

AMOSTRA

FUNDAÇÕES

NA PRÁTICA

POR VINICIUS LORENZI



SUMÁRIO

PARTE 1-CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA FUNDAÇÕES 13

- 1. PARTINDO DO PRINCÍPIO14**
 - 1.1 A importância das fundações no dia a dia14
 - 1.2 Importância da norma.....16
 - 1.3 O que não fazer na Engenharia?20
- 2. ENGENHARIA GEOTÉCNICA 22**
- 3. INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA 27**
 - 3.1 Situação prática34
- 4. ENSAIOS DE CAMPO36**
 - 4.1 Standart Penetration Test (SPT)39
 - 4.2 Quanto custa uma sondagem SPT?.....49
 - 4.3 Problemas na execução das sondagens.....51
 - 4.4 CPT/CPTU.....54
 - 4.5 Sondagem Rotativa58
 - 4.6 Ensaio de placa63
 - 4.7 Imprevistos de sondagens68
 - 4.8 Leitura e interpretação de um laudo de sondagem SPT 73

PARTE 2 - EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES 91

- 5. INTRODUÇÃO À EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES..... 92**
 - 5.1 Observações práticas para boa execução de fundações93
 - 5.2 Medidas para mitigar falhas na execução93
- 6. EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS NA PRÁTICA .. 95**
 - 6.1 Fundações superficiais.....95
 - 6.2 Sapatas95

6.3 Bloco.....	106
6.4 Radier.....	106
6.5 Imprevistos durante a execução de fundações rasas.....	116
7. EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS.....	121
7.1 Estaca escavada	123
7.2 Estacas escavadas com alargamento de fuste	139
7.3 Estaca hélice contínua monitorada	142
7.4 Estaca hélice monitorada com trado segmentado	164
7.5 Estaca hélice de deslocamento (estaca ômega)	166
7.6 Estaca raiz	170
7.7 Estaca raiz inclinada.....	179
7.8 Estacas metálicas, de madeira e pré-moldadas em concreto	186
7.9 Estacas Strauss	203
7.10 Estacas mega	216
7.11 Estacas Franki.....	224
7.12 Estacão e estaca barrete	233
7.13 Tubulão a céu aberto	244
7.14 Estacas helicoidais Por Incotep - Sistemas de Ancoragem ...	257

PARTE 3 - DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES..... 267

8. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS	268
8.1 Tensões admissíveis das sapatas	268
8.2 Métodos Teóricos	270
8.3 Métodos Empíricos.....	277
8.4 Métodos Semiempíricos	280
8.5 Dimensionamento estrutural da sapata	282
8.6 Verificação à punção	298
8.7 Bloco de fundação superficial.....	303
9. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES PROFUNDAS.....	306
9.1 Resistência de ponta	307
9.2 Resistência lateral	307
9.3 Método Aoki-Velloso	309

9.4 Método Décourt-Quaresma.....	311
9.5 Dimensionamento estrutural	315

10. CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES – CARGA DE CATÁLOGO	325
10.1 Estacas Metálicas de Aço	326
10.2 Estacas tubulares.....	326
10.3 Estaca raiz.....	330
10.4 Estaca hélice contínua.....	333
10.5 Estaca Strauss	333
10.6 Estaca Franki	334
10.7 Estacas Escavadas.....	335

PARTE 4 - FUNDAÇÕES NA PRÁTICA 339

11. O QUE FAZ UM PROJETISTA?	340
11.1 Como projetar bem uma fundação?	344
11.2 Experiência prévia em campo	344
11.3 Domínio teórico e raciocínio técnico	346
11.4 Fatores limitantes de uma fundação.....	347
11.5 Checklist de projeto.....	349
11.6 Modelo de Projeto.....	356
11.7 Modelo de proposta.....	360
12. QUALIDADE EM FUNDAÇÕES	362
12.1 Como eu uso o Fator de Segurança?	365
12.2 Prova de carga estática	370
12.3 Sistema de prova de carga	373
13. INFORMAÇÕES ADICIONAIS	375
13.1 Considerações gerais sobre fundações em divisas.....	375
13.2 Escavações provisórias em obra	377
13.3 Equipamento de fundações: qual comprar?	378
13.4 Aprenda a vender Engenharia!	379
13.5 Precificação de serviços de Engenharia	381

PARTE 1

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

NECESSÁRIOS PARA

FUNDAÇÕES



1. PARTINDO DO PRINCÍPIO

Objetivos do capítulo

Neste capítulo, entenderemos a importância do uso das normas técnicas e das boas práticas de engenharia no cotidiano das obras de fundações. Este capítulo também visa orientar quanto à importância de o engenheiro seguir as normas técnicas; destacar práticas desaconselháveis na profissão; e demonstrar a importância do conhecimento sobre fundações no cotidiano.

1.1 A importância das fundações no dia a dia

Já parou para pensar quais são as razões para o engenheiro aprender fundações? Vamos analisar alguns pontos importantes para compreender isso.

A primeira razão é básica: toda obra precisa de uma fundação!

Não importa se a obra é de pequeno, médio ou grande porte, ela precisará de uma fundação que suporte as cargas da estrutura.

A segunda razão tem relação com os constantes erros em projeto e execução na etapa de fundações na engenharia. Geralmente, ela é a última etapa a ser projetada e a primeira a ser materializada na obra.

Precisamos ser práticos: é fundamental identificar a raiz dessas falhas, observar se são mais frequentes na etapa de projeto ou no processo executivo de uma fundação e buscar mitigá-las. Na etapa de projeto, ajustes são normais e precisam acontecer antes de ir para a obra. Nessa etapa, o custo do retrabalho é baixo, mas quando o projeto é liberado para execução, os erros podem custar caro.

Os problemas podem surgir desde a fase inicial, com um planejamento ineficiente, uma abordagem de projeto equivocada ou a definição de premissas incorretas.

Você sabe qual é o impacto que o erro em uma fundação gera em uma obra?

A correção de erros causados por uma falha de fundações é algo complexo – totalmente complexo! Corrigir uma manifestação patológica gerada a partir de uma falha de fundações leva a grandes transtornos na obra para sua correção.

Os problemas de fundações geralmente não são aparentes, logo, são difíceis de se identificar desde o início. Por isso, quando identificados, geralmente envolvem grande complexidade para sua correção.

Na prática, o reforço de uma fundação pode resultar em quebra de piso, escavações, custos adicionais, gasto de tempo e incômodos na obra pronta. Os erros mais comuns em cada uma das etapas precisam ser identificados para que, em obras seguintes, não sejam repetidos. E não importa se ocorrem no projeto ou na execução; no final das contas, são erros que impactam a obra de forma global.

Dois erros muito comuns que ocorrem são:

- 1.** não levar em conta o estudo do solo apropriado (o que ajudaria o engenheiro a tomar decisões mais assertivas e seguras no projeto);
- 2.** contratar material com qualidade ruim para a execução (por exemplo, concreto com Fck inadequado para as fundações).

Outro motivo para aprender bem o assunto de fundação é o custo. Um bom projeto e uma boa execução podem gerar economia na obra quanto a tempo, pessoal, materiais e insumos (concreto, aço, escavação).

Uma variável muito importante, que por vezes é ignorada, é o tempo de obra. Observe: um mês a mais de obra significa um custo muito elevado, pois demanda mais horas de mão de obra, mais horas de equipamentos alugados e pode significar atraso na entrega. Cada tipo de fundação possui um processo executivo específico, que pode demandar mais tempo e insumos. Para evitar desperdícios, isso precisa ser analisado coerentemente.

No mercado atual, com elevados custos de insumos, de equipamentos e de mão de obra, temos margens de lucros cada vez menores. Pode parecer simples equacionar essa conta, afinal, se eu quero aumentar a minha margem de lucro, basta eu aumentar meu preço de venda, certo? Talvez não seja bem assim, pois o preço final tem sido a variável decisiva na compra de um produto ou uma contratação de serviço. Por isso, a redução de custos é tão importante.

Dentro ou fora do canteiro de obras, o engenheiro enquanto empresário, consultor, executor de obra, orçamentista, planejador ou investidor deve ter essa ciência. Na prática, a redução inteligente de custos representa aumento significativo da margem de lucros.

