

**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação**  
**Departamento de Sistemas de Computação**

# SSC546 – Avaliação de Sistemas Computacionais

## Parte 1 - Aula 3

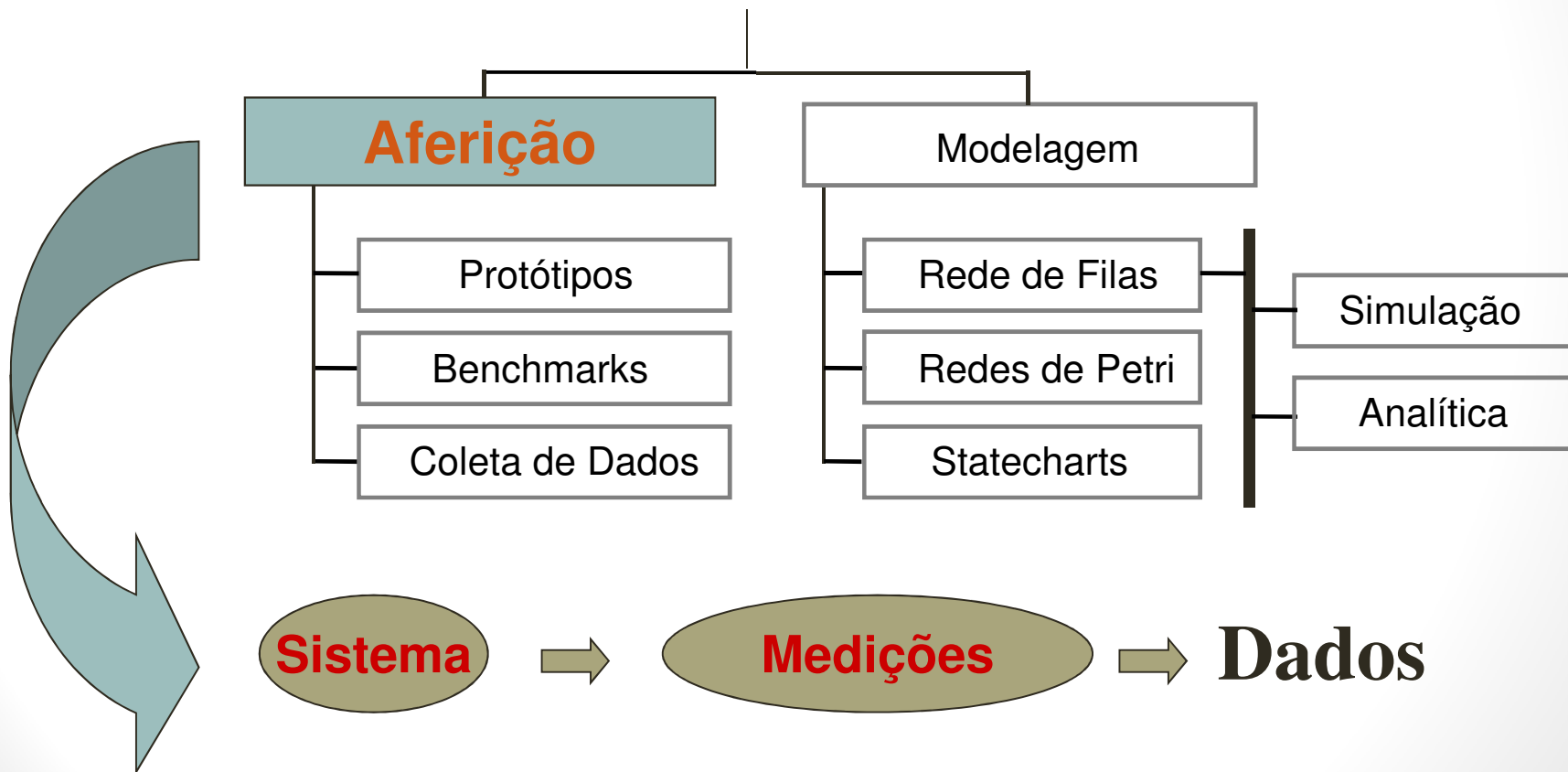
Sarita Mazzini Bruschi

Material baseado nos slides de:  
Marcos José Santana  
Regina Helena Carlucci Santana

