

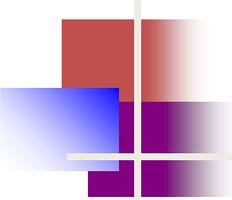


**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**PCC 3331 - Tecnologia e Gestão da Produção de**  
**Obras Civis: Edifícios**

# **LOCAÇÃO E FUNDAÇÕES**

## **Aula 5**

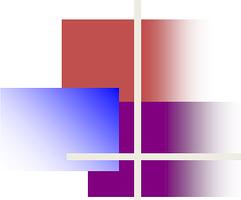
**Grupo de Tecnologia e Gestão da Produção de Obras Civis**



# **LEITURA RECOMENDADA**

## **Textos disponibilizados no Moodle**

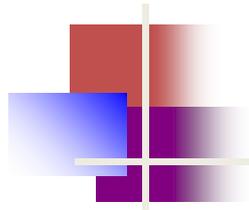
1. Procedimento de locação
2. Tipos e escolhas de fundações
3. Debate sobre fundações profundas
4. Custo comparado de fundações
5. Ensaaios em obra e redução de custos



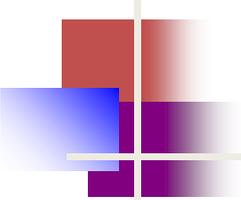
# OBJETIVO

## 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."

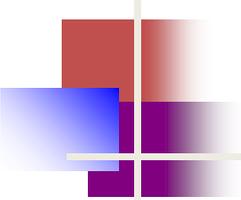
# LOCAÇÃO DE OBRAS

## LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



**LOCANDO OS TUBULÕES**

**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



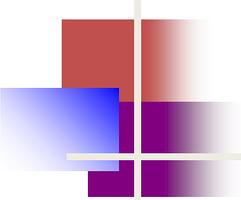
**Fonte:** <http://www.geodactha.com.br/obras/ebm10.htm>

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO



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



# LOCAÇÃO DE OBRAS

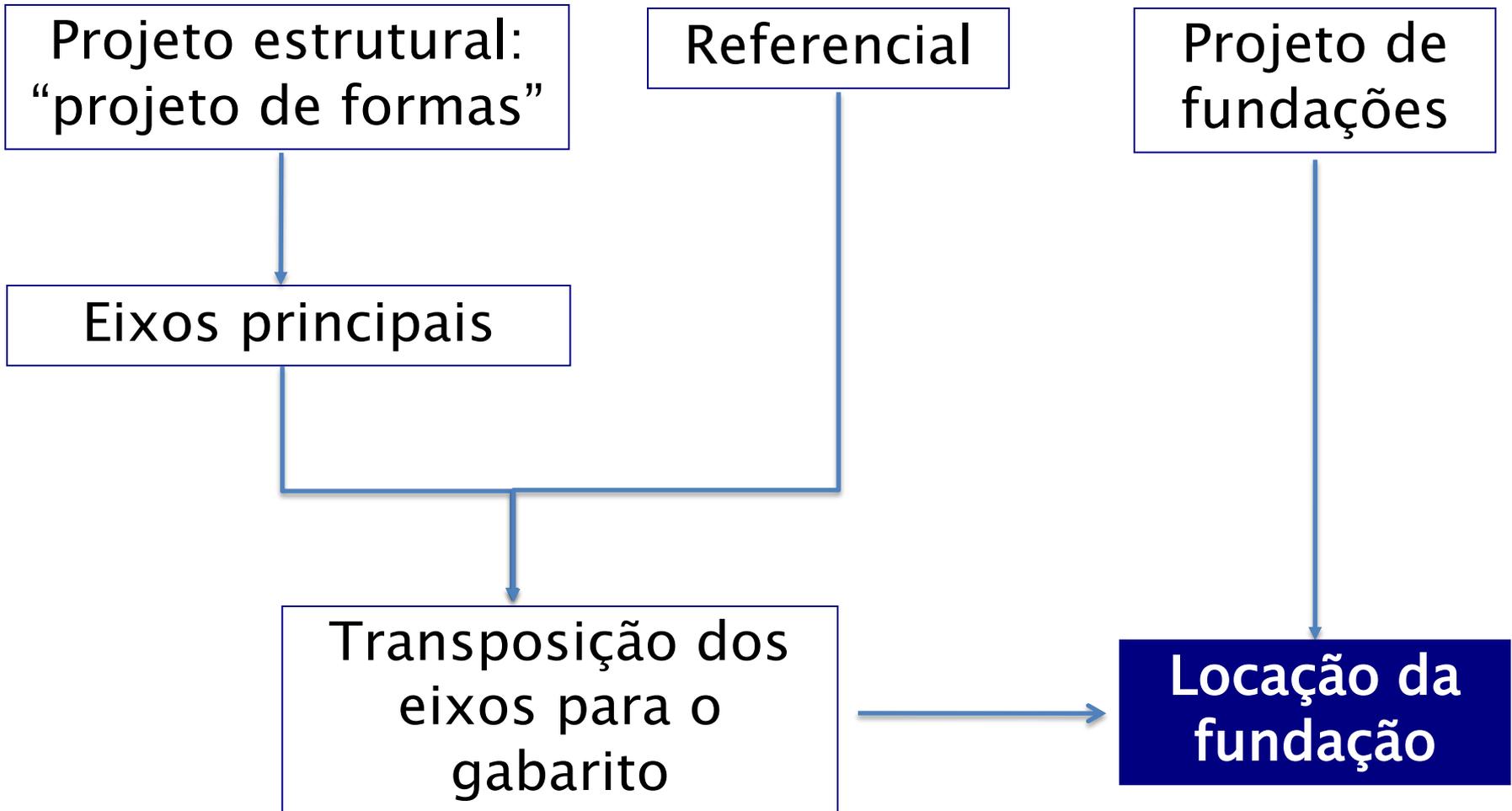
---

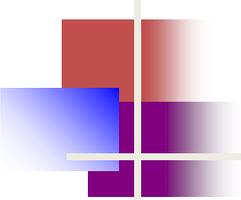
## INÍCIO DA LOCAÇÃO Fundação

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

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## POR ONDE COMEÇAR?





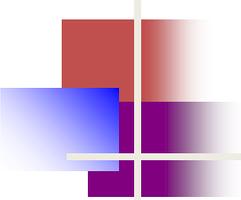
# LOCAÇÃO DE OBRAS

---

## PROJETOS NECESSÁRIOS

### Projeto de Implantação

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

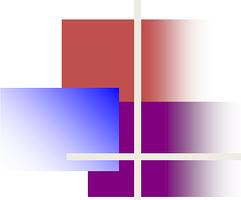


# LOCAÇÃO DE OBRAS

---

## 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

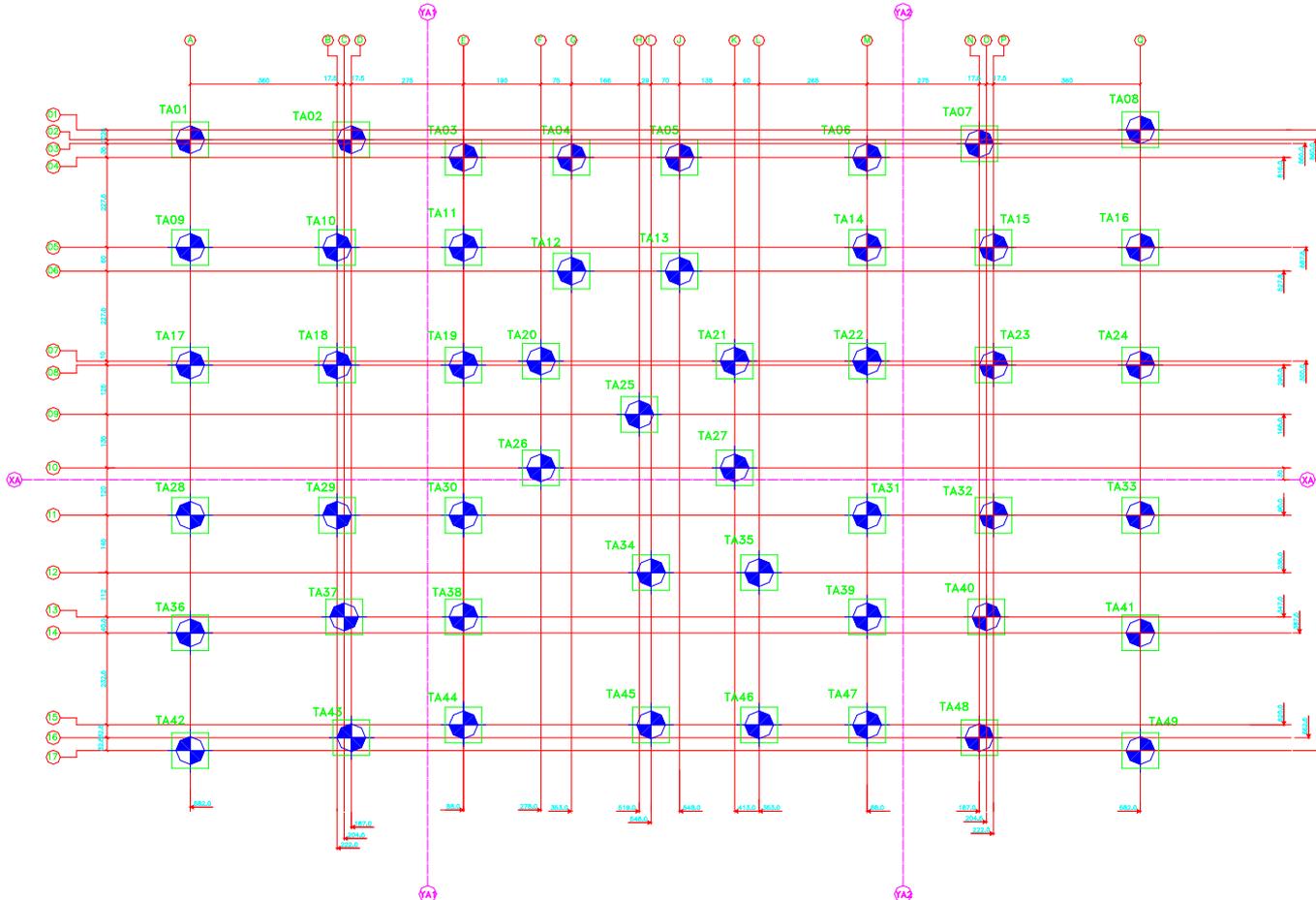
## EIXOS PRINCIPAIS

Qual projeto costuma trazer os eixos principais?