Então, por que aprender fundações? Porque esse conhecimento permite tomadas de decisões conscientes e bem-feitas. Essas escolhas podem reduzir custos globais, aumentar a margem de lucros da obra, agregar valor e confiança ao engenheiro (projetista e executor) e, ainda, promover mais segurança estrutural e durabilidade ao sistema projetado.

É preciso desmistificar a ideia pré-concebida de que fundações podem ser feitas de qualquer jeito sem que haja impacto para a obra. Há, ainda, outra visão que configura a área de fundações como perigosa e complexa demais para se trabalhar, um verdadeiro “monstro mitológico da Engenharia”.

4.6 Ensaio de placa

O ensaio de placa, conforme a norma de fundações, “é uma prova de carga direta sobre o terreno, com o objetivo de caracterizar a deformabilidade e resistência do solo sob carregamento de fundações rasas”. Esse ensaio é normatizado pela ABNT NBR 6489:2019 – *Solo: Prova de carga estática em fundação direta*.

O ensaio demonstra a capacidade de carga que aquele solo onde estou ensaiando *in loco*, possui. Ou seja, a capacidade de suporte da cota específica.

Ele é feito a partir da aplicação de uma carga sobre uma placa rígida, de aço ou concreto, que está apoiada sobre o solo. Para realizar o ensaio, podemos usar uma cargueira ou tirantes, isto é, um sistema de reação (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Ensaio de placa.

Para o desenvolvimento do ensaio, os materiais exigidos pela norma são:

- ▶ placa metálica;
- ▶ bomba hidráulica;
- ▶ macaco hidráulico;
- ▶ conjunto de reação, que aqui pode ser dividido em:
 - » cargueira (na prática, é utilizado um caminhão ou equipamento com carga elevada, como uma escavadeira hidráulica como reação para a placa);
 - » tirantes no solo.

- ▶ deflectômetro/relógio comparador (utilizado para a leitura dos deslocamentos da placa).

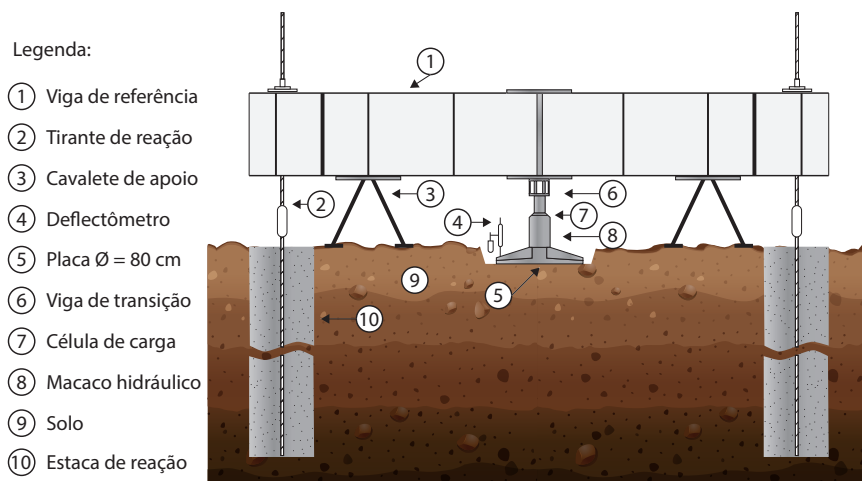
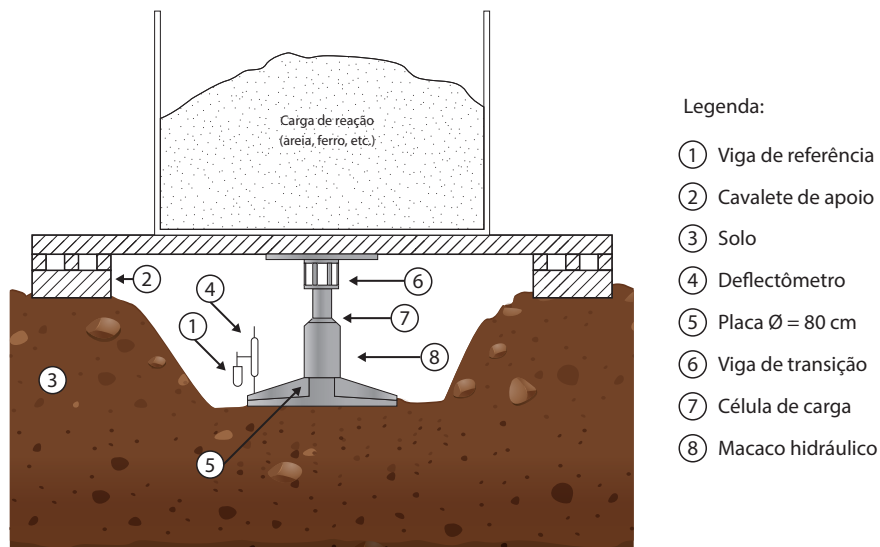


Figura 4.10 – Ensaio de placa.

Veja: a placa ensaia o solo. Damos cargas no macaco; jogamos carga na bomba, de 5, 10, 15 toneladas; e lemos a deformação da placa. Sequencialmente, construímos um gráfico carga $\times$ deformação para analisar a capacidade de suporte do solo no elemento onde apoia a fundação.

No caso dos tirantes, devem ser executados no solo e apoiar uma viga de reação para que então haja uma reação no macaco e se possa executar o ensaio.



6. EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS NA PRÁTICA

Objetivos do capítulo

Neste capítulo, abordaremos as fundações rasas ou superficiais e sua execução. Por mais simples que pareça essa tipologia, existem detalhes fundamentais que precisam ser observados.

6.1 Fundações superficiais

De acordo com a ABNT NBR 6122:2019, fundação rasa consiste em:

(...) elemento de fundação cuja base está assentada em profundidade inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação, recebendo aí as tensões distribuídas que equilibram a carga aplicada; para esta definição adota-se a menor profundidade, caso esta não seja constante em todo o perímetro da fundação.

Existe uma quantidade menor de tipos de fundações rasas ou superficiais em relação às profundas. São eles: sapata, bloco e radie. Discutiremos, a seguir, sobre cada um deles.

6.2 Sapatas

“Sapatas são estruturas de volume usadas para transmitir ao terreno as cargas de fundação, no caso de fundação direta” (ABNT NBR 6118:2014).

Tipo mais utilizado, a sapata, na prática, é um elemento de fundação em concreto armado que transmite as cargas ao terreno exclusivamente pela sua base (Figura 6.1).



Figura 6.1 – *Sapata de fundação.*

Existem basicamente três tipos de sapatas:

Sapatas isoladas: são aquelas em que um único pilar descarrega em apenas uma única sapata. A carga total vinda do pilar descarrega sobre a sapata em questão. Geralmente, uma carga axial pontual está envolvida. A sapata pode ter diversos formatos, entre eles, retangular, piramidal, circular, que seguem a geometria do pilar.

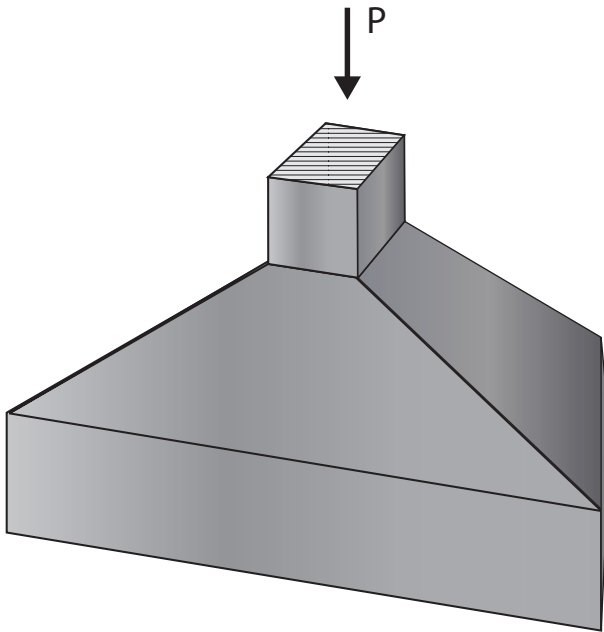


Figura 6.2 – Sapata isolada.