# Conteúdo

1. Planejamento de Experimentos
2. Técnicas para Avaliação de Desempenho
  - Apresentação das técnicas
    - Técnicas de Aferição:
      - Protótipos, Benchmarks e Monitores
    - Técnicas de Modelagem:
      - Solução Analítica e por Simulação
    - Exemplos
3. Análise de resultado

# Técnicas de Avaliação de Desempenho



# Técnicas de Avaliação de Desempenho

- Aferição
  - Medidas no próprio sistema
  - Sistema deve existir e estar disponível
  - Experimentação restrita
  - Muito cuidado com aquisição dos dados

# Técnicas de Aferição

- **Construção de Protótipos**

- uma implementação simplificada do sistema real;
- abstração das características essenciais;
- sistemas em fase de projeto;
- produz resultados com boa precisão;
- recomendado para verificação do projeto final;
- problema: custo e alterações.

# Construção de Protótipos

- Considerações envolvidas:
  - identificar os objetivos do projeto;
  - abstrair as características essenciais;
  - definir a estratégia de coleta de dados no protótipo;
  - desenvolver o protótipo;
  - avaliar o seu desempenho;
- Além disso, devem ser considerados:
  - viabilidade da prototipação do sistema;
  - melhorias no protótipo, em função da avaliação e análise.

# Técnicas de Aferição

- **Coleta de Dados**
  - Oferece os melhores resultados;
  - Problema central: interfere com o sistema e o sistema TEM de existir!
  - Dois tipos básicos de abordagens:
    - Monitores de Software e de Hardware.

# Coleta de Dados

- Monitores de Software:
  - Gerais e Flexíveis
  - Produzem interferência no sistema
  - Informações possíveis de serem obtidas:
    - Nível de aplicação
    - Sistema operacional
  - Exemplo: rotina inserida nos protocolos de comunicação para medir o tempo gasto em uma transação em arquivos



# Coleta de Dados

- Monitores de Hardware:
  - Eficientes
  - Menos invasivos
  - Problemas: custo e complexidade
  - Exemplo: pequeno hardware adicionado ao sistema para espionar e contabilizar o tempo gasto em uma transação em arquivos

# Técnicas de Aferição

- **Benchmarks**

- Programa escrito em linguagem de alto nível, representativo de uma classe de aplicações, utilizado para medir o desempenho de um dado sistema ou para comparar diferentes sistemas

# Benchmarks

- Como escolher um Benchmark?
  - Ideal: aplicação do usuário
  - O ideal pode ser inviável quando os sistemas são de propósito geral
  - Utilização de benchmarks
    - Representativos de alguma categoria
    - Programa que possa ser avaliado facilmente
    - Programa que possua larga distribuição

# Benchmarks

- Onde usar Benchmark?
  - avaliar sistemas computacionais diferentes;
  - avaliar o desempenho mínimo;
  - tarefas genéricas ou específicas.

