

Nome da aula

# Fundações

1

## Bibliografia

- FUNDAÇÕES, Teoria e Prática
  - Hachich et al (1996)
  - Ed. PINI
- PROJETO DE FUNDAÇÕES, Vol I
  - Cintra e Albiero (1994)
  - Publicação EESC-USP 029/93

2

## 1. INTRODUÇÃO

*A concepção de fundações é, na realidade, um misto de ciência e arte.*

3

## 1.1 Elementos necessários e critérios de projeto

### 1.1.1. Topografia da área

- levantamento topográfico
- inclinações
- acidentes topográficos
- erosões

### 1.1.2. Dados geológico-geotécnicos

4

### 1.1.3. Dados da Estrutura

- tipo
- utilização
- sistema estrutural
- cargas

### 1.1.4. Construções Vizinhas

- desempenho das fundações
- ações dinâmicas

5

## 2. Tipos de Fundações

- Superficiais (diretas)
- Profundas

6

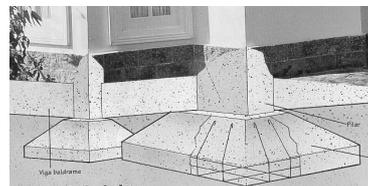
## 2.1 Fundações Diretas

•**Bloco:**  
elemento de fundação de concreto simples, dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armaduras

•**Sapata:**  
elemento de fundação de concreto armado, de altura menor que o bloco, utilizando armadura para resistir a esforços de tração

Fundações, teoria e prática

7



8

•**Viga de Fundação:**  
elemento de fundação que recebe pilares alinhados, geralmente de concreto armado. Pode ter seção transversal tipo bloco (sem armadura transversal), quando são freqüentemente chamadas de baldrame, ou tipo sapata, armadas

•**Grelha:**  
elemento de fundação constituído por um conjunto de vigas que se cruzam nos pilares

Fundações, teoria e prática

9

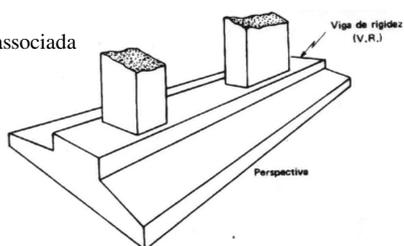
•**Sapata associada:**  
elemento de fundação que recebe parte dos pilares, o que a difere do radier, sendo que estes pilares não são alinhados, o que difere da viga de fundação

•**Radier:**  
elemento de fundação que recebe todos os pilares da obra

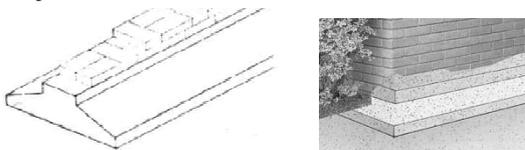
Fundações, teoria e prática

10

Sapata associada



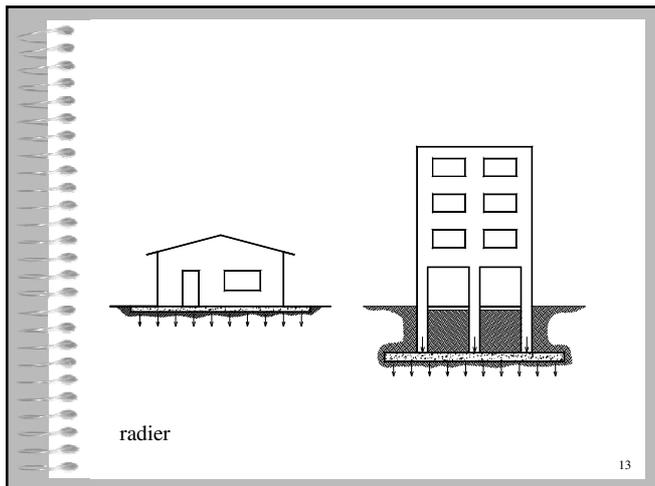
Sapata corrida



11



12



13

## 2.1 Fundações Profundas

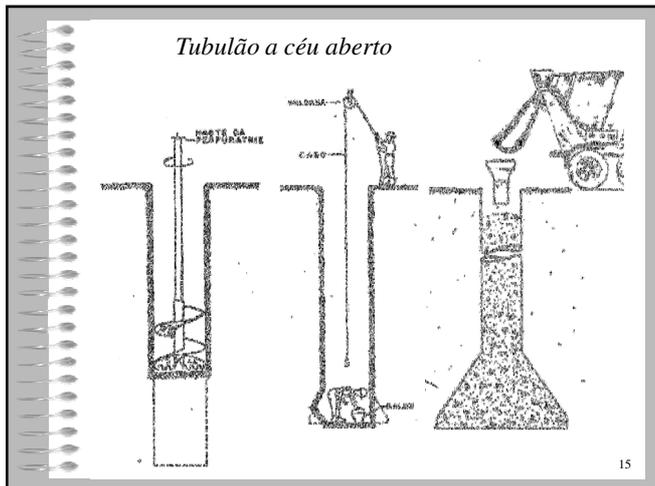
### •Tubulão:

Elemento de fundação profunda de forma cilíndrica, em que, pelo menos na sua fase final de execução, há a descida de operário ( o tubulão não difere da estaca por suas dimensões mas pelo processo executivo, que envolve a descida do operário).

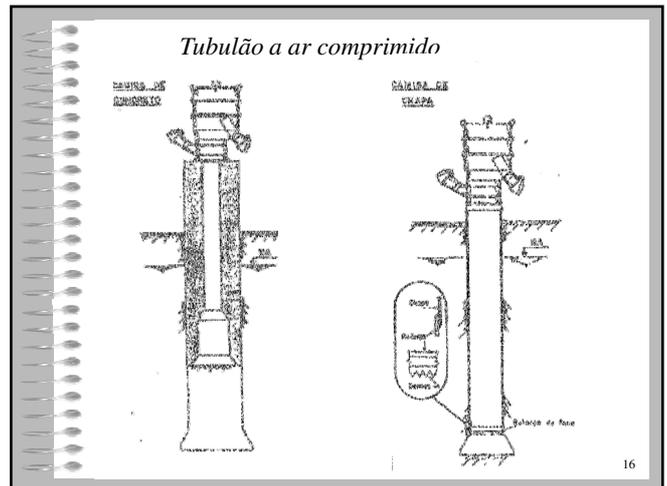
- céu aberto
- ar comprimido

Fundações, teoria e prática

14



15



16



17

### •Caixão:

elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna

Fundações, teoria e prática

18

•**Estaca:**

elemento de fundação profunda executado com auxílio de ferramentas ou equipamentos, execução esta que pode ser por cravação a percussão, prensagem, vibração ou por escavação, ou, ainda, de forma mista, envolvendo mais de um desses processos.