Projeto estrutural:  
"projeto de fôrmas"

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## PROJETO DE FUNDAÇÃO

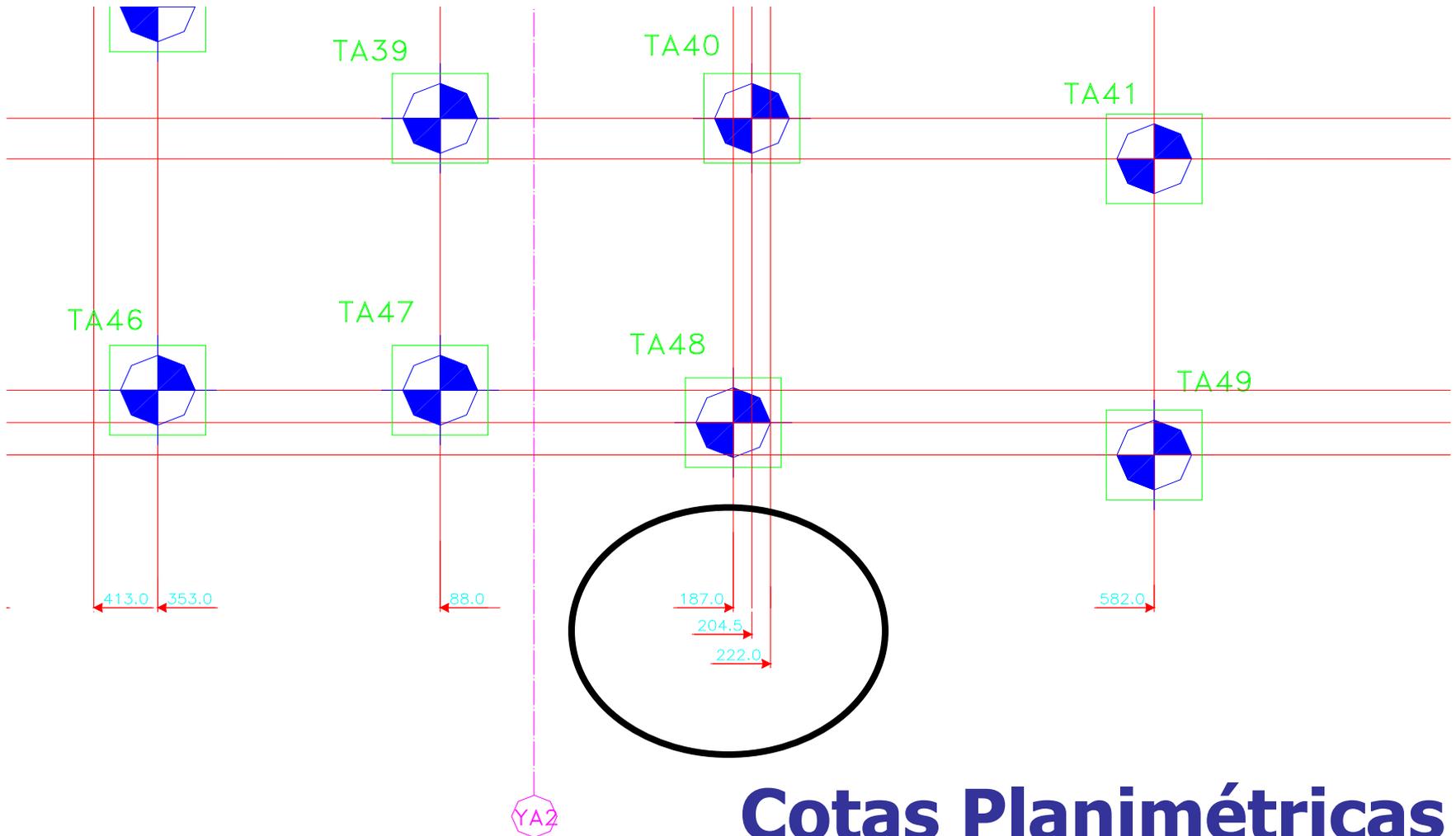


BLOCO A - COTAS DOS TUBULOES

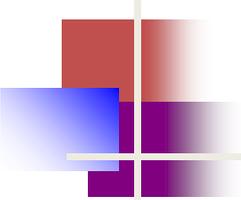
Numero do Tubulao	Cota de Arrasam. do Tub.
TA28, TA29, TA30, TA32 TA33, TA34, TA35, TA36 TA37, TA38, TA39, TA40 TA41, TA42, TA43, TA44 TA45, TA46, TA47, TA48 TA49	+104.65 m
TA04, TA05, TA06, TA07 TA08, TA09, TA10, TA11 TA12, TA13, TA14, TA15 TA16, TA17, TA18, TA19 TA20, TA21, TA22, TA23 TA24, TA25, TA26,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

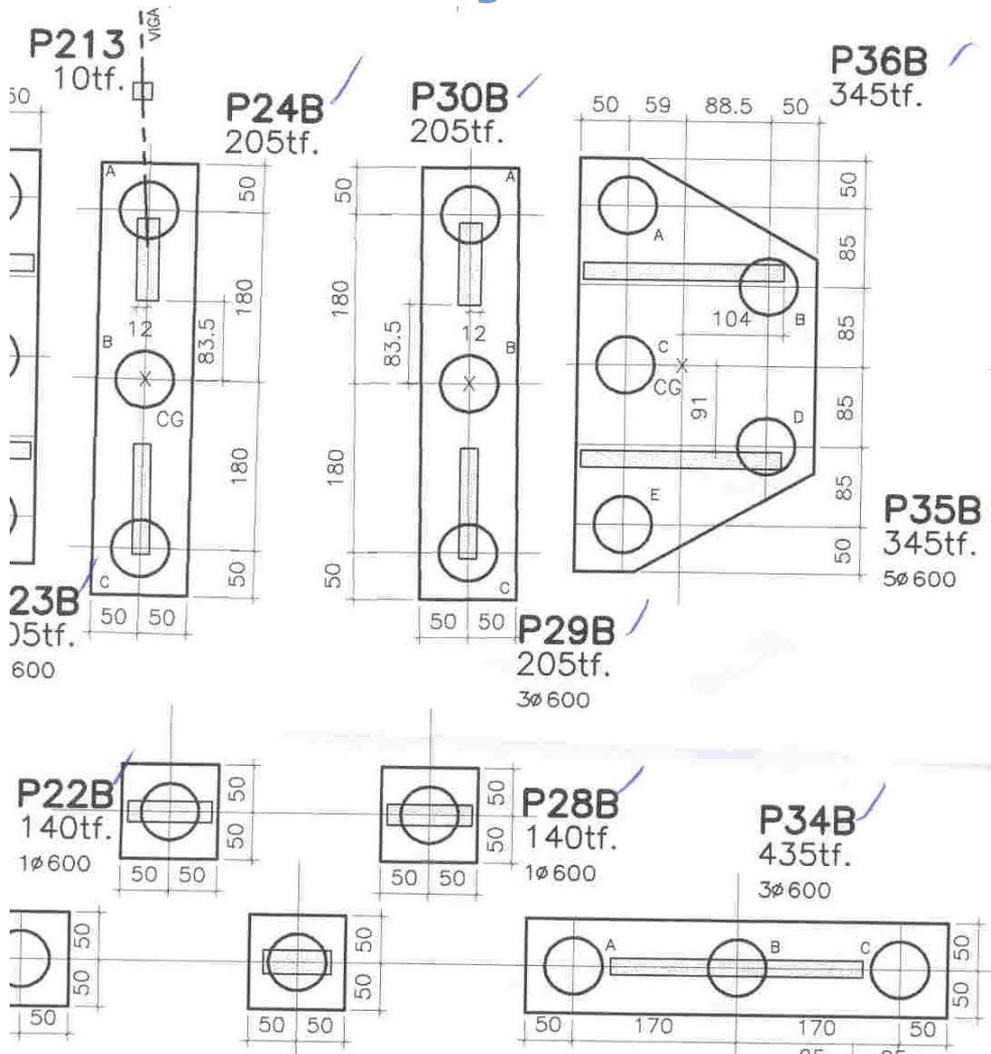
### BLOCO A - COTAS DOS TUBULOES

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

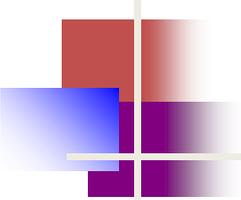
**Cotas  
Altimétricas**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## LOCAÇÃO PARA A FUNDAÇÃO



Qual a importância da correta definição da fundação?



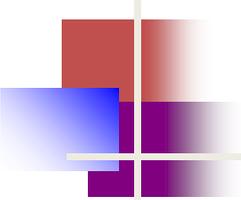
# LOCAÇÃO DE OBRAS

---

## PROBLEMAS DE LOCAÇÃO/EXECUÇÃO

### Consequências

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



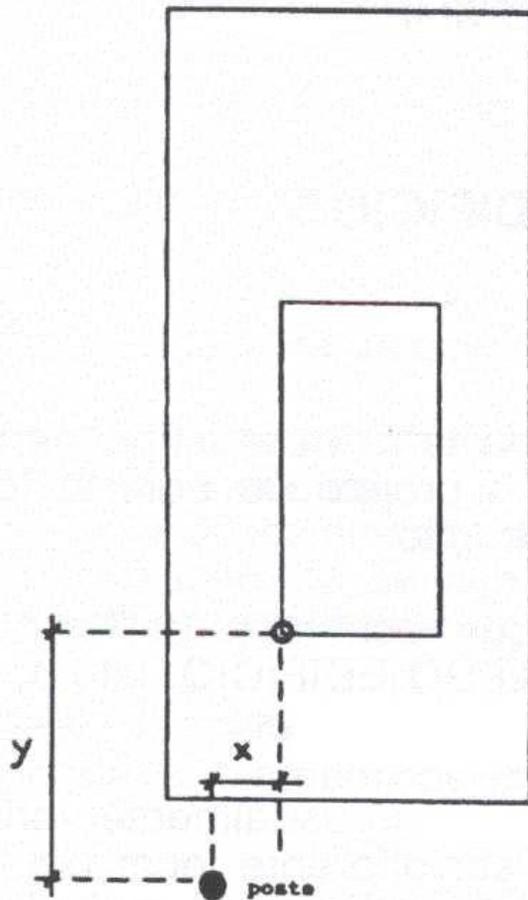
# LOCAÇÃO DE OBRAS

## 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

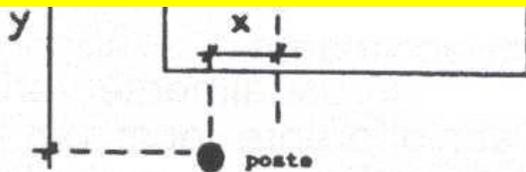
alinhamento da rua

# LOCAÇÃO DE OBRAS

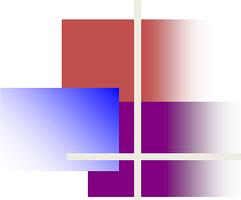
## REFERENCIAIS AUXILIARES

Os referenciais

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



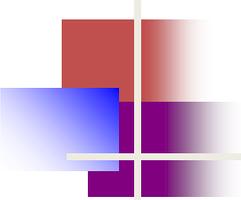
alinhamento da rua



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## COMO DEFINIR CADA PONTO?