# Benchmarks

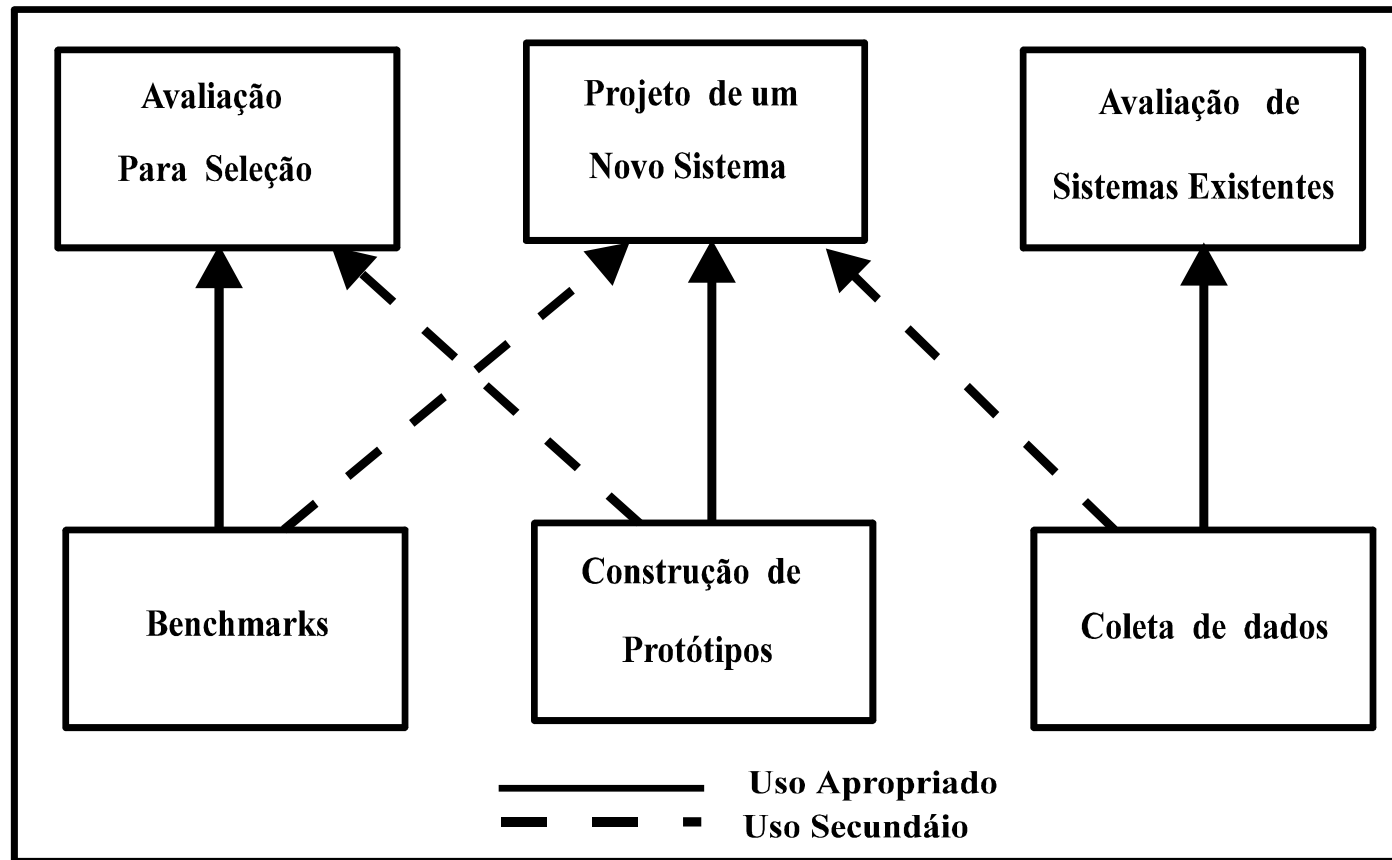
- Medidas mais comuns:
  - MIPS e MFLOPS
  - Problemas: arquiteturas CISC X RISC (????)
- Alguns Exemplos:
  - SPEC
  - Drystone
  - Whetstone
  - PING e PING-PONG - avaliação de comunicação;
  - TTCP - avaliação de comunicação com TCP ou UDP.