Fundações, teoria e prática

19

*Estacas executadas por cravação a percussão*

PRÉ-MOLDADA

- Cravadas a percussão
- Maior controle de qualidade
- Grande resistência à ação de agentes agressivos
- Incapacidade de adaptação às variações do terreno
- emendas ou cortes
- devem ser armadas para resistir à flexão devido ao levantamento e transporte



*Estacas executadas por prensagem*

MEGA

**Concreto**

- Constituída de segmentos de concretos sobrepostos, de aproximadamente 50 cm de altura e 25 cm de diâmetro, em forma de tubo, prensadas com uso de macaco hidráulico. Utilizando normalmente como reação uma estrutura já existente.



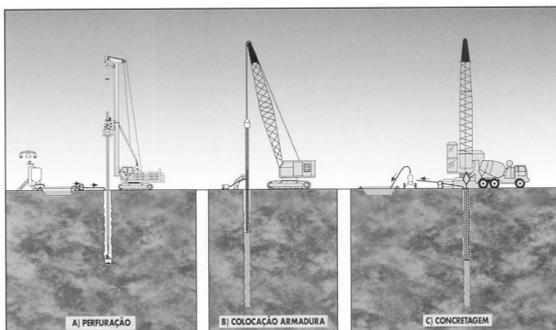
21

*Estacas executadas por escavação*

- Eliminam o problema do transporte das estacas pré-moldadas e contornam o problema da dificuldade de precisão do comprimento das mesmas;
- Dificuldade de controle do concreto durante a concretagem
- Pode ocorrer descontinuidade do fuste
- São executadas apenas acima do nível d'água

22

*Estacas executadas por escavação*



Esquema de execução de estacas de grande diâmetro com utilização de lama bentonítica

23

*Estacas executadas de forma mista*

- Strauss
  - escavação com apiloamento
- Raiz
  - escavação sob pressão de água
- Hélice-Contínua
  - escavação com trado contínuo, difere da escava porque não possui alívio de tensões
- Franki
  - escavação cravando-se um tubo de revestimento dinamicamente
- Ômega
  - escavação com deslocamento do solo

24

## Estaca Strauss

- Estaca moldada in loco com revestimento recuperável, de ponta aberta.
- Podem ser concretadas apenas com uma ferragem de espera ou serem armadas
- Diâmetros
  - 25, 32 e 38mm

25

## Estaca Strauss

- EQUIPAMENTO
  - TRIPÉ DE AÇO OU MADEIRA
  - GUINCHO
  - SOQUETE
  - SONDA PARA RETIRADA DO MATERIAL
  - TUBULAÇÕES DE AÇO DE 2,0m A 3,0m

26

## Estaca Strauss

- EXECUÇÃO
  - PERFURAÇÃO COM O SOQUETE ATÉ QUE SIVA DE GUIA VERTICAL PARA A INTRODUÇÃO DA COROA
  - DEPOIS A PERFURAÇÃO CONTINUA COM A SONDA E VAI SE COLOCANDO A TUBULAÇÃO INTEIRA ATÉ A PROFUNDIDADE DETERMINADA DA CRAVAÇÃO
  - COMEÇA A CONCRETAGEM LANÇANDO-SE UMA PEQUENA QUANTIDADE DE CONCRETO (~1 metro linear), SEM PUXAR O TUBO E APOIANDO-O PARA FORMAR O TUBO
  - PARA O FUSTE, VAI SE LANÇANDO O CONCRETO E RETIRANDO A TUBULAÇÃO

27

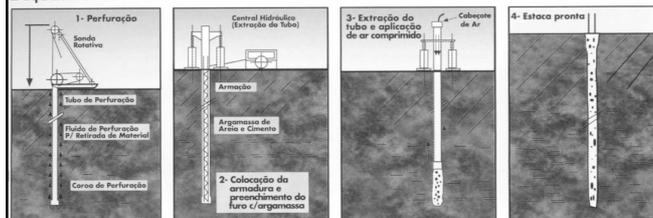
## Estaca Raiz

- Inicialmente são cravado tubos (1 a 2m de comprimento) com o auxílio de injeção de água sob pressão até a profundidade estabelecida pelo projeto.
- Coloca-se a armadura
- A concretagem é realizada da ponta da estaca para cima através da injeção de argamassa sob pressão, com a retirada simultânea dos tubos

28

## Raiz

### Seqüência Executiva



29

## Estaca Hélice-Contínua

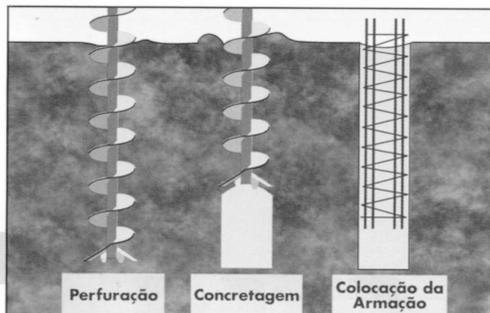
- Tipo de fundação profunda constituída por concreto, moldada in loco e executada por meio de trado contínuo e injeção de concreto

ABNT

30

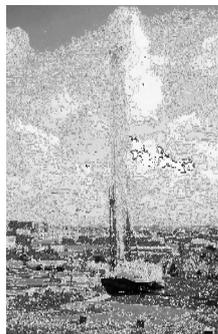
## Hélice-Contínua

### SEQUÊNCIA EXECUTIVA



31

## Hélice-Contínua



32

## Estaca Franki

- Tipo de fundação profunda caracterizada por ter uma base alargada, obtida introduzindo-se no terreno uma certa quantidade de material granular ou concreto, por meio de golpes de um pilão.
- O fuste pode ser moldado no terreno com revestimento perdido, ou não, ou ser constituído por um elemento pre-moldado.

