

# INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE ESTRUTURAS

*Luiz Fernando Martha*

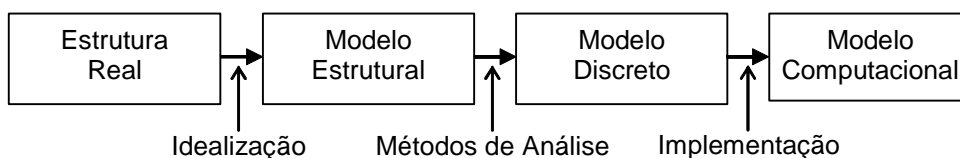
## **Processo do Projeto Estrutural**

- Concepção (arquitetônica) da obra ⇒ atendimento às necessidades funcionais e econômicas
- Anteprojeto estrutural ⇒ plantas de forma (concreto armado) ⇒ orçamento
- Análise Estrutural ⇒ previsão do comportamento da estrutura
- Dimensionamento ⇒ verificação das hipóteses do anteprojeto
- Detalhamento ⇒ especificação detalhada da construção
- Documentação ⇒ informações necessárias para construção

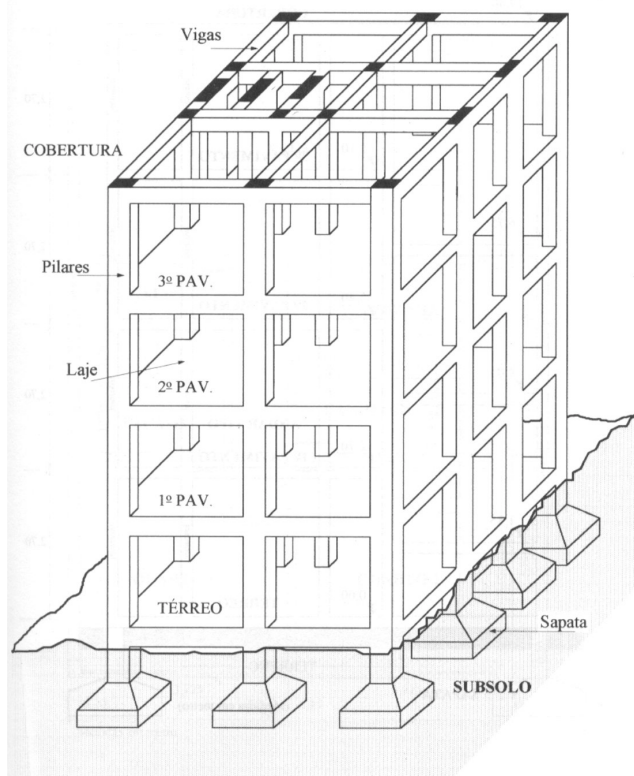
## **Análise Estrutural**

É a etapa do projeto estrutural onde é feita uma previsão sobre o comportamento da estrutura. Isto é uma simulação de como a estrutura responde a todas as solicitações. Para esta simulação é criado um modelo matemático, denominado Modelo Estrutural.

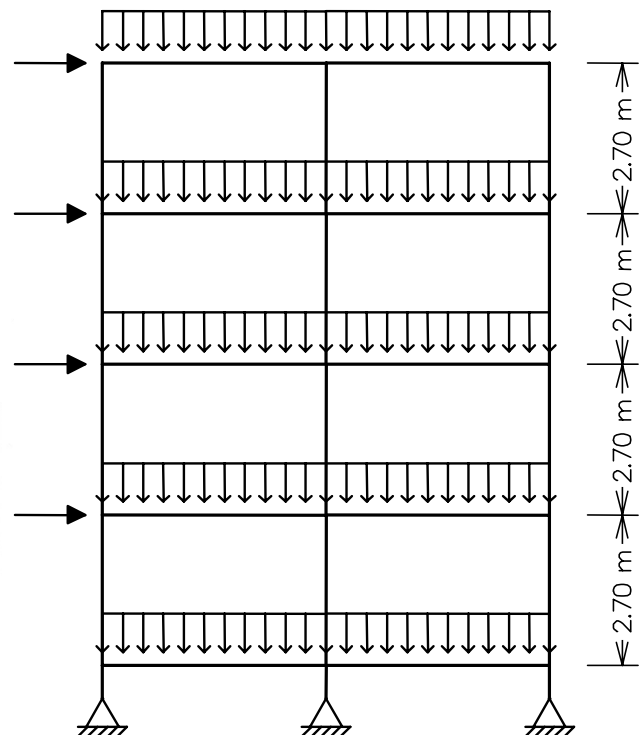
Quatro níveis de abstração da estrutura na Análise Estrutural:



### *Estrutura Real*



### *Modelo estrutural bidimensional (fatia do prédio)*



(Concreto Armado Eu te amo, pag. 17)

### *Resultados da Análise Estrutural:*

O comportamento estrutural é caracterizado por:

