



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS SOBRAL
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO



ECO005: INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Módulo 6 – Modelagem e Simulação

Prof.: Rafael Lima

Questionamentos

- O que é um modelo?
- Qual a utilidade de modelos em engenharia?

Introdução

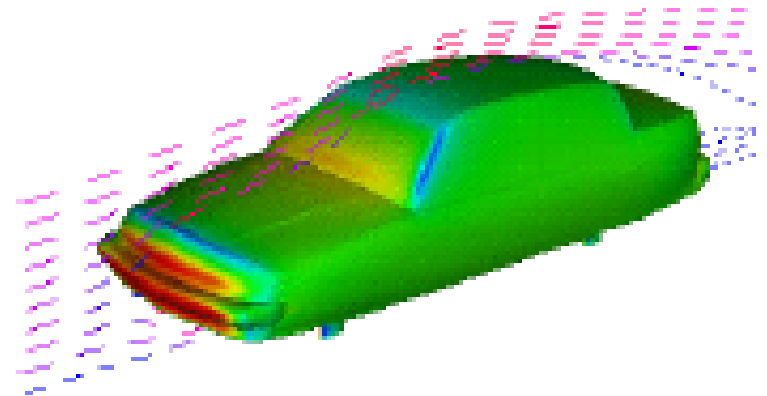
- Após a concepção de uma idéia ou obra devemos representá-lo de forma a estudar seu funcionamento e detalhes construtivos
- Sem essa representação poderíamos ter problemas quanto a segurança, custos e eficiência do sistema. Ex: transatlântico, aeronave, barragens ou indústria petroquímica



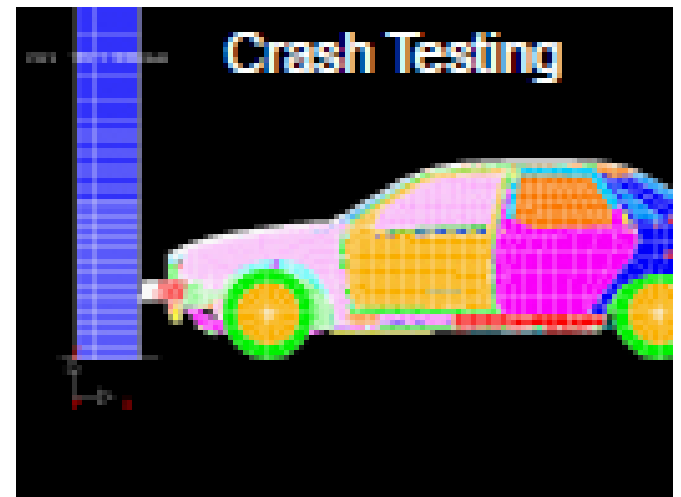
Introdução

- Modelar: representar um sistema físico real (SFR), ou parte dele, em forma física ou simbólica, convenientemente preparada para prever ou descrever seu comportamento
- Modelagem: ato de modelar, ou seja, atividade de construir o modelo para representar o SFR

Computational Fluid Dynamics



Crash Testing



Modelos e classificação

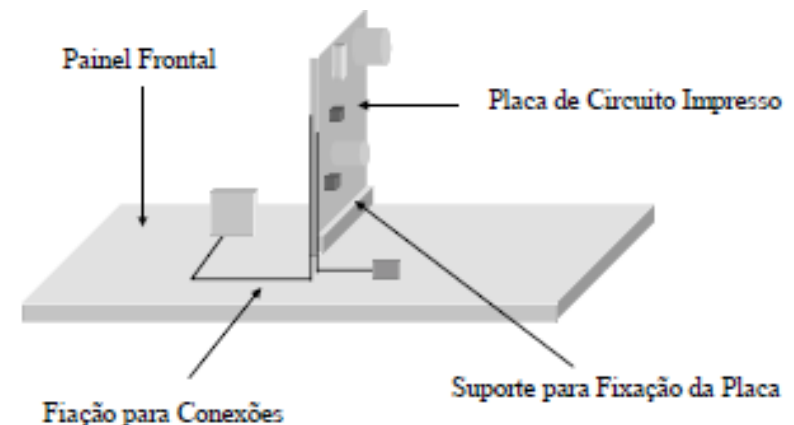
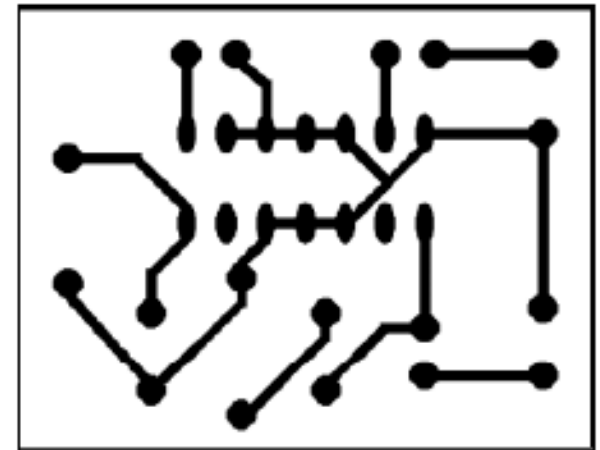
- Existem quatro tipos:



