Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Departamento de Construção Civil

Construção Civil II

(TC-025)

INTRODUÇÃO A FUNDAÇÕES

Professores
José de Almendra Freitas Jr. - freitasjose@terra.com.br
Heloisa Fuganti Campos – heloisacampos@ufpr.br
Barbara Talamini Villas Bôas – barbaratvb@gmail.com

Versão 2020

Fundações:

- São elementos estruturais cuja função é a transferência de cargas da estrutura para a camada resistente de solo

TEM IMPORTÂNCIA ESTRUTURAL!!!

Fundações: Classificação

Quanto à transmissão das cargas:

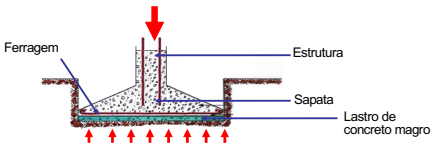
- Fundações Diretas
- Fundações Indiretas

As fundações se classificam em diretas e indiretas, de acordo com a forma de transferência de cargas da estrutura para o solo onde ela se apoia

Fundações: Classificação

Quanto à transmissão das cargas:

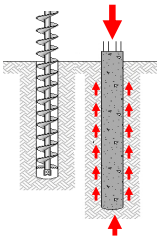
- Fundações Diretas
  - Transmissão da carga para o solo → preponderantemente pela base



Fundações: Classificação

Quanto à transmissão das cargas:

- Fundações Indiretas
  - Transmissão da carga para o solo → preponderantemente pela superfície lateral com auxílio secundário do efeito de ponta
  - São sempre profundas



Fundações: Classificação

Quanto à profundidade da cota de apoio

- Rasas: cota de apoio até 2m de profundidade
- Profundas: apoio abaixo de 2m

Rasas:
- **Sapatas**
- **Laje Radier**
- **Blocos de fundação**

Profundas:
- **Estacas**

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações diretas rasas

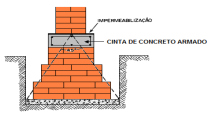
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

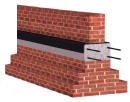
UFPR

Fundações diretas rasas

Blocos:

- São elementos estruturais de grande rigidez, ligados por vigas baldrames
- Não tem armação ou armaduras





Bloco corrido ou alicerce em alvenaria de tijolos

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações diretas rasas

Blocos:

- Faces: verticais, inclinadas ou escalonadas
- Altura: grande → trabalham essencialmente à compressão
- Planta: seção quadrada, retangular, triangular ou poligonal

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações diretas rasas

Alicerces:

- São também denominado de blocos corridos
- Utilizados em construções de pequenas cargas provenientes de paredes estruturais

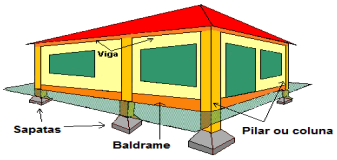
Alicerce de pedras de mão argamassadas

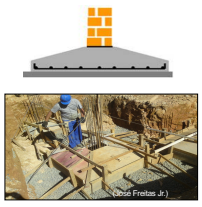
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações diretas rasas

- Sapatas



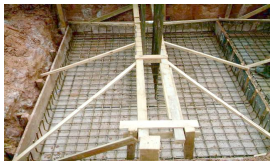


FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações diretas rasas

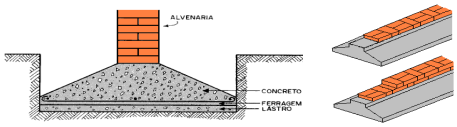
- Sapatas



Fundações diretas rasas

Sapatas corridas

- São elementos contínuos que acompanham a linha das paredes, as quais lhes transmitem a carga por metro linear



Fundações diretas rasas

Radier

- "Laje" armada sob toda a área da edificação

Funciona como uma laje contínua de concreto armado em toda a área da construção e transmite as cargas da estrutura (pilares ou paredes) para o terreno