# Benchmarks

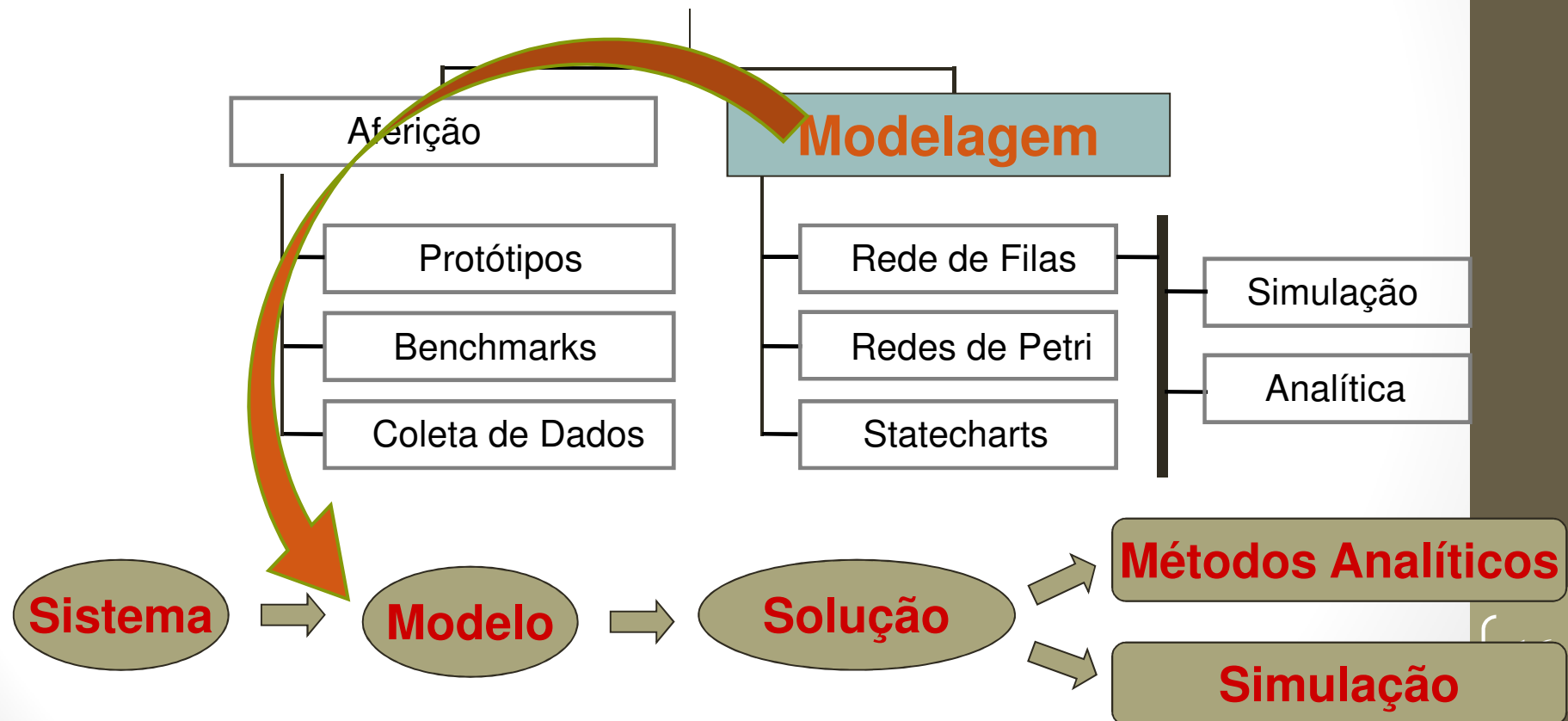
- <http://www.cpubenchmark.net/>
- PassMark Performance Test

Processador	Benchmark	Preço (\$)
<u><a href="#">Intel Core i7 980X @ 3.33GHz</a></u>	10336	1000,00
<u><a href="#">Intel Core i7 975 @ 3.33GHz</a></u>	7007	994,49
<u><a href="#">Intel Core i5 760 @ 2.80GHz</a></u>	4510	205,00
<u><a href="#">Intel Core i5 680 @ 3.60GHz</a></u>	3,431	296,66
<u><a href="#">Intel Core i7 740QM @ 1.73GHz</a></u>	3521	546,00