Sapatas corridas: temos uma carga distribuída sobre essa sapata. Por exemplo: edificações com blocos de concreto e distribuição da carga ao longo das paredes. Observe: a fundação sempre corresponde à estrutura; a fundação é responsiva ao projeto estrutural.

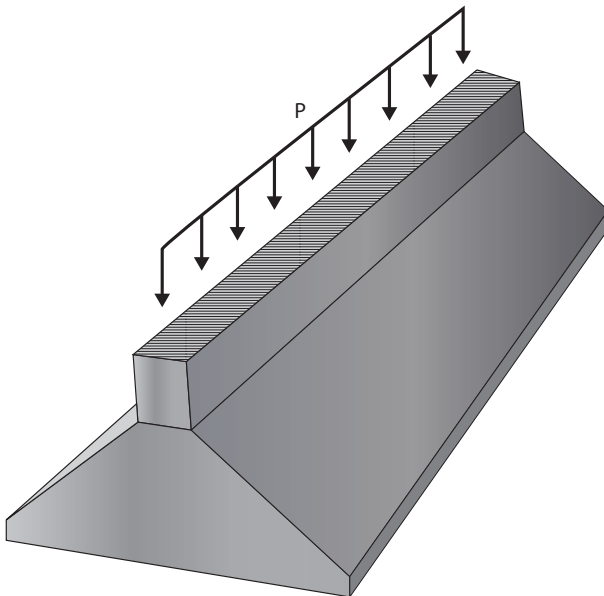


Figura 6.3 – Sapata corrida.

Nos casos em que a perfuração não alcança as profundidades de projeto, indica-se a utilização de um equipamento de maior porte para que faça um furo teste e valide se essas profundidades são realmente impenetráveis (na maioria das vezes não são).

Militisky (1988) relaciona alguns fatores que devem ser observados no uso de estacas escavadas:

- ▶ verticalidade da escavação;
- ▶ comprimento e diâmetros reais;
- ▶ limpeza do furo de escavação;
- ▶ possíveis desmoronamentos do fuste durante a escavação;
- ▶ tempo decorrido entre o fim da escavação e a concretagem;
- ▶ irregularidades na concretagem;
- ▶ volume de concreto utilizado;
- ▶ horário de início e fim de cada etapa de concretagem.

7.1.1 Etapas de execução

Quanto à execução, basicamente a realizamos em três etapas: perfuração, posicionamento da armadura e posteriormente, concretagem. Vamos ver um pouco mais sobre cada uma dessas etapas.

1. Perfuração

Realiza-se a perfuração com trado curto acoplado a uma haste até atingir a profundidade determinada em projeto. Esse processo é realizado por diversas vezes até atingir a cota final da estaca. Isso porque, nesse tipo de perfuração, não temos uma escavação contínua, mas, sim, um segmento de trado que é inserido diversas vezes no fuste para a perfuração do solo.

É fundamental confirmar as características do solo por meio de sondagem para garantir a estabilidade da perfuração desde o início da perfuração até a ponta, garantindo a qualidade final da estaca.

Se especificado pelo projetista, o fundo da perfuração deve passar por apiloamento com soquete para que não haja solo solto que possa interferir na resistência de ponta da estaca.

Nesse contexto, é importante que a retirada do solo preso ao trado não seja feita em cima da escavação, mas ao lado da mesma. Alguns equipamentos não realizam a movimentação lateral para que esse processo ocorra. Nesses casos, pode ser feita a remoção do solo colocando-se uma proteção (uma tábua, um madeirite) para que não caia material solto no fundo da estaca.



Figura 7.6 – Perfuração da estaca escavada. .

2. Colocação da armadura

A inserção da armadura é iniciada com a perfuração da estaca já concluída até a cota final. O processo, na maioria das vezes, é realizado de forma manual para as armaduras menores e com o auxílio de equipamentos (como um muncck) para as armaduras maiores.



Figura 7.7 – Inserção da armadura na estaca escavada.

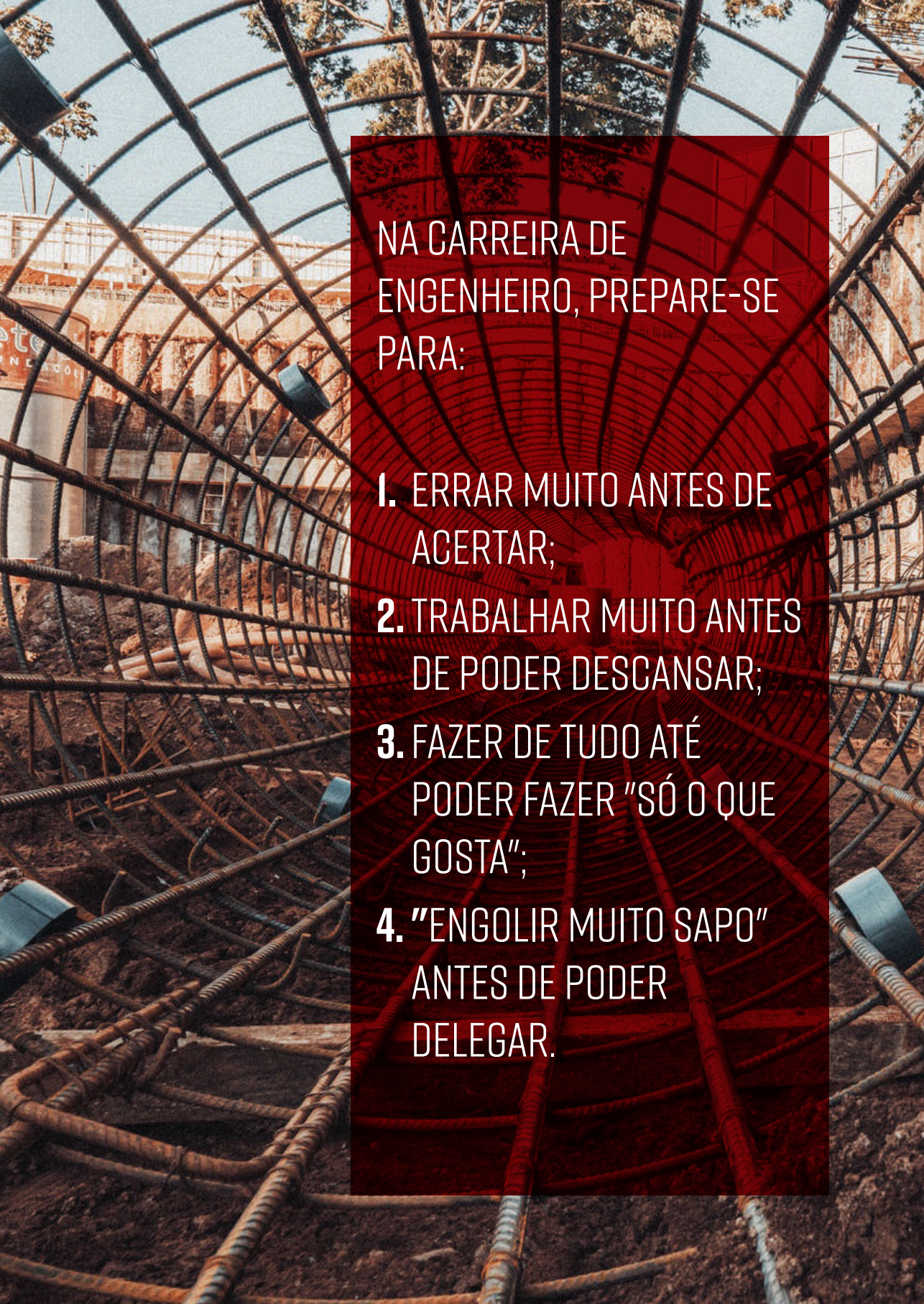
Nas estacas escavadas, não é necessária a armadura integral no estaqueamento, por isso, é fundamental que ela seja devidamente amarrada na cota do terreno para que não caia no fundo da escavação.



Figura 7.8 – Armaduras de estaca escavadas amarradas na cota do terreno.

Considerando estacas submetidas a esforços de tração, esforços horizontais ou momentos fletores, há a necessidade de que o projetista avalie os comprimentos das armaduras.