Modelos e classificação

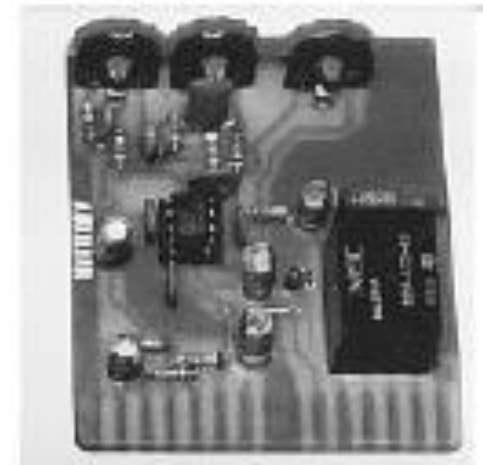
- Modelo icônico:
 - Ícone significa imagem
 - Modelo icônico: imagem de algo que o represente de forma mais fiel possível
 - Imagem deve obedecer formas e proporções do sistema físico real (escala)
 - Objetiva comunicar informações que permitam transmitir como era, é ou será o SFR
 - Podem ser:
 - Bi- ou tri-dimensionais (estátuas e maquetes)
 - Com ou sem escala

Exemplo: Placa de Circuito Impresso

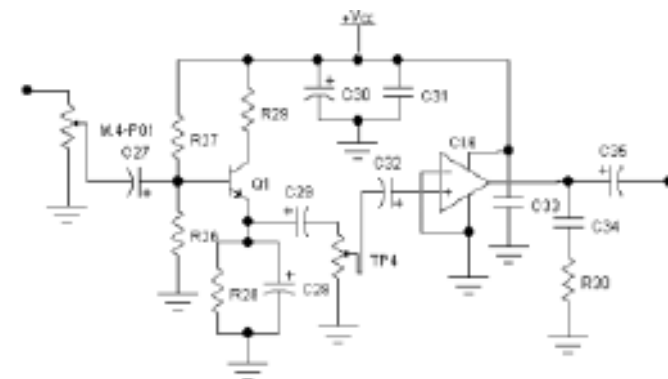


Modelos e classificação

- Modelo diagramático:
 - Um conjunto de linhas e símbolos representa a estrutura ou o comportamento do SFR. Ex.: circuitos de televisão e rádio
 - Pouca semelhança visual entre o modelo e o seu equivalente real
 - Vantagem: facilidade de representação de SFRs devido a isenção de complicações e detalhes menos significativos
 - Desvantagem: em geral somente é perfeitamente entendido por especialistas da área



Sistema Físico Real



Modelos e classificação

- Modelo matemático:
 - Fenômenos e variáveis do problema são descritos por elementos idealizados que representam as características essenciais da situação real relacionados através de expressões matemáticas
 - Modelo mais poderoso
 - Utiliza linguagem universal para comunicação

Modelos e classificação

- Modelo matemático (continuação):
 - Modelo matemático implica em simplificar o sistema que em geral são complexos
 - Quanto maior a complexidade do modelo:
 - Maior a capacidade de previsão do funcionamento do SFR
 - Maior o custo para desenvolvimento
 - Exemplo: equação de torricelli e movimento retilíneo uniformemente variado