# Técnicas de Aferição



# Técnicas de Avaliação de Desempenho

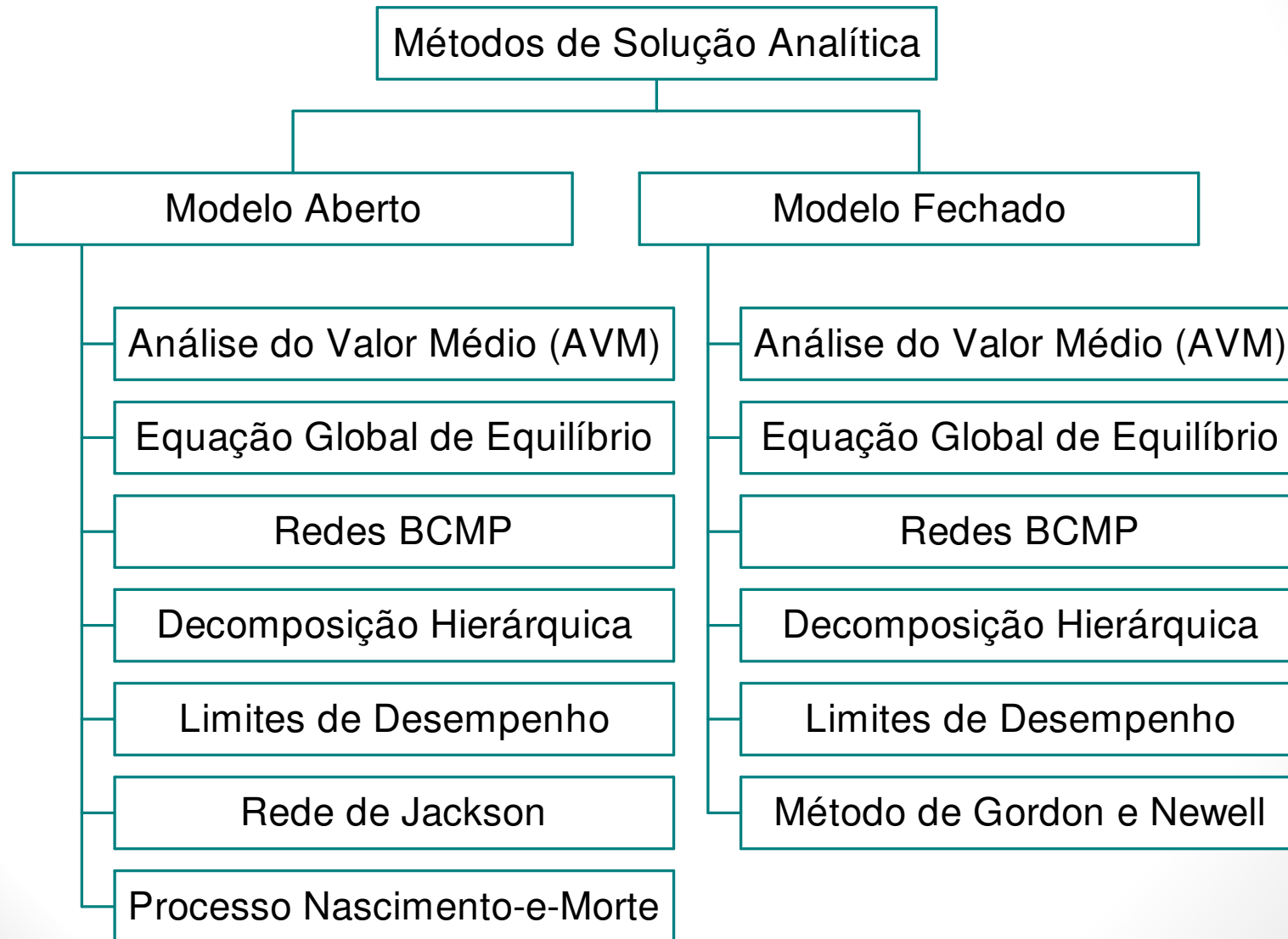




# Modelagem

- Estudo do sistema e definição dos objetivos;
- Construção do modelo;
- Modelos Analíticos x Modelos de Simulação:
  - Modelo  $\Rightarrow$  solução analítica  $\Rightarrow$  modelo analítico;
  - Modelo  $\Rightarrow$  solução por simulação  $\Rightarrow$  modelo de simulação;
  - Modelo  $\Rightarrow$  solução híbrida  $\Rightarrow$  modelo híbrido!

