

Capítulo 9

O Que é Simulação?

O objetivo deste capítulo é apresentar conceitos básicos de simulação. O termo "simular" encontra diversas definições nos diversos ramos do conhecimento humano. Segundo o Dicionário Aurélio, simular é

"representar com semelhança; aparentar".

Dependendo do ambiente em que é o termo é empregado, suas técnicas e métodos são completamente diferentes. Na engenharia, ele tem sido usado para designar as situações nas quais se tenta compreender as características de um sistema pelo conhecimento de outro que lhe é similar.

No contexto deste livro, estaremos utilizando a definição:

Simulação é a técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital.

O objetivo de nosso estudo, portanto, é **simulação de sistemas**. Vamos, agora, detalhar melhor a definição mostrada acima.

9.1 - Sistemas

O termo "sistemas" tem sido usado em tantas situações que é difícil criar uma definição suficientemente ampla e, ao mesmo tempo, concisa de modo que continue útil. Para efeito de nossas necessidades, preferimos ficar com a seguinte conceituação, que será útil neste nosso estudo, apesar de não ser abrangente:

"sistema é uma agregação de objetos que possuem alguma interação ou interdependência".

Assim, podemos chamar de "sistema digestivo" todos os órgãos dentro do corpo humano responsáveis pela função da digestão. Dentro de uma usina siderúrgica podemos nos concentrar no "sistema de laminação", constituído de todo maquinário capaz de efetuar esta função.

De um modo geral, um sistema recebe "clientes" de um meio externo, processa-os e os envia para outro meio externo. Assim, o que chamamos de sistema é aquilo que desejamos estudar. Pode ser todo o complexo de uma mineração ou simplesmente o setor de escavação. A escolha dos "limites" do que chamaremos de "sistema em estudo" vai sempre depender do nosso interesse de dimensionamento.

Os sistemas podem ser contínuos ou discretos. Chamamos de discretos aqueles sistemas constituídos de componentes discretos ou inteiros como, por exemplo, caminhões, pessoas, navios, etc. Já nos sistemas contínuos a principal entidade em estudo existe em quantidades contínuas como, por exemplo, o fluxo de uma determinada substância líquida por uma tubulação. A simulação de sistemas contínuos tem sido usada na engenharia eletromecânica ou de processos (química ou metalúrgica) que possuem um número modesto de variáveis que podem ser descritas por equações diferenciais da física clássica. Já a simulação de sistemas discretos encontra aplicações principalmente na engenharia de produção e na engenharia de sistemas.

9.2 - Modelos

O termo "modelo" é aqui empregado para significar a representação de um sistema. Ele tem sido usado em inúmeros ramos da atividade humana com este significado. Por exemplo, podemos analisar as características de uma futura residência pela construção de uma maquete em escala reduzida ou podemos estudar as propriedades de um átomo pela construção de um modelo em escala aumentada. Modelos como estes em que variamos a escala são chamados de ICÔNICOS.

Por outro lado, podemos construir um modelo ANALÓGICO, em que as propriedades do sistema são representadas por outras equivalentes. É o caso de se representar um sistema mecânico pelo correspondente sistema elétrico ou de se representar um sistema econômico por um sistema hidráulico (um modelo como este foi construído pela London School of Economics e tem sido usado para simular o efeito de modificações no sistema econômico, tais como a desvalorização da moeda, aumento ou diminuição da taxa de juros ou da taxa de impostos).

Finalmente, podemos dizer que os modelos podem ser SIMBÓLICOS, quando a semelhança com o sistema em estudo é apenas conceitual ou simbólica. Podem ser do tipo MATEMÁTICO, quando podem ser analisados por um conjunto de equações matemáticas (tal como um modelo de Teoria das Filas ou da Programação Linear) ou podem ser DIAGRAMÁTICOS, se as características do sistema em estudo são representadas por um diagrama (que pode ser fornecido ao computador).

A simulação de sistemas a que nos referimos neste livro trata de modelos simbólico-diagramático-computacionais.

Os modernos programas de computador permitem construir tais modelos, nos quais é possível visualizar na tela o funcionamento do sistema em estudo, tal como em um filme. Verdadeiras maravilhas podem ser criadas: podemos visualizar o funcionamento de um banco, uma fábrica, um pedágio, um porto, um escritório, etc, tal como se estivéssemos em uma posição privilegiada em cada um destes cenários. Antes de efetuar alterações em uma fábrica real, podemos interagir com uma **fábrica virtual**. A junção da tradicional teoria da simulação com as técnicas modernas de computação e jogos (tais como "vídeo-grames") tem possibilitado estes avanços.

9.3 - Uso do Computador Digital

É parte integrante da definição de simulação o uso do computador digital para se chegar às conclusões. A razão disto se prende à enorme quantidade de cálculos inerentes a modelos de simulação. Certamente é possível efetuar manualmente uma simulação de um sistema discreto, visto que os cálculos não são complexos. Todavia isto demandaria muito tempo, além de se estar sujeito a erros pela interminável repetição das mesmas operações matemáticas. O computador digital veio tornar viável o uso da simulação. Atualmente, com a fácil disponibilidade do chamado "computador pessoal" e a farta oferta de *software* para este enfoque, temos visto esta técnica ser cada vez mais usada.

9.4 - Justificativas para o Uso da Simulação

O que leva as pessoas a optarem pelo uso da simulação em situações nas quais outras técnicas, tais como Programação Linear ou Estatística, poderiam também ser utilizadas? É comum encontrar como resposta a afirmativa de que "é a técnica mais adequada". Por se tratar de uma técnica que, uma vez dominada, pode ser facilmente aplicada, é também possível encontrar respostas do tipo "é a única técnica que domino", uma clara demonstração de grande confiança no poderio da simulação.

Por outro lado, uma vez identificado um cenário que necessita ser dimensionado (ou redimensionado), o que nos leva a usar a simulação? A resposta:

- a. Inviabilidade da interferência com o sistema real. Trata-se daquela situação em que tentar alterar o sistema existente, sem ter uma certeza de que a alteração vai dar certo, pode significar um alto risco de prejuízo. Por exemplo, podemos citar o caso de alterar o *layout* de uma fábrica ou o fluxo do trânsito de uma cidade.
- b. O sistema em estudo não existe, como por exemplo, quando se estuda a construção de uma nova fábrica.

9.5 - Metodologia para a Simulação de Sistemas

De uma maneira sucinta podemos dizer que a metodologia mais empregada para o estudo de sistemas é constituída das seguintes etapas:

ETAPA 1: Construção do modelo da situação atual:

Nesta etapa tentamos reproduzir em um modelo computacional as situações existentes no sistema atual. Trata-se de construir um modelo, fornecer alguns dados e obter outros que sejam idênticos ao sistema atual em estudo: o modelo construído deve reproduzir **fielmente** o sistema que está sendo estudado. O objetivo é ter uma base-de-partida fiel para a etapa seguinte.

ETAPA 2: Inclusão de alterações no modelo da situação atual para refletir a situação futura desejada:

Nesta etapa efetuamos alterações no modelo da etapa 1. Por exemplo, podemos estar estudando uma mineração na qual devemos aumentar a produção. Aqui, iremos "colocar em funcionamento" algumas novas máquinas de escavação e verificar qual será a necessidade de outros equipamentos.

9.6 - O Método de Monte Carlo

A simulação de sistemas discretos repousa amplamente numa técnica conhecida desde o século passado: o Método de Monte Carlo. Trata-se de uma técnica capaz de recriar o funcionamento de um sistema real dentro de um modelo teórico. É o que veremos no capítulo seguinte.