



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC 3331 - Tecnologia e Gestão da Produção de
Obras Civis: Edifícios

LOCAÇÃO E FUNDAÇÕES

Aula 5

Grupo de Tecnologia e Gestão da Produção de Obras Civis



LEITURA RECOMENDADA

Textos disponibilizados no Moodle

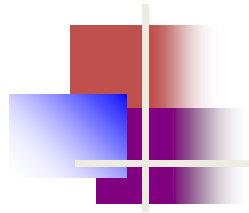
1. Procedimento de locação
2. Tipos e escolhas de fundações
3. Debate sobre fundações profundas
4. Custo comparado de fundações
5. Ensaaios em obra e redução de custos



OBJETIVO

DISCUTIR:

- Gestão da atividade de locação
- O que e quando locar (estacas, blocos, eixos de pilares)
- As diferentes técnicas de locação
- Tipos de fundações
- Como escolher as fundações



LOCAÇÃO



LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE É?

"A **locação** topográfica consiste em materializar, no terreno, pontos do projeto de uma obra para que possa ser executada exatamente no local planejado."

LOCAÇÃO DE OBRAS

LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



Fonte: <http://www.geodactha.com.br/obras/zappi3.htm>



LOCAÇÃO DE OBRAS

- **O que** precisa ser locado e **como** fazê-lo?
- **Quais** elementos devem ser previamente locados?

LOCAÇÃO DE OBRAS

LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



Fonte: <http://www.geodactha.com.br/obras/ebm10.htm>

LOCAÇÃO DE OBRAS

LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



PILARES SENDO EXECUTADOS (depois)

Fonte: <http://www.geodactha.com.br/obras/ebm10.htm>

LOCAÇÃO DE OBRAS

LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



ESTACAS PRÉ-MOLDADAS LOCADAS

Fonte: <http://www.geodactha.com.br/obras/zappi5.htm>



LOCAÇÃO DE OBRAS

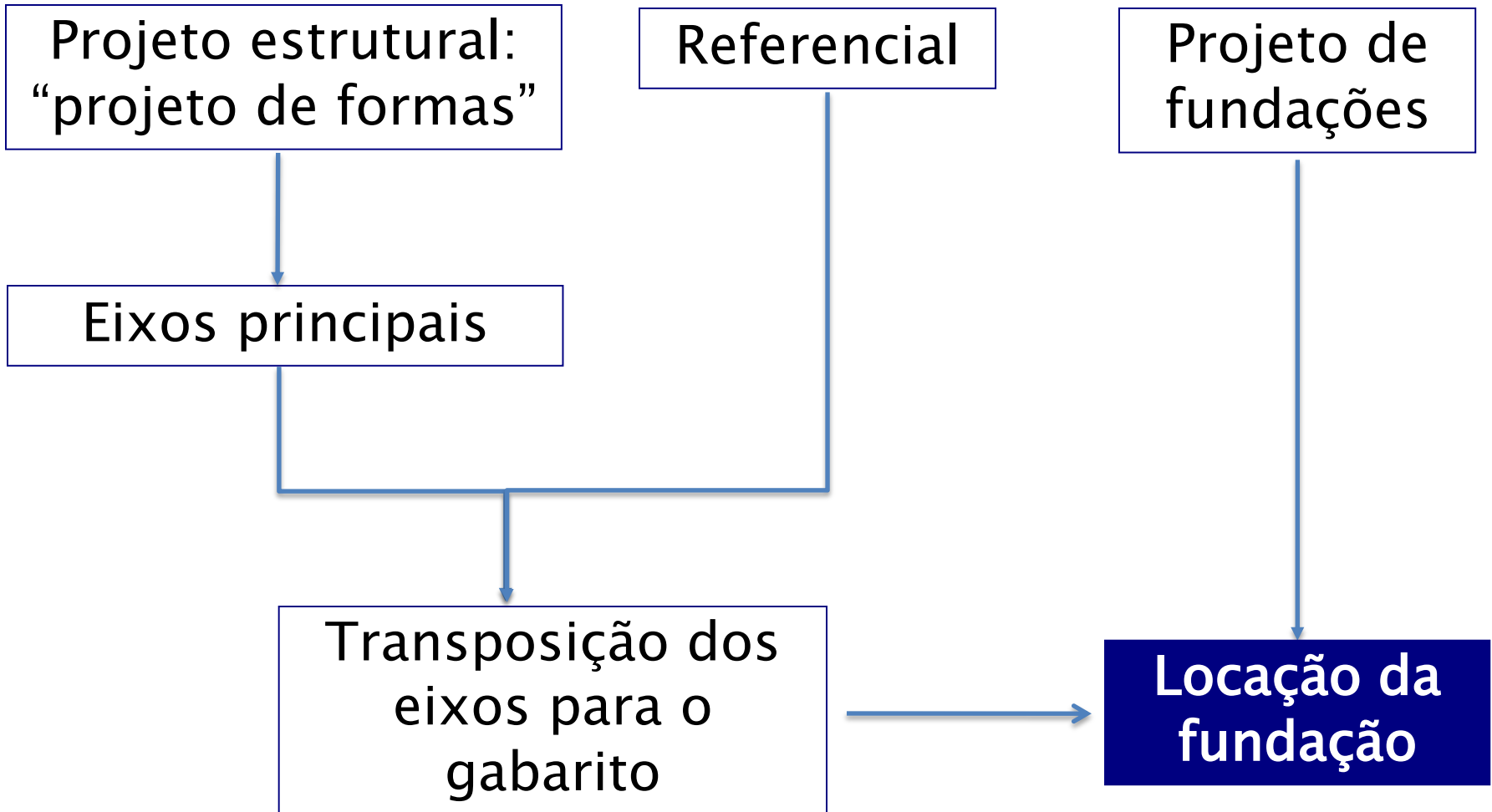
INÍCIO DA LOCAÇÃO Fundação

- **Terreno liberado**
- Estarem executadas: demolições; escavações; contenções; drenagem etc
- **Projetos disponibilizados**
- Materiais para construção do gabarito



LOCAÇÃO DE OBRAS

POR ONDE COMEÇAR?





LOCAÇÃO DE OBRAS

PROJETOS NECESSÁRIOS

Projeto de Implantação

- Projeto de Fundação
- Projeto de Estrutura
- Projeto de Arquitetura



LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE LOCAR? Projetos

- Referenciais principais do edifício
 - Referência de nível- RN (cota básica)
 - Eixos principais
- Elementos de fundações
 - Blocos, estacas, sapatas, vigas baldrame, etc.
- Elementos estruturais
 - Pilares, paredes, cortinas



LOCAÇÃO DE OBRAS

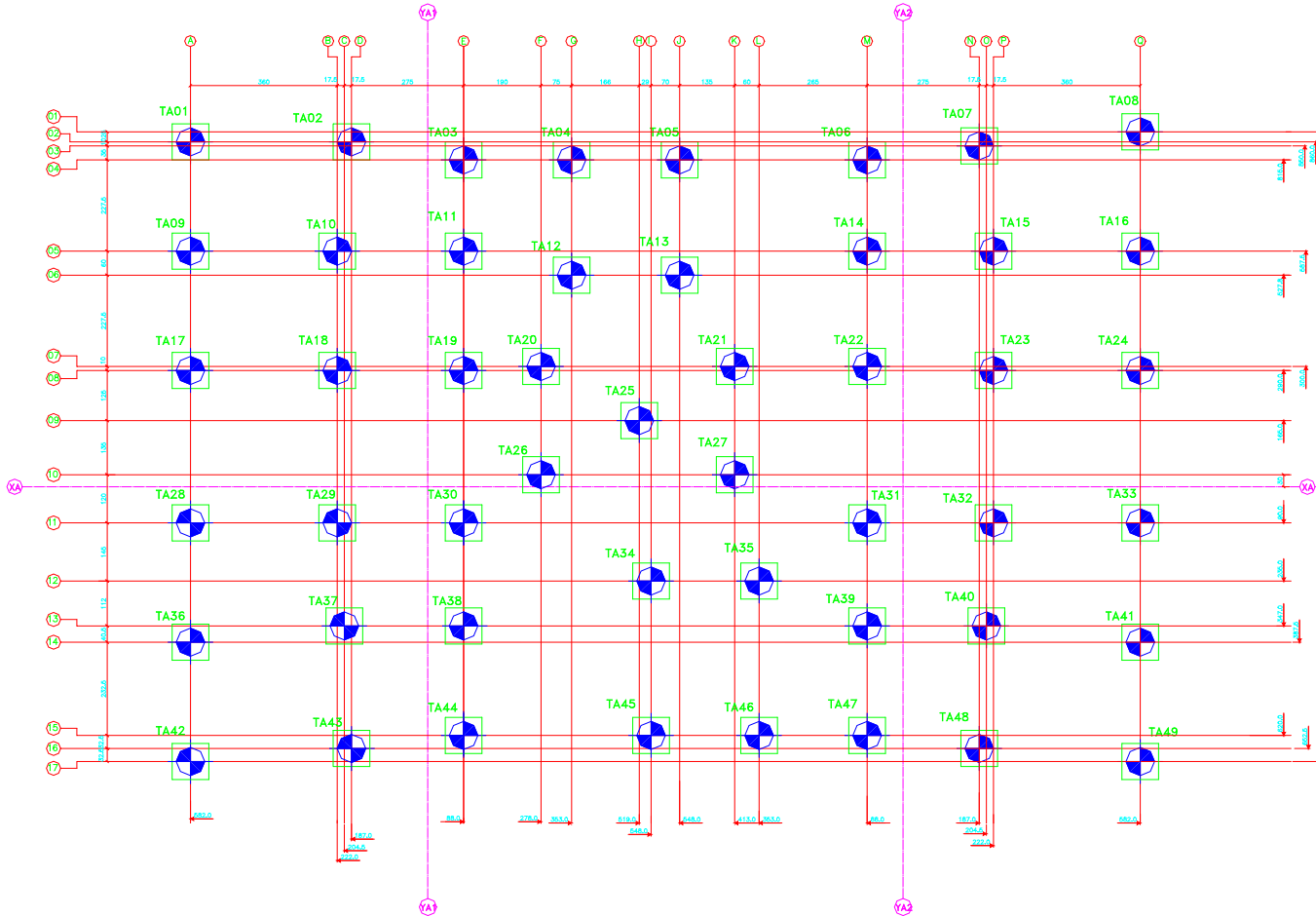
EIXOS PRINCIPAIS

Qual projeto costuma trazer os eixos principais?

