, dando início assim as pesquisas e definições de qual tipo de fundação que será empregada na obra, dando oportunidade então o início de cálculos, é estabelecido características como profundidade, ângulo de atrito, coesão entre outros nos quais são de muita importância para o cálculo da força que será recebida por uma fundação (PANCIERA, 2014).

O autor acima ainda relata sobre outras características que são de importância em toda a construção civil que são os coeficientes de segurança e relata.

[...] Conforme Velloso Lopes (2010), para a implantação de uma infraestrutura em um determinado local, é necessário que seja feito um reconhecimento preliminar através de sondagens. Sendo estas conduzidas até uma profundidade que contenha as camadas do subsolo que poderão ser influenciadas pelos carregamentos a que a fundação venha a ser submetida.

Com isso enfatiza mais sobre a necessidade de fazer um estudo aprofundado sobre o local específico e os tipos de equipamentos adequados e necessários para determinar o tipo de solo e fundação conseqüentemente.

2.1.1 Métodos de investigações geotécnicas

Existem alguns métodos conhecidos na área de engenharia civil no qual possibilita através de equipamentos a sondagem do terreno.

Algumas conhecidas como, sondagem a percussão com SPT, sondagens rotativas, sondagens mistas, poços, ensaios de cone (CPT), sondagens a trado e ensaios pressiométricos (PMT) são tipos de sondagens conhecidos no ramo da construção (PANCIERA, 2014. Apud VELLOSO E LOPES, 2010.).

Para isso a NBR 8036:1983 possibilita valores referente as características de uma sondagem como mostra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Número de furos de sondagem em relação à área construída (fonte: NBR 8036:1983)

Área Construída (Projeção em m ²)	Numero de furos (Número mínimo)
<200	2
200 a 400	3
400 a 600	3
600 a 800	4
800 a 1000	5
1000 a 1200	6
1200 a 1600	7
1600 a 2000	8
2000 a 2400	9
>2400	a critério

2.1.2 Sondagens a percussão com SPT

Este tipo de sondagem envolve ensaios feitos em laboratórios conforme a medida determinada pela NBR 6484: 2001 que promove os meios das especificações desta sondagem. Visando este princípio, este tipo de sondagem é aplicado em alguns processos na realização de um projeto, “amostragem para identificação dos horizontes de solo, previsão da tensão admissível de fundações diretas em solos granulares e correlações com outras propriedades geomecânicas dos solos” (DIEGO, 2009. apud, DANTAS NETO, 2008, p. 18.).

Existem regiões que com frequência usa esse tipo de sondagem principalmente na região nordeste, DIEGO, 2009 afirma as palavras de Cavalcante e Bezerra, 2005 que diz a respeito sobre o ensaio e as características geotécnicas mostrado que o ensaio adequado na maior arte do nordeste seja a sondagem SPT, sendo também existentes outros tipos como, PMT, CPT/CPT-U, DMT usados em todo o Brasil .

2.2 Tipos de fundações

Conforme Azeredo 1997, as fundações principalmente de um edifício são elementos estruturais essenciais para a transferência de carga superiores para o solo, sejam elas fundações superficiais ou profundas tem a mesma função com características diferentes.

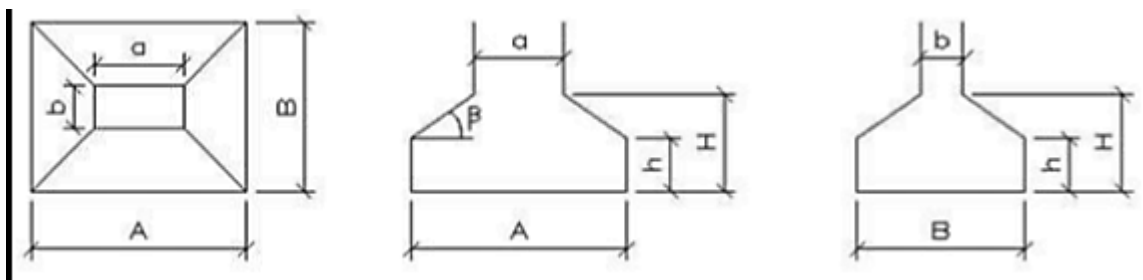
2.2.1 Fundações diretas ou rasas

As fundações superficiais, também conhecidas como diretas ou rasas geralmente estão situadas a uma altura entre um metro e meio a dois metros da superfície do solo essas

características fazem com que a fundação seja considerada pequena dando então o sentido de fundações rasas. (Moraes, 1997.).

