

SIMULAÇÃO

Simulação não é nem uma ciência, nem uma arte, mas uma combinação das duas.

(Bianchi Neto *et al.*, 2002)

O que é Simulação?

É o processo de imitar aspectos importantes (aparência, efeito) do comportamento de sistemas (ou planos ou políticas) em tempo real, em tempo comprimido ou em tempo expandido, construindo e experimentando com o modelo do sistema.

Para a tomada de decisão, a simulação serve para orientar o decisor, estabelecendo análises de forma abrangente, ou seja, sistemicamente.

Nesse aspecto a simulação pode trazer alguns benefícios:

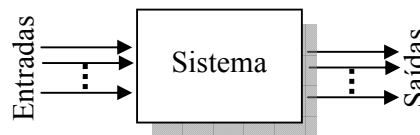
- ✓ previsão de resultados na execução de uma determinada ação;
- ✓ redução de riscos na tomada decisão;
- ✓ identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências;
- ✓ realização de análises de sensibilidade;
- ✓ redução de custos com o emprego otimizado de recursos humanos, energia, de equipamentos etc..

Mas o que é um sistema?

Um sistema é um conjunto de elementos interdependentes e interagentes inseridos em um ambiente; um grupo de unidades combinadas que formam um todo organizado e cujo resultado é maior do que o resultado que as unidades poderiam ter se funcionassem independentemente.

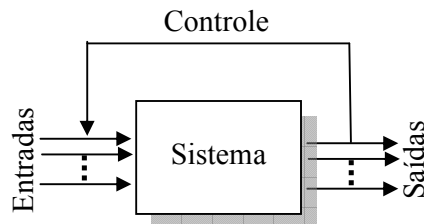
Um sistema pode ser estudado?

Sim. Deve-se descrevê-lo, ressaltando as suas entidades, atributos e atividades, em um momento específico, definindo-se, dessa forma o seu estado. Pode-se representá-lo por uma “caixa preta” que necessita de entradas e saídas, conforme figura a seguir. A relação entrada-saída representa a noção de causa-efeito do sistema.



Um sistema interage com o ambiente que o cerca?

Sim. Caso ele seja classificado como sistema aberto. Exemplo disso são os ecossistemas naturais que interagem com o ambiente pela troca de matéria e energia. Mas também existem sistemas fechados. A sua relação com o ambiente é inexistente ou controlada, tal como um aquário, onde se controlam a temperatura e o PH da água.



Pode-se representar um sistema para estudá-lo melhor?

Sim. Pelo uso das técnicas de simulação, que necessita da construção de modelos que representam o sistema real. Também se pode estudar um sistema por experimentação direta ou usando protótipos; destaca-se que geralmente essa abordagem é dispendiosa, podendo ser impraticável ou demandar tempo excessivo.

O que é simulação?

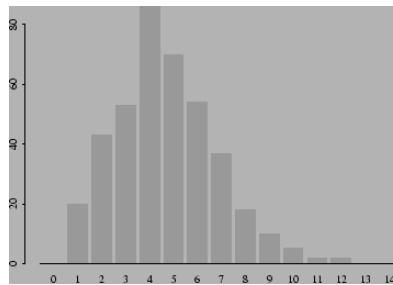
Simulação é a combinação entre ciência e arte, que possibilita estudar o comportamento e as reações de um sistema, utilizando-se modelos que o “imitam” na totalidade ou em parte, representando-o quanto às suas propriedades e comportamentos em escala reduzida.

E o que é um modelo de simulação?

É um modelo adaptado para simulação, que é geralmente desenvolvido com o uso de computador (hardware, software e peopeware). Modelar é o primeiro passo para a análise de um sistema de qualquer natureza e sob qualquer aspecto. Quando o modelo é uma representação válida de um sistema, informações significativas podem ser retiradas sobre sua dinâmica ou seu desempenho.

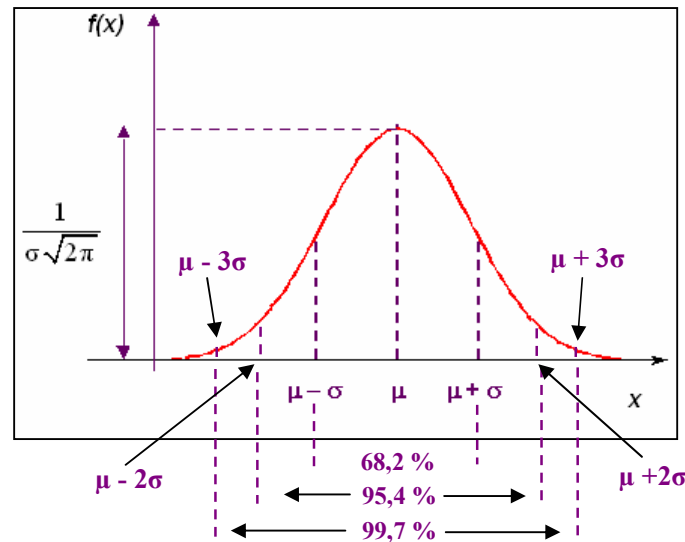
Um modelo de simulação pode ser estático ou dinâmico...