Projeto estrutural:
"projeto de fôrmas"

LOCAÇÃO DE OBRAS

PROJETO DE FUNDAÇÃO

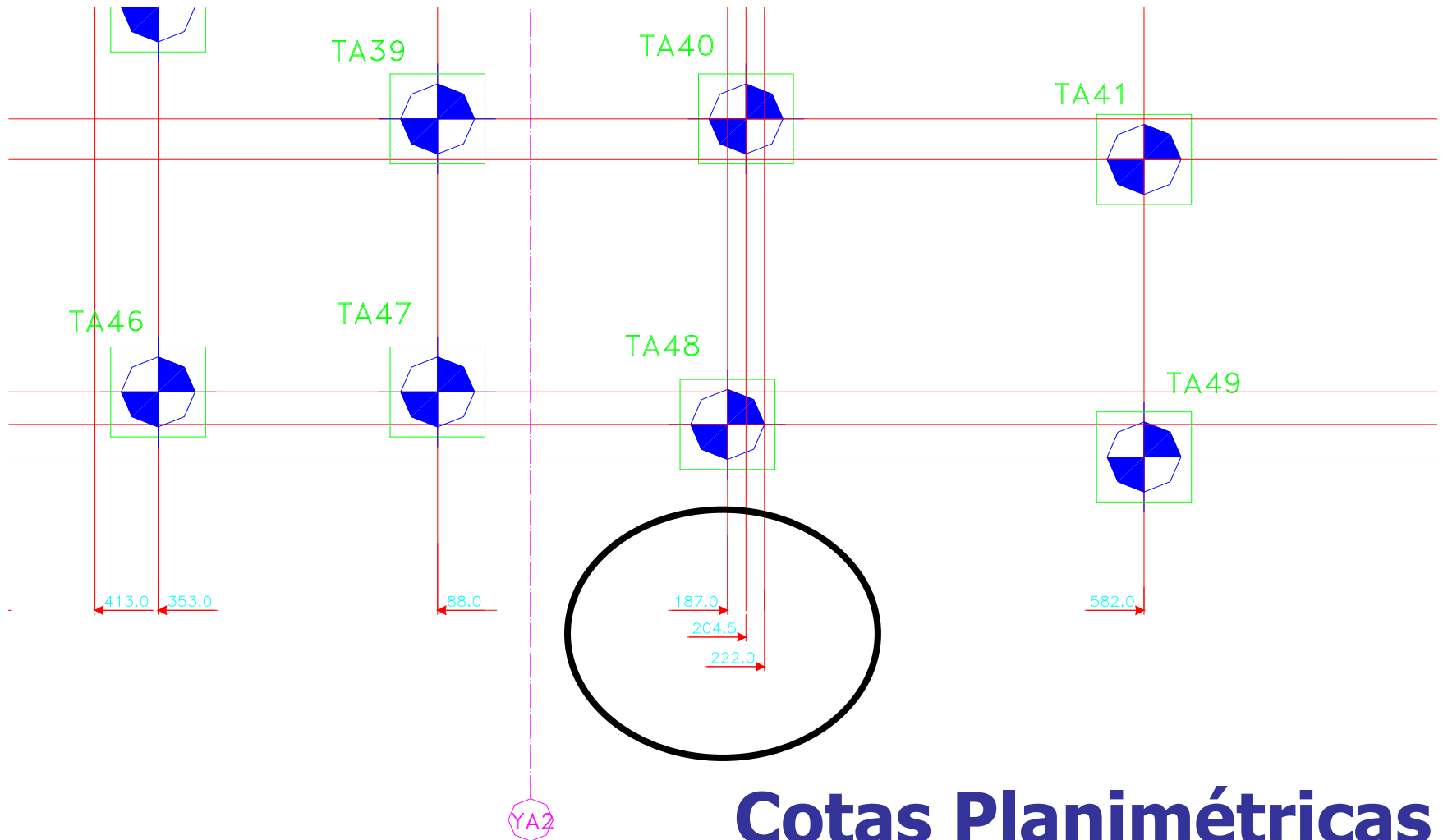


BLOCO A - COTAS DOS TUBULOES

Numero do Tubulao	Cota de Arrasam. do Tub.
TA28, TA29, TA30, TA32 TA33, TA34, TA35, TA36 TA37, TA38, TA39, TA40 TA41, TA42, TA43, TA44 TA45, TA46, TA47, TA48 TA49	+104.65 m
TA04, TA05, TA06, TA07 TA08, TA09, TA10, TA11 TA12, TA13, TA14, TA15 TA16, TA17, TA18, TA19 TA20, TA21, TA22, TA23 TA24, TA25, TA26, TA27 TA31	+103.45 m
TA01, TA02, TA03	+100.85 m

LOCAÇÃO DE OBRAS

PROJETO DE FUNDAÇÃO



Cotas Planimétricas



LOCAÇÃO DE OBRAS

PROJETO DE FUNDAÇÃO

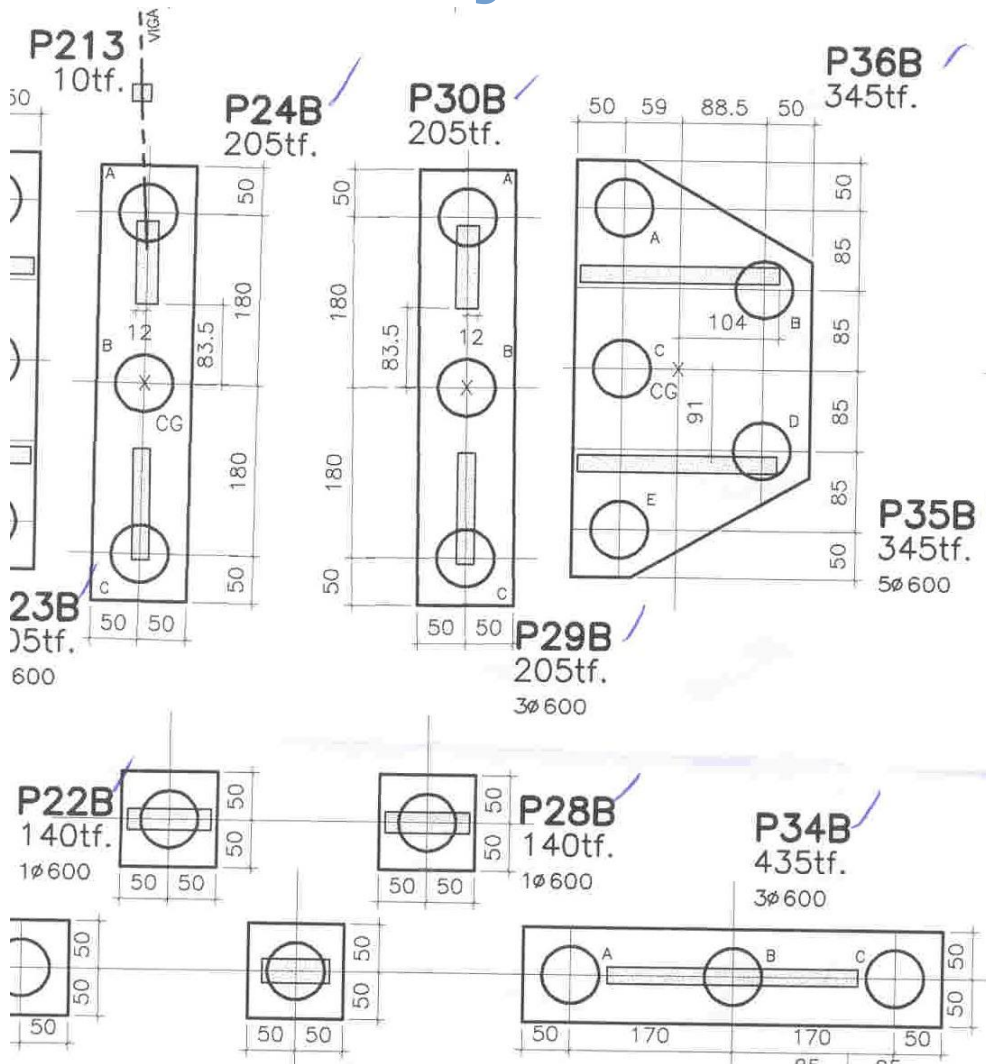
BLOCO A - COTAS DOS TUBULOES

Numero do Tubulao	Cota de Arrasam. do Tub.
TA28, TA29, TA30, TA32 TA33, TA34, TA35, TA36 TA37, TA38, TA39, TA40 TA41, TA42, TA43, TA44 TA45, TA46, TA47, TA48 TA49	+104.65 m
TA04, TA05, TA06, TA07 TA08, TA09, TA10, TA11 TA12, TA13, TA14, TA15 TA16, TA17, TA18, TA19 TA20, TA21, TA22, TA23 TA24, TA25, TA26, TA27 TA31	+103.45 m
TA01, TA02, TA03	+100.85 m

**Cotas
Altimétricas**

LOCAÇÃO DE OBRAS

LOCAÇÃO PARA A FUNDAÇÃO



Qual a importância da correta definição da fundação?



LOCAÇÃO DE OBRAS

PROBLEMAS DE LOCAÇÃO/EXECUÇÃO

Consequências

- Excentricidade nos estaqueamentos
- Necessidade de vigas de travamento
- Redimensionamento dos blocos de fundação



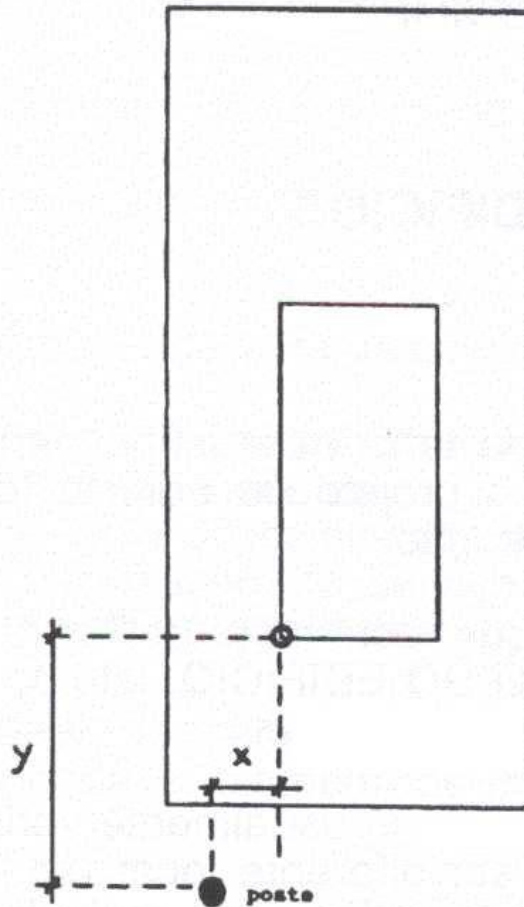
LOCAÇÃO DE OBRAS

REFERENCIAIS AUXILIARES

- marcos topográficos
- alinhamentos das ruas lindeiras (guias e sarjetas)
- postes de iluminação
- muro limítrofe etc

LOCAÇÃO DE OBRAS

REFERENCIAIS AUXILIARES



Os referenciais auxiliares são utilizados para posicionar os referenciais principais no terreno

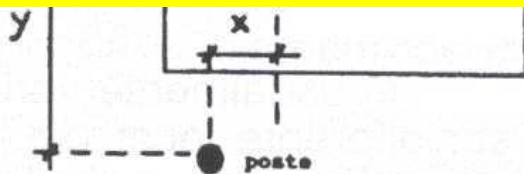
alinhamento da rua

LOCAÇÃO DE OBRAS

REFERENCIAIS AUXILIARES

Os referenciais

O "RN" E OS DOIS EIXOS ORTOGONAIS PRINCIPAIS DEVEM SER MATERIALIZADOS NO TERRENO DE FORMA SEGURA E DURADOURA (REFERENCIAIS FIXOS)



alinhamento da rua



LOCAÇÃO DE OBRAS

COMO DEFINIR CADA PONTO?

- 3 coordenadas para cada ponto:
 - 2 planimétricas
 - 1 altimétrica



LOCAÇÃO DE OBRAS

COMO MATERIALIZAR PONTOS E EIXOS?