# Solução Analítica



# Solução Analítica

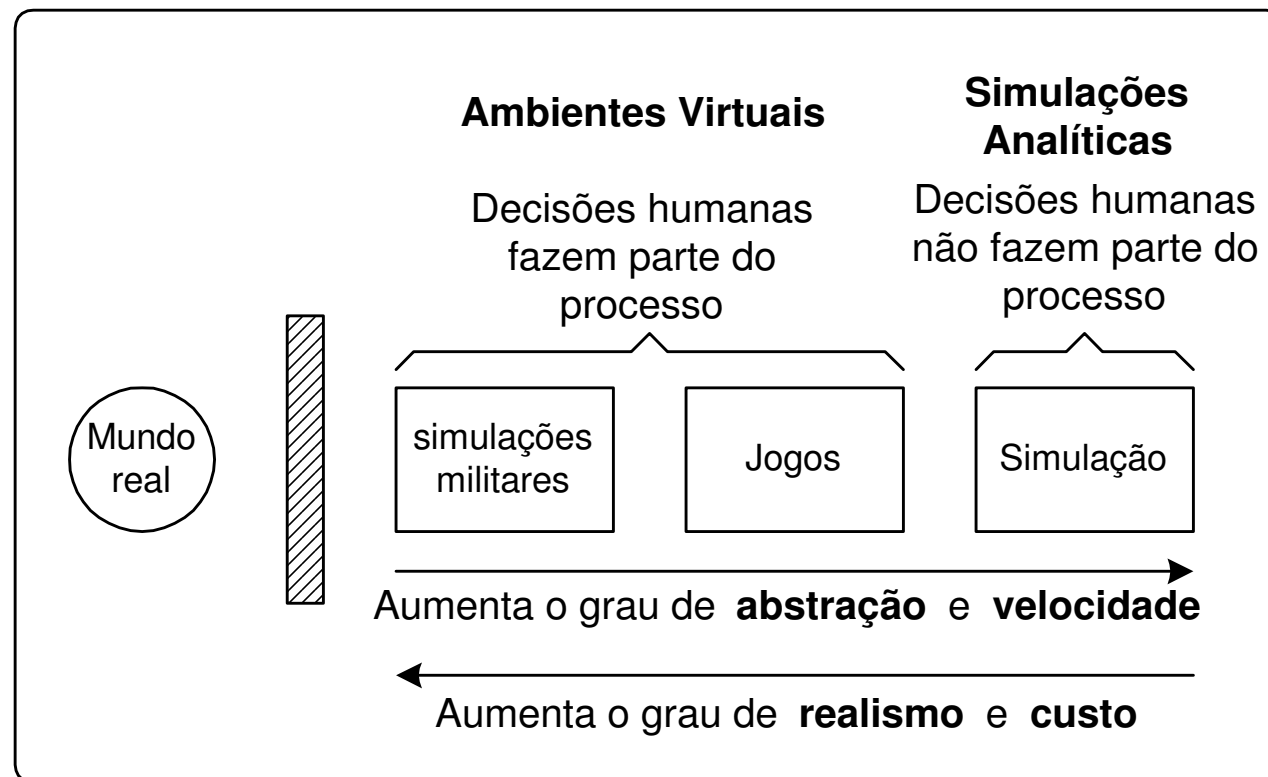
- Descrição matemática do comportamento do sistema e da carga de trabalho
- Geram equações
- Solução das equações de forma analítica ou numérica

# Solução Analítica

- Restrições:
  - Distribuição do tempo entre chegadas deve ser do tipo exponencial.
  - A posse simultânea de recursos não é permitida.
  - Disciplinas de filas com prioridades não são permitidas.
  - Todas as filas são consideradas de capacidade infinita.