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



# LOCAÇÃO DE OBRAS

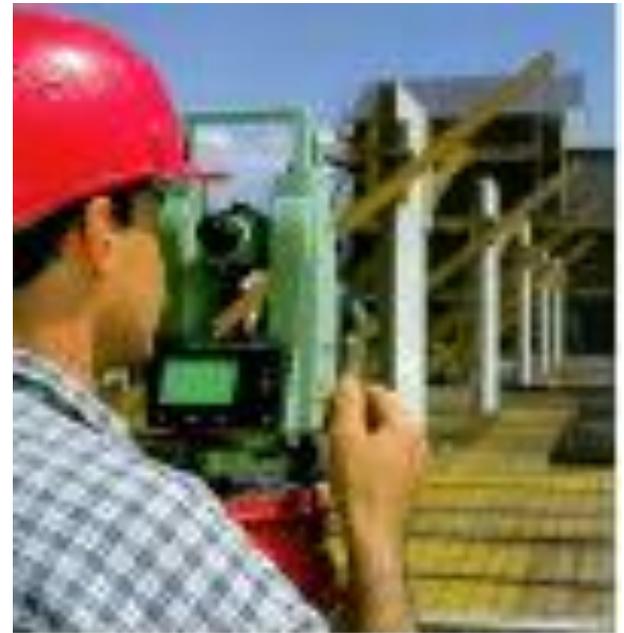
## COMO MATERIALIZAR PONTOS E EIXOS?

A partir do:

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

# LOCAÇÃO DE OBRAS

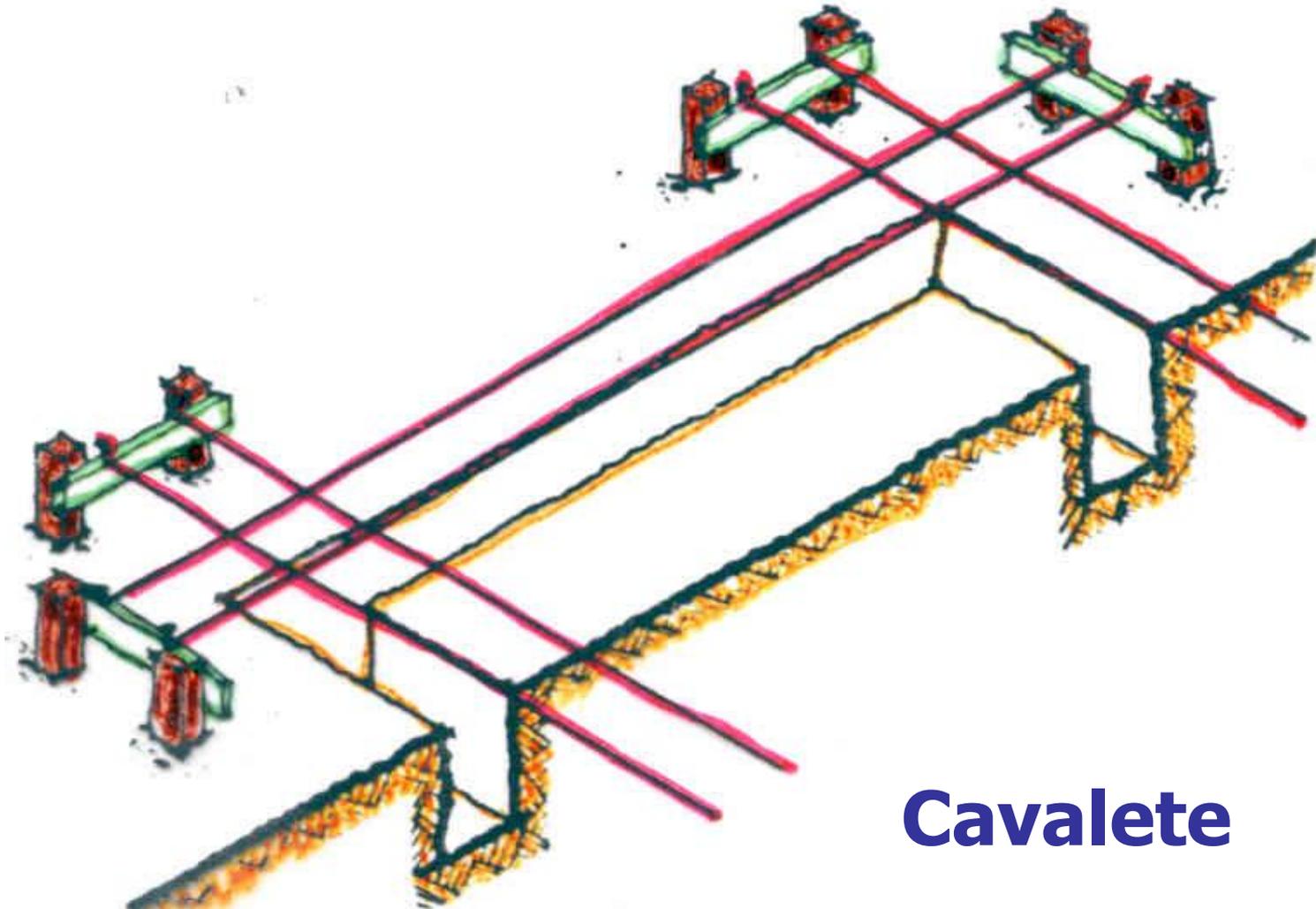
## EQUIPAMENTO Topografia



**Teodolito**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## MARCAÇÃO DOS EIXOS



**Cavalete**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## MARCAÇÃO DOS EIXOS



**Cavalete**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

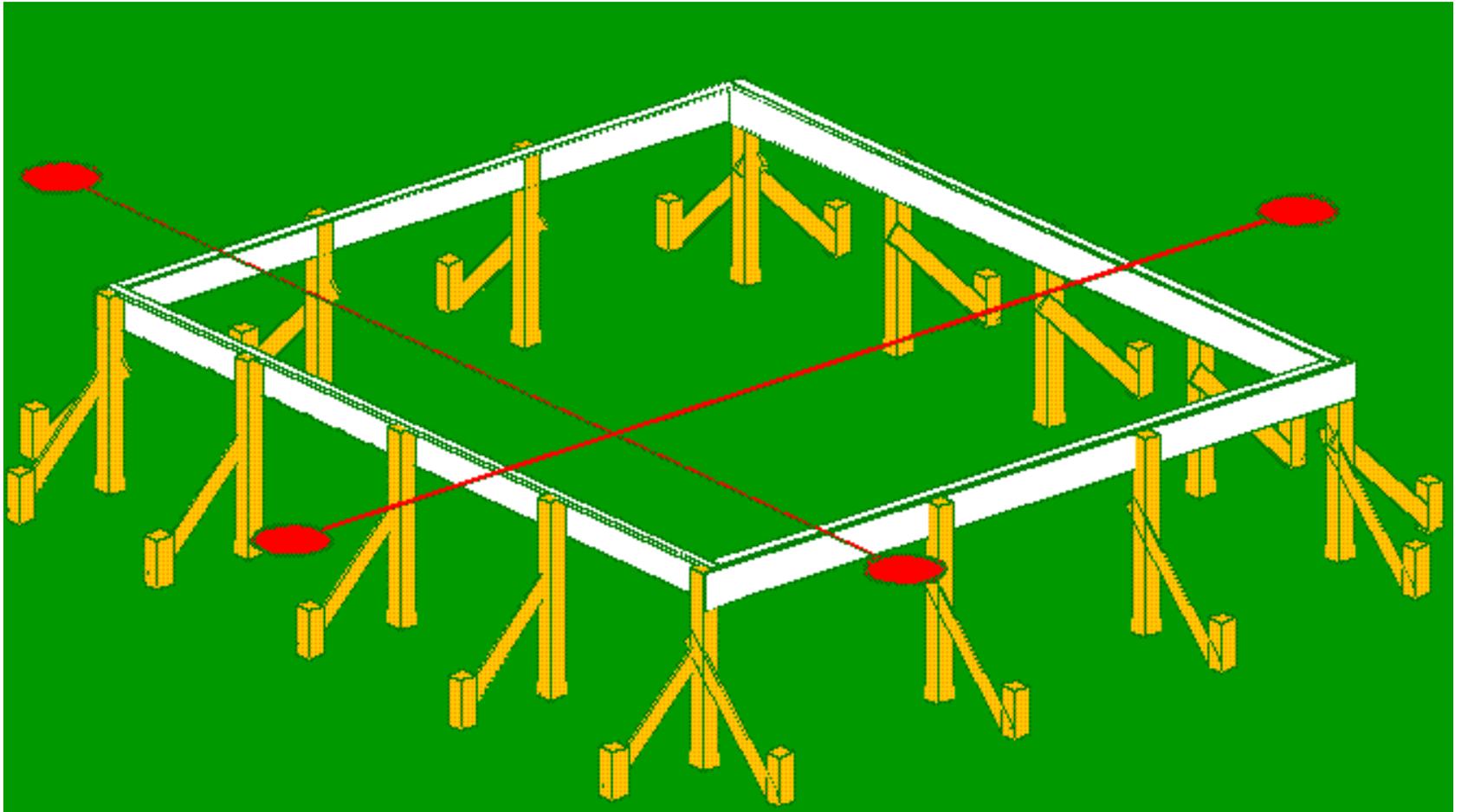
## MARCAÇÃO DOS EIXOS



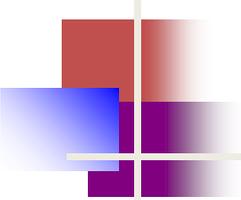
**TABEIRA OU GABARITO**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## MARCAÇÃO DOS EIXOS



