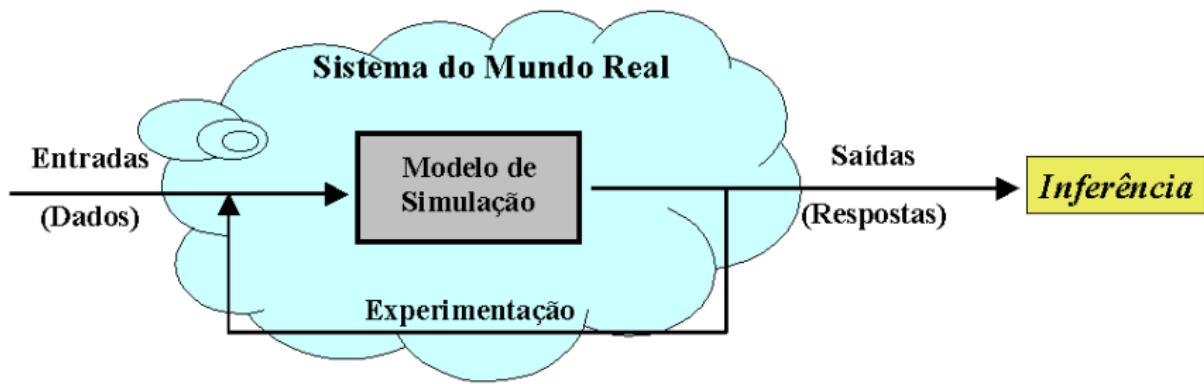


Modelagem e Simulação de Sistemas

- O engenheiro precisa saber **modelar** adequadamente um problema através de uma **estrutura mais simplificada** que facilite sua solução.
- Isto é, o processo de imitação ou criação de uma **história artificial** de sistemas físicos reais (**SFR**) pressupõe uma série de **simplificações**.
- Assim, **modelar** nada mais é do que representar o SFR em forma simplificada (física ou simbólica) para predizer ou descrever o seu comportamento.
- **Modelagem** é então o ato de modelar, ou seja, é a atividade de construir o modelo para representar o SFR.



Representação esquemática de um modelo de sistema.

Modelagem e Simulação de Sistemas

- “Simulação implica na **modelagem** de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo **imite** as respostas do sistema real numa **sucessão de eventos** que ocorrem ao longo do tempo”, *Schriber [1974]*.
- “Simulação é o processo de projetar um modelo de um sistema real e **conduzir experimentos** com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”, *Pegden [1991]*.
- “Simular é **submeter modelos** a ensaios, sob diversas condições, para observar como eles se comportam. Assim, **avalia-se a resposta** que deve ser esperada do SFR”.

Portanto, entende-se simulação como um processo mais amplo que busca:

- 1 Descrever o comportamento do sistema.
- 2 Construir teorias e hipóteses considerando as observações efetuadas.
- 3 Usar modelos para prever o comportamento futuro de sistemas.

Por que Simular?

- Para **prever** o comportamento futuro dos sistemas usando modelos, isto é, **anticipar os efeitos produzidos** por alterações ou pelo emprego de outros métodos em suas operações.
- **Construir teorias e hipóteses** considerando observações efetuadas através de modelos.
- Permitir ao analista realizar estudos sobre os sistemas para responder questões do tipo:

“O que aconteceria se?”

- Facilidade de **compreensão e aceitação** dos resultados.
- Esta aceitação deve-se a fatores, tais como:
 - ▶ níveis de detalhes;
 - ▶ a visualização dos sistemas (inclusive com **animações**);
 - ▶ economia de tempo e recursos financeiros. Ganhos de **produtividade e qualidade** (1% a 5%);
 - ▶ a **percepção** de que o comportamento do modelo simulado é muito **semelhante** ao do SFR.

Classificação dos Modelos

Os modelos podem ser dos seguintes tipos:

- **Icônico** - representa da forma mais fiel possível o SFR. Como exemplo podemos citar: mapas, plantas, maquetes, estátuas, etc.
- **Diagramático** - composto por um conjunto de linhas e símbolos que representam a estrutura e comportamento do SFR, **omitindo detalhes pouco significativos**. Exemplo: circuito elétrico, digrama de uma usina termoelétrica, etc.
- **Matemático** - são modelos abstratos do sistema na forma de leis, fórmulas, operações lógicas, etc. Exemplo:

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta S \quad (\text{Equação de Torricelli}),$$

$$s = s_0 + v t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{posição de um móvel em MRUV}).$$

- **Gráfico** - usa-se retas, curvas, cores, etc. para representar o comportamento das variáveis do sistema.

Classificação dos Modelos quanto a Simulação

- **Modelo voltado à previsão**
 - ▶ Usado para prever o estado de um sistema em algum ponto no futuro, com base no comportamento atual e ao longo do tempo.
- **Modelo voltado à investigação**
 - ▶ Busca informações ou desenvolve hipóteses sobre o comportamento dos sistemas.
 - ▶ Testar a maior ou menor influência das variáveis de controle no sistema.
 - ▶ Analisar a resposta do sistema a estímulos normais e anormais de operação.
- **Modelo voltado à comparação**
- **Modelo específico**
 - ▶ Utilizado em situações específicas e únicas, mesmo considerando um baixo volume de recursos financeiros envolvido no processo decisório.
- **Modelo genérico**
 - ▶ Modelo usado periodicamente por longos períodos. Necessita ser flexível e robusto.