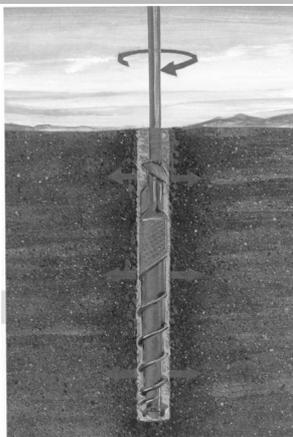
33

## Estaca Franki

- Crava-se um tubo de aço com um tampão de concreto "seco" na extremidade inferior.
- Por meio de um soquete de 2t a 4t, aploa-se essa bucha de concreto seco, que, pelo elevado atrito com o tubo de aço, vai sendo cravada e arrasta junto o tubo.
- Atingida a profundidade necessária, coloca-se mais concreto no interior do tubo e, por meio de golpes do soquete, provoca-se a expulsão da bucha do interior do molde, formando um bulbo de concreto de diâmetro alargado.
- Após a execução da base alargada, é introduzida a armação e a concretagem é executada em pequenos trechos fortemente apoiados.

34

## Ômega

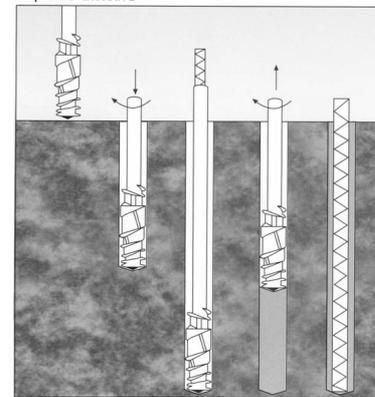


Detalhe esquemático do trado ômega

35

## Ômega

### Seqüência Executiva



36

### 3. Critérios de Dimensionamento

37

3.1 Requisitos básicos a que um projeto de fundações deverá atender:

- a) *Deformações aceitáveis sob as condições de trabalho*
- b) *Segurança adequada ao colapso do solo de fundação (estabilidade “externa”)*
- c) *Segurança adequada ao colapso dos elementos estruturais (estabilidade “interna”)*

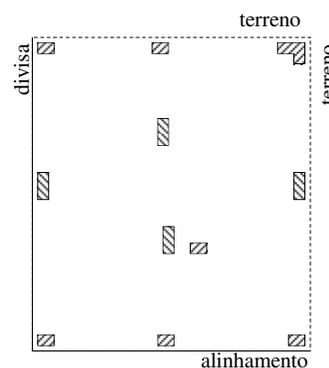
38

Critério Global, parcial  
Norma e Cintra

Tabela de Fatores de Segurança – ABNT  
NBR 6122

39

### 3.2 Projeto de Fundações por Sapata



40

#### 3.2.1 Tensão Admissível

Engenheiro Estrutural deverá fornecer os seguintes dados:

- características da obra (rigidez da estrutura)
- cargas e recalques admissíveis
- dimensões e formas  
(cálculo baseado em uma determinada tensão admissível do solo fornecida pelo engenheiro de fundações)

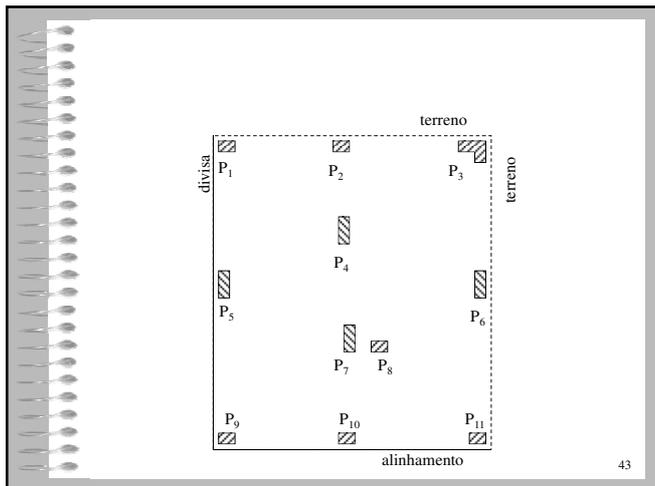
41

#### 3.2.1 Tensão Admissível

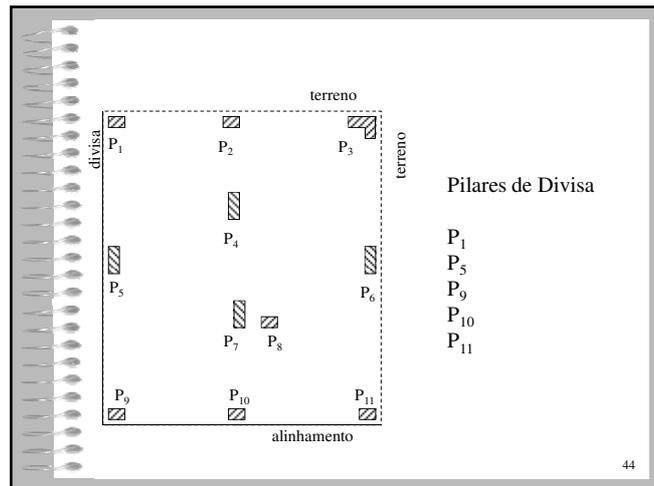
Engenheiro de Fundações deverá fornecer os seguintes dados:

- características das camadas do terreno
- nível do lençol freático
- alívio de tensões, alteração do teor de umidade etc

42



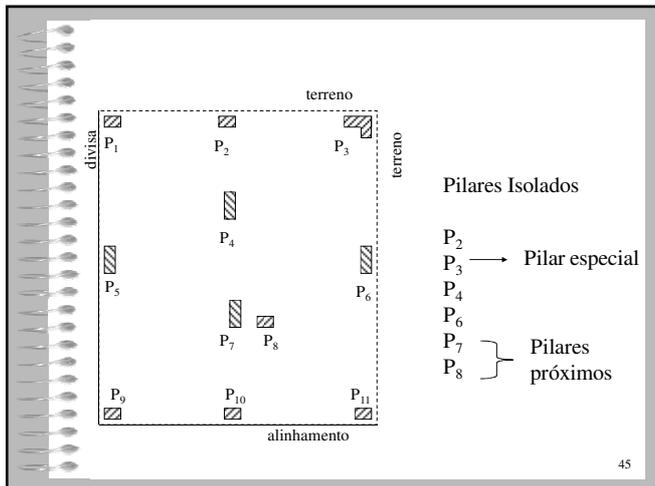
43



Pilares de Divisa

- P<sub>1</sub>
- P<sub>5</sub>
- P<sub>9</sub>
- P<sub>10</sub>
- P<sub>11</sub>