Modelos e classificação

- Representação gráfica:
 - Segmentos de retas ou cores representam uma propriedade, como temperatura e tempo, ou um fato como acréscimo populacional
 - Útil à visualização, comunicação e previsão de projetos
 - Diversos tipos de gráficos podem ser utilizados para representação de aspectos de modelos matemáticos

Valor dos modelos

- Modelo: idealização do SFR
- Através das idealizações é possível estabelecer uma correlação entre o modelo e a realidade
- Civilização moderna não existiria sem o uso dos modelos. Ex.: linguagem humana
- “Cadeira” e “avião” são modelos verbais de realidades físicas. O que vem a sua mente com a palavra “plescra”?

Valor dos modelos

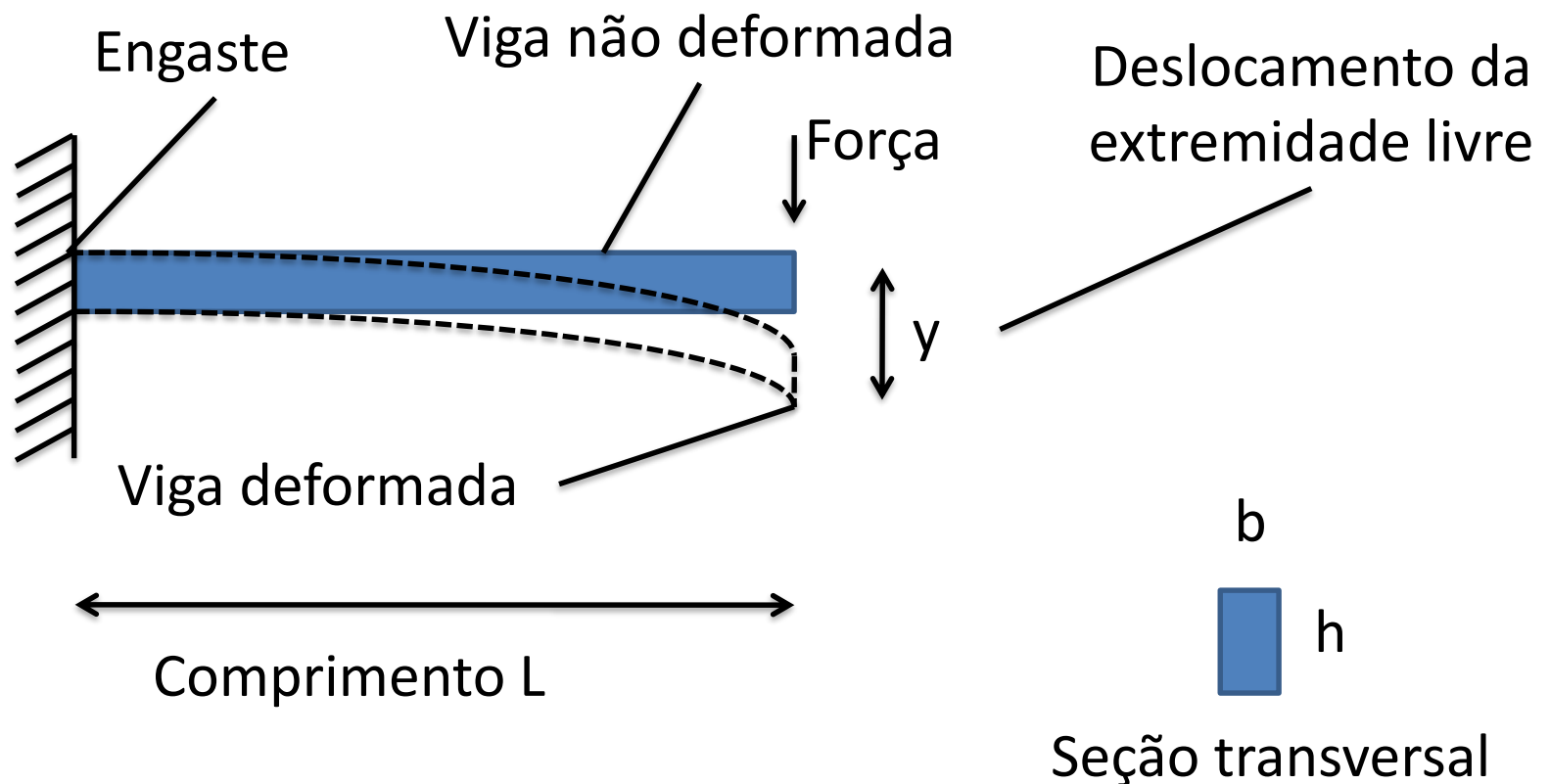
- Razão para o uso de modelos na engenharia:
 - Custo alto para construir todas as alternativas possíveis do SFR até encontrar uma solução satisfatória
 - O processo direto de construção de alguns sistemas além de impraticável, pode ser destrutivo e perigoso
 - A precisão do processo pode ser aumentada através do aprimoramento do modelo. No modelo o problema está simplificado facilitando seu controle

