

Fundações.

***Michel Rodrigo Santana de Barros¹ (IC), Rayane Tayná da Costa Torres² (IC).**

Licenciatura Plena em Matemática, Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Formosa.

*michel84759901@gmail.com

Av. Universitária, S/N – Setor Nordeste, Formosa-GO, CEP:73807-250

Este trabalho visa apresentar as diversas variantes que cercam o dimensionamento das fundações de edificações, sempre relacionando o tipo da fundação utilizada com o solo que está sendo feita a fundação, pois um pequeno erro, além de comprometer toda a obra, pode acarretar em acidentes, muitas vezes fatais. A questão norteadora busca abordar inicialmente toda teoria de mecânica dos solos, para que possamos melhor entender essas variáveis e em seguida poder dimensioná-las no programa computacional de elementos finitos, chamado PLAXIS. O aporte teórico desse estudo teve embasamento em autores como Azeredo (1997), Brito (1987), Prof. M. Marangon (2013) dentre outros. Assim buscamos compreender melhor como é feita a dinâmica para a escolha de locais apropriados para a construção de diversos empreendimentos, tendo como a base o tipo de solo do local, considerado como peça fundamental, para a implementação dessa escolha, pois é devido a esta escolha, que se dirá se obra terá sucesso ou não.

Palavras-chave: Dimensionamento. Mecânica dos solos. Plaxis. Obras.

Introdução

Em sua interpretação no dicionário, a palavra fundação significa ato ou efeito de fundar, de instituir, de se construir uma base a qual se constrói um edifício; alicerce. Quando abordamos na engenharia civil fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia (AZEREDO, 1997).

Existem vários tipos de fundações, e cada tipo é utilizada para uma determinada situação específica, podendo variar por conta de diversos fatores, onde temos como fator primordial o solo.

Quando se constrói um edifício, o engenheiro responsável pela fundação tem imensa responsabilidade, e precisa ter a noção de analisar as variantes de sua construção, estudar a fundo o terreno que será utilizado para a construção é, sem dúvida, o primeiro passo para o sucesso do empreendimento, porém o engenheiro também deve estar atento quanto ao custo da fundação, que sempre deverá ser o

menor possível, sem comprometer a segurança da sua obra e das obras adjacentes. Pois se houver algum engano quanto ao tipo de fundação utilizada, resultará em algum tipo de acidente, podendo acontecer com a construção que está sendo realizada ou com algum prédio ou construção vizinha.

Material e Métodos

MECÂNICA DOS SOLOS

Solos são materiais resultantes do intemperismo ou meteorização das rochas, seja por deterioração mecânica através de agentes como a água, temperatura, vegetação ou vento, que formam pedregulhos e areias (solos de partículas grossas), siltes (partículas intermediárias) e argilas (partículas finas), ou por decomposição química, quando há modificação química ou mineralógica das rochas de origem (CAPUTO, 1980).

A palavra solo significa tão somente a superfície do chão, sendo o significado original da palavra herdada do latim “*solum*”. Sob o olhar da engenharia civil, solo é todo o material da crosta terrestre que não oferece resistência intransponível à escavação mecânica. Os solos servem de suporte, são arrimo e coberturas, deformam-se e resistem a esforços nos aterros e taludes, influenciando as obras segundo suas propriedades e comportamentos.

Todas as obras de Engenharia Civil se assentam sobre o terreno e inevitavelmente requerem que o comportamento do solo seja devidamente considerado, por isso a enorme importância de se estudar a mecanização dos solos, pois é o solo que recebe os esforços transmitidos pelas estruturas (elementos de fundações, estruturas de contenção, ancoragens e pavimentos).