Para estacas que não recebam esforços de tração ou flexão, a armadura é apenas de arranque sem função estrutural, conforme a Tabela 4 da ABNT NBR 6122:2019.



NA CARREIRA DE
ENGENHEIRO, PREPARE-SE
PARA:

1. ERRAR MUITO ANTES DE ACERTAR;
2. TRABALHAR MUITO ANTES DE PODER DESCANSAR;
3. FAZER DE TUDO ATÉ PODER FAZER "SÓ O QUE GOSTA";
4. "ENGOLIR MUITO SAPO" ANTES DE PODER DELEGAR.

Quadro 7.2 – Perfuração passo a passo, segundo a ABNT NBR 6122:2019.

- ▶ **Verificação do diâmetro do trado**, observando as premissas de projeto.
- ▶ **Análise dos componentes do equipamento e da tampa metálica recuperável** (descartando falhas nos componentes ou irregularidades).
- ▶ **Posicionamento e nivelamento da perfuratriz** para garantir centralização e verticalidade da estaca.
- ▶ **Observação da tubulação** – antes da execução da primeira estaca de cada dia de trabalho (ou após limpeza da tubulação), é fundamental garantir que a tubulação da concretagem, entre o cocho e o trado da hélice contínua, esteja completamente cheia de concreto. Para isso, com a tampa metálica da haste interna do trado removida, deve-se expurgar toda a calda de lubrificação que é lançada antes do concreto.
- ▶ **Introdução do trado**, por rotação contínua, até a cota prevista em projeto, com mínimo desconfinamento do solo. Nessa etapa, a monitoração eletrônica, que é parte inerente ao processo e indispensável, deve registrar ao menos a profundidade, a velocidade de rotação do trado, a velocidade de avanço e a pressão do torque.

Observação: para estacas com comprimento superior a 18 metros, executada com perfuratriz equipada com trado mínimo de 18 metros, é aceitável uso de prolonga de até 6 metros. Com trado inferior a 18 metros, limita-se a prolonga a 10% do comprimento total da estaca.

Um detalhe importante que não pode ser ignorado é que, com o equipamento de perfuração de estaca, há a necessidade de um equipamento auxiliar, como uma retroescavadeira ou uma miniescavadeira, que tem por objetivo retirar o excesso de material escavado oriundo da perfuração. Por exemplo: uma estaca com diâmetro de 80 cm e 20 m de profundidade terá volumes escavados superiores a 10 m^3 , ou seja, não haveria qualquer viabilidade de remover isso com uma tropa de auxiliares. O equipamento auxiliar atende justamente a esses casos.

É fundamental que nas composições orçamentárias sejam contabilizados o equipamento de apoio.

O acúmulo de material escavado na obra restringe a mobilidade do equipamento. Você precisa instruir sua equipe quanto a isso! O equipamento de hélice contínua é grande e pesado. Não pode transitar em qualquer local (risco de tombamento), o que pode gerar problemas de mobilidade no canteiro caso essa remoção não ocorra adequadamente.

A função do operador do equipamento, nessa etapa, é controlar as profundidades perfuradas até o estabelecido em projeto, o torque do equipamento, a dificuldade e a velocidade de avanço do trado. Não é função do operador definir cota de parada de estaca; não é ele quem definirá se a profundidade alcançada é suficiente e, sim, o projetista responsável por aquela fundação.



Dica!

Sempre acompanhe a primeira estaca da sua obra. Avalie as resistências da perfuração (torque), acompanhe a concretagem e tudo o que puder para garantir que as previsões de projeto sejam cumpridas em obra.

3. Segunda fase – Concretagem

Aqui, eu diria que uma HCM não inicia sua perfuração antes que a bomba de concreto esteja em obra, com os mangotes conectados aos mangotes da perfuratriz e que o caminhão betoneira também esteja no local. Não se recomenda iniciar a perfuração antes de toda estrutura estar devidamente montada (Figura 7.18).

Outro detalhe importante: a bomba de concreto deve permanecer em tempo integral na obra, durante o período da perfuração, ou seja, uma vez iniciada a perfuração, esse equipamento de bombeamento só é liberado da obra quando se encerra a perfuração das estacas.



Figura 7.18 – Perfuratriz, bomba de concreto e caminhão betoneira.

A concretagem se dá por meio do mangote, o qual está ligado à bomba de concreto (apoiado pelo caminhão betoneira). Ele é acoplado à hélice pela ponteira e desce por dentro do trado oco, por onde passará o concreto.

**Fique ligado!**

A lama bentonítica, depois de misturada, deve ficar em repouso por 12 horas para hidratação completa. Motivo? Ela apresenta um inchamento muito acentuado quando na presença de água.

No caso dos polímeros, a especificidade é maior. Por isso, é uma boa prática observar o tipo de solo a ser escavado para indicação correta do fluido polimérico, que pode ser composto de vários polímeros.

Alguns exemplos de polímeros que a norma cita são a PHPA (poliacrilamida), goma xantana, PAC (celulose polianiônica) e CMC (carboximetilcelulose).

Alguns cuidados devem ser tomados também quanto à água a ser utilizada no preparo: o pH precisa estar entre 7 e 11 (a medição pode ser realizada em campo por meio de indicadores de pH); a dureza da água (excesso $\text{Ca}^{+}/\text{Mg}^{+}$) precisa estar no intervalo de 0 a 120 ppm. Caso não esteja, pode ser corrigida com carbonato de sódio antes do preparo do fluido.

Quadro 7.13 – Lama bentonítica para perfuração.

Propriedades	Valores	Equipamentos para ensaio
Densidade	1,025 g/cm ³ a 1,10 g/cm ³	Densímetro
Viscosidade	30 s/st a 90 s/st	Funil Marsh
pH	7 a 11	Indicador de pH
Teor de areia	Até 3%	<i>Baroid sand content</i> ou similar

Quadro 7.14 – Polímeros para perfuração.

Propriedades	Valores	Equipamentos para ensaio
Densidade	1,005 g/cm ³ a 1,10 g/cm ³	Densímetro
Viscosidade	35 s/st a 120 s/st	Funil Marsh
pH	9 a 12	Indicador de pH
Teor de areia	Até 4,5%	<i>Baroid sand content</i> ou similar

- Mas Vinicius, como eu verifico todas essas características da lama ou do polímero?

Por meio de ensaios, como peso específico, viscosidade, pH e teor de areia, entre outros. A amostra é coletada do fundo da escavação.

3. Colocação da armadura

- ▶ É feita antes do início da concretagem, após a coleta da amostra de lama.
- ▶ Espaçadores devem ser usados para garantir o cobrimento de projeto e sua centralização.

4. Concretagem

- ▶ Nas estacas especiais, a concretagem é submersa e contínua.
- ▶ É usado tubo tremonha para evitar segregação do material.
- ▶ Nessa estaca, a concretagem também não pode ser interrompida (assim como a HCM) e é preciso ter cuidado com a validade do concreto.
- ▶ A concretagem imediatamente feita após as outras operações.
- ▶ Deve ser feita com pelo menos 50 cm acima da cota de arrasamento.
- ▶ Dosagem destes concretos(conforme ABNT NBR 6122:2019/Em1:2022)
 - » C30: consumo mínimo de cimento de 350 kg/m^3 e fator $a/c \leq 0,6$.
 - » C40: consumo mínimo de cimento de 350 kg/m^3 e fator $a/c \leq 0,45$.
 - » Abatimento entre 220 mm e 260 mm S 220, diâmetro de agregado de 9,5 mm a 25 mm e teor de exsudação inferior a 4%.
 - » O concreto deve ter características que possibilitem a expulsão da lama da perfuração. Por isso, avaliar a densidade dele é importante.



Fique ligado!

Você também não pode executar uma nova estaca com espaçamento inferior a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12 horas, considerando a estaca de maior diâmetro.