A partir do:

- Posicionamento de **piquetes** diretamente pela topografia
- Emprego de **cavaletes**
- Uso do **gabarito** de locação (**tabeira** ou **tábua corrida**)

LOCAÇÃO DE OBRAS

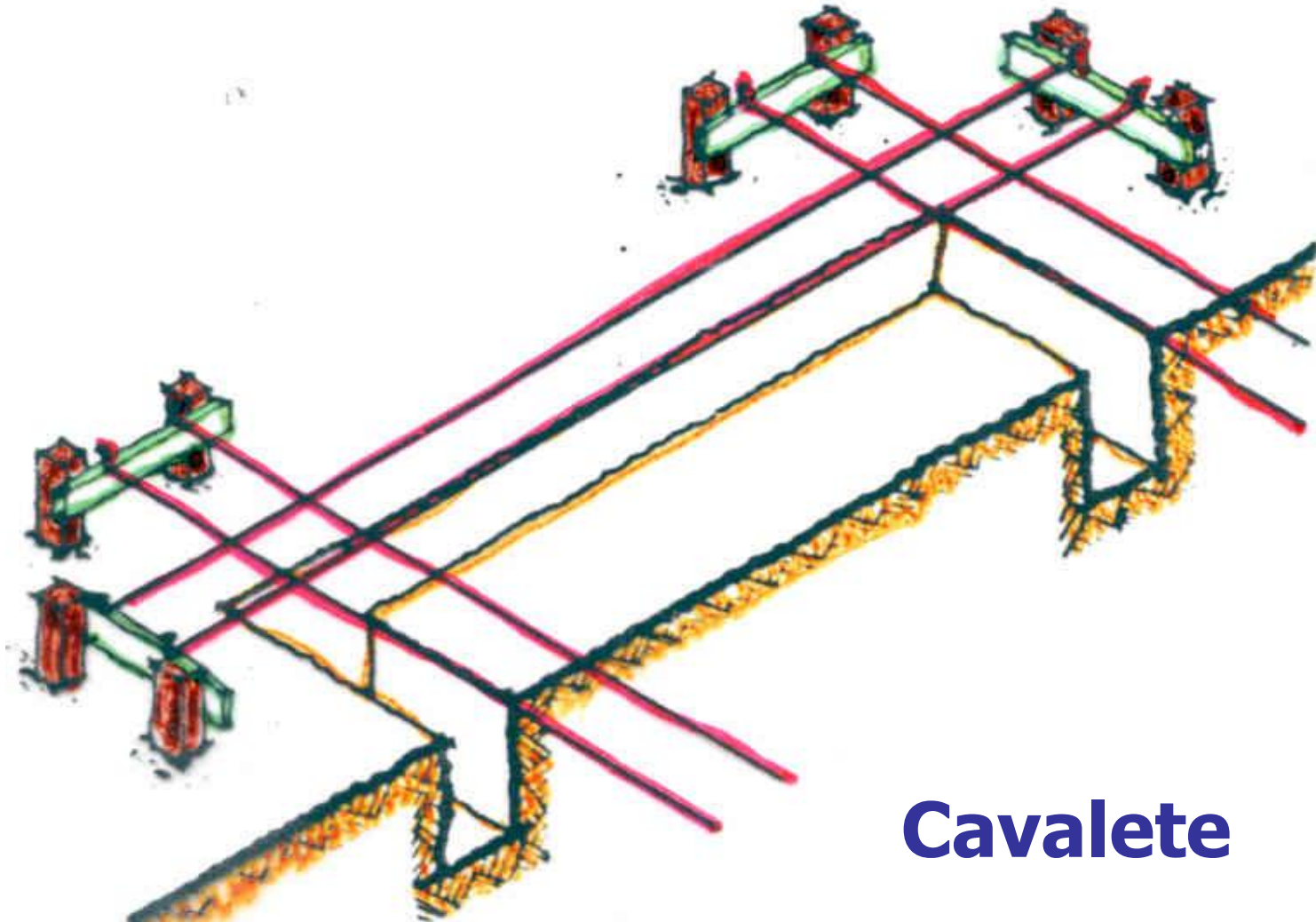
EQUIPAMENTO Topografia



Teodolito

LOCAÇÃO DE OBRAS

MARCAÇÃO DOS EIXOS



Cavalete

LOCAÇÃO DE OBRAS

MARCAÇÃO DOS EIXOS



Cavalete

LOCAÇÃO DE OBRAS

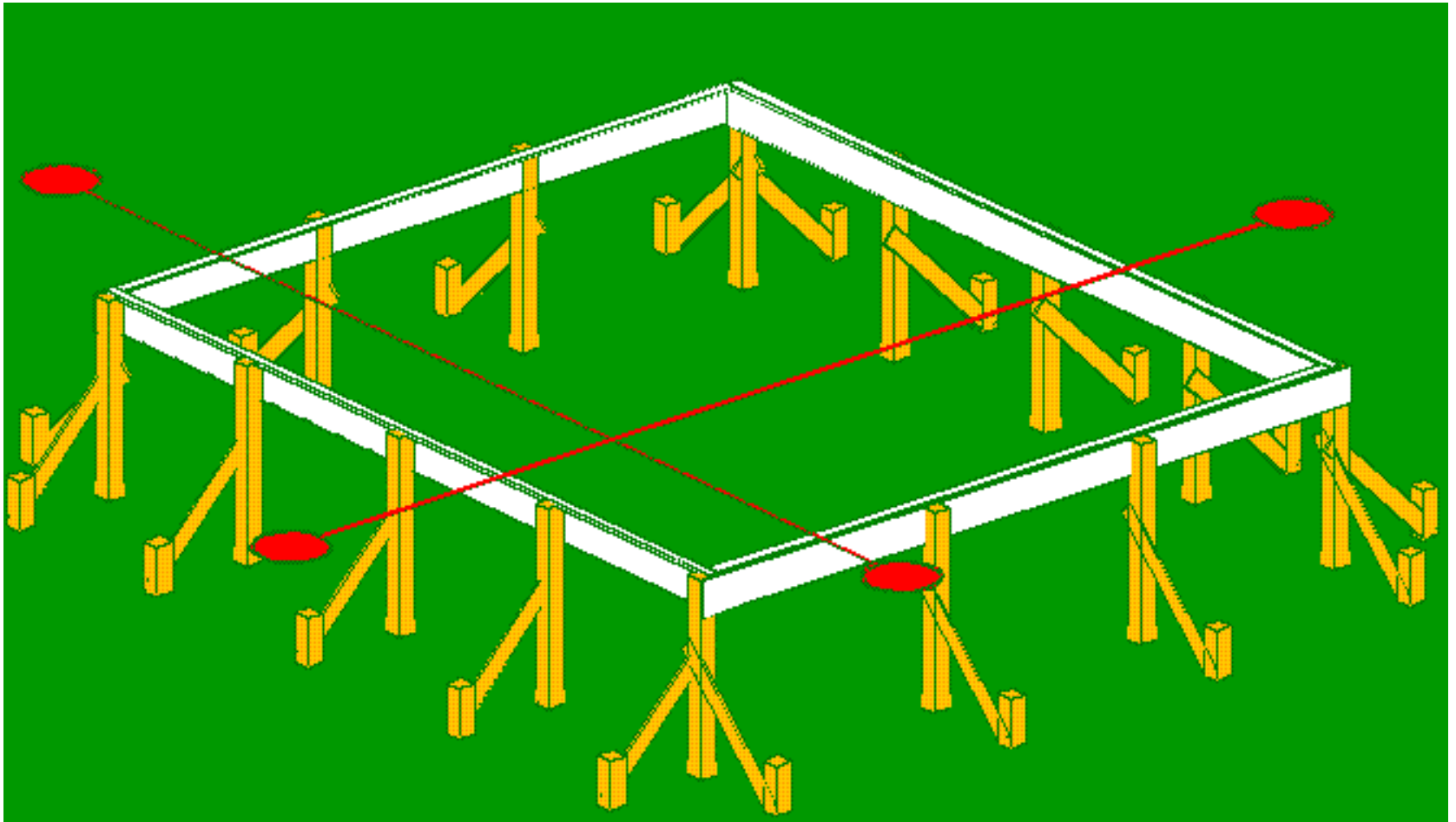
MARCAÇÃO DOS EIXOS



TABEIRA OU GABARITO

LOCAÇÃO DE OBRAS

MARCAÇÃO DOS EIXOS



Tabeira ou Gabarito



LOCAÇÃO DE OBRAS

TABEIRA OU GABARITO

VANTAGENS

- REFERENCIAL PLANIMÉTRICO E ALTIMÉTRICO
- PARA ESTACAS, FUNDAÇÕES, PILARES E PAREDES
- BOA PRECISÃO (MENOS SUJEITO A CHOQUES)
- FACILIDADE DE CONTROLE (conferência)

DESVANTAGENS

- MAIOR CUSTO INICIAL
- PODE INTERFERIR NA SEQUÊNCIA EXECUTIVA (ESCAVAÇÃO, ENTRADA DE EQUIPAMENTOS)



LOCAÇÃO DE OBRAS

COMO UTILIZAR O GABARITO?

- A partir dos eixos principais de referência (eixos de coordenadas) marcam-se os eixos paralelos a eles referentes a cada ponto
- As distâncias entre os eixos (do ponto locado e dos referenciais) são as coordenadas de cada ponto
- As extremidades dos eixos de referência são materializadas por pregos fixados no gabarito (em um mesmo plano)