O ano de 1925, data em que o Prof. Karl Terzaghi publicou o seu famoso livro *Erdbaumechnik*, constitui um marco decisivo na nova orientação a ser seguida no estudo do comportamento dos solos. Nesta data surgia a mecânica dos solos, que é definida como:

Aplicação das leis da mecânica e da hidráulica aos problemas de engenharia relacionados com os sedimentos e outros depósitos não consolidados de partículas sólidas produzidas pela desintegração mecânica ou química das rochas, prescindindo do fato de conterem ou não elementos constituídos por substâncias orgânicas (CAPUTO, 1980, p.20).

A mecânica dos solos substitui métodos utilizados no passado, por métodos científicos, para que se tenha melhor segurança quanto ao uso do mesmo. Investiga-se o tipo de grãos relacionado com o comportamento do solo quando sujeito a ações externas do cotidiano, pode-se dizer então que a mecanização dos solos está relacionada e depende de todas as ciências básicas da engenharia civil, e ligam-se diretamente com a reologia e a resistência de matérias.

Os solos são formados de algumas maneiras diferentes, o intemperismo é processo de desagregação ou alteração das rochas, pode ser um fenômeno físico ou químico. O intemperismo físico é quando o solo é formado por quebra dos blocos e partículas pelos agentes da natureza, produzindo partículas cada vez menores. Agentes da natureza são água, temperatura (contração, expansão e congelamento), vegetação, vento e animais.

Intemperismo químico (alteração) é o efeito do conjunto de reações e fenômenos químicos que provocam mudanças na composição química e mineralógica de uma rocha. Ocorrem reações químicas como oxidação, hidratação, carbonatação, hidrólise e dissolução.

TIPOS DE FUNDAÇÕES

Fundações são estruturas que possuem a função de transmitir as cargas da estrutura para o solo, onde será construído o empreendimento, como já definido anteriormente. Dessa forma uma fundação deve possuir resistência suficiente para assegurar às tensões a elas submetidas e rigidez apropriada para que não venha sofrer danos como rupturas ou danos irreversíveis com o passar do tempo.

Vários aspectos devem ser levados em consideração a escolha da fundação que venha a ser utilizada, como por exemplo, as características do solo, topografia da área, dados da estrutura que será construída, estruturas vizinhas, aspectos econômicos, dentre outros. Fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total do edifício; porém, se forem mal concebidas, podem atingir 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso (BRITO, 1987).

De acordo com AZEREDO (1997), as fundações podem ser classificadas em dois grandes grupos: fundações diretas ou rasas e indiretas ou profundas. As fundações diretas ou rasas são definidas como

Aquelas em que a carga da estrutura é transmitida ao solo de suporte diretamente pela fundação. O dimensionamento da área necessária para o elemento da fundação deve satisfazer as condições essenciais a seguir. 1) O centro de gravidade da fundação deve coincidir com o centro de gravidade do elemento transmissor de carga. 2) Tendo P a carga a transmitir e p a pressão admissível do terreno, a área necessária será dada por $5 = P/p$. 3) Solução mais econômica (AZEREDO, 1997 P 39).

Sapata corrida ou continua, sapata isolada e *radier* são exemplos de fundações diretas ou rasas. Essas fundações não devem ultrapassar um metro de profundidade, pois se isso acontecer torna-se antieconômico.

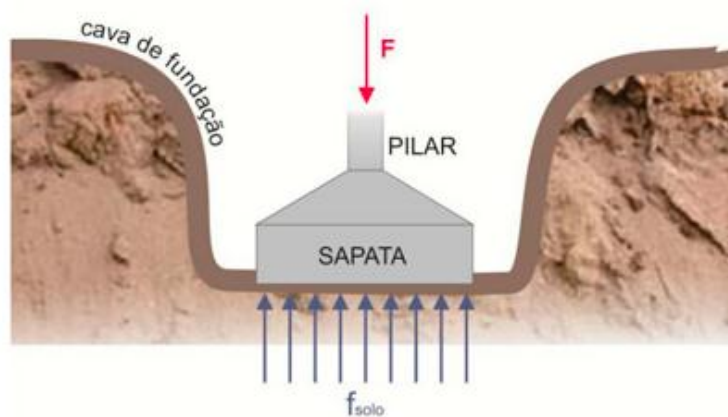


Figura 1 – Representação de uma fundação rasa do tipo, sapata. (<https://www.google.com.br/search?tbm=isch&sa=x&ved=0ahukewia2kkf74rtahxe5akhea4cnaqhyyihg&biw=1280&bih=871&dpr=1#imgsrc=2pf7hd-5afx2xm>).