Valor dos modelos

- Razão para o uso de modelos na engenharia (continuação):
 - Permite a realização de testes com maior rapidez (especialmente com modelos computacionais)
 - Abstração de um problema do seu equivalente real o leva de um campo desconhecido para um campo familiar. Engenheiros podem trabalhar com algo que pertence a seu domínio de conhecimentos

Exemplo de modelo

- Modelo para previsão do deslocamento na extremidade livre de uma viga em balanço



Exemplo de modelo

- Para se chegar em um equacionamento para o deslocamento diversas variáveis que influem no sistema foram desconsideradas

The diagram shows the equation $y = \frac{4FL^3}{Ebh^3}$ with lines pointing from descriptive text to its variables:

- Força** points to F .
- Comprimento da viga** points to L^3 .
- Deslocamento vertical** points to y .
- Propriedade do material** points to E .
- Medidas seção transversal** points to bh^3 .

$$y = \frac{4FL^3}{Ebh^3}$$

Exemplo de modelo

- Hipótese simplificativas:
 - A carga F é pontual: Qualquer força mecânica está aplicada numa área, embora, as vezes, bastante pequena se comparada com as demais dimensões do problema
 - O material da viga é homogêneo: isento de falhas e impurezas
 - A carga é estática: hipótese aceitável desde que a força seja aplicada lentamente desde zero até seu valor total