- ✓ Estático: Representa o sistema em um instante determinado, isto é, o modelo não varia ao longo do tempo. Exemplo: Cálculo de Integral de função pelo método de Monte Carlo.
- ✓ Dinâmico: Representa a evolução do sistema ao longo do tempo. Exemplo: simulação de uma linha de montagem de veículos.
 - Discreto: é aquele cujas variáveis de estado mudam somente em pontos específicos do tempo. Consideram-se somente os eventos onde há alteração do sistema, ou seja, o tempo decorrido entre alterações do estado do sistema no tempo não é relevante para a obtenção dos resultados da simulação. As variáveis podem ser expressas pelas seguintes distribuições de probabilidade: Uniforme, Bernoulli, Binomial, Hipergeométrico, Geométrico, Poisson etc.. A seguir uma imagem da distribuição de Poisson.



- Contínuo: consideram-se os eventos que se alteram a cada fração de tempo. Por exemplo: clássicos são a simulação de um avião voando e a passagem de água por uma barragem. As variáveis podem ser expressas pelas seguintes distribuições de probabilidade: Normal, exponencial, gama etc..

A seguir apresenta-se um exemplo da distribuição de probabilidade Normal.



A área total sob a curva é unitária (100%), indicando a probabilidade de todo o conjunto observado. Para cada desvio padrão (σ) em torno da média (μ) corresponde a uma proporção de casos da população.

... pode ser Determinístico ou Estocástico...

- ✓ Determinístico: é o que em suas formulações não faz uso de variáveis aleatórias (probabilísticas), isto é, para utilização de um conjunto de valores das variáveis de entrada conhecidos, obtém-se uma única saída para cada um.
- ✓ Estocástico ou probabilísticos: emprega uma ou mais variáveis aleatórias na sua entrada, levando a saídas também aleatórias, denotando que este tipo representa uma estimativa do sistema real. Como exemplo pode-se citar o sistema de filas.

... pode ser mental, físico ou simbólico ...

- ✓ Mental: é heurístico (baseado em questionamentos mentais). Como é baseado no conhecimento, pode ser confuso, complexo e impreciso.
- ✓ Físico: é a representação por um protótipo, ou por forma análoga, tal como os circuitos elétricos, eletrônicos e pneumáticos.
- ✓ Simbólicos: lingüísticos, gráficos ou esquemas. Um modelo matemático é simbólico, pois as propriedades dele podem ser expressas por símbolos matemáticos e suas relações.

Exemplos do que pode ser simulado ?

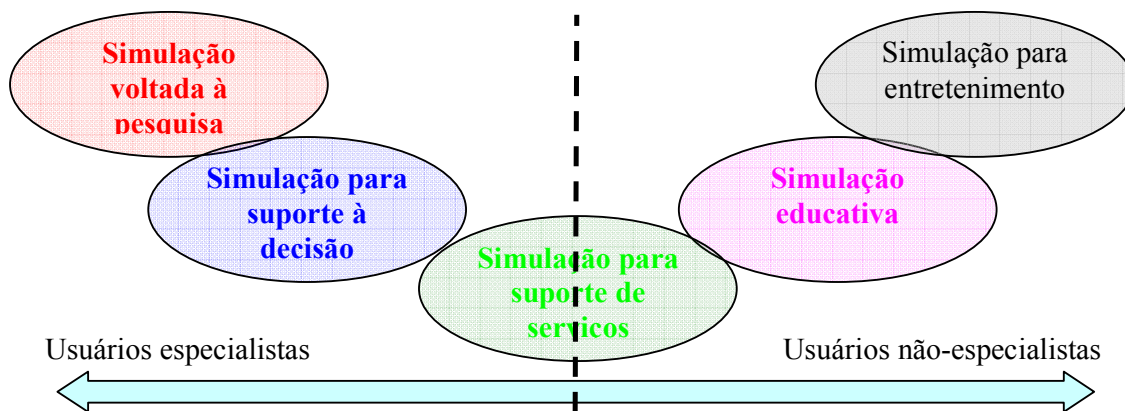
- ✓ Sistema de manufatura com máquinas, pessoas, rede de transporte, correias transportadoras e espaço para armazenamento;
- ✓ Agências bancárias ou algo do gênero, com diferentes tipos de usuários, servidores e facilidades, tais como caixas, máquinas automáticas, atendentes e caixas de auto-serviço;
- ✓ Redes de fábricas, armazéns e vias de acesso;
- ✓ Sala de emergência de um hospital, com pessoal, salas, equipamentos, suprimentos e transporte de pacientes;
- ✓ Rede de computadores com servidoras, clientes, unidades de disco, de fita, impressoras, serviços de rede e operadores
- ✓ Sistema rodoviário com segmentos de estrada, trevos, controladores e tráfego.