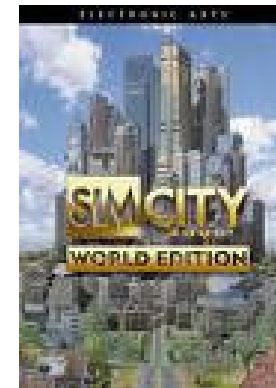
# Simulação

- Criação de ambientes virtuais
- Avaliação de desempenho de sistemas complexos



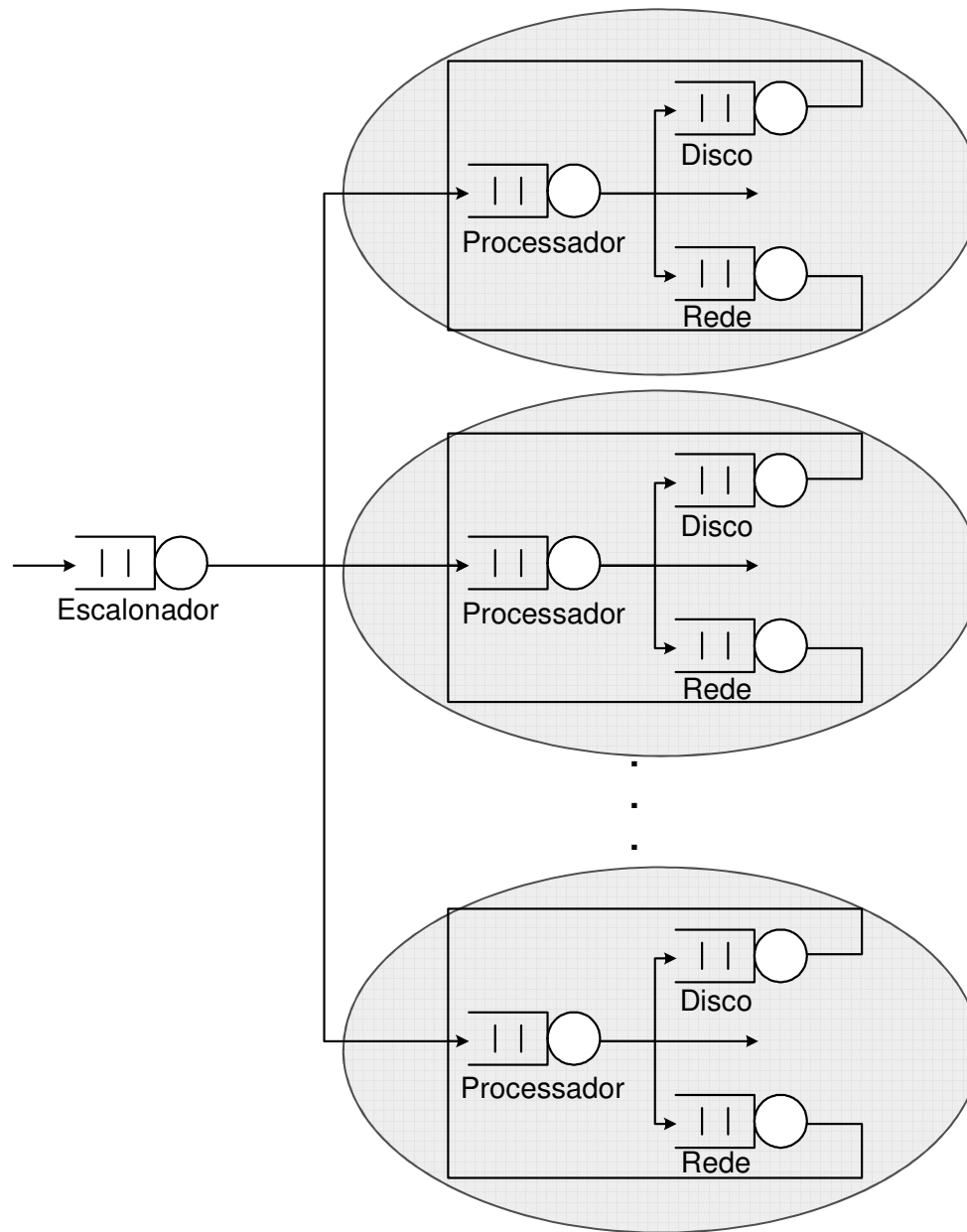
# Simulação – Ambientes Virtuais

- Análise Comportamental



# Simulação – Avaliação de Desempenho

- **Exemplo:** Simulação de um ambiente que faz escalonamento de processos considerando a potência computacional e ociosidade das máquinas
- **Pode-se avaliar:**
  - Adequabilidade de um índice de carga
  - Utilização de diferentes arquiteturas
  - Utilização de diferentes políticas de escalonamento



Máquina 1

Máquina 2

Máquina n



# Solução por Simulação

- Construção de um programa computacional para implementar modelos de fenômenos ou sistemas dinâmicos (estados que se alteram com o tempo);
- O modelo é suposto ser uma representação válida do sistema em estudo