Fundações diretas rasas

Radier

- Executado em concreto armado
- Peça inteiriça, com alta rigidez

impactoprotensao.com.br

Fundações diretas profundas

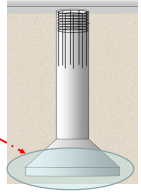
Fundações diretas profundas

- Tubulões

Transmissão de cargas pela compressão na base alargada, em elevada profundidade

Fuste

Base alargada



Fundações diretas profundas

Tubulões

- Características:
  - ✓ Cargas muito elevadas
  - ✓ Escavação manual
  - ✓ Áreas com dificuldade de adoção de técnicas mecanizadas
  - ✓ Solos argilosos – menos risco de desmoronamento
  - ✓ Descida de operário nas escavações para limpeza da base
  - ✓ Menor custo de mobilização
  - ✓ Menor intensidade de vibração e ruído
  - ✓ Possibilidade de verificação in loco das camadas de solo

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

Tubulões (de acordo com o método de escavação)

- Tubulão a céu aberto
  - ✓ Poço aberto *manualmente* ou *mecanicamente* em *solos coesos*, para que não haja desmoronamento durante a escavação
  - ✓ Escavação acima do nível d'água
  - ✓ Quando há tendência ao desmoronamento, reveste-se o furo com tubo de concreto ou de aço
  - ✓ O fuste é escavado até a cota desejada, a base é alargada e posteriormente enche-se de concreto

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

Tubulões

- Tubulão a céu aberto

Para escavação manual usa-se pá, balde e um sarilho para a retirada da terra

PCC-USP

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Tubulão – a céu aberto

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

Tubulões

- Tubulão a céu aberto
  - ✓ Perfuração mecânica: aparelho rotativo acoplado a um caminhão

Laila Valduga

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

PCC-USP

Base alargada

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

Tubulões a céu aberto

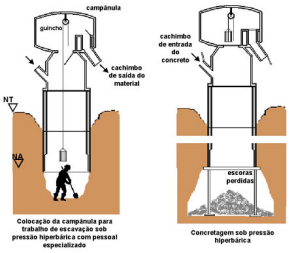
Concretagem com bomba com braço e mangote

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações diretas profundas

Tubulão com ar comprimido

- Usado quando existe água (fundação ultrapassa consideravelmente o nível do lençol freático)
- Injeção de ar comprimido no tubulão para impedir a entrada da água
- *Pressão interna imposta* no tubulão expulsa a água que está no solo



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas moldadas *in loco*

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Estacas moldadas *in loco*

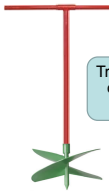
- Broca
- Trado mecânico
- Franki
- Hélice contínua
- Escavada ou estacão
- Barrete

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Brocas

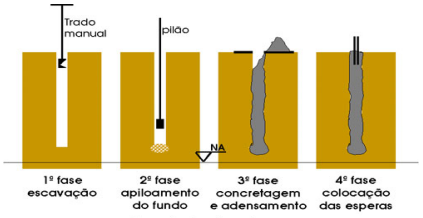
- São executadas "*in loco*" sem molde
- Casos com baixa intensidade de cargas
- Escavada com trado e preenchida com concreto
- Ø entre 15 e 30 cm (usual – 20 cm)



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Brocas



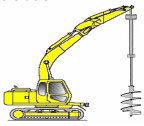
Execução de estacas brocas

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Trado mecânico a céu aberto

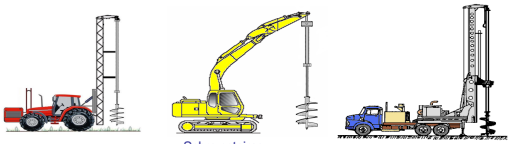
- É uma versão em maior escala que a broca
- São executadas "in loco" sem molde
- Suportam cargas de até centenas de toneladas
  - Carga aumenta com:
    - Diâmetro
    - Profundidade



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Trado mecânico a céu aberto - equipamentos



Em trator simples
- *Baixo custo*
- *Baixa produtividade*
- *Diâmetros menores*

Sobre esteiras
- *Alta produtividade*
- *Facilidade de acesso*

Sobre caminhão
- *Excelente verticalidade*
- *Acesso limitado*
- *Até diâmetros médios*