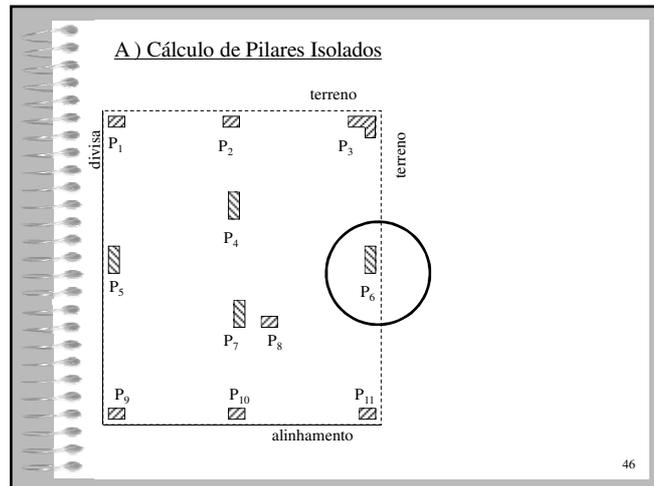
44



Pilares Isolados

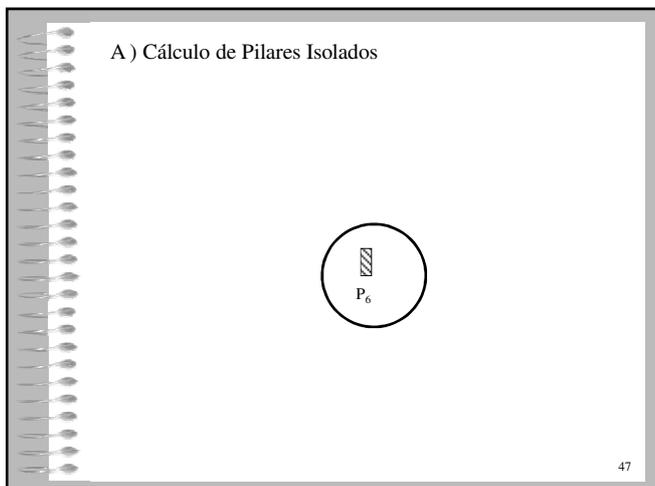
- P<sub>2</sub>
- P<sub>3</sub> → Pilar especial
- P<sub>4</sub>
- P<sub>6</sub>
- P<sub>7</sub>
- P<sub>8</sub> } Pilares próximos

45



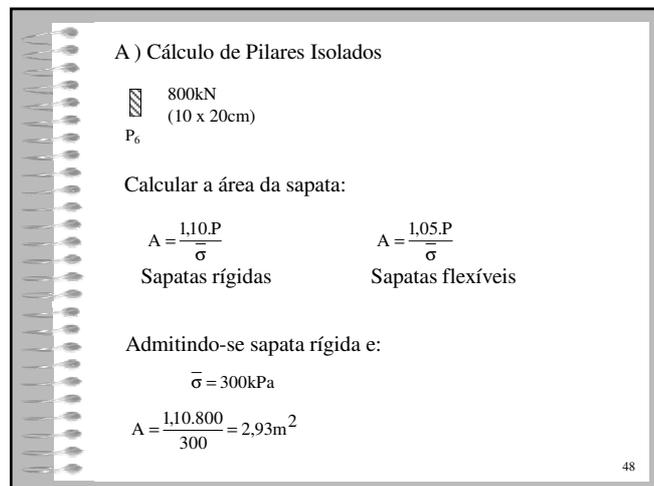
A) Cálculo de Pilares Isolados

46



A) Cálculo de Pilares Isolados

47



A) Cálculo de Pilares Isolados

800kN  
(10 x 20cm)  
P<sub>6</sub>

Calcular a área da sapata:

$$A = \frac{1,10.P}{\bar{\sigma}} \quad \text{Sapatas rígidas} \quad A = \frac{1,05.P}{\bar{\sigma}} \quad \text{Sapatas flexíveis}$$

Admitindo-se sapata rígida e:

$$\bar{\sigma} = 300\text{kPa}$$

$$A = \frac{1,10.800}{300} = 2,93\text{m}^2$$

48

As dimensões da sapata devem ser proporcionais às dimensões dos pilares para resultar em um dimensionamento econômico

800kN  
(10 x 20cm)  
 $P_0$

$B = b + 2x$   
 $L = l + 2x$   
 $L - B = l - b$   
 $B \cdot L = A$   
 $B$  e  $L$  múltiplos de 5cm

Dimensões mínimas pequenas construções = 0,6m  
Dimensões mínimas edifícios = 0,8 a 1,0m

49

As dimensões da sapata devem ser proporcionais às dimensões dos pilares para resultar em um dimensionamento econômico

800kN  
(10 x 20cm)  
 $P_0$

$L - B = 0,20 - 0,10 = 0,10m$   
 $B \cdot L = A$   
 $B \cdot (B + 0,1) = 2,93$   
 $B^2 + 0,1B - 2,93 = 0$   
 $B = 1,66$  ou  $B = -1,76$   
 **$B = 1,70m$  e  $L = 1,80m$**

50

B) Cálculo de Pilares de Divisa

51

B) Cálculo de Pilares de Divisa

52

A) Cálculo de Pilares de Divisa

53

A) Cálculo de Pilares de Divisa

54

### A) Cálculo de Pilares de Divisa

$$R_1 = P_1 \cdot \frac{s}{s-e}$$

$$e = \frac{B_1}{2} - \frac{b_1}{2} - f$$

$$f \cong 2,5\text{cm}$$

55

Processo é resolvido por tentativas

Adota-se inicialmente :  $R_1' = 1,20P_1$

$$A_1' = \frac{1,10 \cdot R_1'}{\sigma}$$

Adotando  $L = 1,5 \cdot B$  ou  $2,0$  a  $2,5 \cdot B$

$$B_1' = \sqrt{\frac{A_1'}{1,5}}$$

$$e' = \frac{B_1'}{2} - \frac{b_1}{2} - f \rightarrow R_1'' = \frac{P_1}{s-e}$$

se  $R_1'' \approx R_1' \pm 10\% R_1'$  OK!!