**Tabeira ou Gabarito**



# LOCAÇÃO DE OBRAS

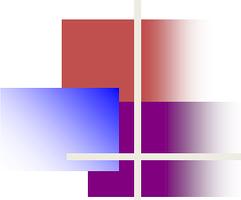
## TABEIRA OU GABARITO

### 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

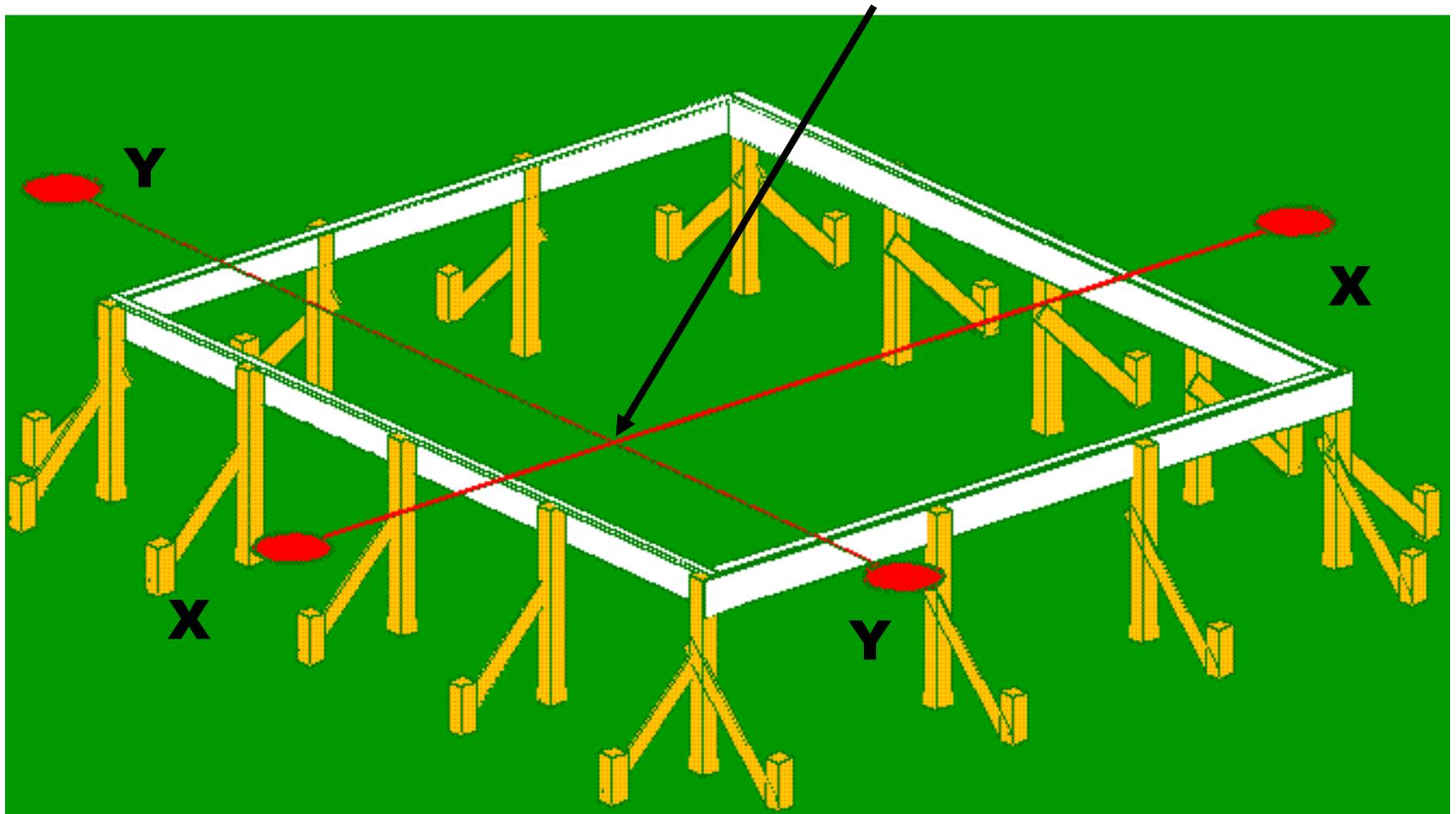
## USO DO GABARITO



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

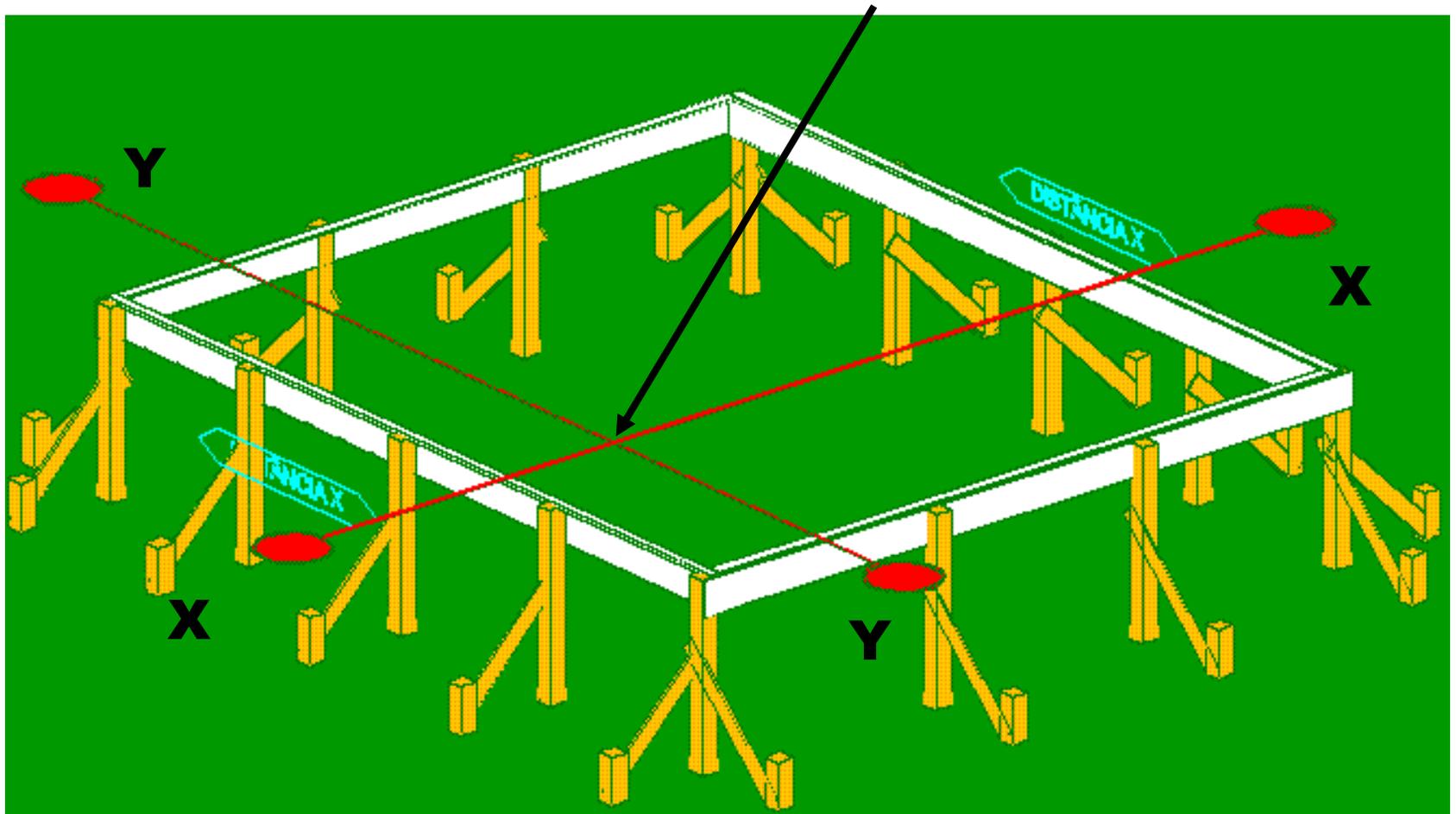
Eixos de Referência



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

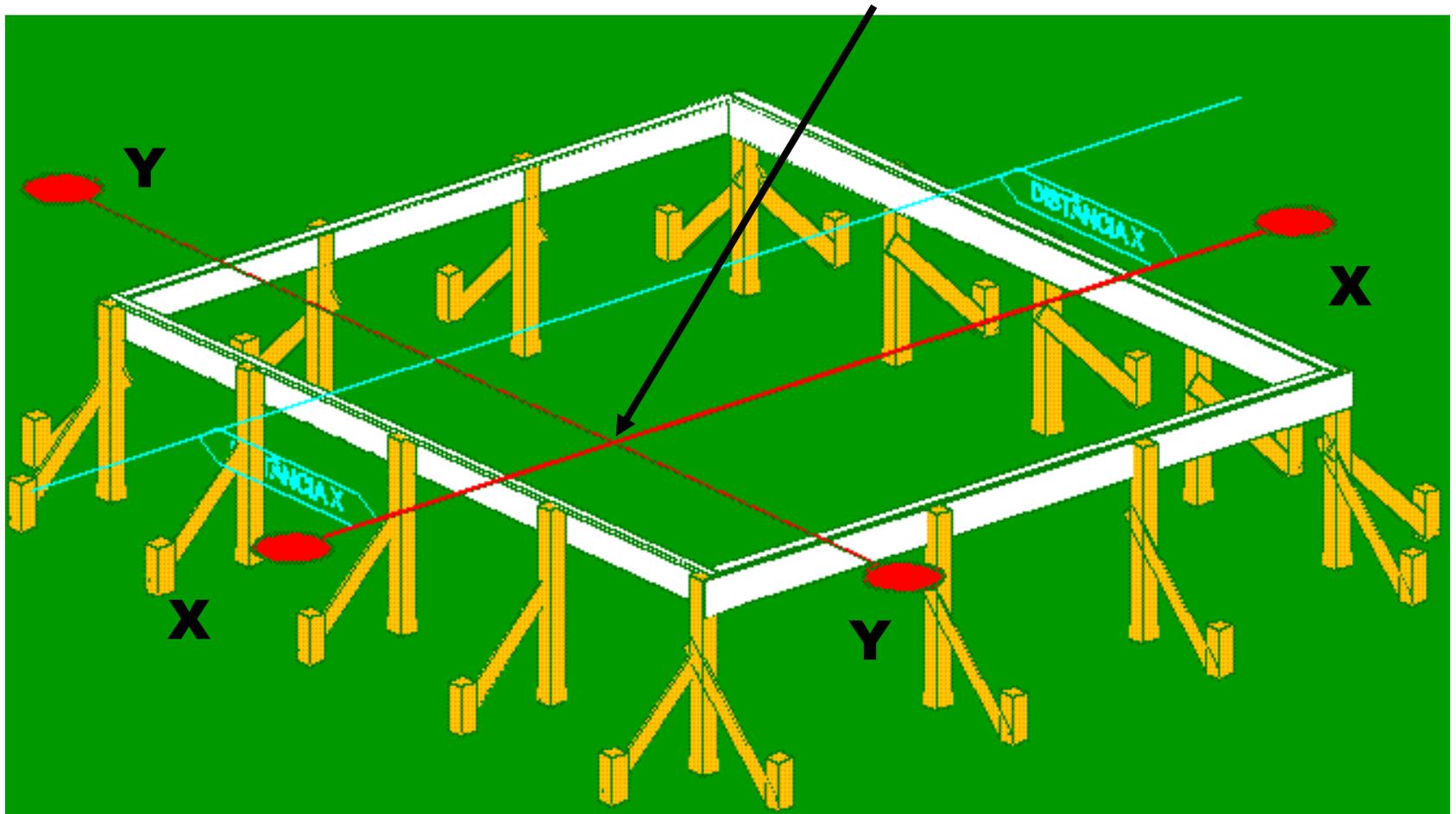
Eixos de Referência



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

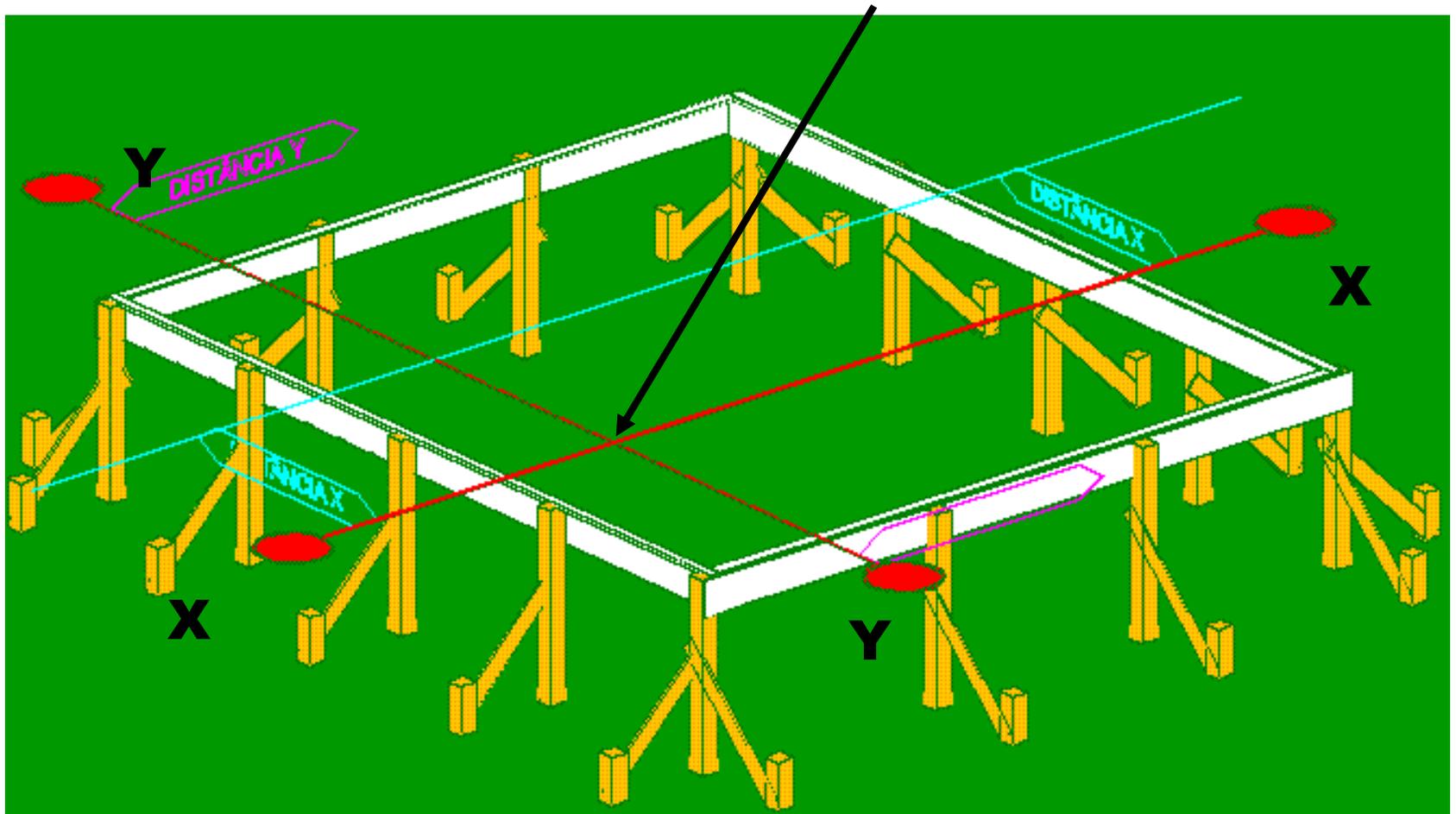
Eixos de Referência