As fundações indiretas ou profundas são definidas como

Fundações que têm o comprimento preponderante sobre a seção, são as estacas e os tubulões. Para a cravação das estacas o processo mais usual é o emprego dos bate-estacas, as quais podem ser divididos, de acordo com o martelo usado, nos seguintes grupos: bate-estacas de gravidade, de simples efeito e de duplo efeito (AZEREDO, 1997 P 45).



Figura 2 – Representação de operários fazendo enchimento de concreto na fundação profunda. (https://www.google.com.br/search?q=fundações+rasas+e+profundas&source=lnms&tbm=isch&sa=x&ved=0ahukewif747i34rtahugpakhuzejboeq_auiiccgb#tbm=isc&q=fundações+profundas&*imgsrc=q9fehbpabzkdfm)

DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES.

Para dimensionar uma fundação, ou seja, saber seu tamanho ideal, devemos conhecer bem as características do solo onde será construída. É de suma importância conhecer a capacidade de carga do solo, peso específico do solo, ângulo de atrito e a coesão do solo.

O problema da determinação da capacidade de carga do solo, sem dúvida, é um dos mais emblemáticos para o engenheiro que atua na área de construção civil, particularmente para o desenvolvimento de projeto de fundações, pois como já vimos existem vários tipos de fundações que podem ser escolhidas para a obra e para que esta escolha seja assertiva deve-se dar muita importância para este fator.

Quando se coloca uma carga máxima, chamamos de capacidade de carga de ruptura, neste caso a fundação provoca a ruptura do terreno e se desloca sensivelmente (ruptura frágil ou “generalizada”), ou se desloca excessivamente (ruptura plástica ou “localizada”), o que pode provocar a ruína da superestrutura.

Podemos então trabalhar com a capacidade de carga de segurança à ruptura, que ocorre quando a maior carga (transmitida pela fundação) a que o terreno resiste, com segurança, à ruptura, independentemente das deformações que possam ocorrer.

$$1 - Q_{seg} = \frac{Q_r}{FS}$$

(1)

Onde:

Q_{seg} é a carga de segurança;

Q_r é a carga ruptura;

FS é o fator de segurança a ruptura.

Temos ainda a opção de trabalhar com a capacidade de carga admissível (Q_{adm}), quando a fundação transmite a maior carga que o terreno admite, em qualquer caso, com adequada segurança à ruptura e sofrendo deformações compatíveis com a sensibilidade da estrutura aos deslocamentos da fundação.

PLAXIS

Neste trabalho vamos utilizar o programa computacional Plaxis 2D, para simular uma fundação em duas dimensões e o Plaxis 3D, para projetar uma fundação em três dimensões.

O **Plaxis 2D** é um programa que trabalha com aplicações de técnicas referentes a pesquisas geológicas, sua interface é bastante amigável, mostrando uma geometria flexível e capaz de atuar com outros programas. Além de ser um programa de simulação realista, onde pode-se simular várias etapas de uma construção. O programa oferece um pacote de elementos finitos destinados para análises dimensionais de deformação e estabilidade na engenharia geotécnica. Ele é equipado com recursos para lidar com vários aspectos de estruturas geotécnicas e processos de construção utilizando procedimentos computacionais robustos.

Entre as aplicações Plaxis típicas estão: análise dos deslocamentos do nível da rua durante a construção de túnel, análise de consolidação de taludes, deslocamentos do solo em torno de um poço de escavação, estabilidade da barragem durante diferentes níveis de água, e muito mais.