LOCAÇÃO DE OBRAS

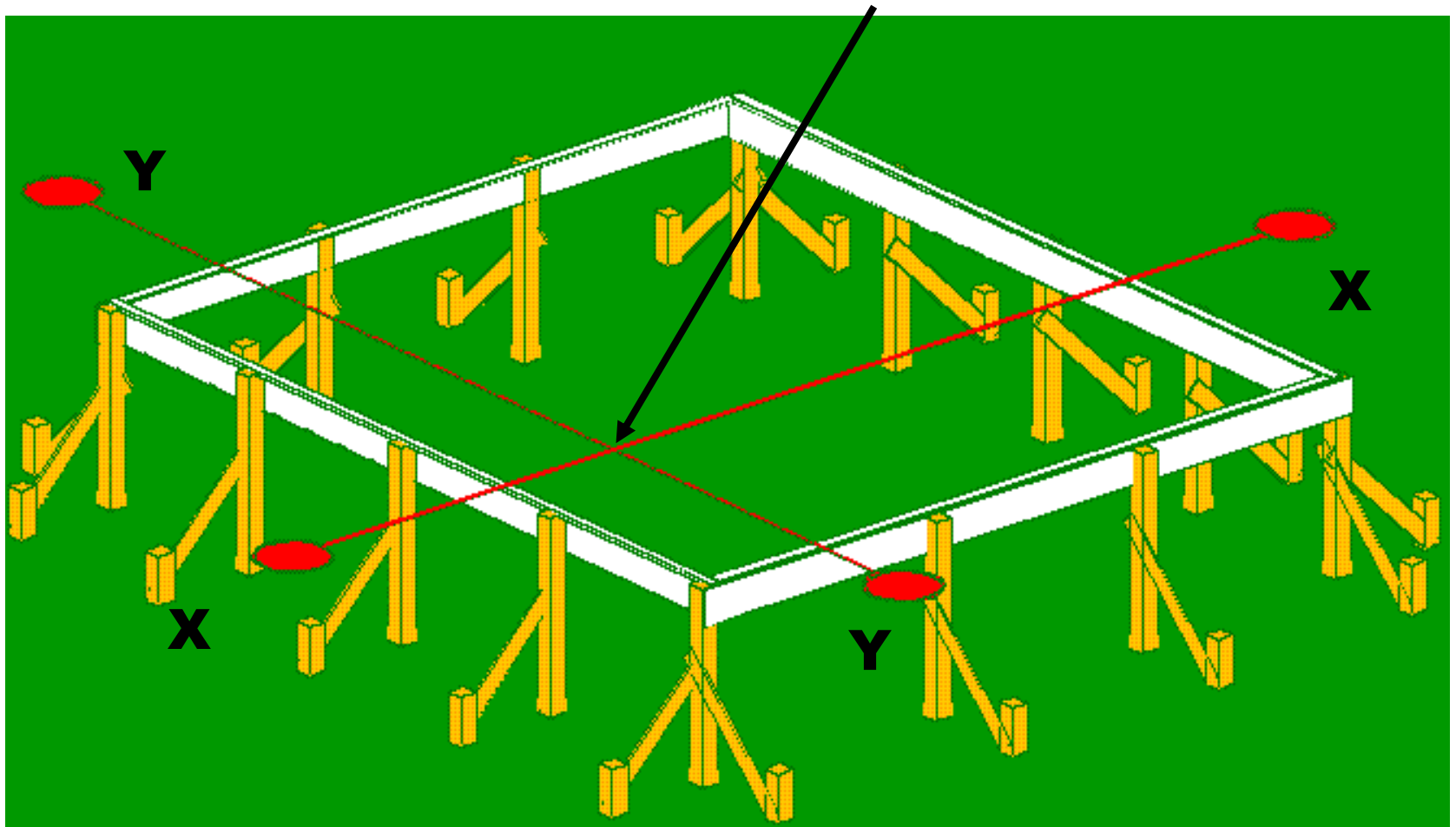
USO DO GABARITO



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

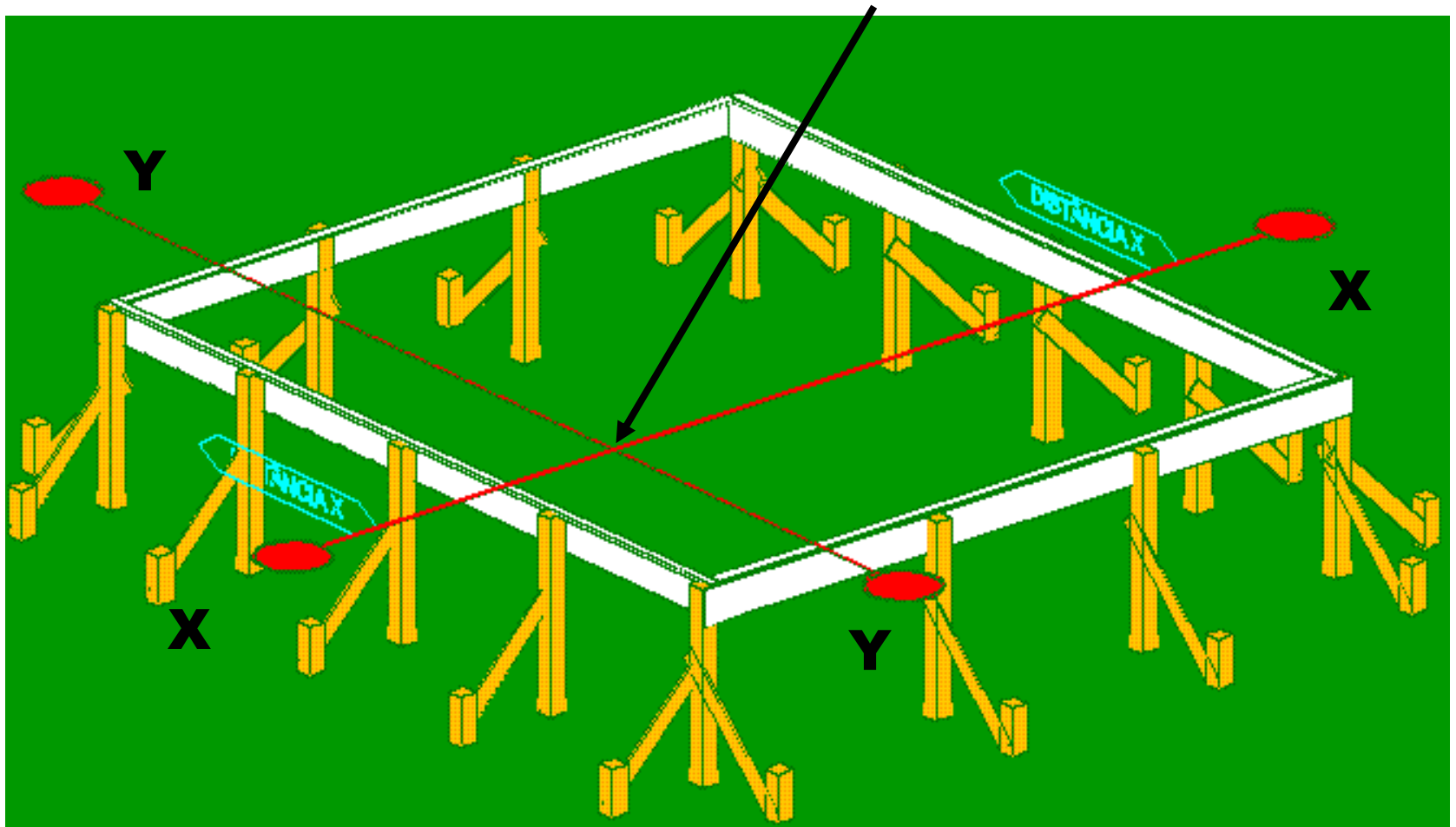
Eixos de Referência



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

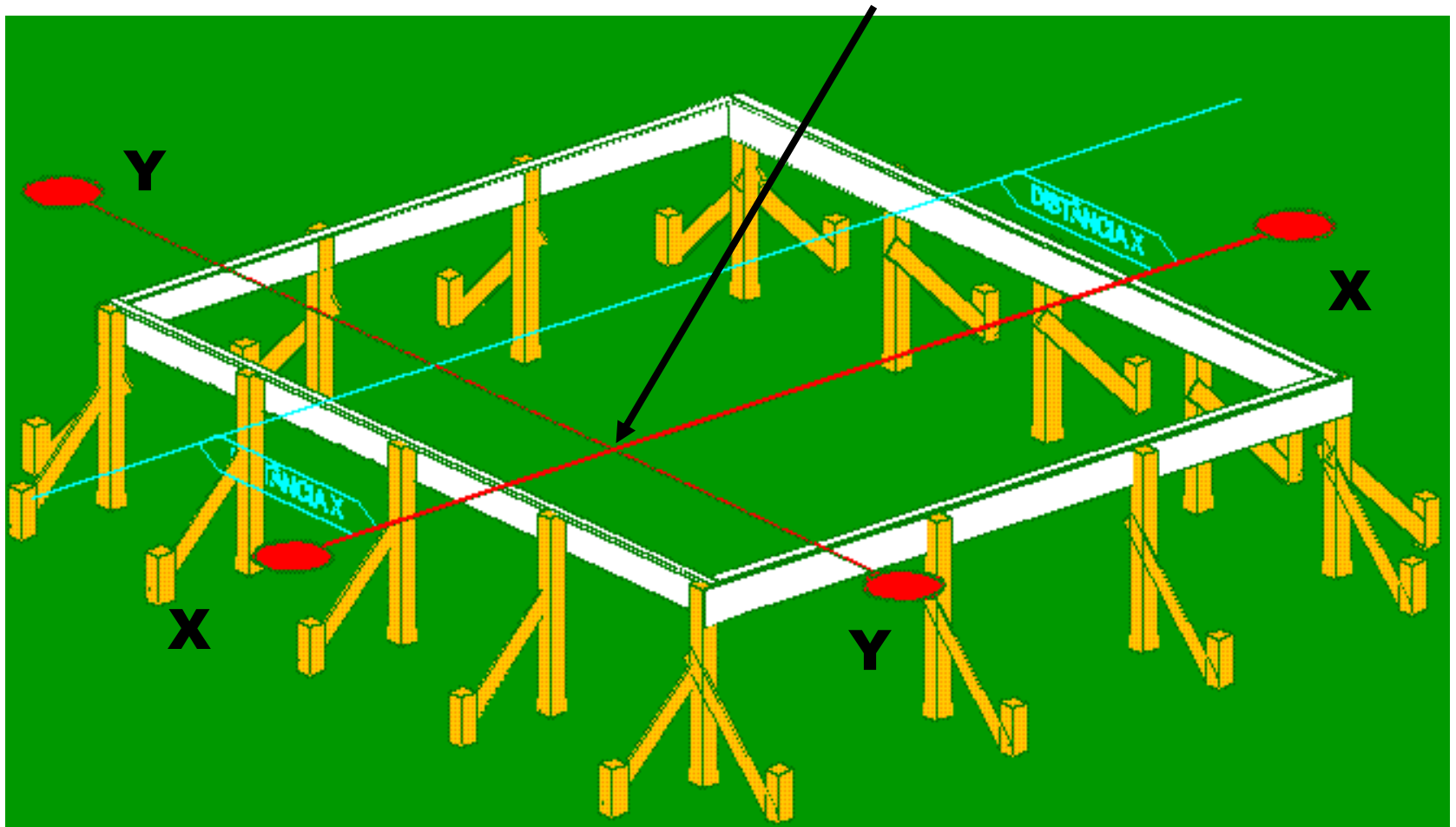
Eixos de Referência



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

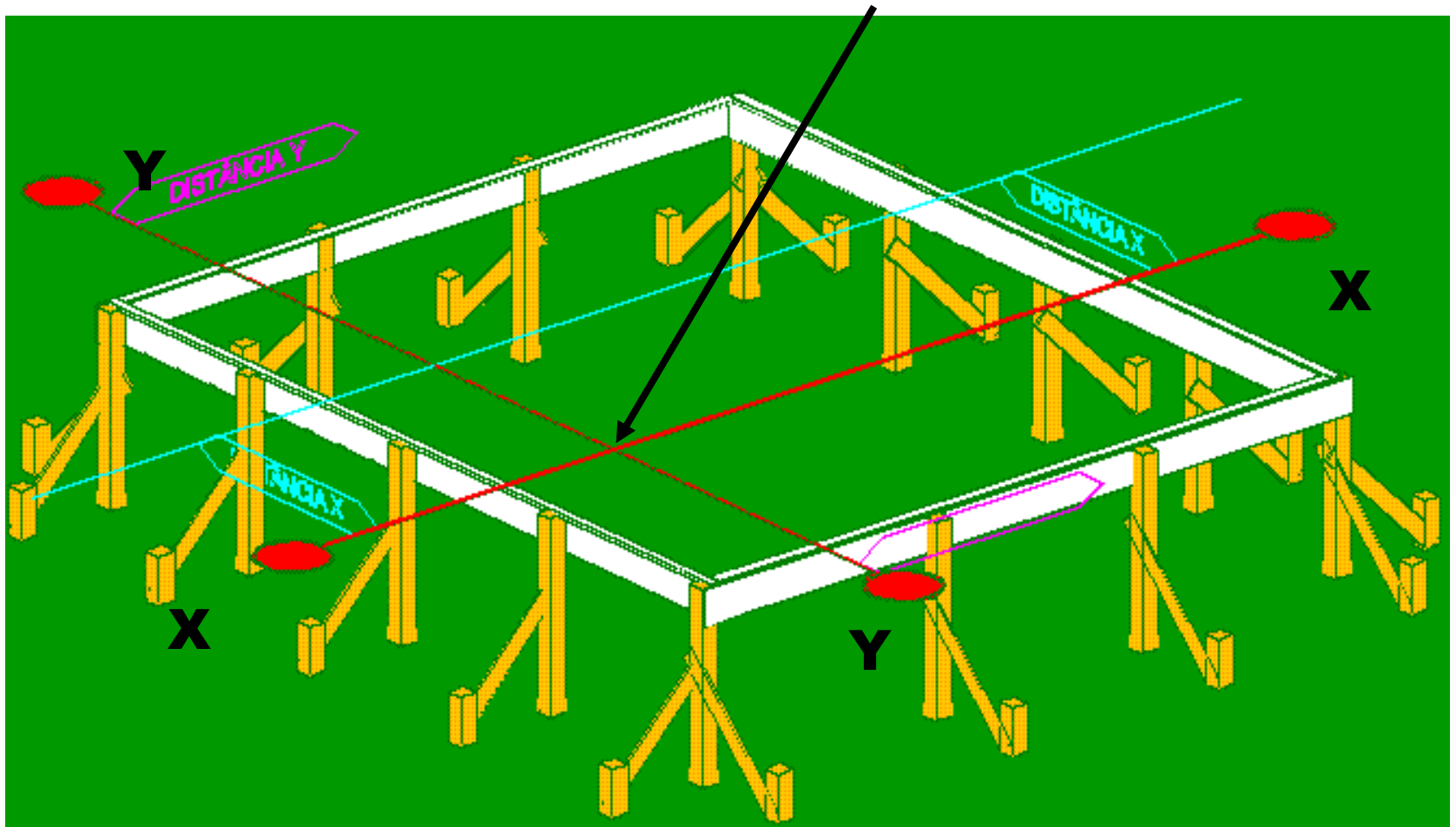
Eixos de Referência



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

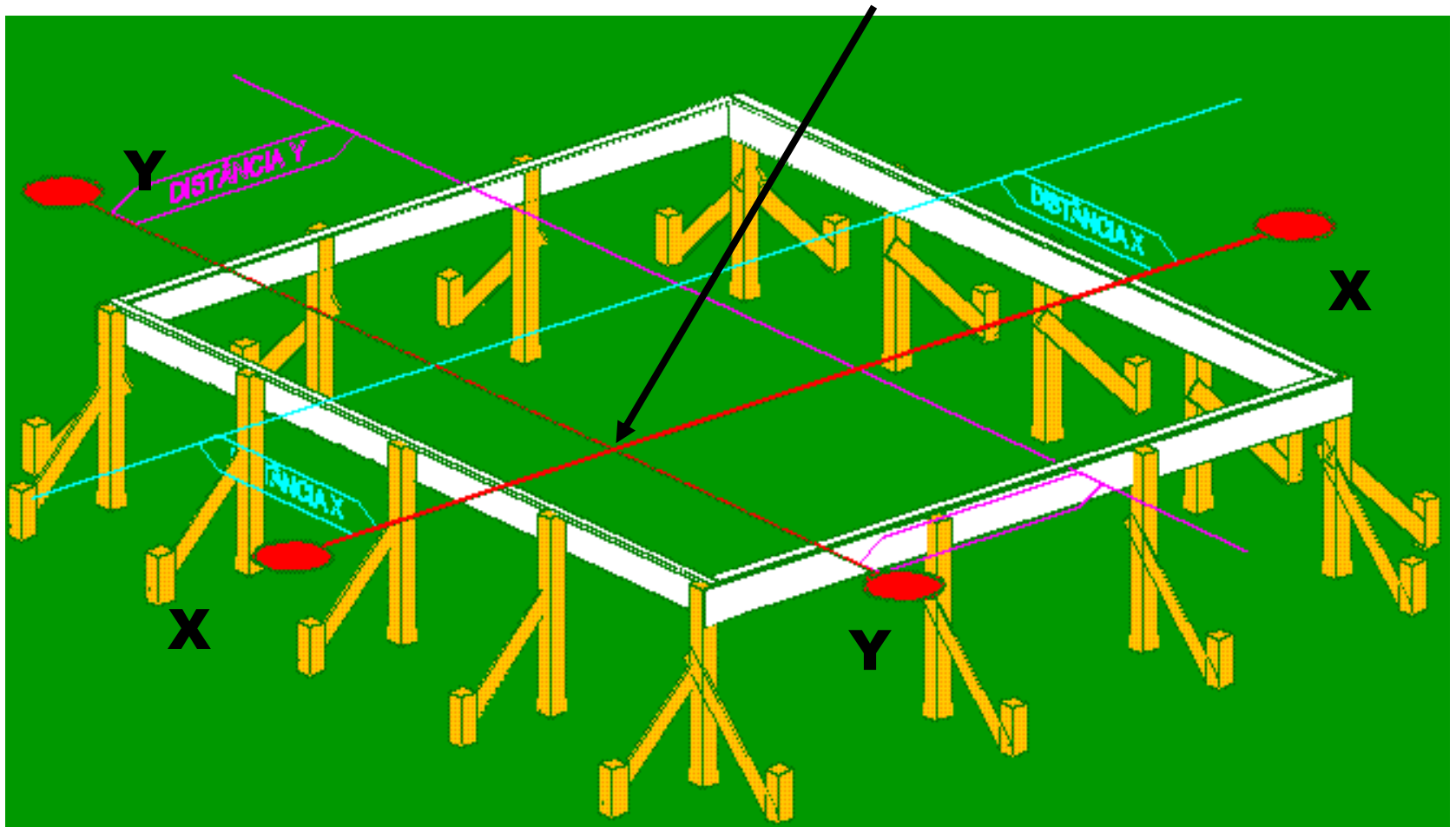