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

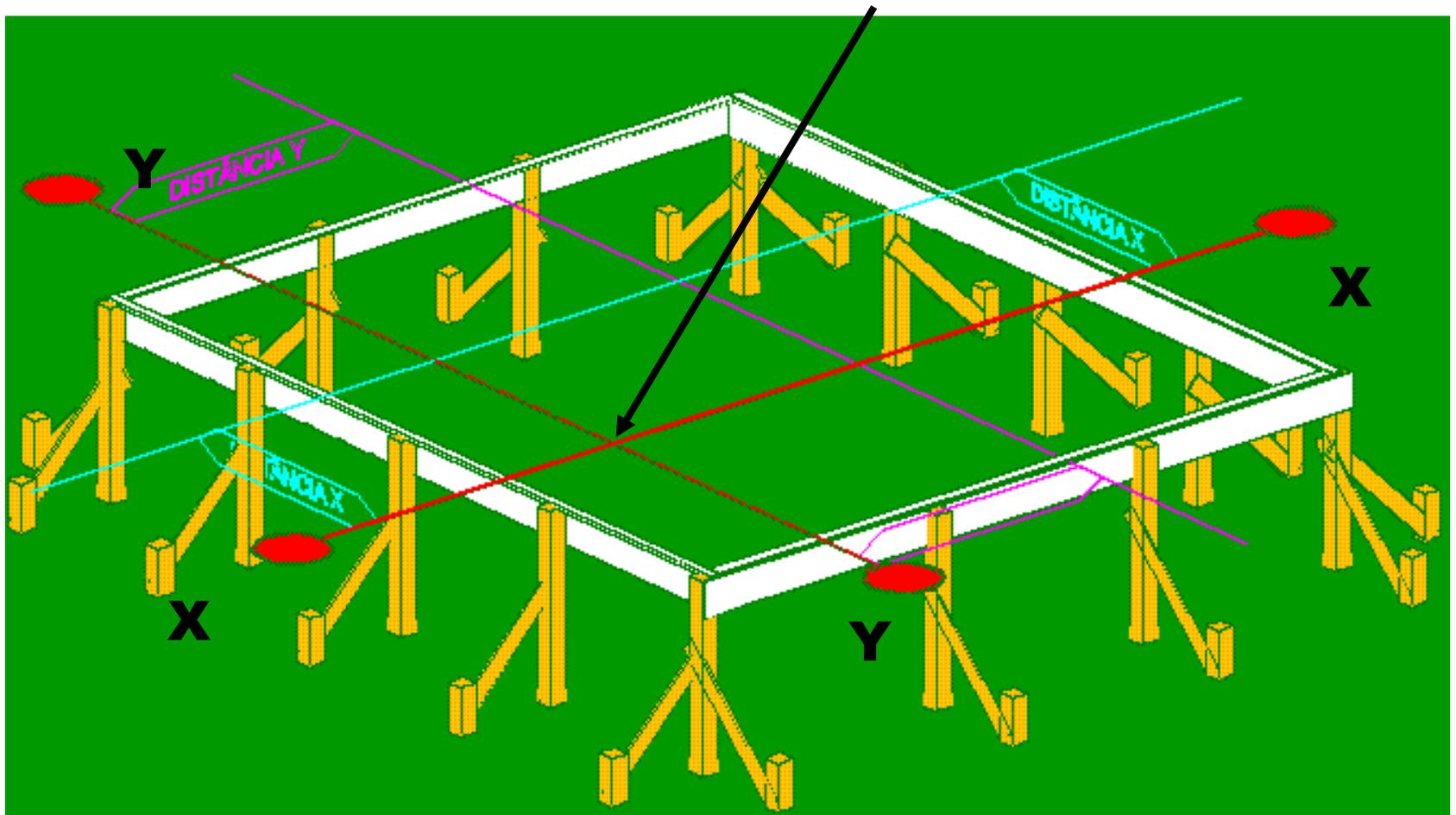
Eixos de Referência

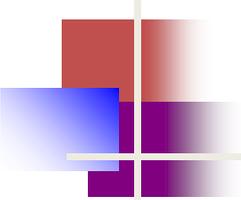


# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

Eixos de Referência





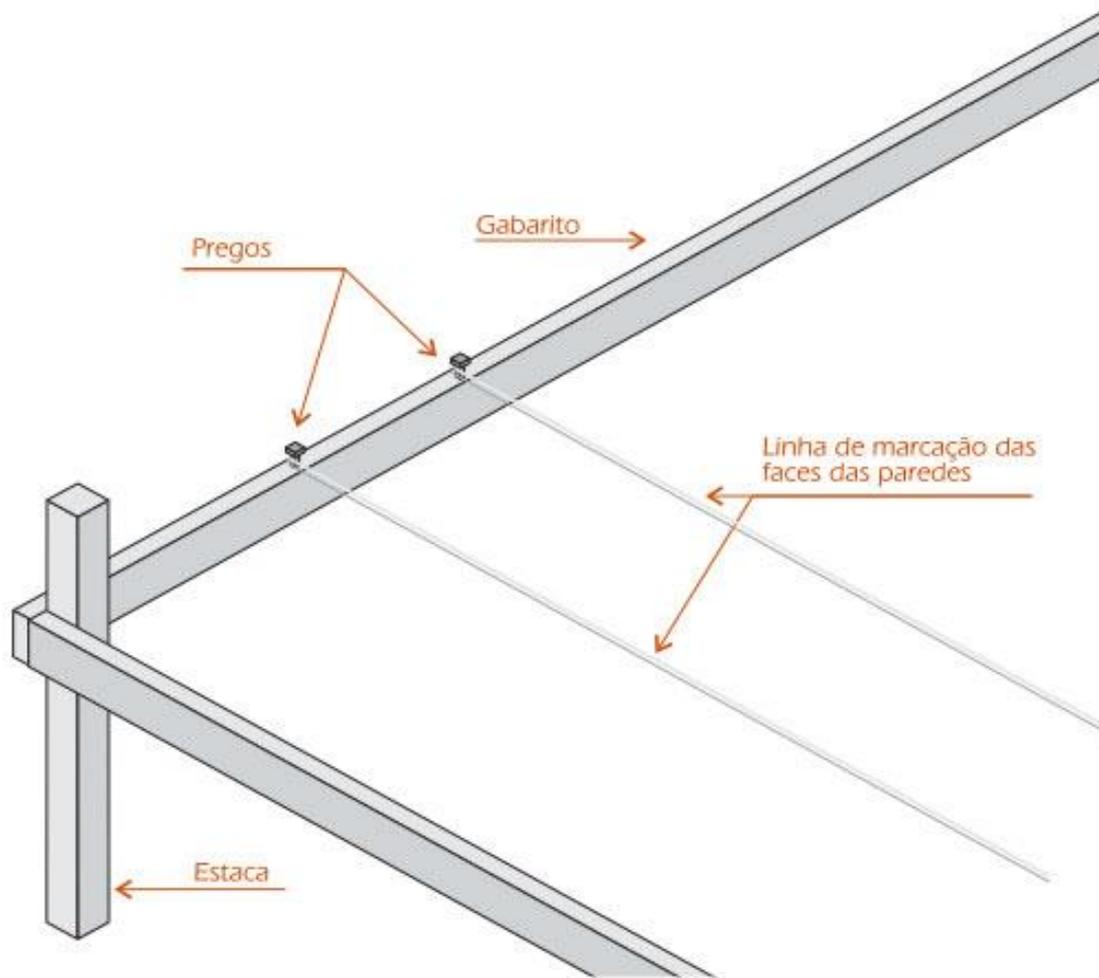
# LOCAÇÃO DE OBRAS

## 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

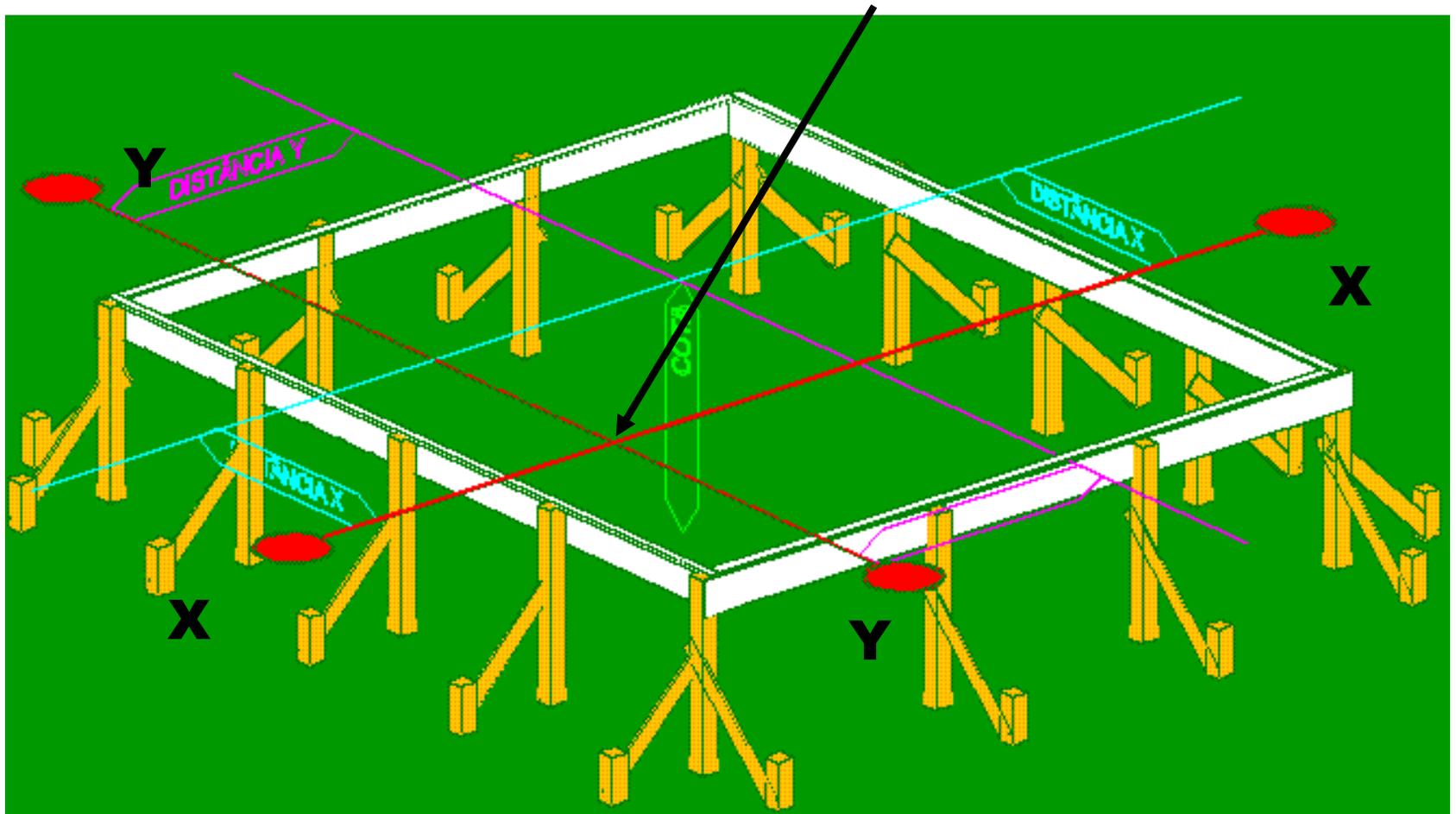
## USO DO GABARITO



# LOCAÇÃO DE OBRAS

## USO DO GABARITO

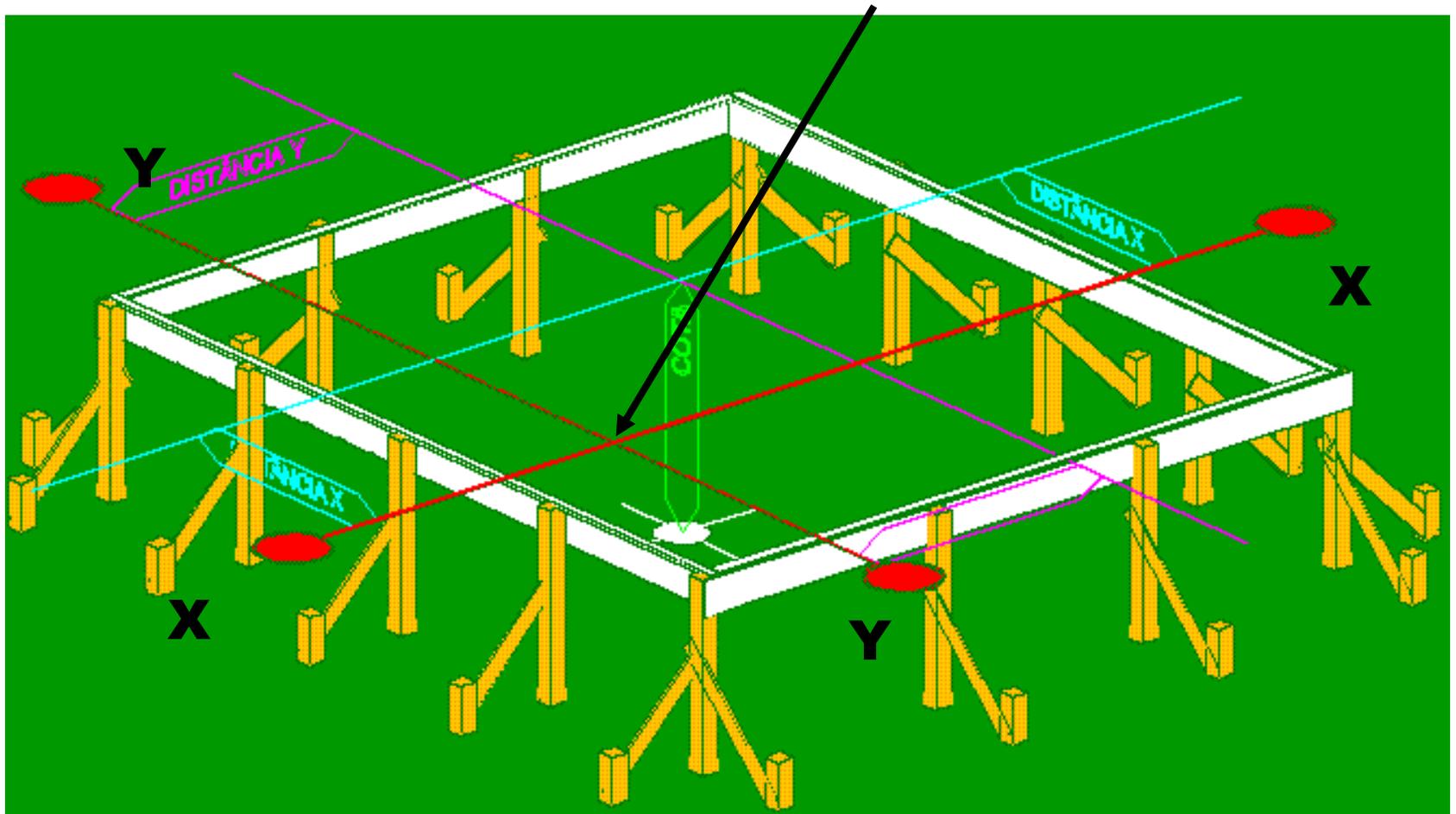
Eixos de Referência

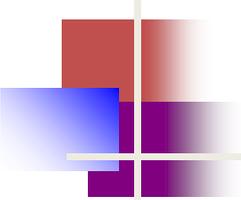