7.12.2 Controles executivos

Precisamos controlar muitos fatores em uma estaca escavada com uso de fluido estabilizante:

- ▶ a ferramenta de escavação (caçamba ou *clamshell*) quanto a folgas e dimensões para evitar quaisquer desvios executivos durante a escavação;
- ▶ o nivelamento e o prumo do equipamento de escavação;
- ▶ o nível do fluido em relação ao nível do lençol freático;
- ▶ as características do fluido antes da concretagem;
- ▶ as características do concreto;
- ▶ planejamento e organização do canteiro e dos insumos para perfeita execução de todas as etapas;

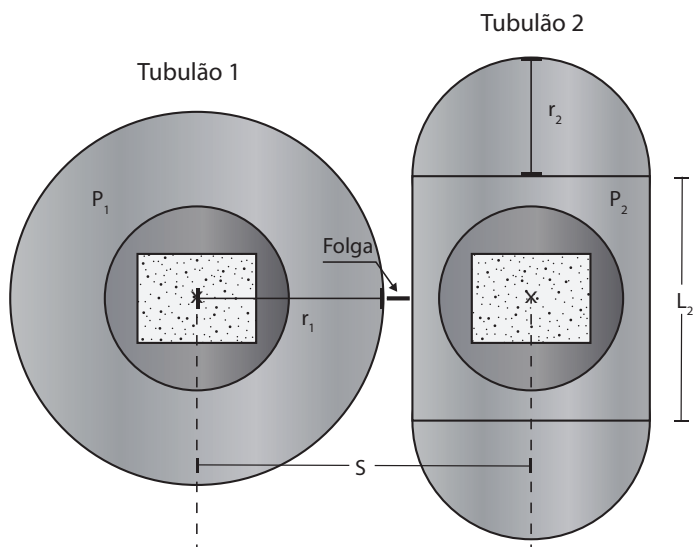
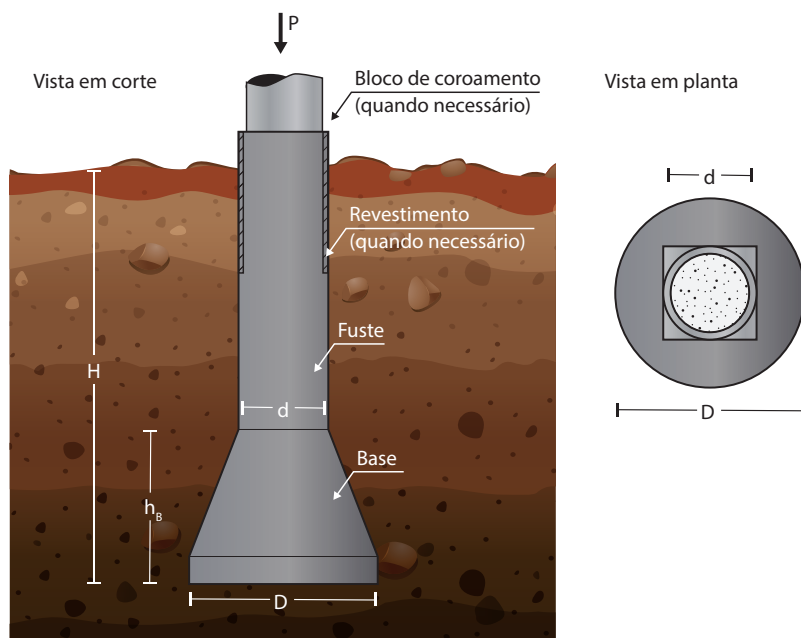


Figura 7.53 – Tubulão a céu aberto.

7.13.1 Sequência executiva

1. Escavação do fuste do tubulão

A escavação do fuste pode ocorrer de forma manual pelo trabalho dos poceiros ou ainda com auxílio de perfuratriz até a cota de projeto. Equipamentos perfuratrizes são indicados nos casos em que não haja dificuldade logística de acesso (Figura 7.54).



Figura 7.54 – Equipamentos perfuratriz podem realizar a escavação do fuste.

Nesses casos em que a perfuratriz pode realizar a atividade de escavação do fuste, torna-se interessante a execução para ganhar agilidade no processo. Um fuste de 10 metros, por exemplo, realizado mecanicamente é feito em menos de 1 hora, enquanto em um trabalho manual pode levar até mais de um dia. Na escavação manual, o prumo e a geometria desse fuste devem ser conferidos durante a escavação.

2. Alargamento da base

O alargamento da base pode ser feito de forma manual ou mecanicamente. Quando mecanicamente, é obrigatória a descida de poceiro para realização do rodapé do tubulão e remoção do solo solto que o equipamento não consegue retirar.

Para ser efetivamente um tubulão, em alguma parte do processo, é necessário a descida do poceiro para a realização correta da atividade.

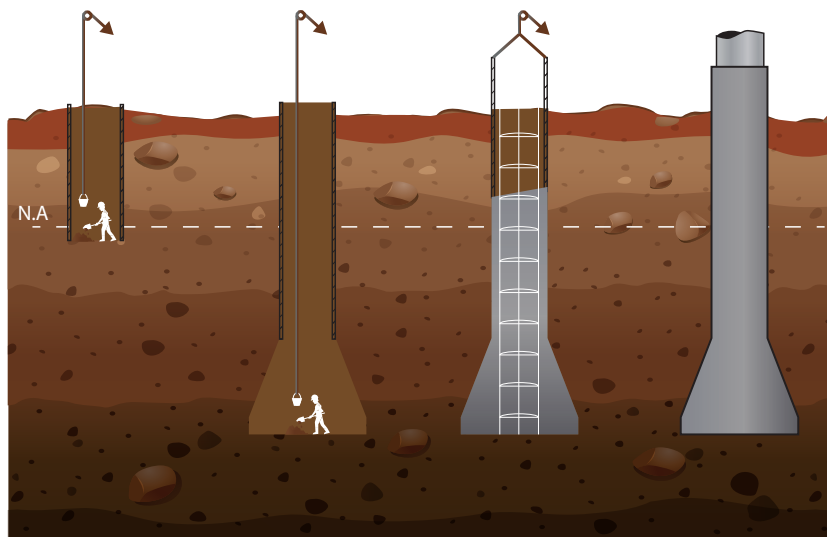


Figura 7.55 – Escavação manual do tubulão.



Fique ligado!

O mínimo diâmetro que um tubulão pode ter é de 90 cm. Além disso, precisam estar revestidos ao longo de todo o fuste.

O equipamento de descida e içamento de trabalhadores e materiais utilizados no processo de escavação manual de tubulão deve:

- ▶ dispor de sistema de sarilho, projetado por profissional legalmente habilitado, fixado no terreno, fabricado em material resistente e com rodapé de 20 cm em sua base, dimensionado conforme a carga e apoiado com, no mínimo, 50 cm de afastamento em relação à borda do tubulão;
- ▶ ser dotado de sistema de segurança com travamento;
- ▶ possuir dupla trava de segurança no sarilho, sendo uma de cada lado;
- ▶ possuir corda de cabo de fibra sintética;
- ▶ utilizar corda de sustentação do balde;
- ▶ ter gancho com trava de segurança na extremidade da corda do balde.

É exigência que não acaba mais! E não para por aí.

A operação do equipamento de descida e içamento de trabalhadores e materiais utilizados no processo de escavação manual de tubulão deve atender às seguintes medidas:

- ▶ liberar o serviço em cada etapa, registrada no livro de registro diário de escavação;
- ▶ dispor de sistema de ventilação por insuflação de ar por duto, captado em local isento de fontes de poluição, ou, em caso contrário, adotar processo de filtragem do ar;
- ▶ depositar materiais longe da borda do tubulão, com distância determinada pelo estudo geotécnico;

PARTE 3

DIMENSIONAMENTO DAS

FUNDAÇÕES

ALERTA: Caso você tenha vindo diretamente a essa parte, sem ter concluído as duas anteriores, recomendo que retorne a elas! Isso porque a etapa de dimensionamento só fará sentido se o conhecimento adquirido nos outros capítulos tenha sido pleno! Boa Leitura.

8. DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

Objetivos do capítulo

Neste capítulo, compreenderemos as possibilidades de definição das tensões, das capacidades de suporte do solo e algumas das técnicas mais usuais para dimensionamento das fundações superficiais, usados no cotidiano do engenheiro de fundações. Para falar em dimensionamento de fundações superficiais, é fundamental pensar em duas coisas: tensão admissível do solo (Capacidade geotécnica) e dimensionamento estrutural.

8.1 Tensões admissíveis das sapatas

Definir corretamente as tensões admissíveis nas sapatas é fundamental, tendo em vista que sua capacidade de suporte está totalmente vinculada ao apoio realizado pelo elemento na base.