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Trado mecânico a céu aberto

- Executadas normalmente em:
  - ✓ Diâmetros de até 1,2 m
  - ✓ Profundidades de até 16 m
- Não tem base alargada
- Hélice só na extremidade da haste telescópica
- Só possuem armaduras na extremidade superior
  - ✓ A não ser que se deseje resistência a flexão

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Trado mecânico a céu aberto

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Trado mecânico a céu aberto

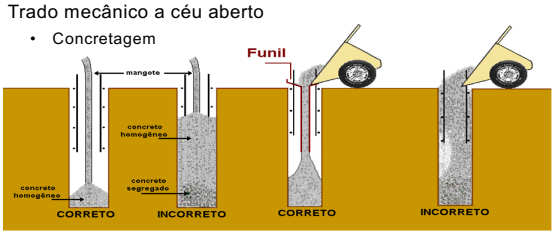
- Altíssima velocidade de execução
- Máquinas sobre esteiras acessam qualquer local
- Aplicável em solos com lençol freático baixo
- Utilizam concreto convencional (*slump* 60 ±10 mm, b1-2) de menor custo
- Onde o caminhão betoneira não tiver acesso pode-se utilizar a bomba ou calhas (p/ baixo)

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Trado mecânico a céu aberto

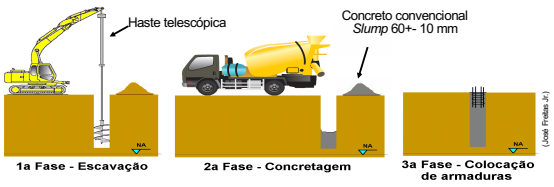
- Concretagem



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Trado mecânico - Etapas do serviço



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Estaca Franki

- Alto grau de atrito lateral
- Melhoramento do terreno
- Profundidade de até 18 m
- Ø 30 a 60 cm
- Causa vibração e barulho

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Estaca Franki - Execução

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

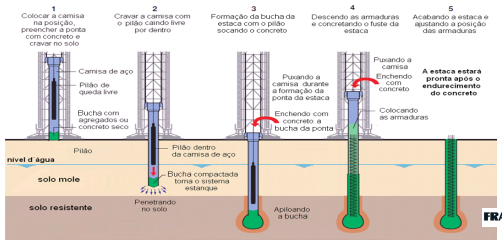
Fundações indiretas

Estaca Franki

- Crava-se um tubo de aço, cuja ponta é obturada por uma bucha de concreto seco, areia e brita
- Ao se bater com o pilão na bucha, o mesmo arrasta o tubo, impedindo a entrada de solo ou água
- Atingida a camada desejada, o tubo é preso e a bucha expulsa por golpes de pilão e fortemente socada de maneira a formar uma base alargada

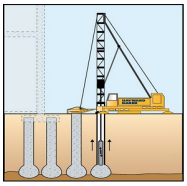
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

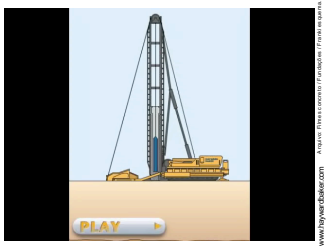
Estaca Franki



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Estaca Franki





FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Hélice contínua monitorada

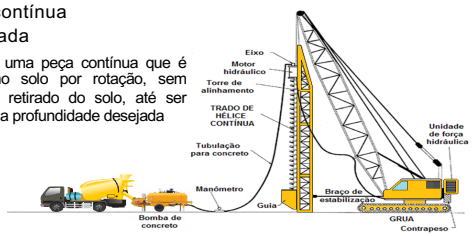
- Profundidade de até 24 m
- Ø até 100 cm
- Baixo grau de ruído e vibração
- Perfuração em solos pouco coesos
- Perfuração abaixo do nível da água
- Controle a partir o torque

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Hélice contínua monitorada

O trado é uma peça contínua que é cravado no solo por rotação, sem nunca ser retirado do solo, até ser alcançada a profundidade desejada