# LOCAÇÃO DE OBRAS

## 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?



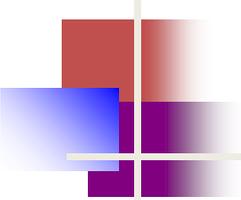
**Faces das valas para sapatas**

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## O QUE MARCAR?



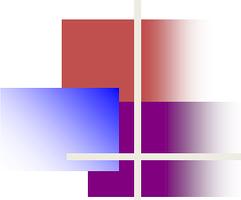
**Faces para viga baldrame**



# 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)



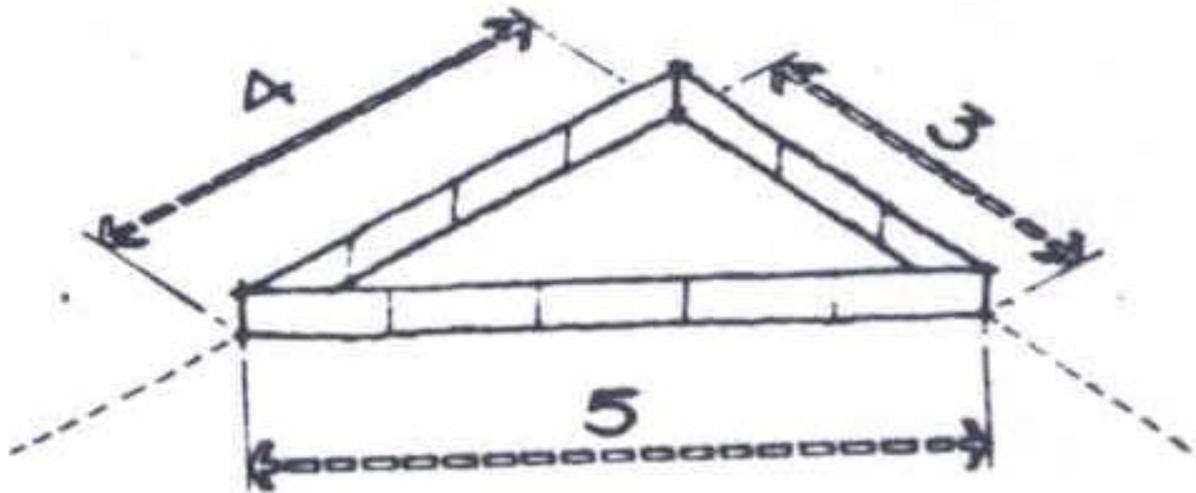
# LOCAÇÃO DE OBRAS

## 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

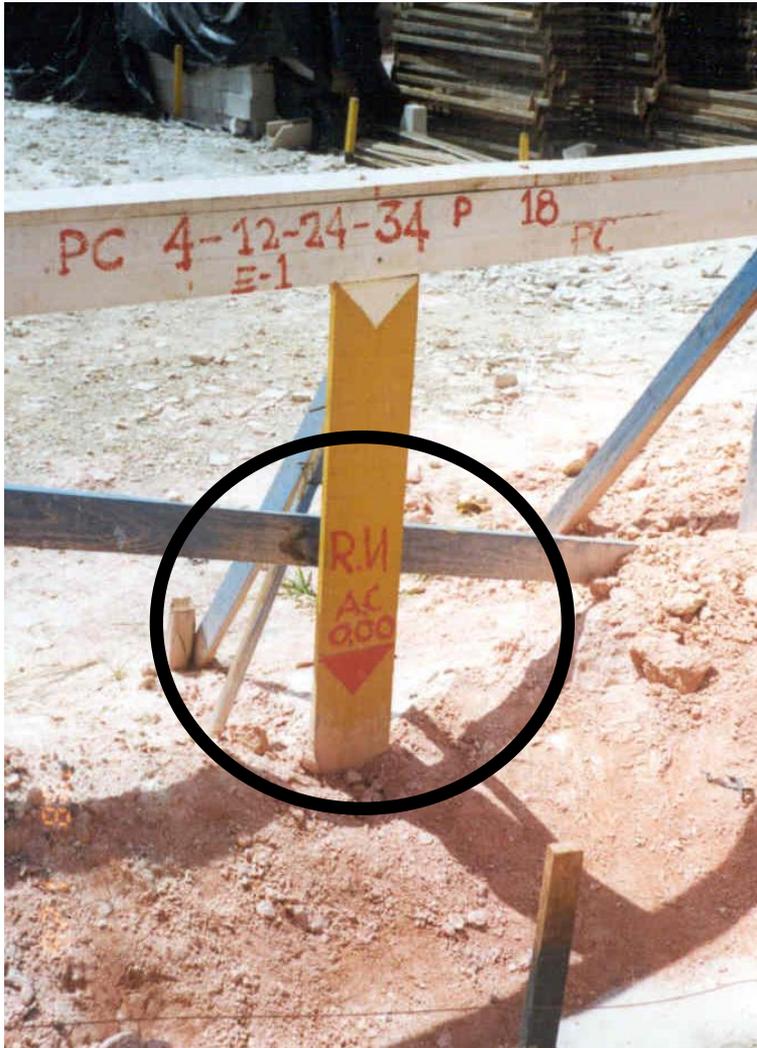
## CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