Exemplo de modelo

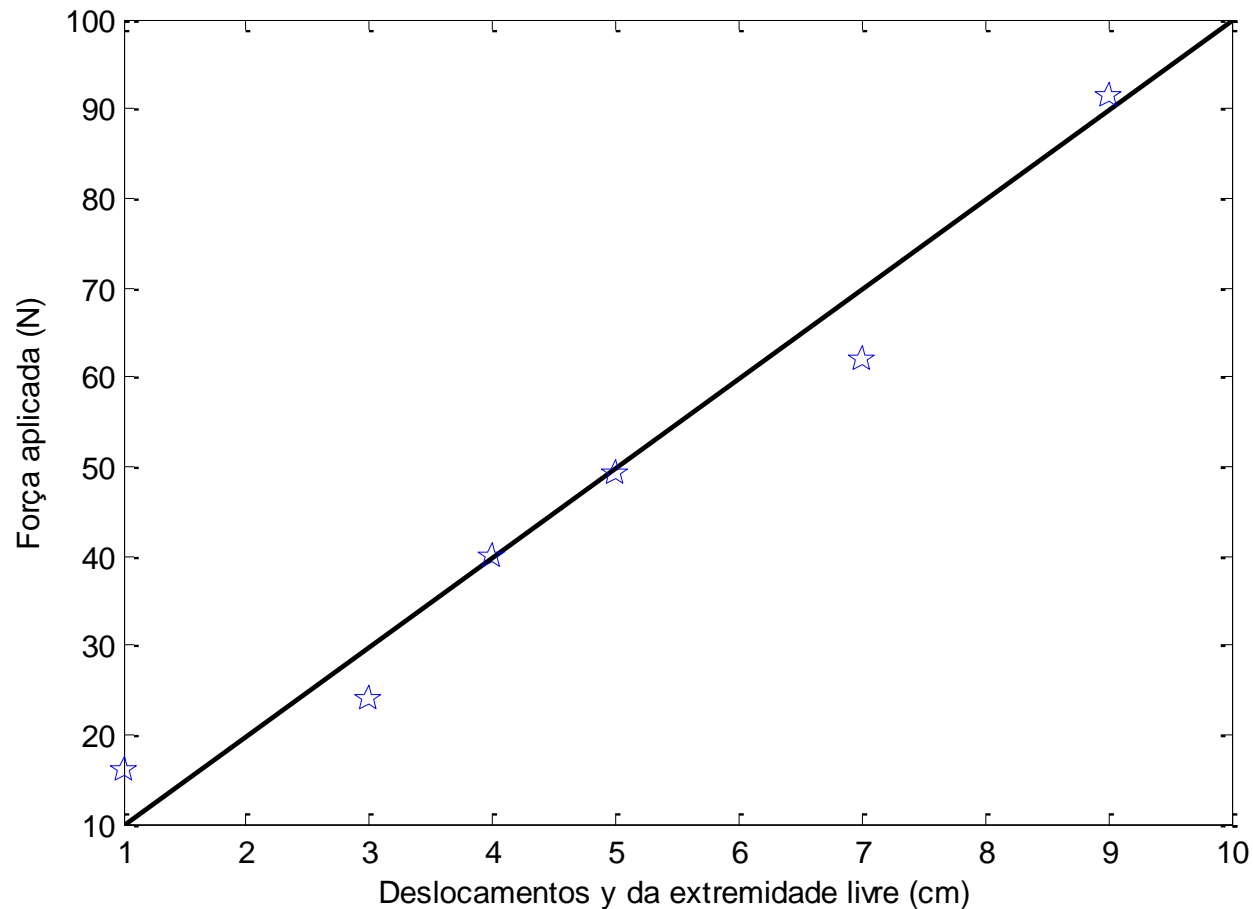
- Hipótese simplificativas (continuação):
 - Engaste perfeito: viga rigidamente fixa na parede. Hipótese aceitável se considerarmos que a viga tem um grau de flexibilidade bem maior que o do engaste
 - O peso próprio da viga é desprezado: Válida se a carga for bem maior que o peso da viga

Exemplo de modelo

- Muitas vezes é necessário realizar uma validação das hipóteses consideradas no modelo
- Os modelos são importantes pela sua praticidade e pela previsão que proporciona e não necessariamente pela sua precisão
- Experimentos podem ser realizados em laboratórios de forma a confirmar a validade dos modelos

Exemplo de modelo

- Validação de modelos:



Função dos modelos

- Engenheiros utilizam modelos para:
 - Pensar
 - Comunicar
 - Prever
 - Controlar
 - Ensinar
 - Treinar

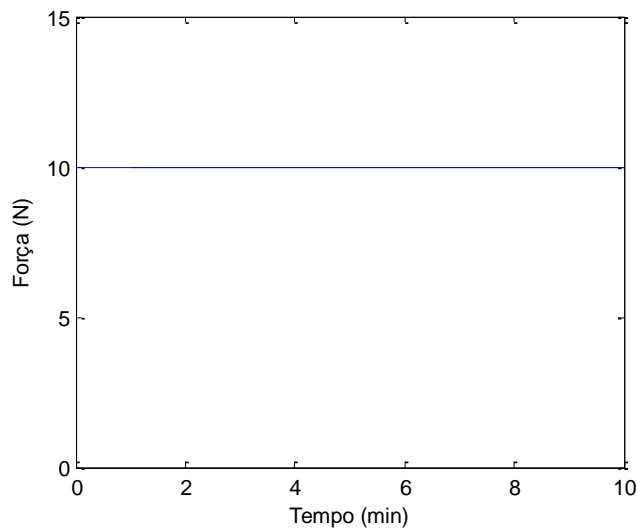
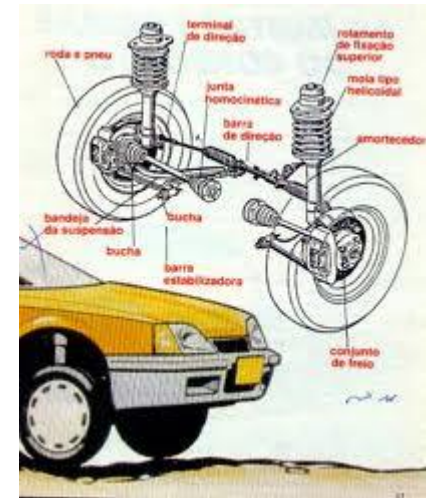
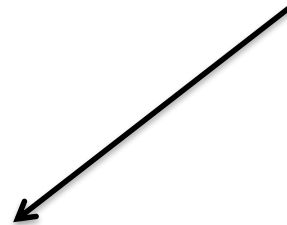
Função dos modelos