O modo das construções atualmente é definido por várias etapas, e isso permite que o programa ofereça uma geometria facilmente definida no solo, assim cada um dos modelos sólidos independentes podem ser interceptado e automaticamente engrenado.

Resultados e Discussão

Espero com este trabalho compreender os problemas que cercam as construções das fundações, tentando relacionar sempre com as características do solo que as mesmas serão construídas, executando simulações de construções de fundações, utilizando programas computacionais, além de fazer uma análise referenciando o valor que se gasta para construir uma fundação sem abrir mão da segurança.

Vale ressaltar que todo cuidado é pouco quando tratamos de construções de fundações, por isso a enorme importância de analisar a fundo cada detalhe que cerca qualquer construção, seja de pequeno, médio ou de grande porte. Diversos acidentes já ocorreram na história, e devem ser usados como lições aprendidas para

os atuais engenheiros, ficarem sempre alerta aos mínimos detalhes, pois eles podem causar transtornos muitas vezes irreversíveis, além do prejuízo financeiro.

O engenheiro ao fazer seu trabalho carrega grande responsabilidade de zelar tanto pela vida quanto pelo empreendimento. Mesmo sendo repetitivo pronunciar isso, não faltam exemplos de empreendimentos que vieram apresentar problemas por conta das fundações.

Em 4 de fevereiro de 1971, ocorreu o desastre da Gameleira, considerado o maior desastre da construção civil no Brasil. Que mesmo depois de 4 décadas ainda é causa de discussão quanto aos motivos que ocasionaram o acidente, porém existe forte indício que tenha sido causado por falhas nas fundações. O acidente ocorreu quando funcionários descansavam no intervalo do almoço e mesmo assim ocasionou a morte de 61 operários e 50 ficaram feridos.

Em 31 de agosto de 1991, na cidade de Volta Redonda-RJ, desabou um prédio de quatro pavimentos ainda em construção, causando a morte de 8 pessoas e deixando 24 feridos. A perícia apontou diversas causas como fatores principais para ocorrer o acidente, dentre elas estava a falta de análise de solo para o assentamento da fundação.

Considerações Finais

Nas mais diversas obras realizadas no Brasil por empresas de pequeno, médio e grande porte, sempre deve haver o estudo do solo. Com a finalidade de saber o tipo de fundação que deverá ser utilizada. Além de que, muitas vezes, é de suma importância à preparação do solo para receber a fundação, devido ao fato ocorrido muitas vezes, que escolhesse o local a ser construído primeiro, antes de saber as condições do terreno.

Agradecimentos

Agradeço imensamente a UEG (universidade estadual de Goiás), por abrir portas aos seus alunos através de programas como a Iniciação Científica.

E agradeço também ao meu orientador Dr. Ircílio Chissolucombe, pela oportunidade que a mim concedeu de participar desse trabalho referente a esse projeto de pesquisa e por sempre ajudar nas dificuldades que surgem.

Referências

AZEREDO, H. A. de (1997). **O edifício até sua cobertura**, Ed Edgard Blucher LTDA, 2ª Ed.

BRITO, J. L. W. De. (1987). **Fundações do Edifício**. São Paulo, EPUSP.

Elementos sobre o solo, Capítulo 10, disponível em: <http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/Geologia-Cap10a.pdf>, data de acesso: 19 de março de 2017.

Plaxis disponível em: <<http://www.software.com.br/p/plaxis-2d> - 22/03> data de acesso: 20 de março de 2017.

Prof. M. Marangon (2013). **Capacidade de carga dos solos**, Unidade 7, disponível em: <<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/09-MS-Unidade-07-Capacidade-de-Carga-2013.pdf> > data de acesso: 20 de março de 2017.

ZH notícias, disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/noticia/2011/09/pericia-aponta-problemas-na-fundacao-de-predio-que-desabou-em-erechim-3507225.html>, data de acesso: 18 de março de 2017.