56

Processo é resolvido por tentativas

$$R_1 = R_1''$$

$$e = e'$$

$$B_1 = B_1'$$

$$A_1 = \frac{1,10 \cdot R_1}{\sigma} \quad e \quad L_1 = \frac{A_1}{B_1}$$

$P_2$  sofre um alívio  $\Delta P = R_1 - P_1$

Por segurança: 
$$\begin{cases} R_2 = P_2 - \frac{1}{2} \Delta P \\ A_2 = \frac{1,10 \cdot R_2}{\sigma} \end{cases}$$

57

### B) Cálculo de Pilares de Divisa

$e = ?$

$$R_1 = 1,20 \cdot P_1 = 720\text{kN}$$

$$\sigma = 300\text{kPa}$$

$$A_1 = \frac{1,10 \cdot 720}{300} = 2,64\text{m}^2$$

Adotando  $L = 1,5 \cdot B$

$$B_1 = \sqrt{\frac{A_1}{1,5}} = 1,327\text{m} \approx 1,35\text{m} \rightarrow L_1 = 1,5 \cdot 1,35 = 2,035 \approx 2,05\text{m}$$

$$e' = \frac{L_1}{2} - \frac{b_1}{2} - f = \frac{2,05}{2} - \frac{0,20}{2} - 0,025 = 0,90\text{m}$$

$$R_1'' = \frac{P_1 \cdot s}{s-e} = \frac{600 \cdot 4,875}{4,875 - 0,9} = 735,85\text{kN} \quad \frac{R_1''}{R_1} = \frac{735,85}{720,00} = 1,02$$

OK!!

58

$P_2$  sofre um alívio  $\Delta P = R_1 - P_1$

$$\Delta P = 735,85 - 720 = 15,85\text{kN}$$

Por segurança: 
$$\begin{cases} R_2 = P_2 - \frac{1}{2} \Delta P \\ A_2 = \frac{1,10 \cdot R_2}{\sigma} \end{cases}$$

$$R_2 = 1000 - \frac{15,85}{2} = 992,08$$

$$A_2 = \frac{1,10 \cdot 992,08}{300} = 3,64\text{m}^2$$

Calcula-se as dimensões da sapata considerando as mesmas condições de sapata isolada

59

### C) Cálculo de Pilares Próximos

Sapata associada:

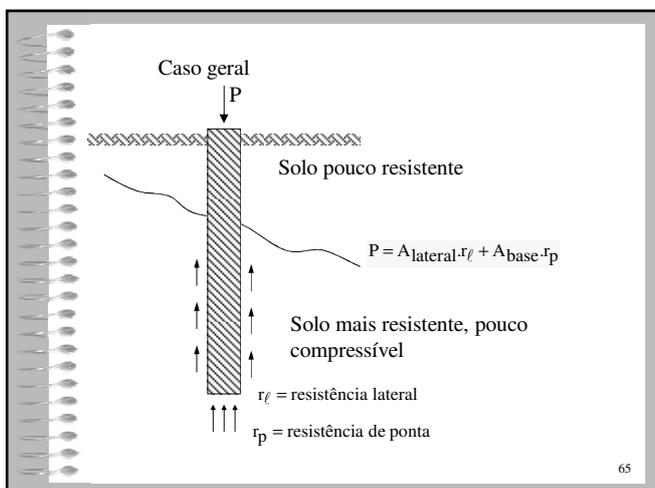
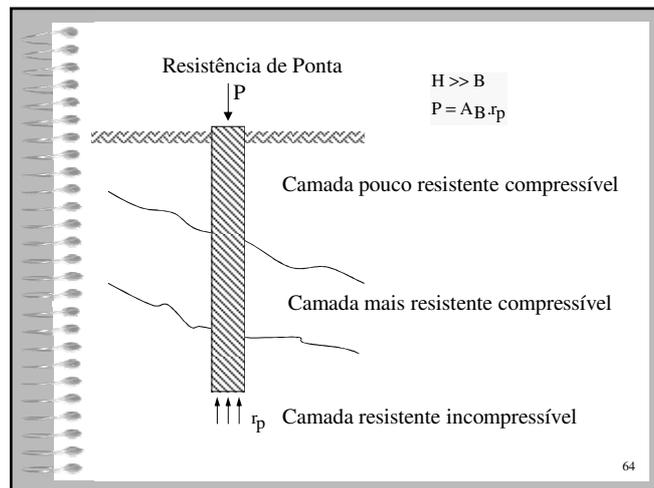
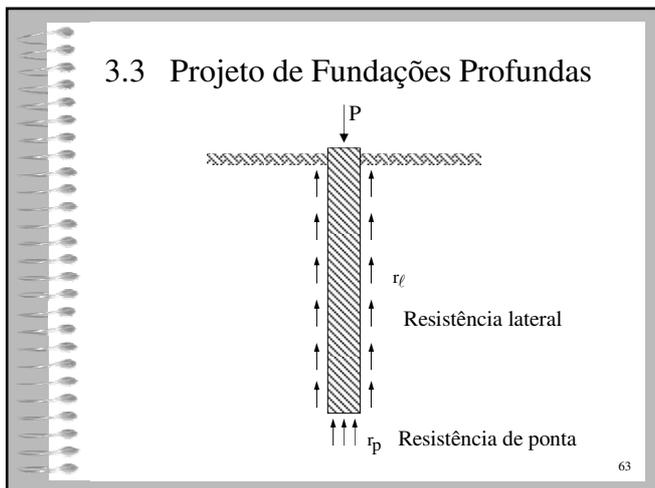
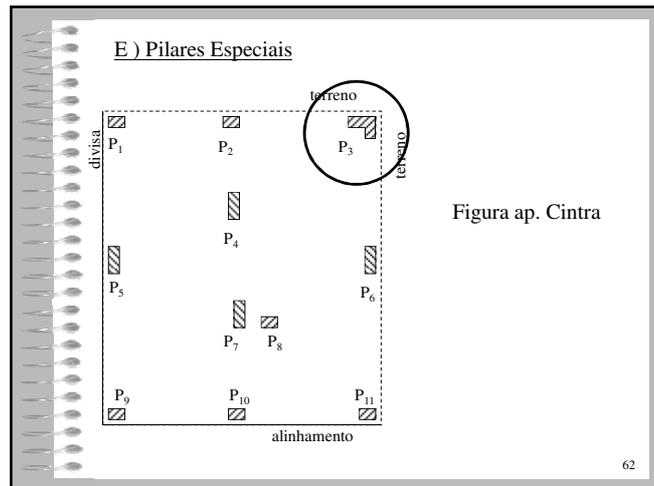
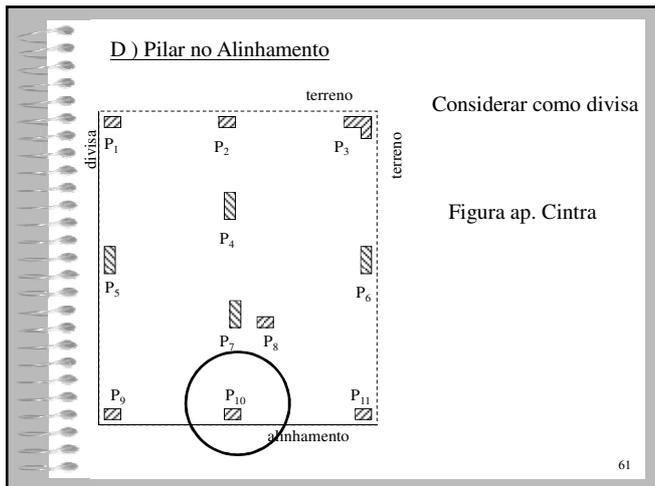
$$A = \frac{1,10 \cdot (P_1 + P_2)}{\sigma}$$