Afirmado pela NBR 6122: 2010, temos a seguinte afirmação de uma fundação superficial. “*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.*” A estrutura que utilizam esses aspectos, geralmente são fundações do tipo sapatas pelas características de contato da base da sapata com o solo, o tipo de coesão, a altura, entre outros fatores. (BASTOS, 2016.).

A NBR citada acima, ainda relata sobre a profundidade mínima, por aspectos de segurança a profundidade não deverá ser menor que cento e cinquenta centímetros.



Sapata (fonte: Araújo, 2003)

2.2.2 Fundações Profundas

As fundações profundas caracterizam por ser no mínimo três metros de altura, essas fundações transmitem forças para sua área de base, e por suas laterais conhecida como fuste. Assim como as sapatas geralmente são fundações rasas, em fundações profundas temos o uso de tubulões, estacas, caixões. A NBR 6122 (item 3.7) caracteriza tanto sobre fundação rasa quanto fundação profunda uma definição, nesse caso o “*elemento de fundação que 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, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m.*” Demonstrando assim a forma que é dissipada a força em uma fundação profunda.

2.3 Tipos de sapatas

As sapatas geralmente se têm a mesma base de função, mas existem pequenas diferenças que diferem entre uma sapata isolada para uma sapata corrida, ou sapata associada, sapatas com vigas alavancadas, sapatas rígidas, sapatas flexíveis entre outras, mas alguns cuidados devem ser mantidos em todos.

A sapatas consideradas rasas buscam materiais mais firmes, uma areia compacta, ou mediamente compacta, até mesmo um solo argiloso para ter uma garantia de funcionalidade melhor, possivelmente pode existir situações em que a sapata esta submersa ou saturadas pela presença de água, esse problema é acarretado em cálculos, denominando soluções para tais tipos de problemas, existem outras maneiras de solucionar, que é fazendo o rebaixamento do lençol freático presente no determinado lugar, ou até mesmo através de drenagens. (PANCIERA, 2014. apud, VELLOSO E LOPES, 2010.).

É citado ainda que ao final de uma escavação para aplicação da sapata se deve estar seco, julgando estar coerente então é inserido um concreto magro ao final do solo com uma certa espessura de cinco centímetros, essa camada é denominada como lastro.

2.3.1 Sapatas isoladas

A referência da sapata isolada está interligada ao funcionamento dela, isso significa que quando temos apenas um pilar apoiado nesse tipo de fundação, é denominado como sapata isolada. Geralmente esse tipo de fundação são utilizados em construções de edifícios pois temos muitos pilares que são produzidos em formas retangulares, ou seja, a sapata também terá um formato retangular na maioria das vezes.