- Pensar:
 - Modelos são valiosos instrumentos de auxílio para visualizar e pensar acerca da natureza de um sistema e do seu comportamento
 - Mecanismos, circuitos eletrônicos, sistemas industriais ou processos químicos necessitam de modelos adequados

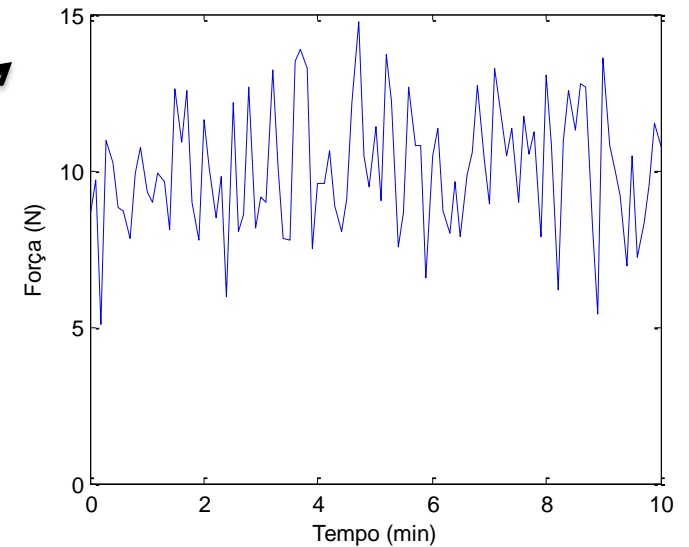
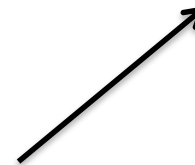
Função dos modelos



Carga
estática



Carga
dinâmica



Função dos modelos

- Comunicar:
 - Uma habilidade requerida de engenheiros é a capacidade de comunicação dos seus projetos para aqueles que deverão aprovar, construir, operar ou manter
 - Os modelos, por facilitarem a descrição da natureza e do funcionamento dessas criações, são muito usados nessa comunicação

Função dos modelos

- Prever:
 - Na solução de problemas, o engenheiro tem geralmente de examinar muitas possíveis soluções
 - Para decidir que solução é mais adequada podemos usar o artifício de comparar
 - Com isso temos economia de tempo e custo comparado com os resultantes de experimentos com o SFR

Função dos modelos

- Controlar:
 - Em algumas situações preparamos o modelo e procuramos fazer com que o SFR o obedeça
 - Ex.: Planta de um apartamento e trajetória programada para um voo de um foguete
- Ensinar e treinar:
 - Os modelos são usados para auxílio e instrução
 - Uso de modelos é mais importante quando o custo de prováveis erros for elevado tanto do ponto de vista de segurança como econômico
 - Ex.: Controladores de tráfego aéreo, pilotos e astronautas

Simulação

- Simular: submeter modelos a ensaios, sob diversas condições, para observar como eles se comportam
- Através das simulações avaliamos a resposta que deve ser esperada do SFR
- Permite a comparação de diferentes soluções sem incorrer nas despesas, demoras, e riscos nos ensaios em verdadeira grandeza, sob condições reais

Uso de simulação

- Administração
 - Planejamento da produção de fábricas
- Economia
 - modelos macroeconômicos
- Engenharia elétrica
 - circuitos eletrônicos
- Engenharia de transportes
 - controle de tráfego
- Biologia e medicina
 - propagação de doenças endêmicas
 - crescimento populacional das espécies