$$Y_{CG} = \frac{P_2}{(P_1 + P_2)}$$

Sapata associada na divisa:

Figura ap. Cintra

60



**3.3.1 Tensão Admissível**

Engenheiro Estrutural deverá fornecer os seguintes dados:

- características da obra (rigidez da estrutura)
- cargas e recalques admissíveis

Engenheiro de Fundações deverá fornecer os seguintes dados:

- características das camadas do terreno
- nível do lençol freático
- profundidade da fundação

66

### 3.3.1 Tensão Admissível

Prova de carga é o método mais adequado para se obter a capacidade-de-carga da fundação, porém menos utilizado devido:

- alto custo
- andamento da obra

No Brasil, a capacidade-de-carga é obtida mais comumente através de métodos empíricos utilizando-se resultados de ensaios de campo, como o SPT

67

### 3.3.2 Projeto de Fundações por Tubulões



Para o projeto de tubulão é considerada apenas a parcela de ponta devido ao peso próprio do mesmo.

68

### Dimensionamento

Tubulão deve ser dimensionado como peça estrutural

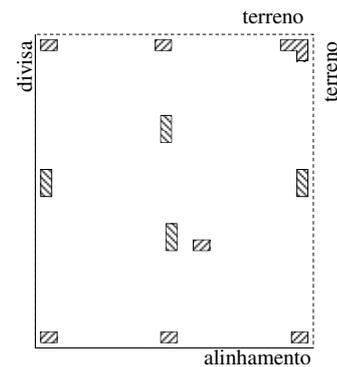
Adota-se coeficiente de majoração da carga  $\gamma_f = 1,4$

Coeficiente de minoração da resistência característica do concreto  $\gamma_c = 1,6$

Coeficiente 0,85 no  $f_{ck}$  do concreto

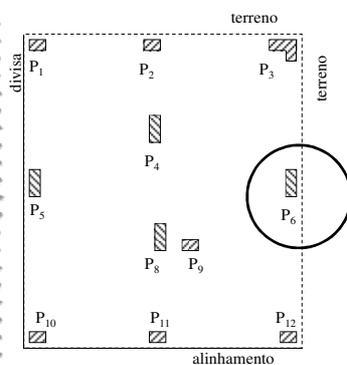
69

### Dimensionamento



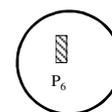
70

### A) Cálculo de Pilares Isolados



71

### A) Cálculo de Pilares Isolados



72

A) Cálculo de Pilares Isolados

800kN  
(10 x 20cm)  
P<sub>6</sub>

Calcular o diâmetro do fuste:

$$D_f = \sqrt{\frac{4 \cdot (1,4 \cdot P)}{0,85 \cdot \pi \cdot (f_{ck} / 1,6)}} \quad D_f \geq 0,70m$$

Admitindo-se:  $f_{ck} = 15MPa$

$$D_f = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,4 \cdot 800}{0,85 \cdot \pi \cdot (15000 / 1,6)}} = 0,42m$$

Adotar D<sub>f</sub> = 0,70m

73

A) Cálculo de Pilares Isolados

800kN  
(10 x 20cm)  
P<sub>6</sub>

Calcular o diâmetro da base:

$$D_b = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot \bar{\sigma}}} \quad \bar{\sigma} = 550kPa$$