Eixos de Referência



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

Eixos de Referência





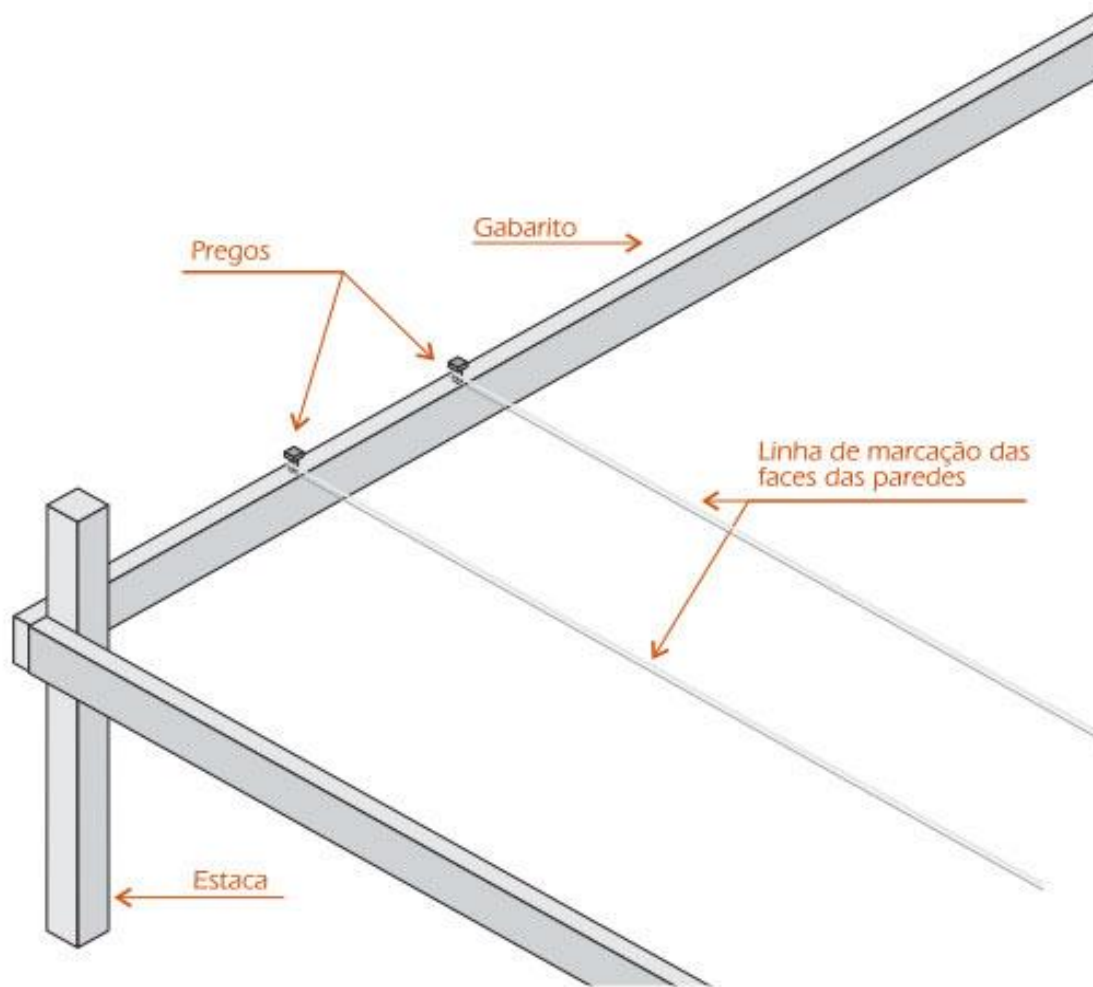
LOCAÇÃO DE OBRAS

COMO UTILIZAR O GABARITO?

- Esticam-se linhas fixadas nos pregos. O cruzamento das linhas materializa o ponto no plano do gabarito. As linhas podem também definir as faces de elementos.
- Com um fio de prumo (prumo de centro) o ponto é “descido” para o terreno. A cota do ponto no terreno é determinado pela sua distância do plano do gabarito.