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Hélice contínua monitorada

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

Hélice contínua monitorada

- Concretagem simultânea à retirada da hélice
- Concreto injetado sob pressão

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

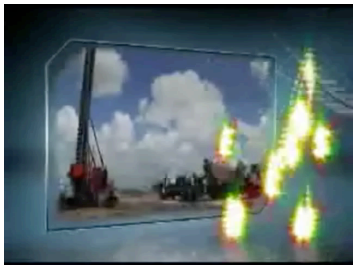
Hélice contínua – monitoramento:

Computador registra diversas informações durante a perfuração e a concretagem, controlando:

- Prumo e nivelamento da torre
- Velocidade de perfuração e rotação
- Velocidade de concretagem
- Torque do motor hidráulico
- Cota de profundidade

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Hélice contínua monitorada



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Estacas escavadas ou estacão
  - Seção circular (Ø 20 a 200 cm)
  - Escavação mecânica com equipamento rotativo
  - Uso de lama bentonítica
  - Concretada com uso de tremonha
  - Profundidade: 30 a 70 m
  - Não é limitado pelo lençol freático

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Estacas escavadas ou estacão
  - Lama Bentonítica: água + bentonita
    - Efeito estabilizante (pressão hidrostática da lama no interior da escavação > à exercida externamente pelo lençol freático)
    - Preparada em uma "central de lama"

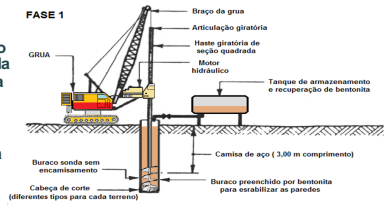
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Estacas escavadas ou estacão

Escavação do terreno com preenchimento da perfuração com lama bentonítica

Equipamento: Guindaste de esteira



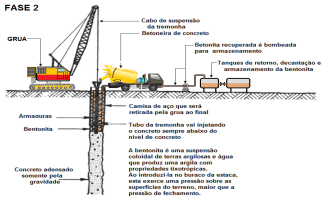
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Estacas escavadas ou estacão

✓ Posicionamento das armaduras (quando necessário)

✓ Concretagem submersa



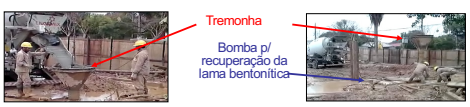
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Estacão com lama bentonítica
(com tremonha e bomba sugando a lama)

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

- Estacas Barretes
  - Estaca Barretes:
    - Seção retangular, escavação com guindaste acoplado a "*clamshell*"
    - Usa lama bentonítica e é concretada com uso de tremonha

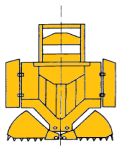


FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

Fundações indiretas

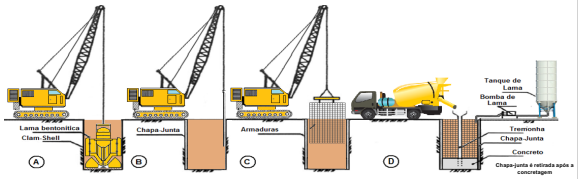
- Estacas barrete
  - Equipamento de escavação
    - *Clamshell* mecânico ou hidráulico
    - Outros procedimentos são idênticos ao apresentado para as estacas escavadas.

Clamshell



Fundações indiretas

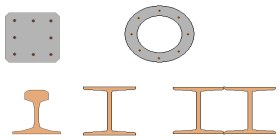
- Estacas barrete (semelhante a estaca escavada)
  Com seção retangular



Fundações indiretas pré-moldadas

Estacas Pré-moldadas

- Concreto
  - ➢Armado
  - ➢Protendido
- Aço
  - ➢Perfil
  - ➢Trilho
- Madeira (usos especiais)



Fundações indiretas

- Estacas Pré-moldadas de concreto
  - – Não resiste a esforços de tração e flexão e não atravessam camadas resistentes
  - – Podem ser cravadas até níveis abaixo do nível d'água
  - – Aplicação de rotina: obras de pequeno a médio porte

Fundações indiretas

- Estacas Pré-moldadas de concreto
  - – Podem ser de concreto armado ou protendido
    - Fabricada em segmentos (4 a 12 m)
    - Requerem armaduras especiais para içamento
    - Pode haver necessidade de corte
    - Pode haver necessidade de emenda