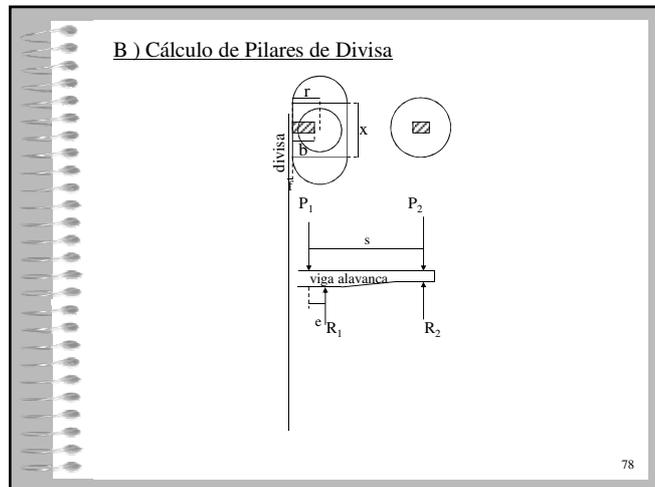
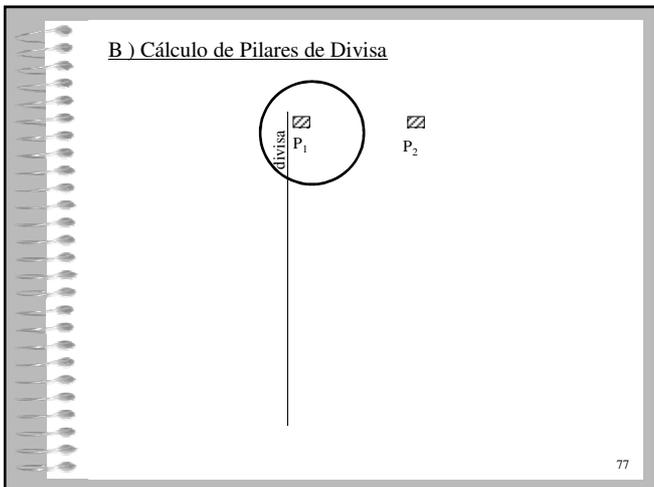
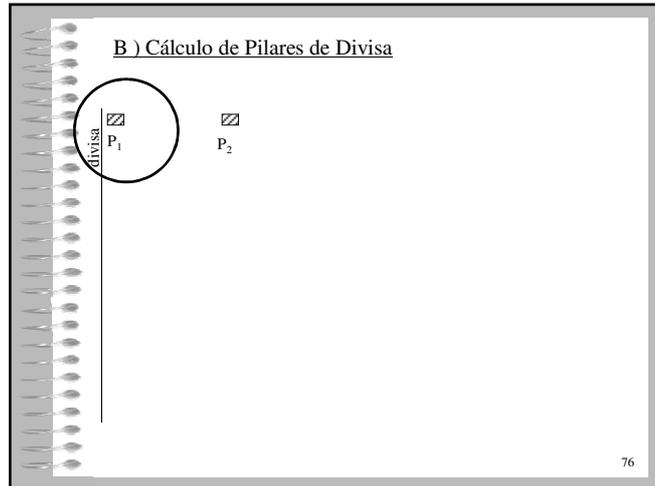
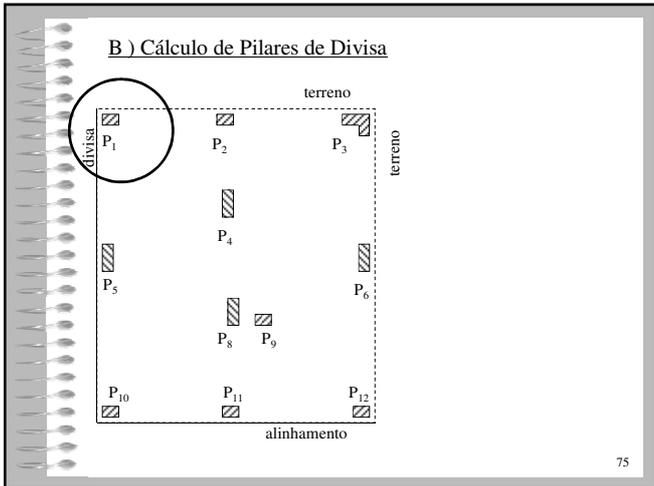
$$D_b = \sqrt{\frac{4 \cdot 800}{\pi \cdot 550}} = 1,36m \approx 1,40m$$

Calcular a altura da base

$$h = \frac{D_b - D_f}{2} \cdot \text{tg} \alpha \quad \alpha = 60^\circ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{função da distribuição de tensões} \\ \text{num elemento de concreto armado} \end{array} \right.$$

$$h = \frac{1,40 - 0,70}{2} \cdot \text{tg} 60^\circ = 0,61 \approx 0,60m \quad h < 2m \text{ OK!}$$

74



### B) Cálculo de Pilares de Divisa

$$R_1 = P_1 \cdot \frac{s}{s-e}$$

$$e = r - \frac{b}{2} - f$$

79

$P_1$  600kN (10 x 20cm)     $P_2$  1000kN (10 x 20cm)

Primeiramente, calcula-se  $D_b$  como se fosse base circular:

$$D_b = \sqrt{\frac{4.600}{\pi \cdot 550}} = 1,18 \approx 1,20m$$

Nesse caso:  $r = 0,60m$

Adota-se  $r = 0,55m$  falsa elipse

Tem-se:  $b = 0,20m$ ;  $s = 4,875m$  e  $f = 0,025m$

$$e = 0,55 - \frac{0,20}{2} - 0,025 = 0,425$$

80

$P_1$  600kN (10 x 20cm)     $P_2$  1000kN (10 x 20cm)

$$R_1 = 600 \cdot \frac{4,875}{4,875 - 0,425} = 657,30kN$$

$$A_b = \frac{657,30}{550} = 1,195m^2$$

$$A_b = \pi \cdot r^2 + 2 \cdot r \cdot x \rightarrow x = \frac{A_b - \pi r^2}{2 \cdot r}$$

$$x = \frac{1,195 - \pi \cdot 0,55^2}{2 \cdot 0,55} = 0,22m$$

$r < x < 3r$  ideal  $x = 2r$   
 não lembro, verificar na apostila?

Se for o caso, fazer mais uma transparência

81

### C) Cálculo de Pilares Próximos

Ver apost. Cintra:

$$A = \frac{1,10 \cdot (P_1 + P_2)}{\sigma}$$

$$Y_{CG} = \frac{P_2}{(P_1 + P_2)}$$

82

### D) Pilar no Alinhamento

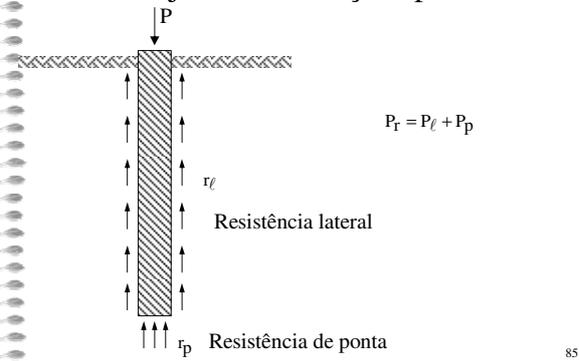
Considerar como divisa

83

### E) Pilares Especiais

84

### 3.3.3 Projeto de Fundações por Estacas



85

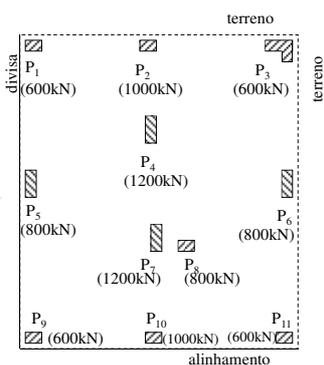
### 3.3.3 Projeto de Fundações por Estacas

Nesse item não está sendo abordado o tipo de estaca, que é baseado em fatores técnicos e econômicos.

Esse assunto será abordado no item 4.