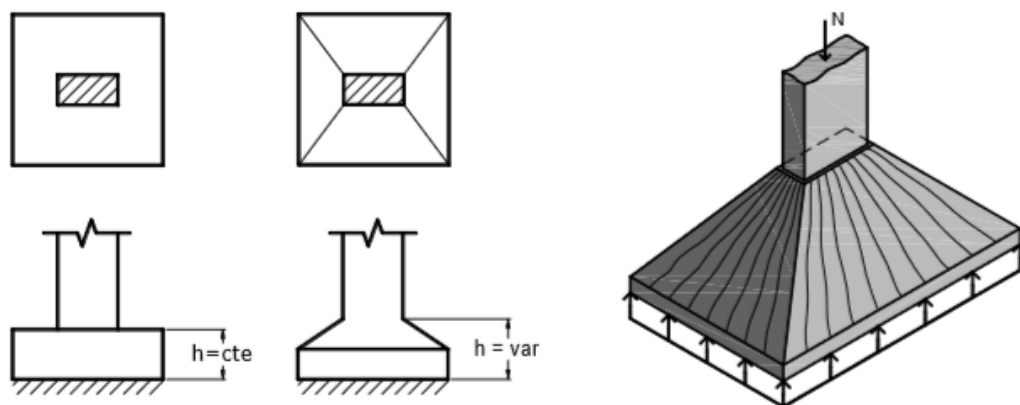


Figura 2.0 sapata isolada

EDUARDO E OLIVEIRA afirmam que a NBR 6122/96 (projeto e execução de fundações), caracteriza o tipo de sapata isolada, é um elemento estrutural de concreto armado diagnosticada como superficial de forma que a força aplicada nela não venha afetar de forma geral a sapata ou seja o concreto, mas sim levando em consideração a armadura nela empregada. Os modelos mais comuns são sapatas quadradas e retangulares, mas é possível ter a existência de sapatas em formatos circular e trapezoidal com suas devidas características empregadas através de cálculos seguindo as normas que regem esse tipo de fundação.

2.3.2 Sapatas corrida

As sapatas corridas têm como característica o tipo de uso, geralmente em situações onde a construção não se tem muita altura, como casas de baixo porte, muros, galpões piscinas, e etc. consegue vencer além do fato de sua rasa escavação, forças necessárias para suportar a estrutura superior.

Assim como em outros tipos de fundações, a NBR 6122 (3.6) tem sua definição específica para sapatas corrida, “*sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento.*”, Figura 2.1 e Figura 2.2.

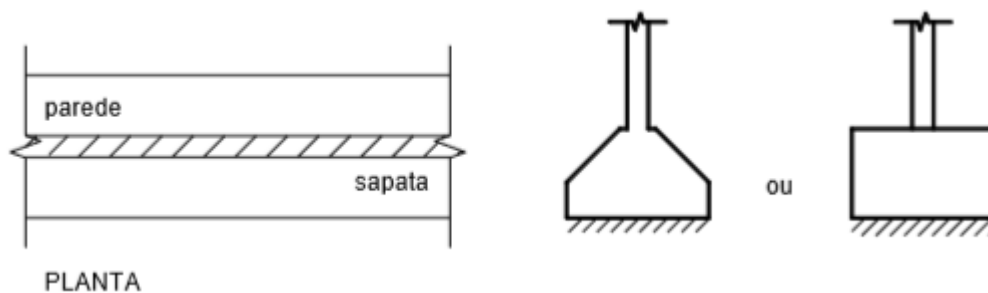


Figura 2.1 sapata corrida para apoio de parede

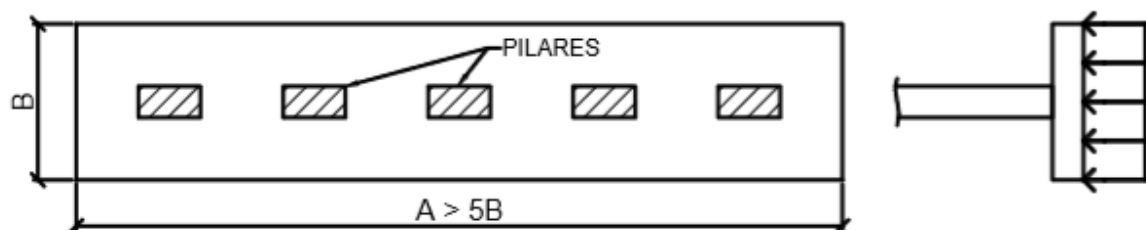


Figura 2.2 – Sapata corrida para apoio de pilares alinhados

A sapata corrida retangular tem uma característica muito importante, pois seu comprimento é cinco vezes maior que sua largura, um dos fatos que diferem uma sapata corrida para uma sapata isolada.

2.3.3 Sapatas associada

Conforme BASTOS 2016, as sapatas associadas também conhecida como sapatas combinadas ou conjuntas, são usadas em situações onde a proximidade entre dois ou mais pilares são grandes, nesse caso busca-se então uma fundação de sapata associada que tem a finalidade de dar suporte para a dissipação de cargas para o subsolo, para “*mais de um pilar*” ao mesmo tempo definido também pela NBR 6122 (3.5).

2.3.4 Sapatas com vigas alavancadas ou de equilíbrio

Segundo BASTOS 2016, a sua aplicação em uma sapata com vigas alavancadas ou de equilíbrio é determinado da seguinte forma.