Fundações indiretas

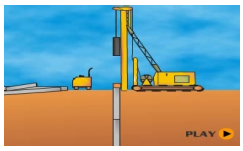
- Estacas Pré-moldadas de concreto
  - – Emenda por solda
  - – Emenda com luva de aço

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

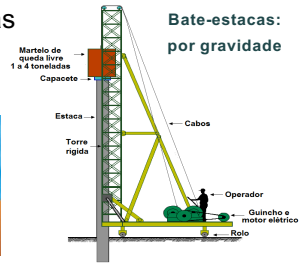
UFPR

Fundações indiretas

- Tipos de bate-estacas



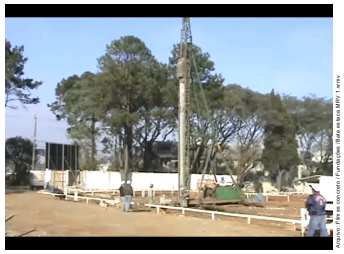
Bate-estacas: por gravidade



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Estacas Pré-moldadas – Martelo a gravidade



FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações indiretas

Tipos de bate-estacas:

Hidráulico

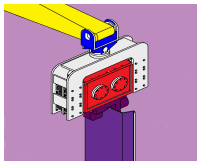
FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

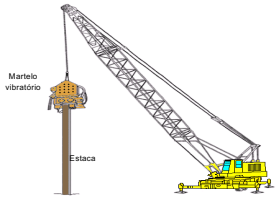
UFPR

Fundações indiretas

Tipos de bate-estacas:

Vibratório (Estacas de aço)





Permite cravação e arrancamento para reciclagem de estacas de aço

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

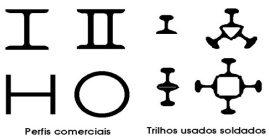
Estaqueando na água – Bate estaca hidráulico

FUNDAÇÕES TC 025 Construção II

UFPR

Fundações indiretas profundas

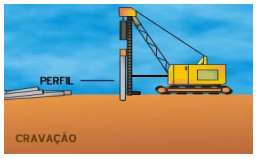
- Estacas metálicas
  - Podem ser perfis laminados (I ou H), perfis soldados, trilhos ou estacas tubulares.



Perfis comerciais Trilhos usados soldados

Fundações indiretas

- Estacas metálicas
  - – Cravação da estaca



Fundações indiretas

- Estacas metálicas – bloco de coroamento

Martelo Vibratório

Martelos Vibratórios TUNKERS BRASIL

Obra: **Porto novo de contêineres no rio Itajaí NAVEGANTES - SC**

Equipamento:

HVB 160 HFV

Fundações indiretas

Estacas de madeira

- Troncos de arvores cravados com bate-estacas de pequenas dimensões
- Usos especiais
- Antes da difusão do concreto eram muito usadas
- É necessário que elas fiquem totalmente abaixo d'água
- O nível da água não pode variar ao longo de sua vida útil

Fundações indiretas

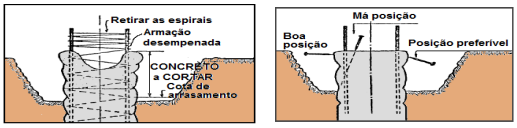
Estacas de madeira

- Aplicação em obras especiais:

Atividades após a execução das estacas

Arrasamento de estaca

- Preparar a cabeça das estacas para perfeita ligação com a estrutura
  - O concreto desta região é de qualidade inferior (possibilidade de contaminação com solo, exsudação, etc.)
- Concretar a estaca ao menos 20 cm acima da cota de arrasamento

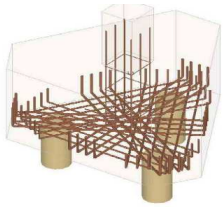


Arrasamento de estacas com martelete pneumático

Arrasador mecânico de estacas

Bloco de coroamento

Finalidade:
Transferir as cargas da superestrutura (pilares) para as estacas de fundações



Bloco de coroamento

- Montagem das armaduras:

heloisacampos@ufpr.br
barbaratvb.ufpr@gmail.com
freitasjose@terra.com.br