86

#### Carga Média dos Pilares



$P_{\text{médio}} = 836,36\text{kN}$

Inicialmente considera-se blocos com três estacas - mais econômicos - mais estáveis

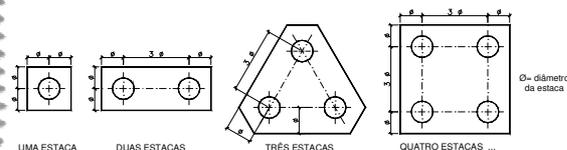
$\bar{P}_e = \frac{P_{\text{médio}}}{3}$

$\bar{P}_e = \frac{836,36}{3} = 278,79\text{kN}$

87

#### Número de Estacas por Pilar

$n = \frac{1,10.P}{P_e}$

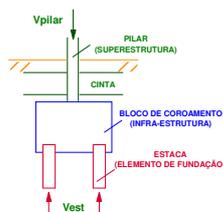


88



89

#### Dimensionamento do Bloco



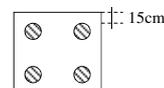
$d = 2,5.D \rightarrow$  pré-moldada

$d = 3,0.D \rightarrow$  moldada in loco

D = diâmetro da estaca

$d_{\text{mínimo}} = 0,60\text{m}$

$c = \frac{D}{2} + 0,15\text{m}$



90

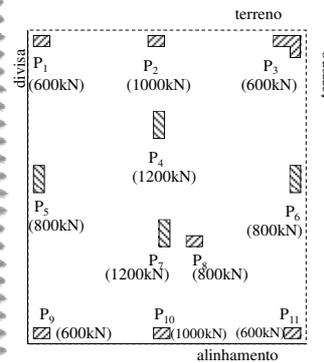
### Pilares de Divisa

$$R_1 = P_1 \cdot \frac{s}{s-e}$$

$$e = a - \frac{b}{2} - f \quad (a > c)$$

91

### Dimensionamento



Calcula-se o número de estacas por pilar

92

### Efeito de Grupo

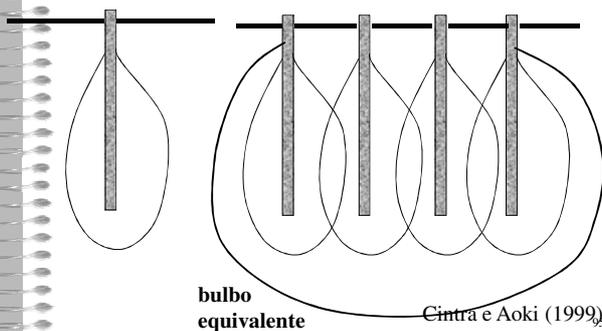
Entende-se por efeito de grupo de estacas ou tubulões o processo de interação das diversas estacas ou tubulões que constituem uma fundação ou parte de uma fundação ao transmitirem ao solo as cargas que lhes são aplicadas.

Cintra e Aoki (1999)<sup>93</sup>

Esta interação acarreta uma superposição de tensões, de tal sorte que o recalque do grupo de estacas ou tubulões para a mesma carga por estaca ou tubulão é, em geral, diferente da estaca ou tubulão isolado.

Cintra e Aoki (1999)<sup>94</sup>

O recalque admissível da estrutura deve ser comparado ao recalque do grupo e não do elemento isolado de fundação.



bulbo equivalente

Cintra e Aoki (1999)<sup>95</sup>

### Eficiência do grupo de estacas

- A carga de ruptura de um grupo de "n" estacas não é igual a "n" vezes a carga de ruptura de uma estaca isolada, existindo fórmulas empíricas que calculam a "eficiência" do grupo de estacas

$$e \leq 1$$

$$e = \frac{\text{carga média da estaca do grupo na ruptura}}{\text{carga de ruptura da estaca isolada}}$$

96

## Método de Feld

- Consiste em descontar  $1/16$  de cada estaca do grupo, para cada estaca vizinha

97

## 2 estacas



$$1 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \text{ ou } 94\%$$

$$1 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \text{ ou } 94\%$$

$$e = \frac{1 \times 94 + 1 \times 94}{2} = 94\%$$

98

## 3 estacas



$$3 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{2}{16} = \frac{14}{16} \text{ ou } 87\%$$

$$e = \frac{3 \times 87}{3} = 87\%$$

99

## 4 estacas

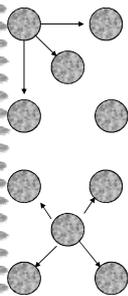


$$4 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} \text{ ou } 82\%$$

$$e = \frac{4 \times 82}{4} = 82\%$$

100

## 5 estacas



$$4 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} \text{ ou } 82\%$$

$$1 \rightarrow \frac{16}{16} - \frac{4}{16} = \frac{12}{16} \text{ ou } 75\%$$

$$e = \frac{4 \times 82 + 1 \times 75}{5} = 80\%$$

101

## Número necessário de estacas

$$n_i \geq \frac{P_i}{P_{\text{admestaca}}} \times \frac{1}{e}$$

$P_i \rightarrow$  carga da pilar "i"

$$n_i \rightarrow \begin{cases} \text{número de estacas no bloco} \\ \text{número inteiro imediatamente superior a } \frac{P_i}{P_{\text{admestaca}}} \end{cases}$$

$$e \rightarrow \begin{cases} \text{eficiência do grupo de estacas} \\ e \leq 1 \end{cases}$$

102

## 4. Escolha do tipo de fundação

103

- Conhecimento do tipo de e características do subsolo no local da obra
  - Sondagens
  - Amostras Indeformadas

104

- Conhecimento da disposição, grandeza e natureza das cargas a serem transferidas ao subsolo
  - cargas verticais ou inclinadas
  - momentos
  - cargas estáticas ou dinâmicas
  - cargas permanentes ou acidentais

105

- Conhecimento dos tipos de fundações existentes no mercado
- Conhecimento das restrições técnicas inerentes a cada tipo de fundação
- Conhecimento do tipo e do estado atual das fundações das edificações vizinhas e o estado das próprias edificações

106

- Conhecimento dos custos dos diversos tipos de fundações existentes no mercado
- Conhecimento do tempo necessário para a execução dos tipos de fundações tecnicamente possíveis, para posterior adequação ao cronograma executivo da obra

107

## Critérios

- Critérios técnicos
- Critérios econômicos
- Critérios limitativos impostos pelo mercado

108

## Etapas para Estudo de uma Fundação

- Inicialmente analisa-se a possibilidade de fundações diretas
- Sendo viável a fundação direta, deve-se compará-la com os tipos viáveis de fundação profunda, para a determinação do tipo mais econômico
- Não havendo viabilidade técnica de fundação direta, passa-se para fundação profunda

109

- No caso de fundações profundas, é determinado o tipo de fundação mais apropriado.
- Se for estaca, passa-se ao tipo mais indicado, da fixação da carga admissível à profundidade necessária.
- Se for tubulão, determina-se a cota de apoio da base, tensão admissível do solo nessa cota, e método de execução.

110