LOCAÇÃO DE OBRAS

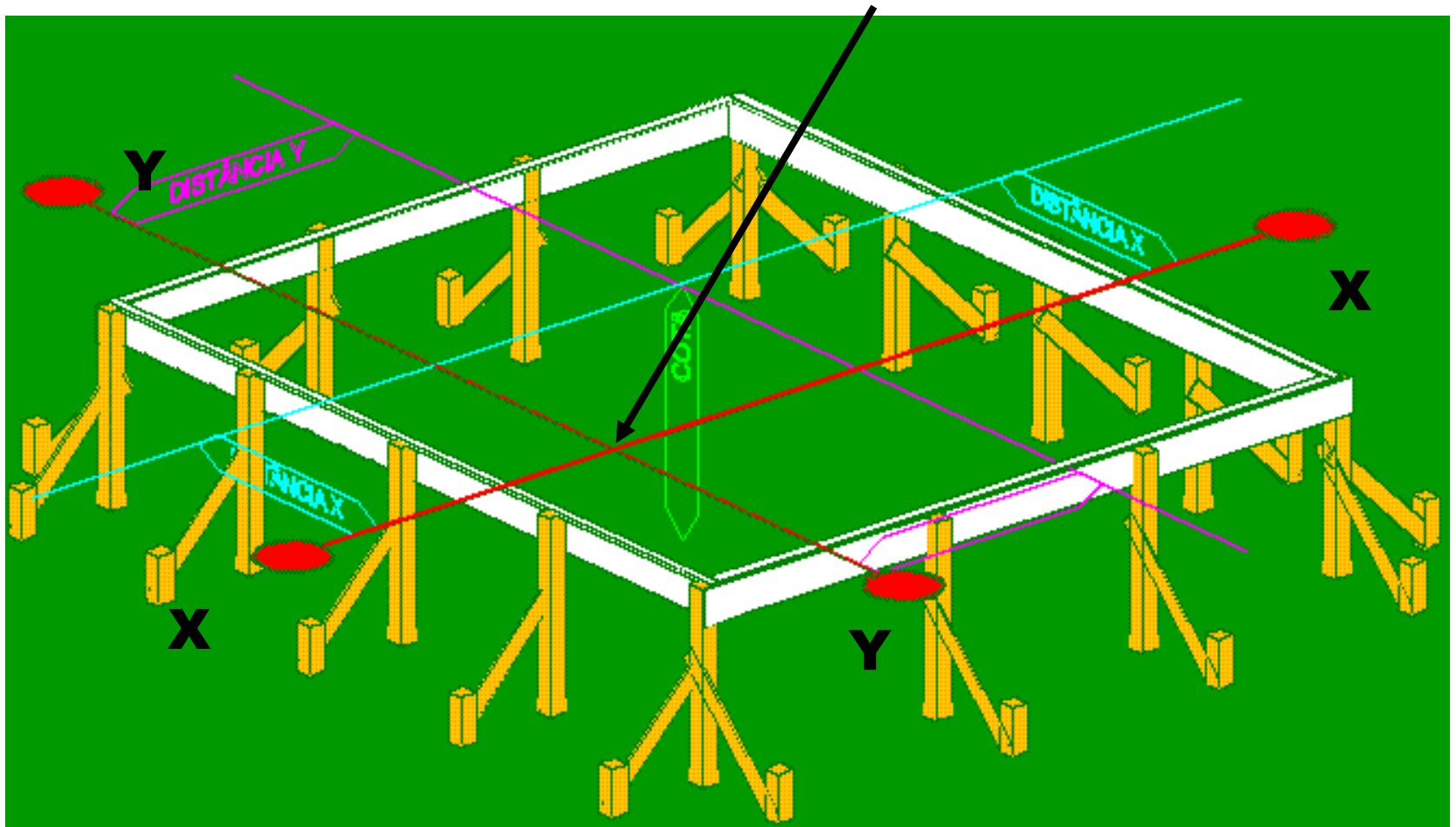
USO DO GABARITO



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

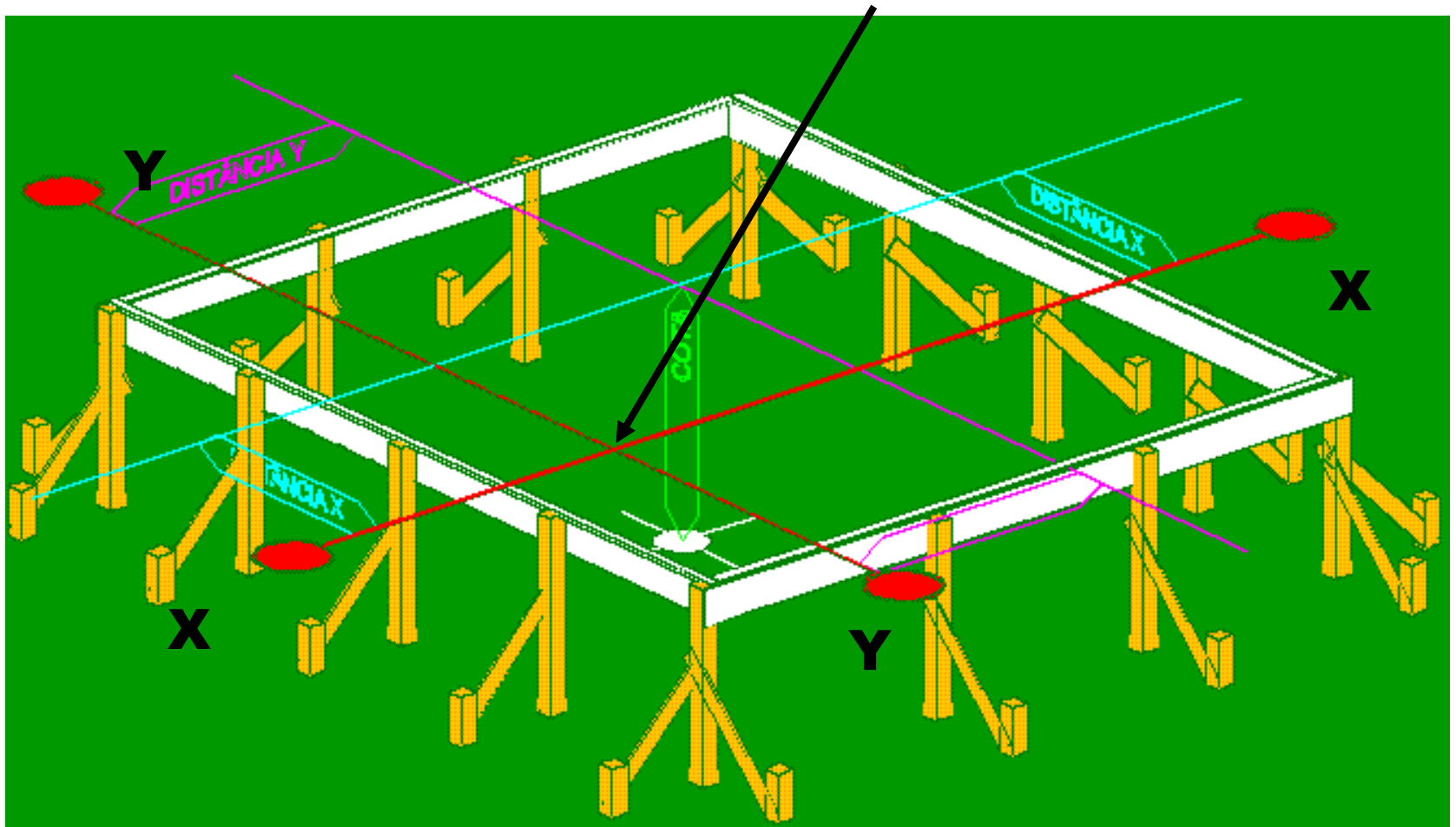
Eixos de Referência



LOCAÇÃO DE OBRAS

USO DO GABARITO

Eixos de Referência





LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE MARCAR?

- Valas para sapatas e Baldrames
- Posição de estacas
- Eixos de vigas baldrames
- Centro geométrico e faces dos blocos de fundação
- Eixos de pilares
- Faces de paredes

LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE MARCAR?



LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE MARCAR?



Faces das valas para sapatas

LOCAÇÃO DE OBRAS

O QUE MARCAR?



Faces para viga baldrame



LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO

- **EVITAR O ACÚMULO DE ERROS**
 - Trabalhar com medidas acumuladas
 - Exigir o projeto desta forma
- **CUIDADO COM INSTRUMENTOS DE MEDIDA (deformação altera as medições)**
 - TRENAS DE AÇO (calor e catenária)
 - TRENAS de FIBRA DE VIDRO (tensão correta)



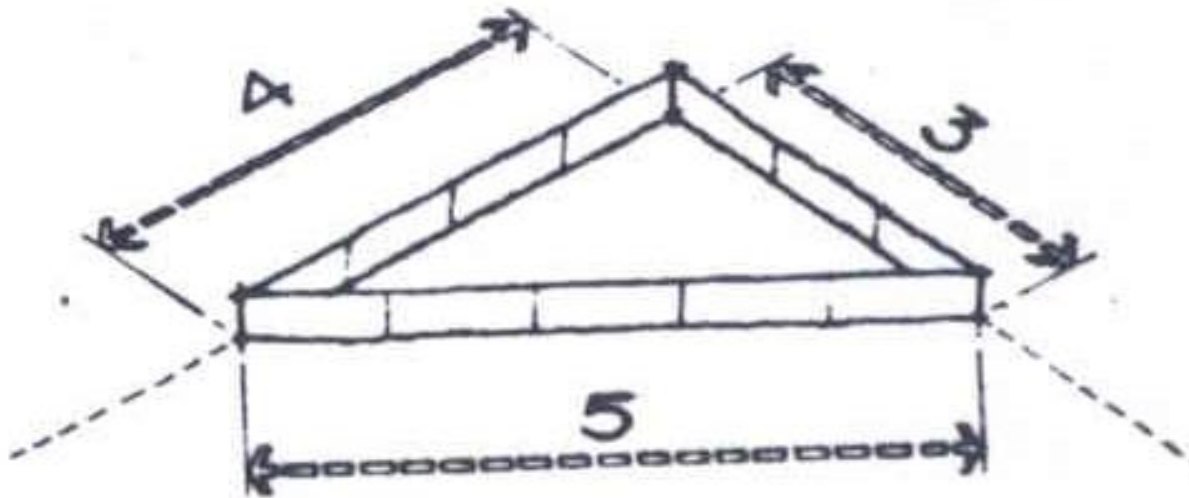
LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO

- É necessário manter o gabarito em **esquadro**? E em **nível**?
- Como fazer em terrenos com **grande desnível**?
- **Sinalizar cuidadosamente no gabarito (cores, altura dos pregos)**

LOCAÇÃO DE OBRAS

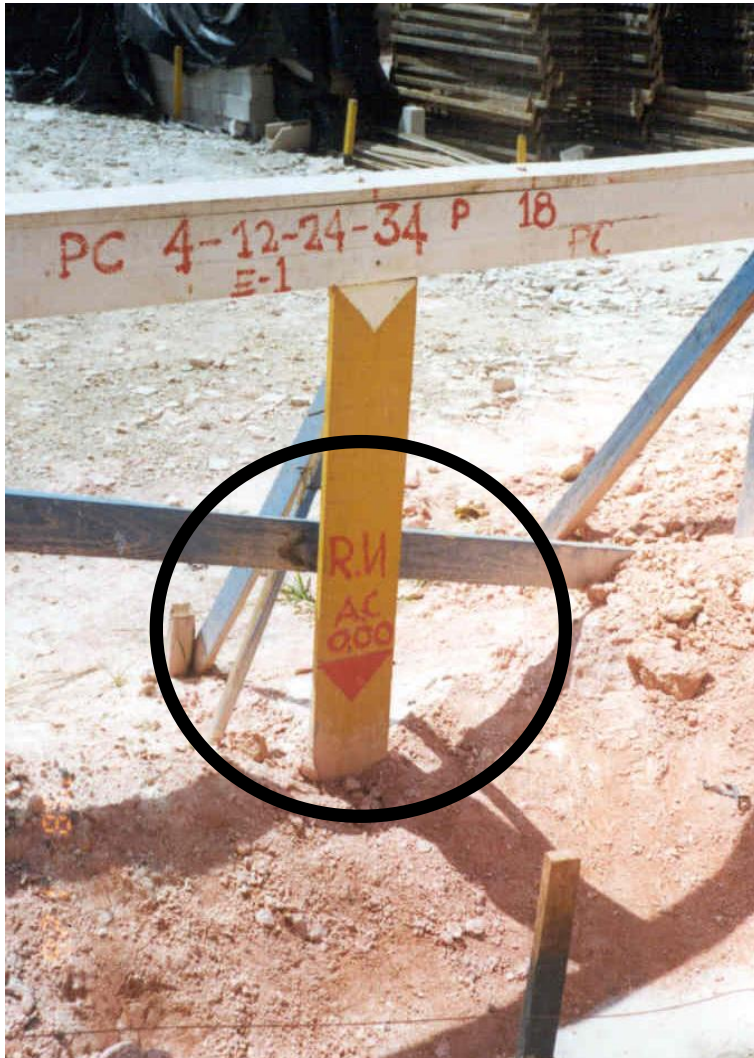
CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



Cuidado com a geometria da tabeira e dos eixos principais

LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



Nivelamento
do gabarito

LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



Códigos Usuais





LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO

Tolerância

- Esquadro do gabarito: **2mm/10m**
- Esquadro dos eixos principais: **1mm/10m**
- Nivelamento do gabarito: **10mm/30m**
- Precisão da trena: **3 mm**

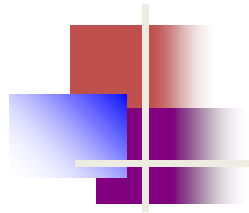


LOCAÇÃO DE OBRAS

CUIDADOS COM A MARCAÇÃO

Tolerância

- Fundação varia com o tipo:
 - Alicerce: **5 cm**
 - Bloco de fundação: **5 cm**
 - Pilar: **1,0 cm** (pode ser OK???)
 - Estacas igual a **10%** do diâmetro



FUNDAÇÕES



FUNDAÇÕES

O QUE É?

As **Fundações** têm por função transmitir as cargas (do edifício) ao terreno pelas tensões distribuídas pela base (**fundação superficial ou profunda**) ou mesmo por meio de sua parede lateral (**fundação profunda**)

Fonte: ABNT NBR 6122 – Projeto e Execução de fundações - adaptado – acesso 1 de dezembro de 2016



FUNDAÇÕES

Pequenos edifícios
(casas e sobrados)

Pequenas cargas

Edifícios altos

Cargas elevadas

- **Rasas**
 - Blocos e alicerces, sapatas, radiers
- **Profundas indiretas**
 - Estacas, strauss, pré-moldadas
- **Diretas Rasas**
 - Sapatas, radiers
- **Diretas profundas**
 - Tubulões
- **Profundas Indiretas**
 - Estacas (moldadas no local, concreto pré-moldado, aço)

FUNDAÇÕES

FUNDAÇÃO EM SAPATA (Exemplo)



FUNDAÇÕES

SONDAGEM



Verificação do perfil do solo para a escolha do tipo de fundação (Coleta de pontos)

FUNDAÇÕES

SONDAGEM



Verificação do perfil do solo para a escolha do tipo de fundação (Análise das amostras)



FUNDAÇÕES

Norma NBR 6122 (2010): Projeto e Execução sobre fundação

Trata dos critérios gerais que regem o projeto e a execução de fundações de todas as estruturas convencionais da engenharia civil, compreendendo: residências, edifícios de uso geral, ponte, viaduto etc.



FUNDAÇÕES

Norma NBR 6122 (2010): Projeto e Execução sobre fundação

Trata dos **critérios gerais** que regem o projeto e a execução de fundações de todas as estruturas convencionais da engenharia civil, compreendendo: residências, edifícios de uso geral, ponte, viadutos, etc.