- Deslocamentos e deformações
- Esforços internos (momentos fletores, esforços normais, esforços cortantes, etc.) e tensões
- Reações de apoio

Configuração Deformada

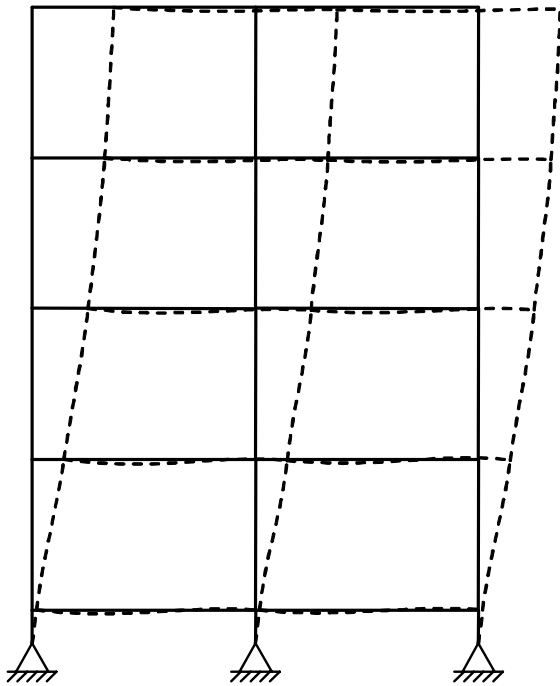
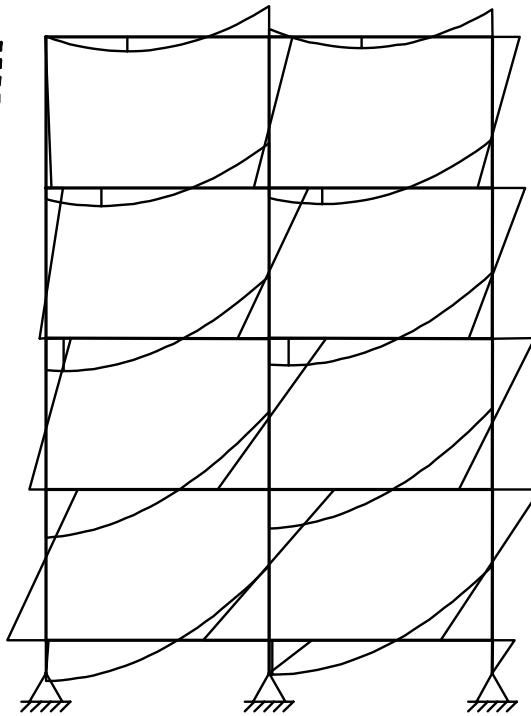


Diagrama de Momentos Fletores



### ***Hipóteses (simplificações) adotadas na criação do Modelo Estrutural***

- Com respeito à geometria:  
Modelo de barras ou contínuo, modelo bi ou tridimensional, etc.?  
Como representar os elementos estruturais: vigas, pilares, lajes, etc.?
- Sobre as condições de suporte:  
Como a estrutura se conecta com o meio externo?  
Que tipos de apoio considerar?
- Com respeito ao comportamento dos materiais:  
Como representar matematicamente um material?
- Sobre as solicitações:  
Como representar as cargas que atuam na estrutura?  
Quais são os tipos de solicitação: peso próprio, vento, cargas de ocupação de prédios, variação de temperatura?

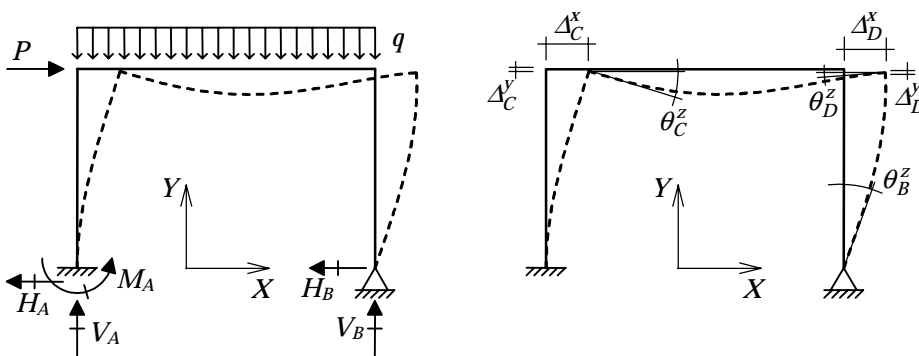
## Modelo de estruturas reticuladas

É o modelo de estruturas formadas por barras (elementos estruturais que têm um eixo claramente definido). Estes são os tipos mais comuns de estruturas, tais como a estrutura de uma cobertura ou o esqueleto de um edifício metálico. Mesmo em casos de estruturas nas quais nem todos os elementos estruturais podem ser considerados como barras (como é o caso de edifícios de concreto armado), é comum analisar o comportamento global ou parcial da estrutura utilizando-se um modelo de barras.