Esse item corresponde a um dos elementos mais importantes do dimensionamento de uma fundação superficial: é o elementos-chave.

A pergunta que eu sempre me faço ao idealizar uma fundação profunda é: **quanto é que o solo/rocha suporta para aquela fundação?** Em outros termos, qual é a capacidade de suporte que determinado solo me entregará para que eu equalize as tensões solicitantes na minha fundação? É isso que significa na prática.

Você, que é calculista de fundação, tem a informação da carga do pilar e precisa equilibrá-lo na fundação, para isso você precisa compreender qual é capacidade do elemento onde sua fundação ficará assentada.



Fique ligado!

Quando se fala em cálculo de fundação superficial, isso significa capacidade de suporte do solo na base. Se é fundação profunda, fala-se em capacidade de carga do elemento Estaca. Olha como tem diferença! As definições são totalmente distintas.

De acordo com a norma de fundações, a tensão admissível pode ser assim definida:

Máxima tensão que, aplicada ao terreno pela fundação rasa ou pela base de tubulão, atende, com fatores de segurança predeterminados, aos estados limites últimos (ruptura) e de serviço (recalques, vibrações etc.).

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{rup}}{FS}$$

Inicialmente, podemos definir a capacidade de carga de um solo (σ_r) como a tensão que pode causar ruptura no solo, quando assentamos a nossa fundação direta. Se atingirmos essa tensão, a ruptura é caracterizada por recalques incessantes, sem que haja novo aumento da tensão aplicada.

Já a tensão admissível (σ_{adm}) de um solo é obtida dividindo-se a capacidade de carga (σ_r) por um Fator de Segurança (FS) adequado a cada caso.

Para se estimar a tensão admissível do solo, é comum o uso de fórmulas empíricas que utilizam correlações do resultado de ensaios de campo (SPT, CPT, DMT) ou fórmulas que calculam a tensão de ruptura da sapata usando a resistência ao cisalhamento do solo de apoio como método desenvolvido por Terzaghi e por Skempton. Abordaremos o tema mais adiante.

- Vinicius, o que eu preciso considerar para encontrar a minha tensão admissível ou tensão resistente de cálculo?

Basicamente, você precisa pensar nos seguintes fatores:

- ▶ características geomecânicas do subsolo;
- ▶ profundidade da fundação;
- ▶ dimensões e forma dos elementos de fundação;
- ▶ influência do lençol d'água;
- ▶ eventual alteração das características do solo (expansivos, colapsíveis etc.) devido a agentes externos (encharcamento, contaminação, agressividade etc.);
- ▶ alívio de tensões;
- ▶ características ou peculiaridades da obra;
- ▶ sobrecargas externas;
- ▶ inclinação da carga;
- ▶ inclinação do terreno;
- ▶ estratigrafia do terreno;
- ▶ recalques.

Sempre que for projetar uma sapata, deve-se encontrar a tensão admissível do seu solo. Veja o que a norma diz: “As sapatas devem ser calculadas considerando-se diagramas de tensão na base representativos e compatíveis com as características do terreno de apoio (solo ou rocha)”.

DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

► Sapatas regulares:

$$\gg \text{ Para } \frac{H}{B} \leq 2,5 \Rightarrow N_c = 5 \cdot \left(1 + 0,2 \frac{B}{L} \right) \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{H}{B} \right)$$

$$\gg \text{ Para } \frac{H}{B} > 2,5 \Rightarrow N_c = 7,5 \cdot \left(1 + 0,2 \frac{B}{L} \right)$$

Se sua carga for inclinada, é preciso fazer os devidos ajustes utilizando fatores para correção:

Tabela 8.5 - Fatores de correção para cargas inclinadas.

Fator	z	Inclinação da carga em relação à vertical (α)					
		0°	10°	20°	30°	45°	60°
N _y e N _c	0	1,0	0,5	0,2	0,00	-	-
	B	1,0	0,6	0,4	0,25	0,15	0,05
	0 a B	1,0	0,8	0,6	0,40	0,25	0,15

Fazendo esses cálculos encontramos uma tensão de ruptura. A partir dela, utilizando o Fator de Segurança estipulado pela norma, encontramos nossa tensão admissível.

Tabela 8.6 - Fundações rasas: fatores de segurança e coeficientes de ponderação para solitações de compressão.

Métodos para determinação da resistência última	Coeficiente de ponderação de resistência última (γ _m) ^c	Fator de segurança global (FS _g)
Semiempíricos ^a	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 2,15	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 3,00
Analíticos ^b	2,15	3,00
Semiempíricos ^a ou analíticos ^b acrescidos de duas ou mais provas de carga, necessariamente executadas na fase de projeto, conforme 7.3.1	1,40	2,00

a Atendendo ao domínio de validade para o terreno local.

b Sem aplicação de coeficientes de ponderação aos parâmetros de resistência do terreno.

c Em todas as situações, γ_m = γ_f = 1,4 (majoração) para o esforço atuante, se disponível apenas seu valor característico; se já fornecido o valor de cálculo, nenhum coeficiente de ponderação deve ser aplicado a ele.

8.3 Métodos Empíricos

Nos Métodos Empíricos, a capacidade de carga é obtida por meio das condições do terreno com a utilização de tabelas de tensões básicas.



Fique ligado!

Usar tabela de tensões básicas pode ser um problema. Você pode partir de uma informação incorreta, que o levará a um resultado totalmente divergente da realidade!

Antigamente, foi muito utilizada a tabela de capacidade de solos da ABNT NBR 6122:1996 (primeira norma de fundações – a versão inicial foi criada em 1996, atualizada em 2010 e, por fim, revisada em 2019), que foi retirada da norma.

Tabela 8.7 - Pressões básicas (σ_0).

Classe	Descrição	Valores (MPa)
1	Rocha sã, maciça, sem laminação ou sinal de decomposição	3,0
2	Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas	1,5
3	Rochas alteradas ou em decomposição	(ver nota c)
4	Solos granulares concrecionados - conglomerados	1,0
5	Solos pedregulhosos compactos a muito compactos	0,6
6	Solos pedregulhosos fofos	0,3
7	Areias muito compactas	0,5
8	Areias compactas	0,4
9	Areias mediantemente 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 (compactados)	0,2
15	Siltes médios (mediamente compactos)	0,1

Fonte: Adaptada da Tabela 4 da norma ABNT NBR 6122:1996.

Isso aconteceu, pois era muito comum buscar a tabela para retirar dados de resistência por informações muito básicas, como:

CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES – CARGA DE CATÁLOGO

Observe, neste caso, que uma estaca Ø410 mm, por exemplo, pode ser dimensionada desde 100 toneladas até 150 toneladas em função de uma armadura maior (de 6 barras de Ø16mm até 7 barras de Ø22 mm).

Além disso, na estaca raiz, algumas informações são importantes na hora do projeto. Observe que os diâmetros de Ø450 mm / Ø410 mm / Ø310 mm são diâmetros comerciais, mas que não são efetivamente o diâmetro dos tubos de revestimento, como na Tabela 10.8.

Tabela 10.8 - Dimensões importantes na estaca raiz.

Diâmetro da estaca (mm)	450	410	310	250	200	160	150	120	100
Diâmetro externo do tudo (mm)	406	355	275	220	168	140	127	102	80
Área de secção transversão (cm²)	1590	1320	755	491	380	201	177	113	79
Perímetro da estaca (cm)	141	126	98	79	63	50	47	38	31
Distância mínima entre eixos (cm)	135	130	100	80	70	60	60	60	60
Distância mínima eixo-divisa (cm)	40	30	30	30	30	30	30	30	30
Diametro externo do estribo (mm)	330	280	200	155	110	-	-	-	-
Diametro interno da coroa (mm)	374	323	235	180	133	120	105	72	60
Diâmetro da estaca em rocha (mm)	355	305	228	178	127	101	76	-	-
Cimento (kg)	163	135	70	50	30	20	15	10	8
Área (L)	272	226	113	75	47	30	27	17	12
Armação long. mínima CA-50 (mm)	10 ϕ 20	6 ϕ 20	6 ϕ 20	6 ϕ 16	5 ϕ 16	4 ϕ 16	3 ϕ 16	1 ϕ 25	1 ϕ 25
Estribo CA-25 (mm)	ϕ 6,3	ϕ 6,3	ϕ 6,3	ϕ 6,3	ϕ 5				

Uma estaca de Ø450 mm possui, na verdade, Ø355 mm no embutimento em rocha, e Ø406 mm no tubo de revestimento na parte em solo.