Razões para Experimentar com Modelos

- O sistema modelado ainda não existe. Neste caso a simulação poderá ser usada para planejar o novo sistema.
- Experimentar com o sistema real é dispendioso. Por exemplo, o modelo poderá indicar, com muito menos custo, quais os benefícios de se investir em um novo equipamento.
- A experimentação com o sistema real é inadequada. Por exemplo, questões de segurança, planejamento do atendimento de situações de emergência, sistema está em funcionamento e não pode parar, etc.
- Modelos isentos de detalhes pouco significativos. Facilita o projeto na análise e avaliação dos resultados, até otimizar e sintetizar uma solução.
- Uso de modelos matemáticos. Simplificam o sistema e, além disso, são de conhecimento do projetista.

A modelagem matemática é uma arte, e o engenheiro deverá decidir, por um lado, qual o grau de realismo necessário para o modelo e, por outro lado, a sua praticabilidade para determinar uma solução numérica.



Modelos Discretos e Modelos Contínuos

- Estes conceitos estão associados a idéia de sistemas que **sofrem mudanças** de forma **discreta** ou **contínua** ao longo do tempo.
- Os termos corretamente atribuídos são: modelos de **mudança discreta** e modelos de **mudança contínua**.
- A caracterização de um modelo é dada em função da maneira com que ocorrem as mudanças nas **variáveis** do sistema.

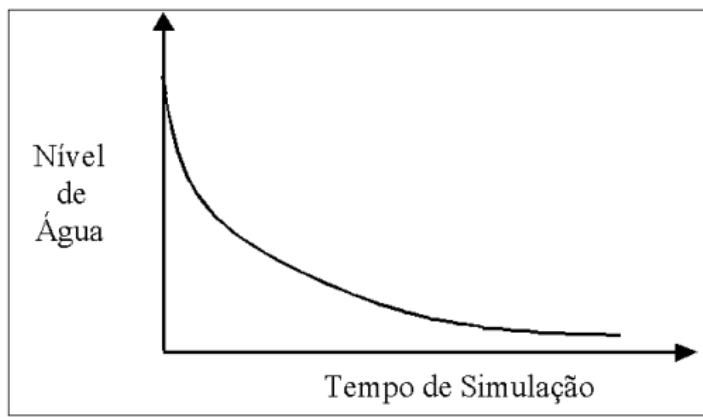
Modelos Discretos

- Nestes modelos, as variáveis **mantém-se inalteradas** ao longo de intervalos de tempo e **mudam seus valores** somente em momentos bem definidos, também conhecidos como **tempo de ocorrência do evento**.
- A **variação do tempo**, nestes modelos, pode ser tanto discreta como contínua.

Modelos Discretos e Modelos Contínuos

Modelos Contínuos

- Nestes modelos, as variáveis podem mudar continuamente ao longo do tempo.
 - ▶ Por exemplo, imaginemos um modelo que descreva um sistema composto de uma caixa d'água com seu conteúdo escoando por um furo na sua base.
 - ▶ Como variáveis poderíamos utilizar seu volume ou o seu nível de água.
 - ▶ Intuitivamente, podemos imaginar que as duas variáveis estarão variando continuamente ao longo do tempo simulado.



Vantagens de Empregar a Simulação

- Reusabilidade dos modelos.
- A simulação é, geralmente, mais fácil de aplicar do que métodos analíticos.
- Pelo alto nível de detalhamento o modelo construído pode-se, na maioria das vezes, substituir o SFR evitando sua perturbação.
- O tempo pode ser controlado (comprimido ou expandido), permitindo reproduzir os fenômenos de maneira lenta ou acelerada, para que possamos melhor estudá-los.
- Podemos compreender melhor quais variáveis são as mais importantes em relação a *performance* e como elas interagem entre si e com os outros elementos do sistema.
- Facilitar a identificação de “gargalos” no sistema, como em fluxos de materiais, fluxo de informações ou de produtos, etc.
- Um estudo de simulação costuma mostrar como realmente um sistema opera, em oposição à maneira com que todos pensam que ele opera.
- Novas situações podem ser tratadas de forma que se tenha, teoricamente, alguma preparação diante de futuros eventos.

Desvantagens de Empregar a Simulação

- A construção de modelos requer **treinamento especial**.
- Envolve **arte** e portanto o aprendizado ocorre ao longo do tempo com a aquisição de experiência.
- Os resultados da simulação são, muitas vezes de **difícil interpretação** (processos aleatórios incluídos no modelo).
- A modelagem e a experimentação associadas a modelos de simulação **consumem muitos recursos**, principalmente, **tempo**.

Erros mais Comuns na Abordagem via Simulação

- Pouco conhecimento ou treinamento com a ferramenta utilizada.
- Objetivos com pouca clareza ou definição.
- Construção de modelos muito detalhados.
- Realizar conclusões sem base estatística.

Passos na Formulação de um Estudo Envolvendo Modelagem e Simulação