Cuidado com a geometria da tabeira e dos eixos principais

# LOCAÇÃO DE OBRAS

## CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



Nivelamento  
do gabarito

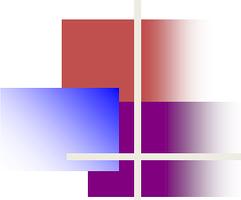
# LOCAÇÃO DE OBRAS

## CUIDADOS COM A MARCAÇÃO



### Códigos Usuais



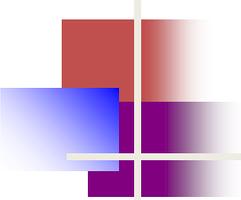


# LOCAÇÃO DE OBRAS

## 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**

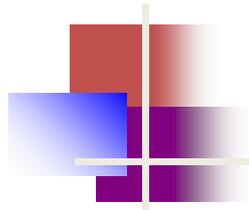


# LOCAÇÃO DE OBRAS

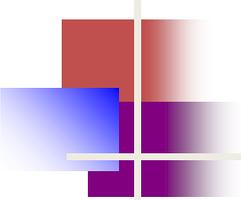
## CUIDADOS COM A MARCAÇÃO

### 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

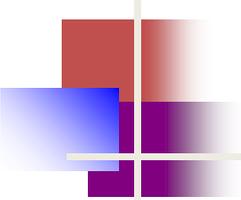


# FUNDAÇÕES

## 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



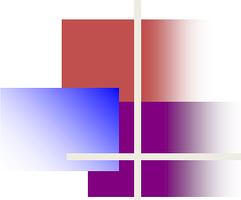
**Verificação do perfil do solo para a escolha do tipo de fundação (Coleta de pontos)**

# FUNDAÇÕES

## SONDAGEM



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

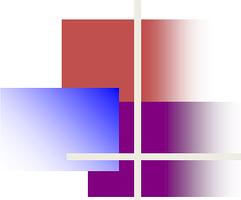


# FUNDAÇÕES

---

## **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

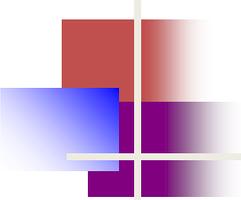
Trata dos **critérios gerais** que regem o projeto e a execução de fundações de todas as estruturas convencionais da engenharia civil, compreendendo: residências, edifícios de uso geral, ponte, viadutos, etc.

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

→ *Critérios de desempenho*

→ *Procedimento executivo de cada fundação*

→ *Métodos de dimensionamento*



# FUNDAÇÕES

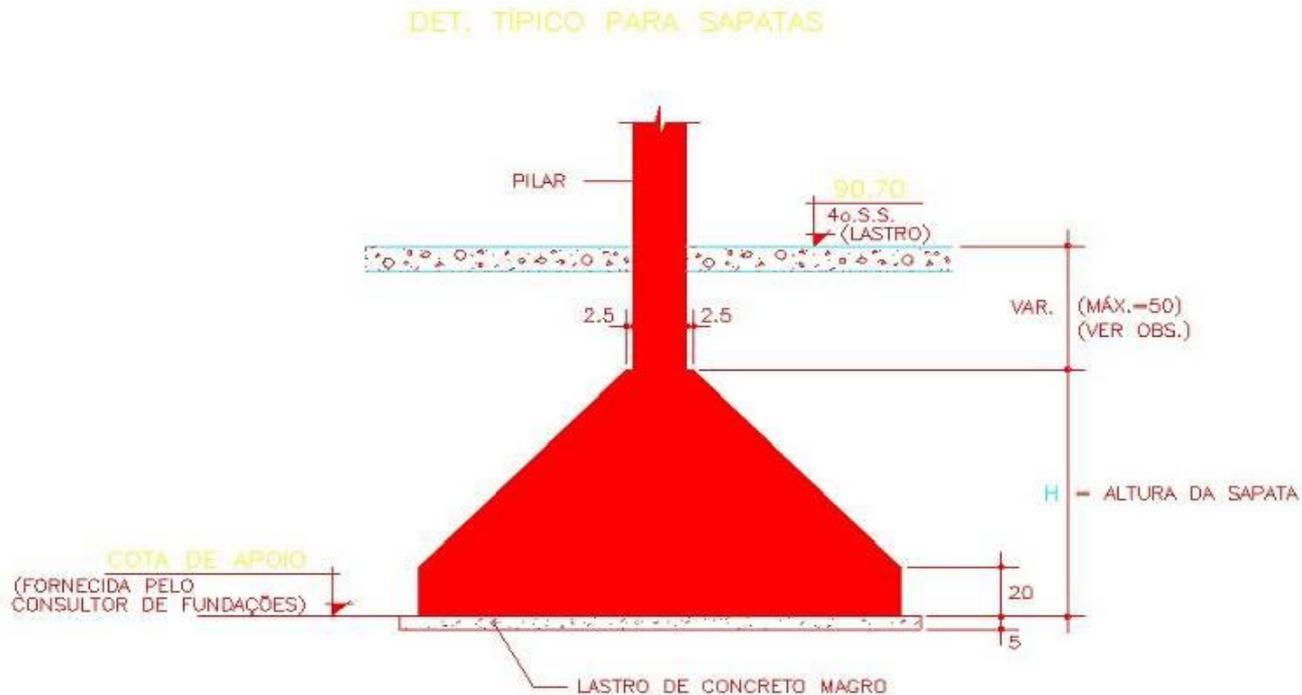
---

## 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

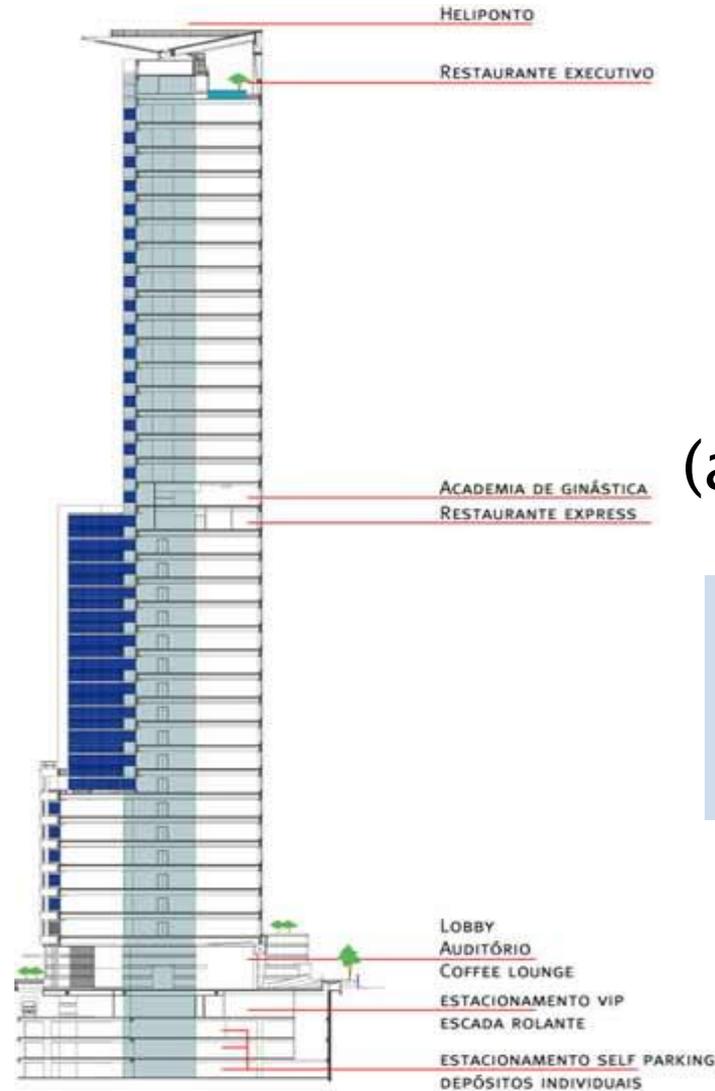
# FUNDAÇÕES

## Fundação em sapata



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

# FUNDAÇÕES



## Aplicação de Sapatas

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

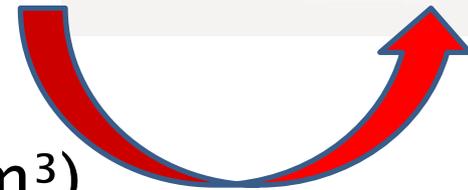
**Escavação de 4 subsolos (aproximadamente 12 metros)**

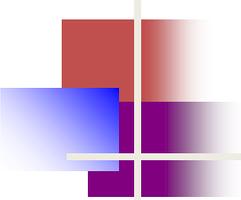


# FUNDAÇÕES

## E-Tower

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





# FUNDAÇÕES

## Tipos de estacas pré-moldadas para a fundação

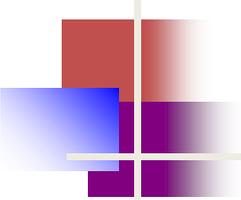
### CONCRETO

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

### AÇO

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





# FUNDAÇÕES

## 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

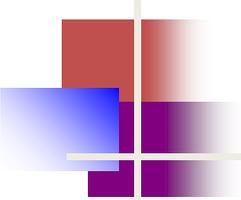
## Estacas Concreto Pré-moldado centrifugadas