Muita confusão tem sido criada acerca desses diâmetros, mas é importante que no projeto esteja claro o diâmetro nominal da estaca, pois a partir desses diâmetros nominais tem-se as indicações desta tabela.

10.4 Estaca hélice contínua

A estaca HC teve na última revisão da norma alterações quanto à resistência do concreto. Até então, utilizando-se Fck 20 Mpa havia uma capacidade estrutural das estacas.

A partir da revisão da 6122 em 2019, quando se indicou o uso de 30 Mpa, as capacidades estruturais se elevaram.

A Tabela 10.9 mostra as capacidades mínimas e máximas no uso da hélice. Uma dica prática do uso dessas cargas mínimas e máximas tem a ver com o comprimento da estaca. Exemplo: para curtas < 10 metros indica-se cargas mínimas, para estacas maiores, indica-se cargas maiores.

Lembrando que, em quaisquer casos, há a necessidade de que a estaca alcance os limites impenetráveis para que essa consideração seja feita.

Tabela 10.9 - Capacidades mínimas e máximas no uso da hélice.

Estaca hélice Ø (mm)	Espaçamento recomendado entre eixos (mm)	Carga mínima (ton)	Carga máxima (ton)
250	650 a 750 mm	20	27
300	800 a 900 mm	30	45
400	1.000 a 1.200 mm	50	70
500	1.250 a 1.500 mm	80	120
600	1.500 a 1.800 mm	120	160
700	1.750 a 2.100 mm	170	210
800	2.000 a 2.400 mm	220	290
900	2.250 a 2.700 mm	270	360
1.000	2.500 a 3.000 mm	340	4.510

10.5 Estaca Strauss

A Tabela 10.10 apresenta as capacidades de carga para os diâmetros da estaca Strauss.

Tabela 10.10 - Capacidade de carga.

Strauss ϕ (cm)	Carga usual (kN)	Carga máxima (kN)	Observação
25	150	200	Não indicadas para argilas moles e abaixo do NA
32	250	350	
38	350	450	
45	500	650	
Tensões na estaca da ordem de 3 MPa a 4 MPa.			

Fonte: Velloso e Lopes (2010).



Caso - Edifício residencial com 32 pavimentos e 3 subsolos

Este *case* é do projeto de uma grande edificação com 3 subsolos em um centro urbano. Em um projeto como esse, um grau de compatibilização muito grande deve existir. E no caso dessa obra, em específico, os projetistas não tinham trabalhado juntos anteriormente. Quando se conhece os outros projetistas, já se tem uma noção da forma de trabalho das equipes e do trabalho de cada integrante.

Em situações como a desse projeto, uma primeira reunião de alinhamento das expectativas e compatibilização inicial entre todos os projetistas e o incorporador interessado é fundamental. No caso, o projetista estrutural pediu ensaios, entre eles uma prova de carga estática na fundação e um ensaio em túnel de vento para avaliação da estrutura. O cliente questionou se isso seria realmente necessário, pois não queria pagar pelos ensaios que aparentemente saíam caros, mas queria que continuasse a ser o prédio mais alto da região.

Em uma obra como essa, pequenos detalhes fazem a diferença. O que o projetista de fundações precisa fazer? Buscar entender melhor o solo com mais ensaios para embasar as melhores soluções técnicas de fundações. Nesse tipo de obra, não há espaço para achismos e amadorismo. Logo, é preciso o maior número de dados possíveis para que a solução técnica seja eficiente.

É preciso trazer as análises geotécnicas para o campo quantitativo: tomar os resultados dos ensaios, aliando à experiência para analisar de forma crítica seus dados em relação ao que está ocorrendo na prática naquele solo. Dessa forma, também é fundamental que os ensaios sejam de qualidade.

Dentro do processo de escolha da fundação, é imperativo entender os resultados das cargas, fornecidos pelo projeto estrutural, e das condições do solo, fornecidas nas sondagens; pensando na magnitude dos esforços e definindo a solução técnica a ser utilizada.

A solução definida dessa obra foi em estaca raiz, com 6 metros de embutimento em rocha. Havia 14 metros de camada de solo até chegar no impenetrável. Foram necessárias sondagens SPT e Rotativa para solucionar essa fundação.

Em síntese, a solução da fundação foi um grande desafio, pois tinha cargas muito elevadas nessa obra. As normas brasileiras trazem alguns artifícios facilitadores para verificação tanto da estrutura quanto da fundação: no caso das estacas, com a realização do ensaio de prova estática (PCE) e no caso das estruturas, com a análise no túnel de vento.

Nesse caso, o cliente queria fazer o melhor e estava decidido a investir tempo em projeto a fim de otimizar sua fundação. Quanto maior for o número de informações que se tem para projetar, mais assertivo será o projeto.

No caso dessa obra, a prova de carga foi realizada antes do projeto de fundação: mobilizou-se o equipamento, elaborou-se as estacas teste e a partir do resultado da prova de carga, a fundação foi projetada. A própria ABNT NBR 6122:2019 indica que uma prova de carga ensaiada *a priori* de um projeto de fundação torna viável a redução do Fator de Segurança.

Isso se torna possível pois nesse tipo de ensaio – de PCE – conseguimos resultados reais do comportamento da estaca (o que talvez seja uma das suas maiores vantagens). Entretanto, os resultados precisam ser confirmados e analisados com senso crítico, principalmente em obras mais complexas.

Com isso, o cliente desse empreendimento economizou em torno de R\$ 500 mil com a otimização do projeto de fundação (economia com estacas, blocos, aço, concreto etc.). Os ensaios, nesse caso, foram fundamentais para essa economia.

Para concluir: a obra foi projetada e executada em estacas hélice e em estacas raiz embutidas em rocha.

- Vinicius, mas eu posso adotar dois tipos de fundações em uma obra?

Aqui, indico que o uso de soluções mistas de fundação é, sim, possível, desde que seja feita uma análise das deformações e recalques dessas fundações. Uma solução bastante eficaz, no caso dessa obra, foi a realização de estaca raiz na torre principal e estacas hélice contínua no embasamento.

Em síntese, a estaca raiz possui um custo unitário de perfuração maior, porém possui uma ótima relação carga $\times$ diâmetro, algo que foi decisivo nessa grande obra urbana. Com pilares muito carregados, uma solução que tenha essa boa relação carga $\times$ diâmetro torna os blocos de fundação menores, o que significa melhor execução e redução de custos.



Dica!

A solução mista de fundações é indicada quando há uma dilatação entre as estruturas da obra, mas muito cuidado: ao misturar fundações superficiais com fundações profundas, você corre o risco de ter deformações muito diferentes e isso pode acarretar o temido recalque diferencial na sua obra!

Viu como se tornar um bom projetista de fundações não é nada fácil? Mas garanto que é totalmente possível com prática, dedicação e trabalho duro!



12. QUALIDADE EM FUNDAÇÕES

Objetivo do capítulo

Neste capítulo, abordaremos a qualidade em fundações.

Qualidade é um parâmetro subjetivo. Seja no ramo de bens ou serviços, todo mundo que vende alguma coisa diz que tem qualidade, só que as vezes sem fornecer qualidade, de fato! A qualidade depende de uma série de fatores.

Em relação aos elementos de concreto, a ABNT NBR 6118:2014 trata de alguns requisitos para considerar a qualidade dos elementos estruturais. Essa norma considera:

- ▶ capacidade resistente – a qual tem relação com a segurança à ruptura;
- ▶ desempenho em serviço – que tem relação com “a capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada”;
- ▶ durabilidade – que “consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”.

Semelhantemente, em obras de fundação, assim como qualquer outro tipo de estrutura, devem ser atendidas algumas condições mínimas relativas à qualidade:

- ▶ segurança – atendendo por exemplo aos fatores de segurança do solo;
- ▶ funcionalidade – considerando deslocamentos e deformações compatíveis com o tipo e a finalidade a que se destina a estrutura;
- ▶ durabilidade – observando os materiais empregados dentro da vida útil da obra.