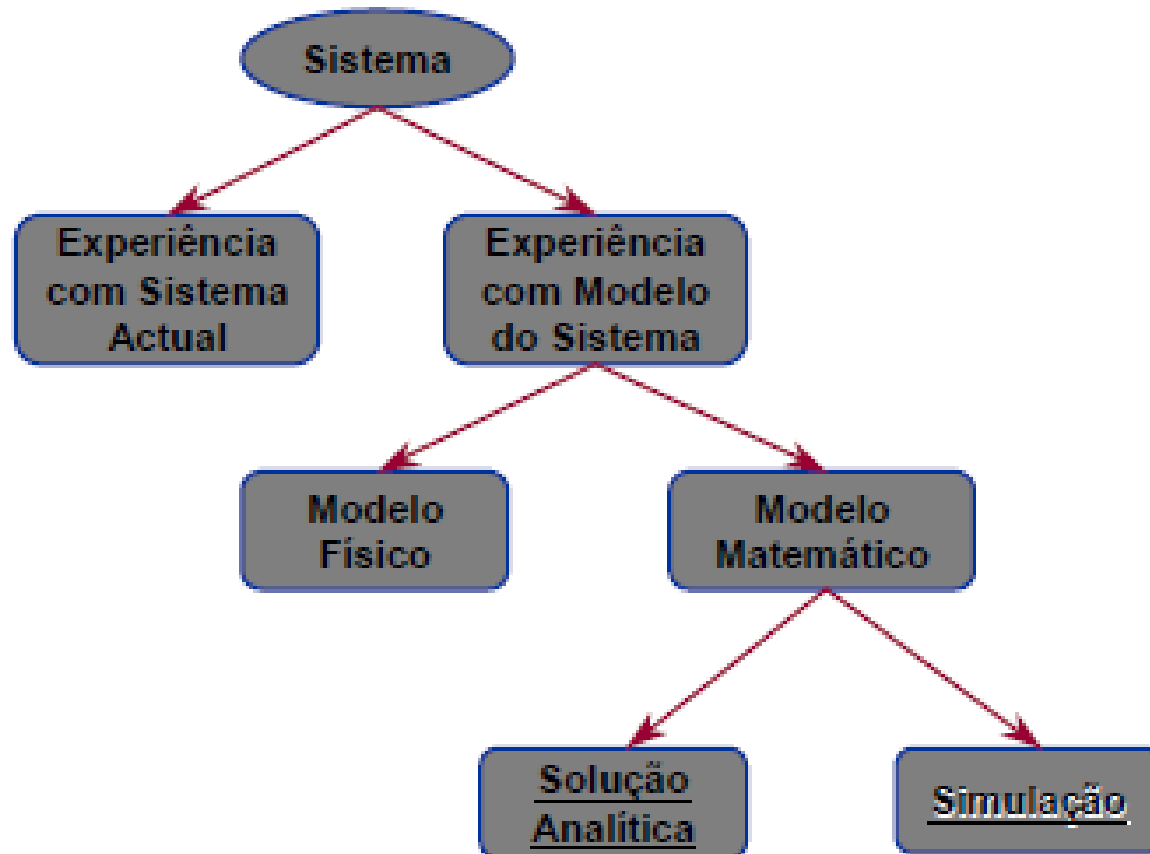
Uso de simulação

- Ciências sociais
 - crescimento demográfico
- Computação
 - circuitos lógicos
 - redes de computadores
 - sistemas de bancos de dados

Quando simulações são adequadas?

- Permite entender detalhes internos de um processo que não pode ser observado
- Soluções analíticas podem ser validadas
- Permite testar soluções antes da implementação prática
- Sistemas são excessivamente complexos
- A simulação poderá ser utilizada como um meio pedagógico, a fim de reforçar as metodologias analíticas

Quando simulações são adequadas?



Quando simulações não são adequadas?

- Importantes conclusões já podem ser tiradas utilizando o senso comum
- Realização de medidas diretas no sistema são facilmente obtidas
- Sistema muito complexo para ser modelado

Conclusões

- Modelos são utilizados como uma forma de representar um sistema físico real
- Modelos são fundamentais em engenharia principalmente quando se trata de projetos de sistemas complexos
- Simulações consiste em submeter modelos a ensaios de forma a observar seu comportamento