No caso de estruturas reticuladas, o modelo estrutural tem características que são bastante específicas. O modelo matemático deste tipo de estrutura usa o fato de os elementos estruturais terem um eixo bem definido e está embasado na Teoria de Vigas de Navier, que rege o comportamento de membros estruturais que trabalham à flexão, acrescida de efeitos axiais e de torção.

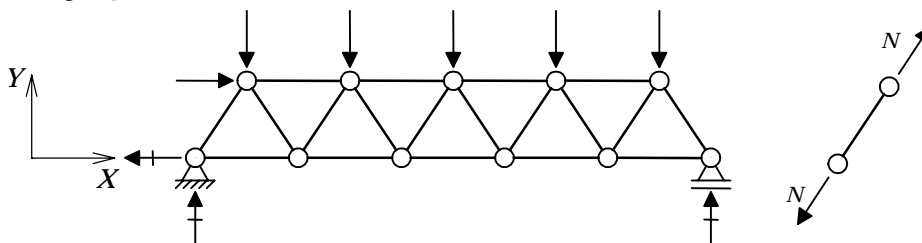
## Classificação dos modelos de estruturas reticuladas

### Quadro plano



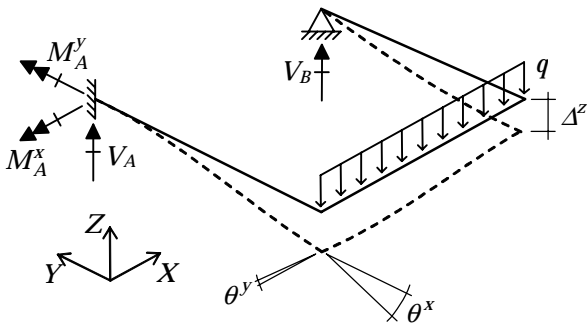
$\Delta^x \rightarrow$  deslocamento na direção do eixo global  $X$ ;  
 $\Delta^y \rightarrow$  deslocamento na direção do eixo global  $Y$ ;  
 $\theta^z \rightarrow$  rotação em torno do eixo global  $Z$ .

### Treliça plana



Ligações entre barras articuladas (rótulas)  $\Rightarrow$   
as barras só estão solicitadas as esforços axiais (normais)

## Grelha

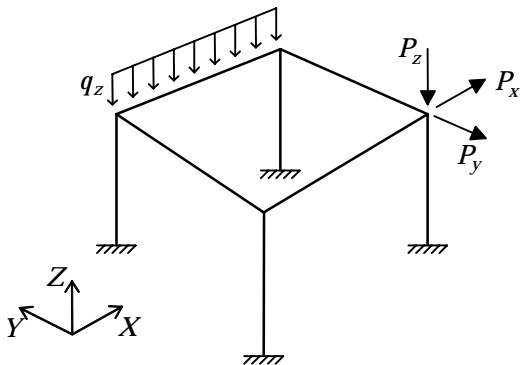


$\Delta^z$  → deslocamento na direção do eixo global Z;  
 $\theta^x$  → rotação em torno do eixo global X;  
 $\theta^y$  → rotação em torno do eixo global Y.

## Comparação entre quadro plano e grelha

	Quadro Plano	Grelha
Deslocamento em X	$\Delta^x$	$\Delta^x = 0$
Deslocamento em Y	$\Delta^y$	$\Delta^y = 0$
Deslocamento em Z	$\Delta^z = 0$	$\Delta^z$
Rotação em torno de X	$\theta^x = 0$	$\theta^x$
Rotação em torno de Y	$\theta^y = 0$	$\theta^y$
Rotação em torno de Z	$\theta^z$	$\theta^z = 0$

## Quadro espacial



Cada ponto de um quadro espacial pode ter três componentes de deslocamento ( $\Delta^x$ ,  $\Delta^y$ , e  $\Delta^z$ ) e três componentes de rotação ( $\theta^x$ ,  $\theta^y$ , e  $\theta^z$ ).

## **Condições básicas da Análise Estrutural**

As condições matemáticas que o modelo estrutural tem que satisfazer para representar adequadamente o comportamento da estrutura real podem ser divididas nos seguintes grupos:

- **Condições de equilíbrio.**  
São condições que garantem o equilíbrio estático de qualquer porção isolada da estrutura ou da estrutura como um todo.
  
- **Condições de compatibilidade entre deslocamentos e deformações.**  
São condições geométricas que devem ser satisfeitas para garantir que a estrutura, ao se deformar, permaneça contínua (sem vazios ou sobreposição de pontos) e compatível com seus vínculos externos. Tipos de condições de compatibilidade:
  - Continuidade interna
    - No interior das barras
    - Nas ligações das barras
  - Compatibilidade externa (modelo tem que satisfazer as condições de suporte adotadas).
  
- **Condições sobre o comportamento dos materiais que compõem a estrutura (leis constitutivas dos materiais).**