→ *Investigação geotécnica (ensaio, sondagem, etc.)*

→ *Critérios de desempenho*

→ *Procedimento executivo de cada fundação*

→ *Métodos de dimensionamento*



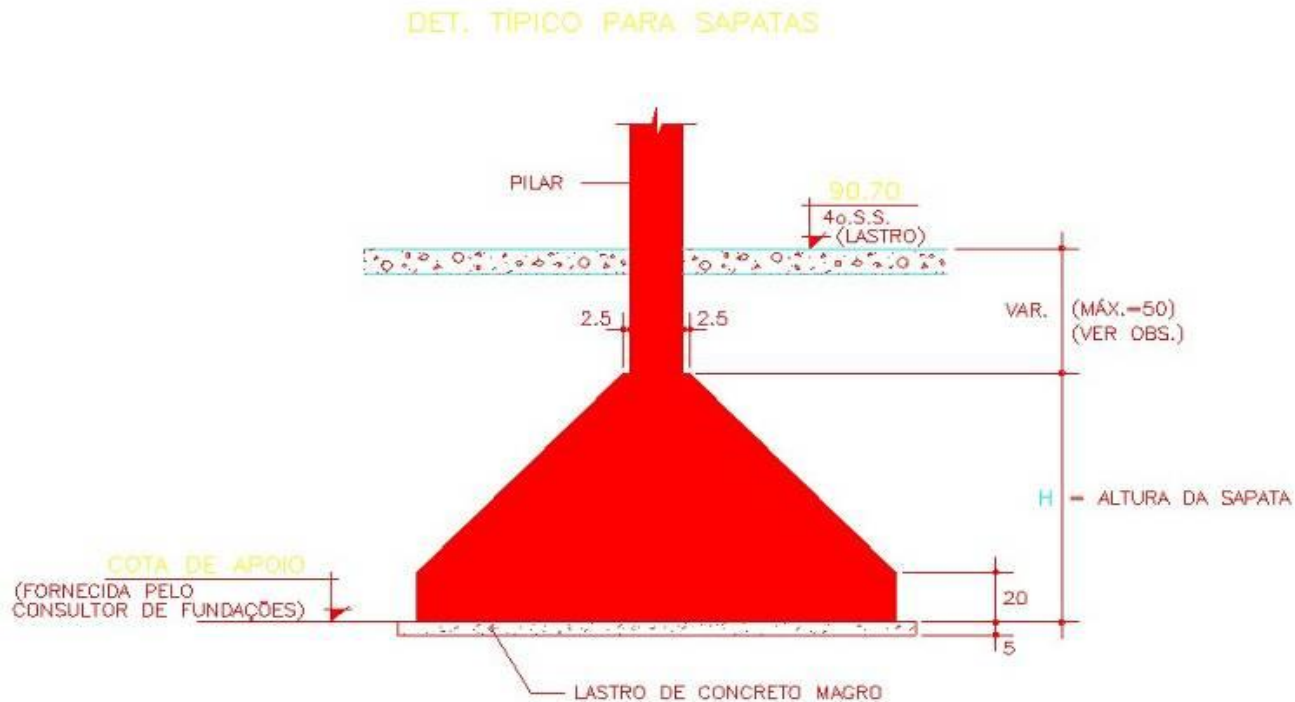
FUNDAÇÕES

Critérios de decisão

- Mobilização
- Custo
- Tempo de execução da metodologia
- Acesso necessário para a equipe/
equipamento
- Equipamentos e Mão de Obra necessários
- Segurança na execução

FUNDAÇÕES

Fundação Rasa - Sapatas



detalhe típico de uma sapata

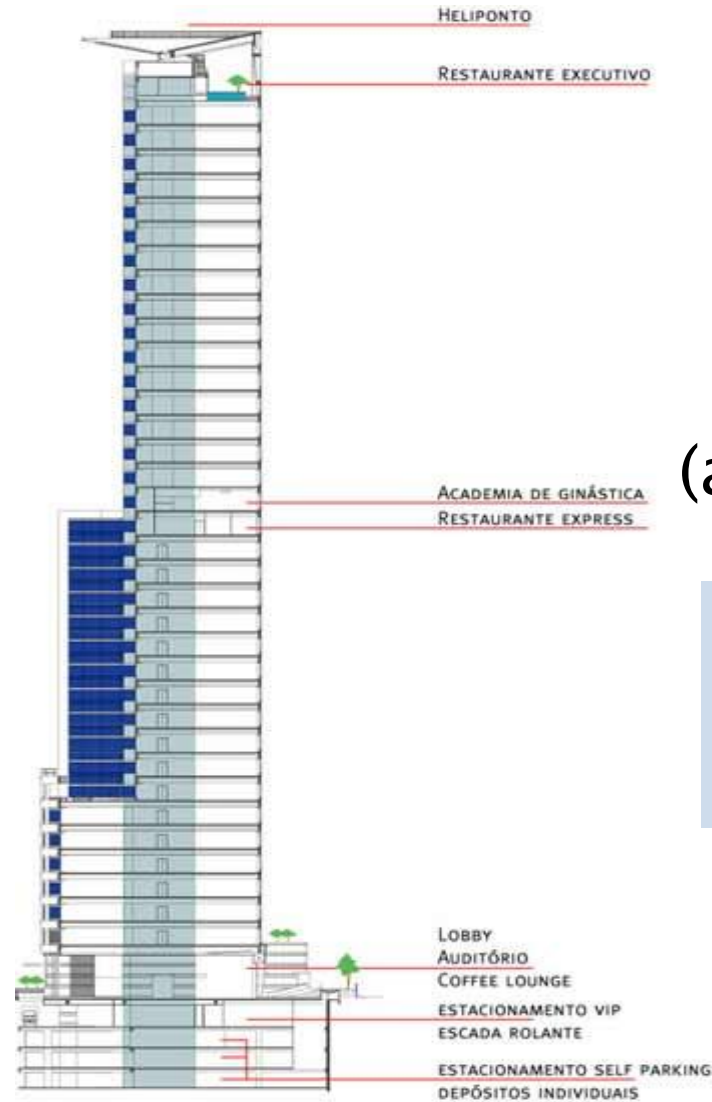
FUNDAÇÕES

Fundação em sapata



Fonte: Fundações e Obras Geotécnicas, página 67, Edição março de 2016

FUNDAÇÕES



Aplicação de Sapatas

E-Tower
(altura de **148 m**)

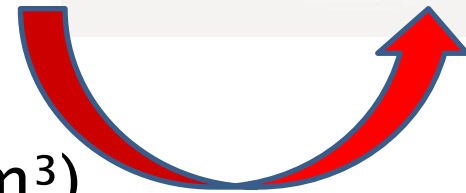
Escavação de 4 subsolos (aproximadamente 12 metros)



FUNDAÇÕES

E-Tower

- **Tamanho da peça**
14,6 x 26,9 x 2,3 m (**Radier?**)
- **Volume de concreto**
905 m³ (130 caminhões de 7 m³)
- **Carga dos pilares que se apóiam na sapata**
27.000 t. (~7 kg/cm²)
- **Temperatura de lançamento**
Menor que 21°C – aplicação de **gelo**





FUNDAÇÕES

Tipos de estacas pré-moldadas para a fundação

CONCRETO

- Armado
- Protendido
- Centrifugado (circular)
- Mega (reforço de fundação)

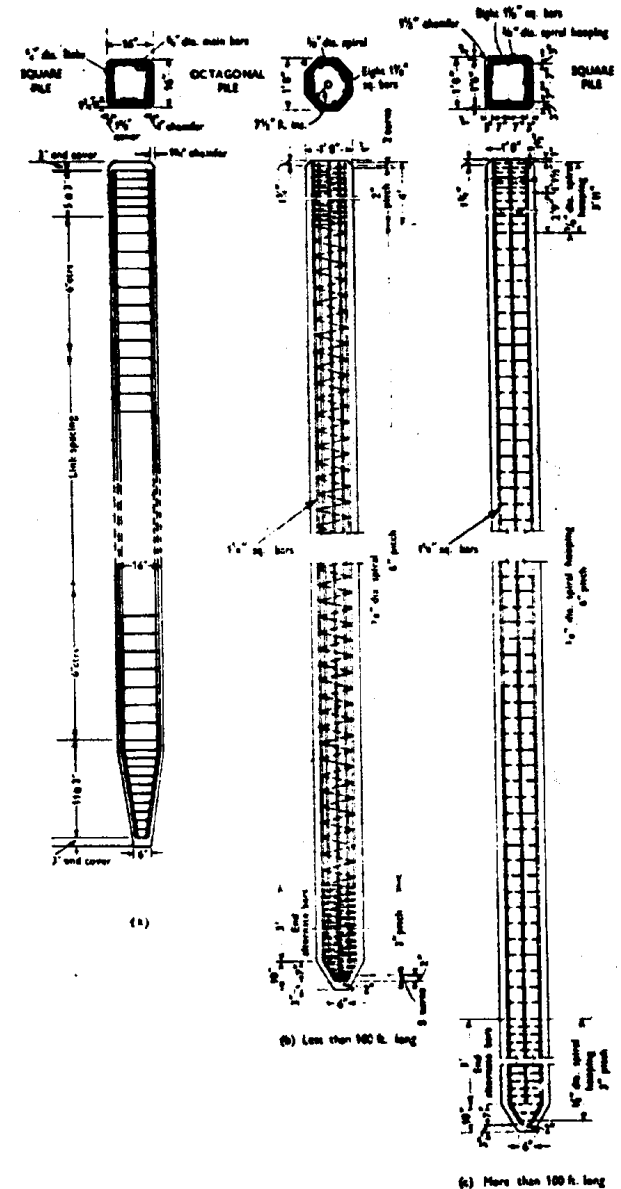
AÇO

- Perfil
- Trilho – simples, duplo, triplo
- Tubo

FUNDAÇÕES

Empresas de Estacas pré-moldadas (exemplos)

- Scac
- T&A
- Cassol
- Terratest (espanha)





FUNDAÇÕES

Características de Estacas de Concreto Pré-moldado

- ✓ Empresas de **médio** porte
- ✓ Responsabilidade da empresa **bem definida**
- ✓ Comprimento entre 3 a 12 metros sem emenda
- ✓ Sistema de emenda com solda

FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado centrifugadas



FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado centrifugadas





FUNDAÇÕES

Como escolher as estacas?

- PARÂMETROS DE CUSTOS
- CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS
 - Prazo
 - Organização da obra
 - Interferência com a vizinhança