# FUNDAÇÕES

## Estacas Concreto Pré-moldado centrifugadas





# FUNDAÇÕES

---

## Como escolher as estacas?

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

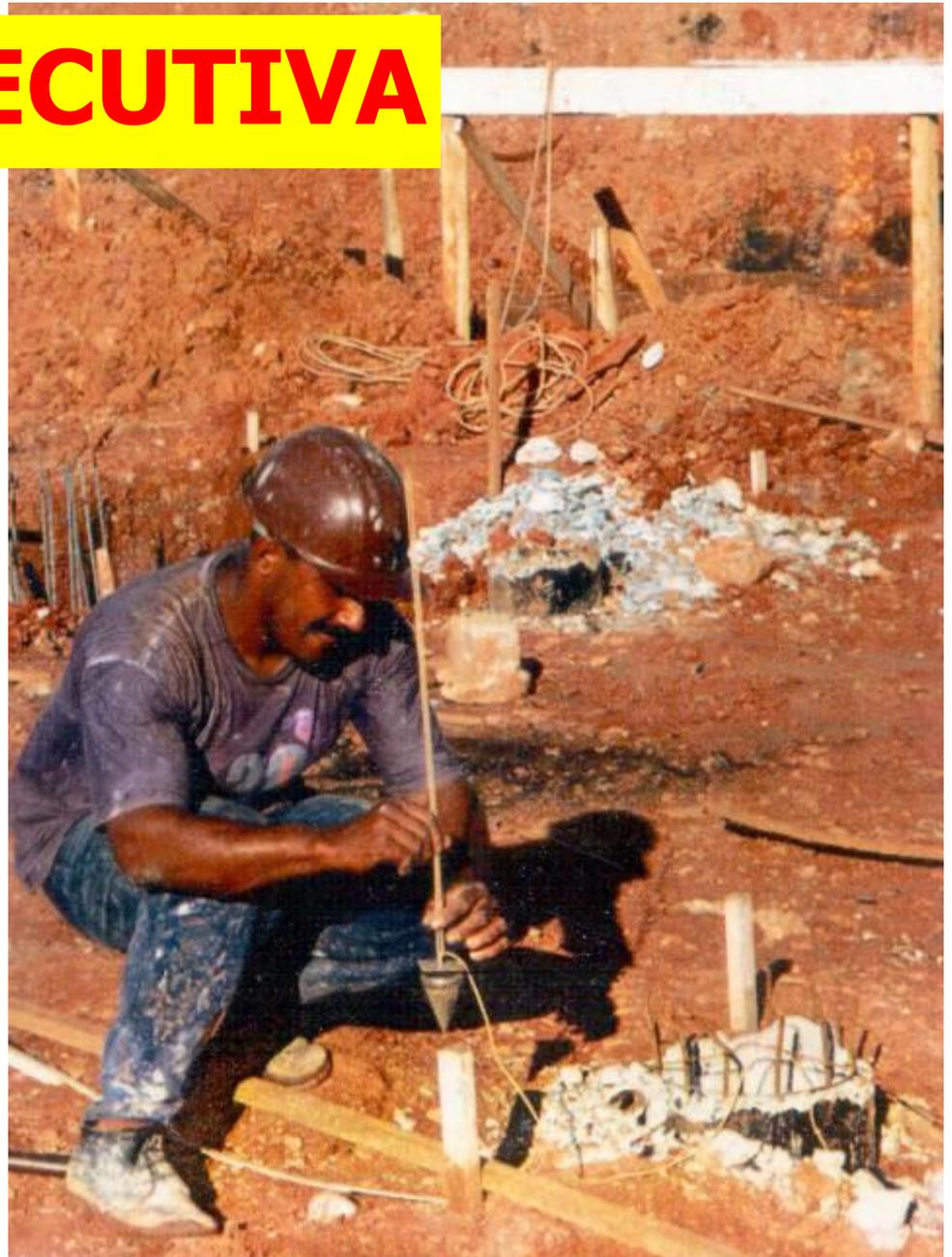
# FUNDAÇÕES

## 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



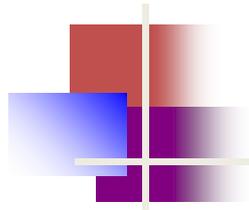
**Martelo**

**Proteção da  
cabeça**

# Estacas de Concreto Pré-moldado



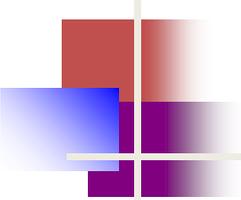
- Em toda obra cuja solução de fundação seja a adoção de estacas pré fabricadas de concreto, deve-se esperar que ocorram algumas quebras de estacas durante o processo de cravação por percussão



# 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

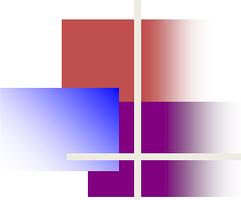
## Estacas Concreto Pré-moldado



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

# Estacas Concreto Pré-moldado



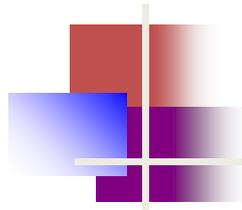


# FUNDAÇÕES

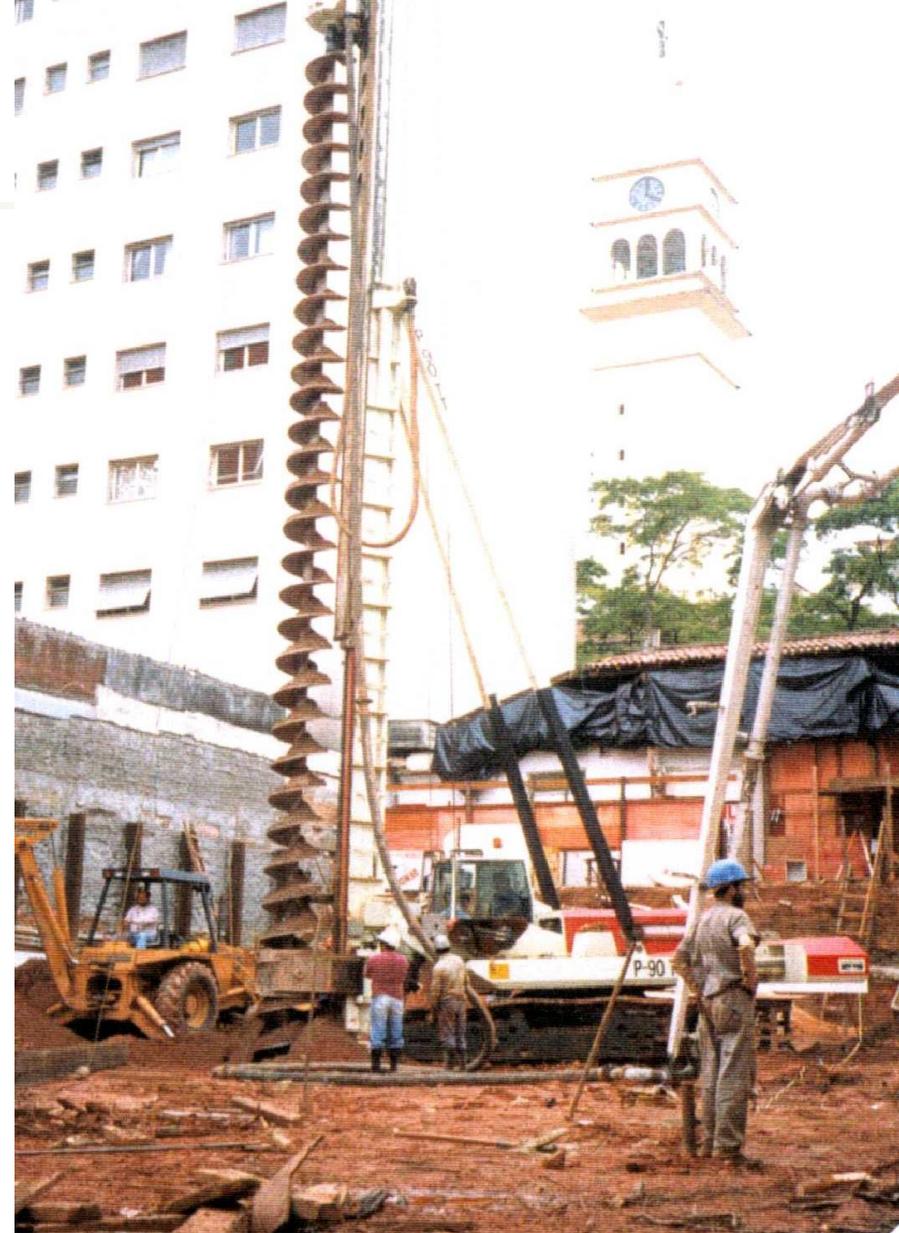
---

## 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



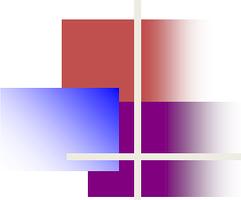
Estaca **Hélice Contínua**

# Hélice continúa



# Hélice contínua





# FUNDAÇÕES

---

## Além disso...

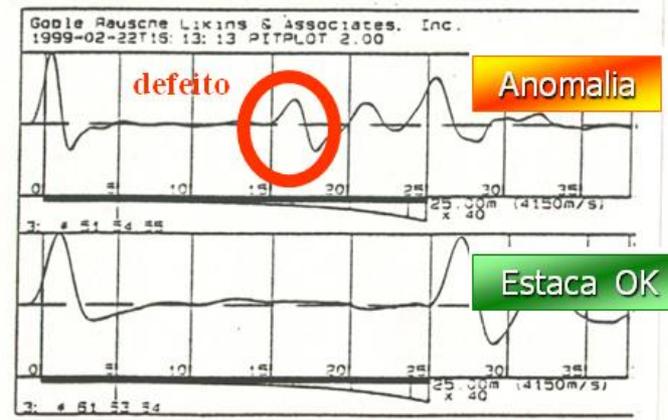
- Prova de carga por amostragem
  - Dinâmica
  - Estática
  - Hidrodinâmica
  
- Integridade das estacas
  - PIT

# 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

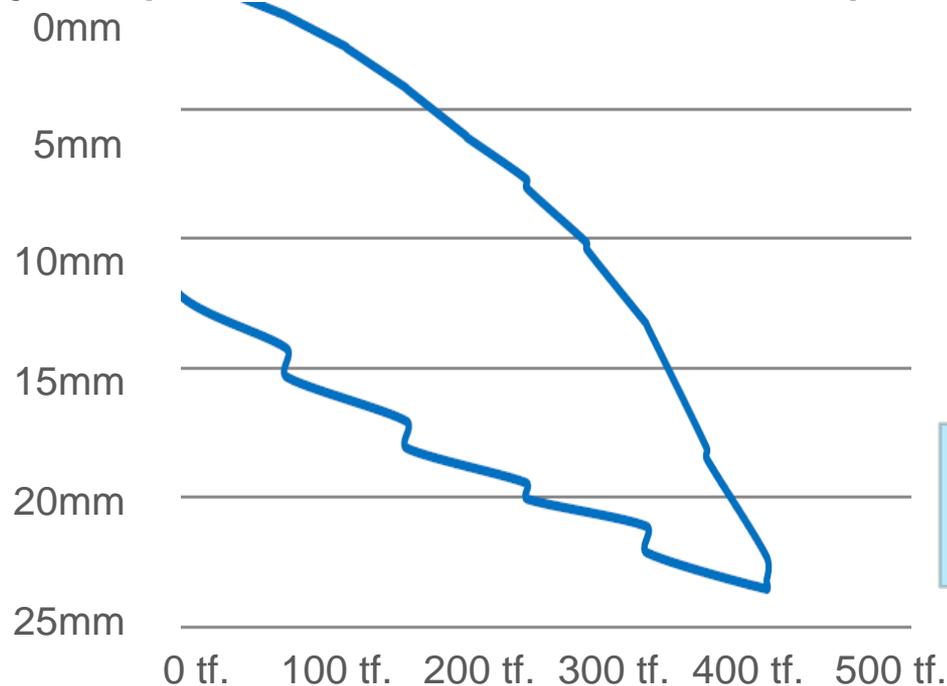
# FUNDAÇÕES

## Estaca de Hélice Contínua

### Prova de carga estática

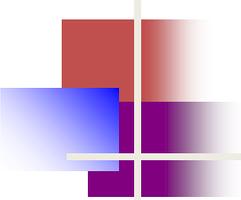
Case – Rio de Janeiro

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**