

PNV-5005

**MODELAGEM E ANÁLISE DE
SISTEMAS INTERMODAIS DE
TRANSPORTE UTILIZANDO
TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO**

**Prof. Dr. Rui Carlos Botter
e-mail: rcbotter@usp.br**

Fevereiro de 2017

Simulação

É o processo de elaborar de um modelo de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo, com o propósito de compreender o comportamento do sistema e/ou avaliar várias estratégias para a operação do mesmo.

Benefícios da Simulação

- Teste de novas políticas, procedimentos operacionais e estruturas organizacionais;
- Teste de novos sistemas de operação (manufatura, comunicação, transportes, etc.) antes do emprego de recursos para a aquisição e implantação;
- Identificação dos gargalos do sistema;
- Compreensão de quais variáveis são mais importantes para o desempenho do sistema, e como estas variáveis interagem.

Desvantagens da Simulação

- a simulação requer um treinamento especializado, uma vez que a qualidade da análise depende da qualidade do modelo e da qualidade do analista;
- o tratamento dos dados de entrada do modelo de simulação é uma tarefa importante para o analista;
- os dados de saída podem ser de difícil interpretação, pois uma vez que o modelo está buscando capturar a aleatoriedade do sistema real, é geralmente difícil determinar se o resultado de um processamento é devido às interações presentes no sistema, ou se é devido à aleatoriedade embutida no modelo.

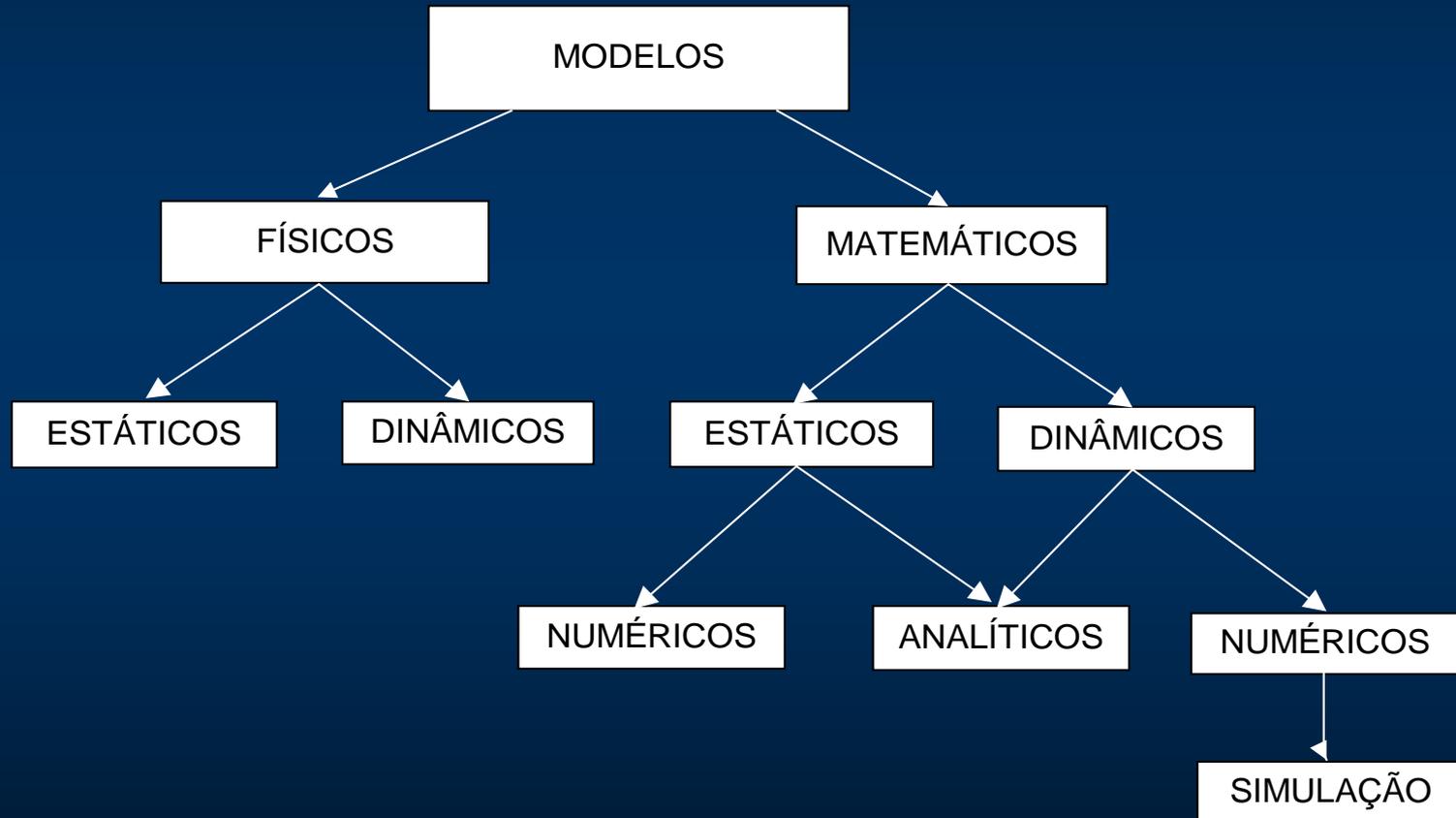
Para melhor compreender esta definição é necessário discutir:

- o que é um modelo;
- em que parte das Técnicas de Pesquisa Operacional a Simulação é enquadrada;
- quais tipos de problemas podem ser resolvidos com Simulação.

O que é um modelo ?

O modelo é uma representação física ou matemática de um sistema, que visa à avaliação das alterações de comportamento em função de diversas variáveis e parâmetros envolvidos, ou mesmo a avaliação de modificações introduzidas no sistema em estudo

Classificação de Modelos

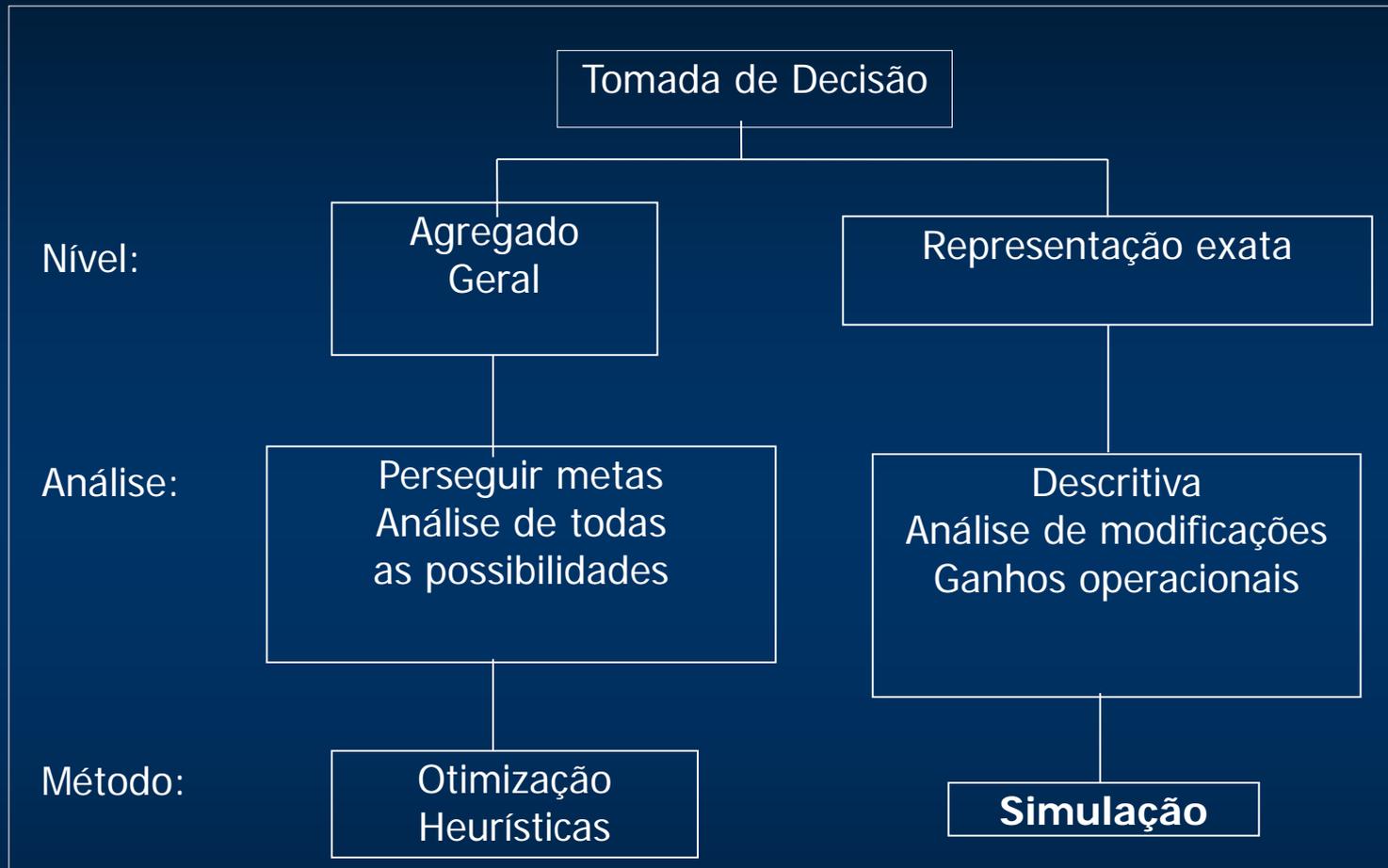


Tratamento de Incertezas

- **Modelo Determinístico** : nenhum elemento de risco (incerteza) no modelo
Exemplo: quando determina solução de transporte, pode-se assumir que o tempo de viagem seja constante
- **Modelo Estocástico**: incerteza é incorporada ao modelo
Exemplo: assume-se que os tempos de viagem obedecem a uma distribuição normal