FUNDAÇÕES

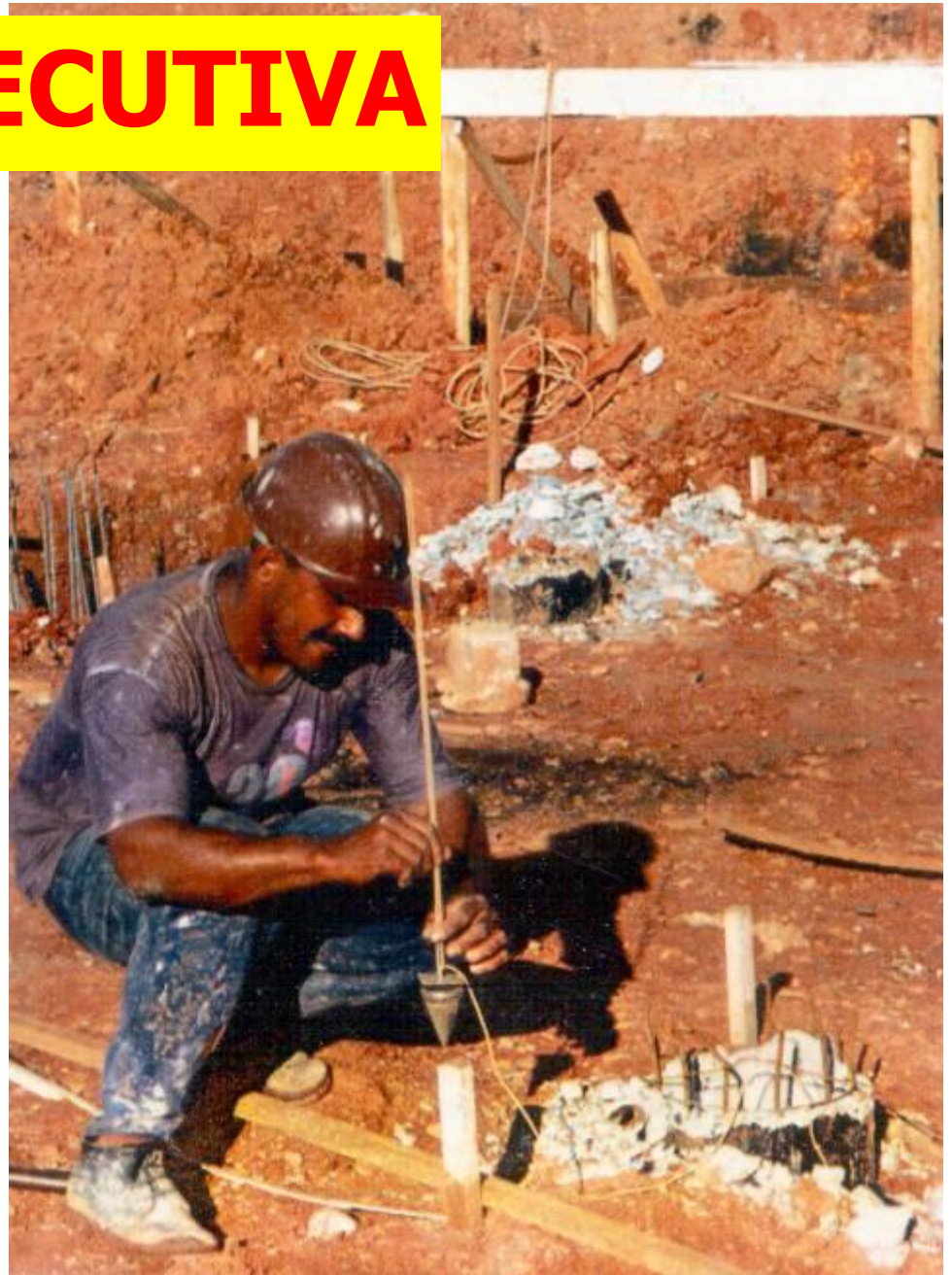
Conferindo as Estacas de Concreto

ESTACAS PRE-MOLDADAS DE CONCRETO				
Check list		Sim	Não	Obs
5	Recebimento das estacas			
a	Verificação das fissuras transversais e longitudinais (vide item Inspeção Visual apresentado a seguir)			
b	Existência de “bicheiras” (vide item Inspeção Visual apresentado a seguir)			
c	Sinais de remendos ou pinturas com nata de cimento			
d	Alinhamento da estaca			
e	Bitola correta			
f	Existência de anel de aço na ponta da estaca para emenda com solda			
g	Eletrodo tipo 48-04 E7018 (sem sinais de umidade) para emendas com solda			
h	Jogo de luvas para eventual emendas			

SEQÜÊNCIA EXECUTIVA

MARCAÇÃO DOS
PIQUETES:

posicionamento
do local das
estacas



SEQÜÊNCIA EXECUTIVA

POSICIONAMENTO
DA BATE ESTACA



SEQÜÊNCIA EXECUTIVA



Ergue-se a estaca com o guincho da bate-estaca

SEQÜÊNCIA EXECUTIVA

POSICIONA-SE
E APRUMA-SE



FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado



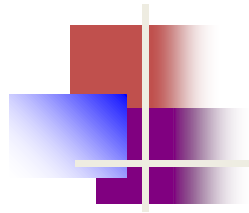
Martelo

**Proteção da
cabeça**

Estacas de Concreto Pré-moldado



- Em toda obra cuja solução de fundação seja a adoção de estacas pré fabricadas de concreto, deve-se esperar que ocorram algumas quebras de estacas durante o processo de cravação por percussão



Estacas Concreto Pré-moldado

emenda





FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado

CRAVAÇÃO ATÉ A NEGA

Nega é uma relação entre a energia aplicada na estaca com a profundidade cravada arbitrado pelo projetista em estacas para a fundação

ALTURA DO MARTELO 2,0 a 1,5 M

- ABAIXO → FALSA NEGA
- ACIMA → QUEBRA A ESTACA

FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado



**Final da
cravação,
com
ocorrência
da "nega"**

FUNDAÇÕES

Estacas Concreto Pré-moldado



**Final da
cravação,
retirada da
sobra da
estaca**

Estacas Concreto Pré-moldado

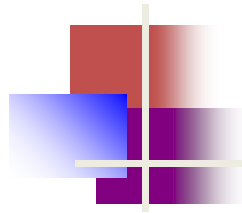




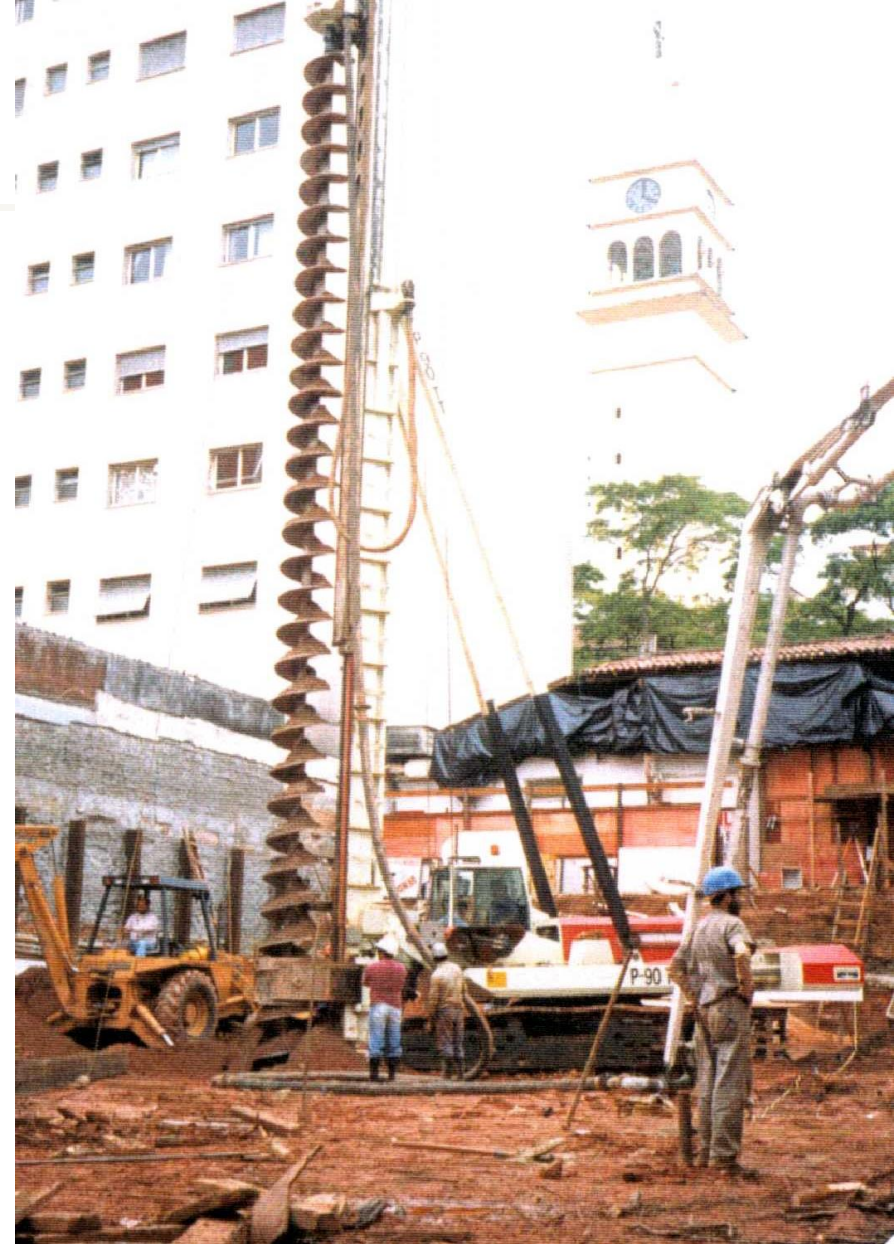
FUNDAÇÕES

Estacas moldadas no local Hélice Contínua

- Cargas de até 400 t
- **Altura até 120cm**
- Profundidade até 32 m (sendo que até 26 m é mais comum)
- **Baixo grau de ruído e vibração**
- Perfuração em solos pouco coesos e abaixo N.A.



- Escavada com hélice mecânica
- Concretagem simultânea à retirada da hélice
- Limpeza manual da hélice
- Colocação de armadura



Estaca **Hélice Contínua**

Hélice continúa



Hélice contínua





FUNDAÇÕES

Além disso...

- Prova de carga por amostragem
 - Dinâmica
 - Estática
 - Hidrodinâmica

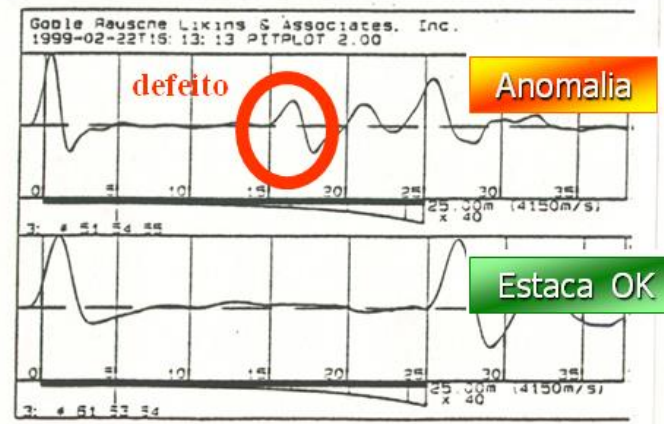
- Integridade das estacas
 - PIT

PIT - integridade de estacas

Tipos de sinais obtidos com o ensaio PIT



Estaca com sinal de anomalia



Estaca contínua

FUNDAÇÕES

Estaca de Hélice Contínua

Prova de carga estática



Fonte: strain gauge (medidor de deformação), Prof Luiz Sergio Franco

FUNDAÇÕES

Estaca de Hélice Contínua

Prova de carga estática

Case – Rio de Janeiro

NBR 6122 – Redução do coeficiente de segurança de 2,0 para 1,6 permitiu redução aproximada de 10% do comprimento das estacas

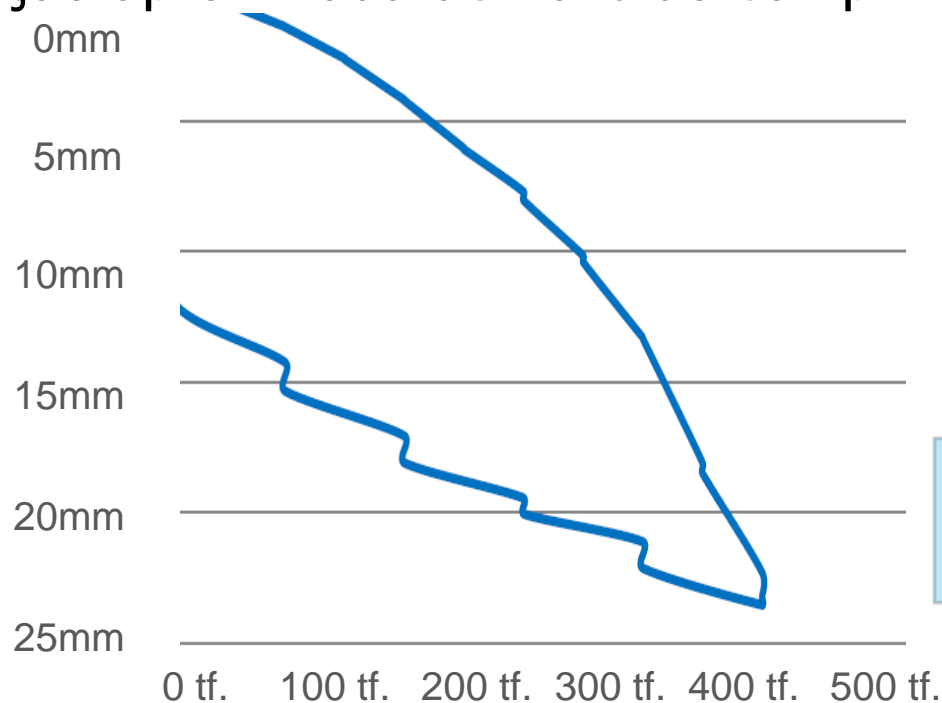


Gráfico de carga por deformação

Estaca: $\varnothing = 60\text{cm}$
com $L = 20\text{m}$



PRÓXIMA AULA

Estudar a próxima aula

(Ler os artigos sugeridos no moodle)

**Aula 7- Produção de Estruturas:
Sistemas Estruturais e Estruturas de
Concreto Armado**