Estes são três itens extremamente necessários quando o assunto é fundação!

Qualidade é um valor! Todo time deve ser orientado, envolvido e integrado buscando a qualidade do serviço prestado. **Uma obra de engenharia precisa ter qualidade!**

Se o profissional aluga máquinas, deve fornecer equipamentos em boas condições de uso e operação e, dentro do previsto, sem atrasos no cronograma.

Se faz projetos, deve buscar aprimorar sua técnica e ofertar projetos com bom *layout*, claros para leitura em obra e exequíveis (além de econômicos e conforme as normas técnicas, obviamente).

Se o profissional executa obras, deve buscar o alinhamento das equipes para execução dos serviços conforme as boas práticas (e normas) e, além disso, priorizar a utilização de materiais de distribuidores confiáveis e com qualidade reconhecida.

O primeiro item a ser avaliado é a SEGURANÇA. Quanto à segurança, o que é preciso avaliar em fundações?

Supostamente, a área de fundações é a área de engenharia que tem um maior Fator de Segurança (dependendo do caso 2 ou 3).

Muita gente me pergunta algumas coisas como:

- Mas para que avaliar segurança em fundações se eu tenho o maior fator de segurança da Engenharia?

- Já que o fator de segurança é 2, eu posso fazer a fundação e depois subir o dobro de pavimentos?

Calma! Primeiramente, é preciso entender o motivo desse fator de segurança “tão alto”.

Imagine que você tem um terreno na sua cidade e resolveu comprar um outro terreno a 500 metros da área da primeira propriedade, onde você tinha construído um barracão...

- Vinicius, vou fazer uma nova obra. Na época, fiz uma sondagem SPT no outro terreno, que fica a 500 metros de distância um do outro. Podemos usar a sondagem antiga para essa nova construção? É tão pertinho.

A resposta é não! Não se pode usar a mesma sondagem para solos vizinhos (apesar de muitas vezes o cliente insistir nisso)!

O solo é um material que pode ter uma variabilidade muito grande. Em um mesmo terreno, pode haver uma variação drástica de materiais e resistências de suporte. Em terrenos vizinhos pode não haver semelhança alguma entre eles.

Por que avaliar a segurança? Por conta da heterogeneidade, principalmente em terrenos maiores, é necessário maior investigação do solo. A engenharia geotécnica é, na realidade, um trabalho dentro de um campo de incertezas.

O solo desse cliente, mesmo com uma pequena distância entre os terrenos, pode ser completamente diferente de um ponto para outro!



Caso de obra!

Uma vez, acompanhei uma obra em que tínhamos duas torres de múltiplos pavimentos em um grande terreno, algo em torno de 100 metros × 40 metros. O solo desse terreno, desde o resultado da sondagem (foram feitas sondagens SPT e Rotativa), já mostrava uma grande variação.



Dica!

Vou dar uma dica importantíssima para quem está começando: imagina você, graduado, sem emprego, buscando uma carreira solo na Engenharia. Você decide que trabalhará com projetos estruturais e de fundação, mas, no início, ninguém lhe contrata. Então, como você vai fazer para que as pessoas saibam o que você faz?

Faça um projeto “fantasma”. Sim! Faça um projeto de uma obra fictícia. Solicite a um colega arquiteto, ou faça você mesmo um projeto arquitetônico, e inicie esse projeto por conta própria.

- Mas sem sondagem? Sem saber a localização da obra? Como eu vou saber se o projeto vai ficar correto ou não?

Ninguém precisa saber que é um projeto fictício; a grande sacada é você conseguir comunicar, compartilhar seu conhecimento.

A seguir, apresentarei 3 passos para que você comunique o seu projeto fictício. Sempre que perguntarem de onde é o projeto, responda que é de um cliente que ainda não pode ser identificado por questões sigilosas (fica melhor ainda o suspense). Essa dica vale, inclusive, para clientes reais que não querem ser identificados, ou para aqueles a quem você não pediu autorização para divulgar.

1. Envie o projeto para seus colegas, aqueles que se formaram com você, e discuta com eles sobre seu projeto. Peça conselhos, fale que precisa otimizar ao máximo o projeto, pois o cliente é muito rigoroso e deseja a melhor solução técnica para a obra.
2. Use as redes sociais. Se você ainda não tem uma, crie! Se você já tem, use e abuse dela. Mostre a todos o seu projeto. Apresente as etapas, porque você pensou em cada situação, como foi o processo de escolha. A tão sonhada autoridade começa assim: quanto mais projetos você fizer e expuser, maior a sua rede será e, consequentemente, mais facilmente você começará a efetivamente fechar projetos.
3. Crie um banco de imagens de projeto e visite alguns profissionais de outras áreas, principalmente arquitetos que possam indicar seu trabalho. Se você não conhece arquitetos, frequente associações que promovam o encontro entre profissionais. Nesses locais, o *networking* é o ponto forte.

13.5 Precificação de serviços de Engenharia

O mercado atual, altamente competitivo, tem modificado a formação de preços. Em um passado recente, a formação de preços estava diretamente ligada à avaliação dos custos com o incremento de valor correspondente de margem de lucro. Em um cenário

em que há elevada concorrência e baixa percepção de diferenciação, tem prevalecido o preço, que muitas vezes é determinado pelo próprio mercado.

A definição de preço depende de uma série de fatores, desde a análise básica de custos, avaliação do poder aquisitivo de quem consumirá aquele serviço, até um entendimento da concorrência daquele mercado. Quanto mais competitivo for um mercado, maior será a tendência de preços baixos. Fazer uma análise desses fatores é fundamental antes de precificar algum serviço.

O uso de preços que não estejam de acordo com a realidade da empresa ou do mercado poderá levá-la a falência.

Cada empresa possui sua estrutura, seu tamanho e sua capacidade. Cada empresa atua em certo ambiente e isso precisa ser entendido nessa etapa. Comparar seu custo com o custo de outra empresa, sem entender a realidade daquela, pode ser um grande “tiro no pé”. A complexidade da avaliação de preços está em entender que cada gestor possui seu arsenal de ferramentas para desenvolver a solução de cada problema.

O mesmo ocorre com os métodos de precificação, com cada um gerando algum tipo de resultado, que dependerá principalmente do objetivo organizacional.

Precificar é, além de tudo, entender as margens de resultados desejadas. Seja para uma empresa de capital aberto ou de capital fechado, o objetivo é o lucro. A decisão precisa estar calcada em fatores como: crescimento no mercado, aumento do *marketshare*, bloqueio de ações de concorrentes e novos entrantes, além do preço dos concorrentes, liderança em preços (ou o contrário), estratégia de *marketing* da organização, tudo isso buscando garantir a sustentabilidade e sobrevivência da empresa.

É função de cada empresa compreender e analisar individualmente a sua realidade e necessidade. Uma forma de atuação que funciona bem para a empresa pode não funcionar adequadamente para outra. Por isso, quando for escolher um método de precificação, analise algo que faça sentido especificamente para seus serviços.

No setor da construção civil, em geral, as empresas conseguem orçar somente após o desenvolvimento de todos os projetos, o que pode tornar a conclusão de alguns deles demorada e negligenciada. Muitas vezes, a definição do preço de venda decorre de uma expectativa de custo gerada com uso de informações precárias e insuficientes.

O problema é que cada projeto pode ter dependência técnica de outro e, caso algum venha a demorar para ser elaborado, o processo de precificação da atividade gera insatisfação no cliente.

Na maioria das vezes, o que temos é apenas uma expectativa de custo a partir de informações precárias e insuficientes.

Problema maior ainda está quando uma empresa desconsidera seus custos reais e as despesas indiretas na precificação dos seus serviços de engenharia e trabalham com valores agressivos, sem considerar todos os riscos envolvidos no processo.

FUNDAÇÕES

NA PRÁTICA

ACESSE O QR CODE E SAIBA COMO VOCÊ PODE DOMINAR FUNDAÇÕES.



<https://fundacoessemcomplicacoes.com.br>

FUNDAÇÕES
SEM COMPLICAÇÕES



Fundações Sem Complicações



@fundacoessemcomplicacoes



/fundacoessemcomplicacoes



@fundacoesC



Vinícius Lorenzi