[...] é de aplicação comum no caso de pilar posicionado na divisa de terreno, onde ocorre uma excentricidade entre o ponto de aplicação de carga do pilar e o centro geométrico da sapata. O momento fletor resultante da excentricidade é equilibrado e resistido pela viga alavanca, que na outra extremidade é geralmente vinculada a um pilar interno da edificação, ou no caso de ausência deste, vinculada a um elemento que fixe a extremidade da viga no solo. (BASTOS, 2010).

Além do seu ponto de vista aplicado sobre este tipo de fundação, baseado em fontes de sua pesquisa determinado como confiáveis, a NBR 6122 (3.3.6) dá uma base para o que foi relatado, “*elemento estrutural que recebe as cargas de um ou dois pilares (ou pontos de carga) e é dimensionado de modo a transmiti-las centradas às fundações. Da utilização de viga de equilíbrio resultam cargas nas fundações diferentes das cargas dos pilares nelas atuantes.*” Concretizando assim as suas palavras.

2.3.5 Sapatas rígidas e flexíveis

Os tipos de sapatas rígidas e flexíveis estão relacionados a uma importância maior aos cálculos disponíveis que define esses dois tipos de fundação onde mostra a tabela a seguir.

Sapata rígida	$0,5 \leq \tan \beta \leq 1,5 \rightarrow 26,6^\circ \leq \beta \leq 56,3^\circ$
Sapata flexível	$\tan \beta < 0,5 \rightarrow \beta < 26,6^\circ$

Valores referentes a altura da sapata β que pode ser considerado como “h/c” a dimensão da sapata envolvida e a altura da seção da mesma, denominada por “c”.

2.4 Cuidados na elaboração de projetos

Conforme EDUARDO E OLIVEIRA, uma das primeiras especificações de cuidados que se deve ter, inicia-se na sondagem sendo de muita importância para não haver erros na execução. Após o estudo o solo, é escolhido então qual tipo de sapata será determinado para aquela fundação, a execução por sua vez deve está baseado no projeto que foi elaborado pois é de muita importância seguir as normas.

2.4.1 Falhas que ocorrem na fundação

Não se tem apenas execuções bem-sucedidas em fundações, problemas pelo mal-uso do projeto fazem com que se tenha grandes erros, causando gastos excessivos além de atrasos na obra. A imagem a seguir define um tipo de falhas que ocorre em construções.



Imagem de falhas na fundação. Fonte: fundaçõessuperficiais

2.4.2 Execução bem sucedida.

Geralmente a engenharia civil luta para que ocorra tudo conforme o planejado, para que não haja erros e problemas futuramente, muitas das vezes por seguir o projeto se tem ótimas fundações como mostra as imagens a seguir.



Imagem de sapata isolada. Fonte: fundaçõessuperficiais



Imagem de fundação bem-sucedida. Fonte: fundaçõessuperficiais

Considerações finais

Esperamos ao termino da presente pesquisa demonstrar as principais características no qual o tipo de fundação de sapata e suas ramificações proporcionam o tipo correto em que se deve usar. Almejando que essa pesquisa sirva de ferramenta para conhecimento e surgimento de duvidas aos discentes de engenharia civil e leitores em geral, dando ênfase aos conhecimentos que se tem de autores que se aprofundam neste tema, e o que as NBR tem a apresentar sobre alguns tipos de fundações. Pois através do conhecimento sobre a fundação que inicia um bom planejamento e execução.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6112 – **Projeto de Execução de Fundações: Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. p. 29-47.

BASTOS, P. S. S. Estudo de sapatas de fundações. In: _____. **Estrutura de concreto III**. Bauru São Paulo: UNESP, 2016.

E.MAUUEL, ROGÉRIO.O.S, M.HERMERSON P.S, RUIZ.S. Estudo de fundações . In: _____. **Fundações superficiais**. Campos Guarujá, UNAERP.

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

PANCIERA, G. Estudo de estacas cavadas. In: _____. **Estudo de pré-viabilidade na especificação de fundação do tipo de estaca escavada ou sapata isolada em edificações multifamiliar**. Santa Maria: UFSM, 201

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações Superficiais, fundações profundas**. São Paulo: Oficina De Textos, 2010.