Pesquisa Operacional

- Programação Linear, Dinâmica e Inteira, referindo-se neste caso aos modelos otimizantes e baseados em programação linear;
- Modelos Probabilísticos, que englobam Teoria dos Jogos, Modelos de Estoque, Modelos de Previsão, Teoria de Fila e Simulação;
- Programação não Linear, que apresenta a teoria clássica de otimização e algoritmos de busca da solução para problemas não lineares.
- Heurísticas e Meta-heurísticas (para busca de soluções adequadas e próximas da ótima de alguns tipos de problemas



Fonte: Harrington, Lambert e Sterling (1992)

Considere o problema de alocação de veículos de uma determinada frota, onde se pretende transportar a cada viagem (rotas fixas e com demanda conhecida a cada dia) uma determinada quantidade de pallets, tendo-se o custo por viagem por tipo de veículo, bem como o número de veículos disponíveis por tipo e a capacidade máxima de pallets por tipo de veículo, a saber:

Tipo de Veículo	N0. de Veículos Disponíveis	Custo (\$/viagem)	Capacidade (pallets)
x1	15	1.125	12
x2	20	1.500	24
x3	5	1.620	26
x4	5	1.750	28
x5	5	1.870	30
x6	5	2.000	32

Determine a melhor alocação de frota, de tal forma que o Custo de Transporte seja o menor possível ?

Embalagens com oxigênio líquido devem ser semanalmente distribuídas para unidades fabris.

O transporte desse produto é feito por veículos a partir de uma base e junto as unidades fabris esse produto é descarregado. As características do processo estão mostradas abaixo:

Número de Unidades Fabris = 42

Capacidade de cada veículo = 200 embalagens

Velocidade do veículo = 35 km/hora

Tempo máximo de operação por dia do veículo = 12 horas

Taxa de descarga nas unidades fabris = 60 unidades/hora

Coordenada X e Y da Base são conhecidas, assim como as coordenadas das unidades, assim como a demanda semanal de cada uma por oxigênio (em embalagens)

Determine quantos veículos são necessários e quais as rotas a serem formadas para que o custo de transporte seja o menor possível ?

Pretende-se analisar o setor de atendimento de um almoxarifado, que atualmente tem um funcionário para atender os pedidos durante 24 horas em turnos de 6 horas. O intervalo entre chegadas de pedidos é conhecido, bem como o tempo de atendimento (composto do picking, montagem, embalagem e despacho). Em determinados instantes, caracterizados pelos intervalos entre paradas, este funcionário é chamado para intervir com urgência em determinado local e para o que está fazendo, retomando o serviço quando voltar. O intervalo entre chamadas externas e o tempo de cada parada externa são conhecidos. Modelo o problema em busca de informações sobre o desempenho do sistema.

Na tabela abaixo são mostrados os tempos entre chegadas dos veículos a um único ponto de carregamento de uma fábrica e o tempo de atendimento de cada um. Avalie o desempenho operacional desse serviço. (Tempos em Horas)

Veículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intervalo	2	3	3	3	5	0	1	5	1	4	1	2
Duração	1	2	1	1	3	2	1	4	2	3	1	3

Calcule: O intervalo médio entre chegadas, o tempo médio de atendimento, o tempo médio de espera em fila de todos os veículos, o tempo médio de espera em fila daqueles veículos que efetivamente esperaram em fila, tempo médio de permanência dos veículos na fábrica, a relação tempo em fila pelo tempo médio de atendimento (T_w/T_s), a ocupação do ponto de atendimento e o índice de congestionamento do sistema.

Caminhão	Intervalo entre chegadas	Instante da Chegada	Tempo médio de atendimento	Início de atendimento	Fim do atendimento	Tempo em fila
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Desafio:

Um avião militar passa sobre um navio de guerra e exatamente no instante que passa pela vertical é disparado um míssil contra o mesmo. Essa distância é D_0 .

O avião se moverá sempre em linha reta a uma velocidade constante V_a . O míssil tem seu vetor de velocidade constante V_m e sempre está apontado para o avião.

Quando o míssil se aproxima a uma distância D_{ma} do avião ele explode.

Resolva o problema analiticamente e por simulação. Considere $D_0=15000$ m; $V_a=800$ km/hora, $V_m=1600$ km/hora e $D_{ma}=50$ metros.