Por quê não, simplesmente, mudar o sistema e ver como ele responde?

- Em alguns casos é possível:
 - ✓ Podem-se testar diferentes configurações para os sinais de tráfego, até encontrar aquela que minimiza os congestionamentos;
 - ✓ Um gerente de supermercado pode tentar diferentes políticas de controle de estoque e atribuição de atendentes, até encontrar a mais lucrativa e que disponibiliza o melhor atendimento;
 - ✓ Um sistema computacional pode ser organizado com diferentes configurações de redes e prioridades de atendimento, até prover o melhor serviço.
- Algumas vezes você não pode (ou não deve) mudar o sistema e ver como ele responde ...
 - ✓ Diferentes *layouts* de uma fábrica se a mesma não foi ainda construída;
 - ✓ Mesmo que ela exista, talvez seja muito caro fazê-lo;
 - ✓ Seria difícil submeter o dobro de usuários a um banco, para ver o que aconteceria se uma agência vizinha fechasse;
 - ✓ Tentar um novo sistema de embarque, poderia fazer muitos usuários perderem seus vôos, se houver imprevistos;
 - ✓ Efetuar testes em uma sala de emergência de um hospital, certamente não seria admissível.

Dependendo da área de interesse, simular serve para:

- ✓ **Testar hipóteses (pesquisa);**
- ✓ **Prever possíveis cenários (suporte à decisão);**
- ✓ **Monitorar sistemas (suporte de serviços);**
- ✓ **Servir de laboratório virtual (educativa);**
- ✓ **Entreter (entretenimento).**



Segundo dos Santos (2003), as principais vantagens da simulação são:

- ✓ As atitudes administrativas e operacionais novas podem ser avaliadas sem alterar o mundo real;
- ✓ Testar a inserção de novos equipamentos sem comprometimento de recursos para a aquisição;
- ✓ Avaliar hipóteses sobre certos fenômenos;
- ✓ Pode-se “comprimir” ou “alongar” o tempo para redução ou aceleração da análise;
- ✓ Permite visualizar melhor a interação entre as variáveis do sistema sob análise;
- ✓ Possibilita avaliar a influência de cada variável na performance do sistema;
- ✓ Viabiliza a ocorrência de gargalos nos processos produtivos;
- ✓ Propicia a melhoria de projetos por intermédio de respostas à “E se...?”

O mesmo autor ressalta algumas desvantagens:

- ✓ Para modelagem necessita-se de conhecimento especializado;
- ✓ Em algumas situações, principalmente quando as variáveis de saída são aleatórias, pode ser difícil avaliar o resultado do sistema;
- ✓ A simulação pode levar tempo excessivo, caso os dados e informações não estejam disponíveis;
- ✓ A simulação não dá resultados exatos.

Passos para Elaboração da Simulação

(Baseado em Andrade, 2000)

1) Formulação do Problema

Expõe-se, neste tópico, os objetivos da simulação, a amplitude e a profundidade da análise, e os recursos disponíveis para a avaliação.

2) Representação das Variáveis do Sistema

Neste tópico preocupa-se em identificar e/ou capturar os dados e informações do sistema. Entretanto, deve-se preocupar com a quantidade, a qualidade e a confiabilidade desses. Nesta fase é fundamental identificar as relações entre as variáveis, e delas com o meio ambiente que o cerca.

3) Construção do Modelo

Fase mais complexa do processo de simulação de sistemas, pois a qualidade da modelagem influencia diretamente na confiabilidade dos resultados.

4) Validação do Modelo

Após a confecção do modelo deve-se avaliá-lo quanto aos objetivos propostos no tópico 1, destacando-se a utilização dos dados disponíveis para crítica das respostas do modelo.

5) Implementação de Programa Computacional

Sendo o modelo validado positivamente, deve-se elaborar um programa de computador que irá representar o funcionamento do modelo.

Alguns Softwares para Simulação

Produto	Empresa	Endereço da HomePage	Representante
ARENA	Systems Modeling Corporation	www.sm.com	Sim
AutoMod	Autosimulations	www.autosim.com	Sim
Extend	Imagine That	www.imaginethtatinc.com	Não
GPSS H	Wolverine Software	ND*	Sim
Micro Saint	Micro Analysis & Design	www.madboulder.com	Sim
ProModel	ProModel Corporation	www.promodel.com	Sim
SIMPLE ++	AESOP (Alemanha)	www.aesop.de	ND*
Simsript II.5 e MODSIM III	CACI Products Company	www.caciasl.com	ND*
TAYLOR IIb	F&H Simulations (Holanda)	www.taylorii.com	ND*
VisSim	Visual Solutions	www.vissim.com	Sim

*ND - Não disponível Fonte: Tecnologia de informação: uso da simulação para obtenção de melhorias em operações logísticas - Eduardo Saliby – COPPEAD - 1999