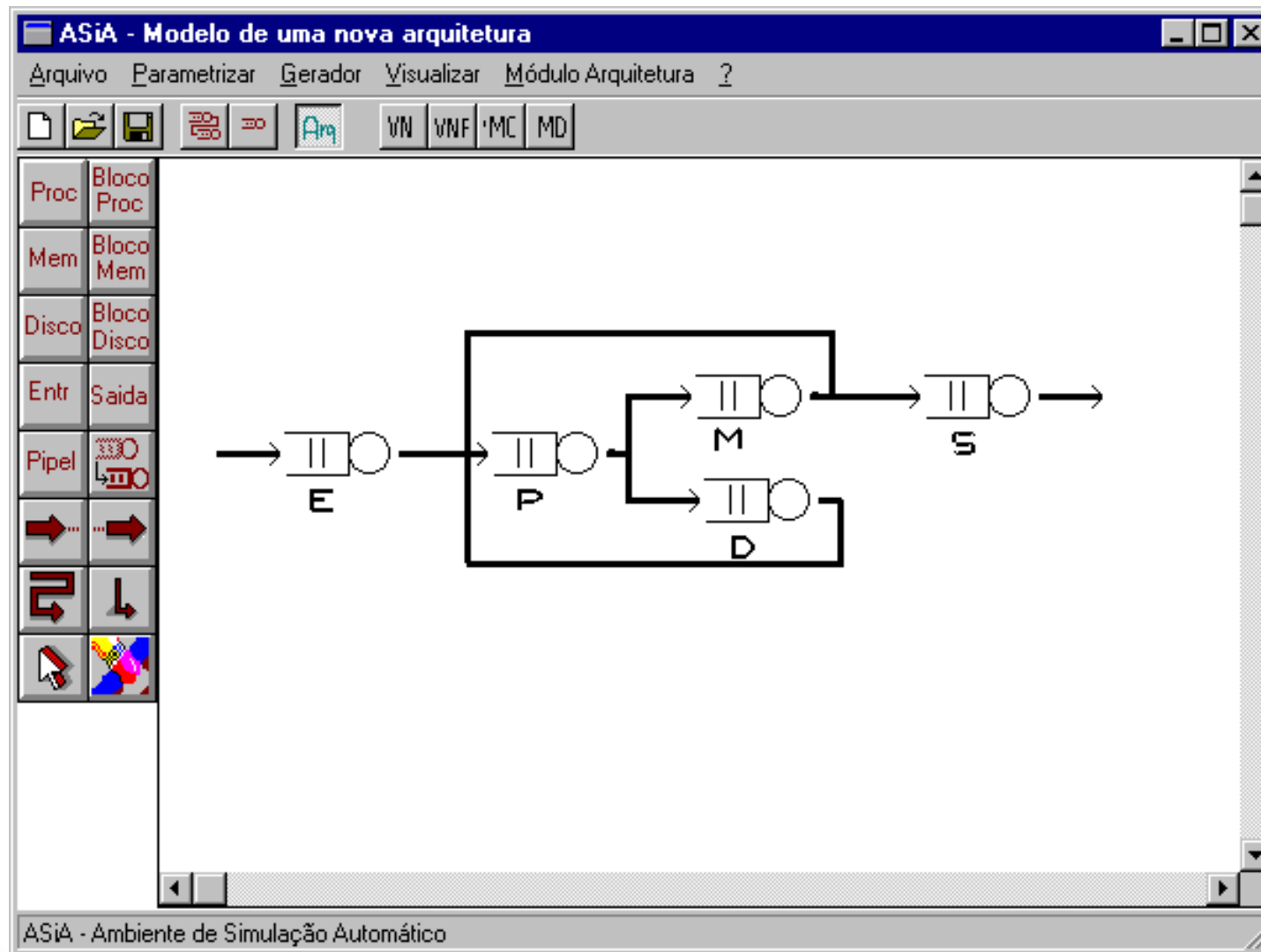
# Soluções para o Modelo

- Solução por Simulação
  - Versatilidade (aplicada em diferentes situações)
  - Flexibilidade (adaptável a novas situações)
  - Baixo custo (com um mesmo programa pode-se simular diferentes situações do mesmo problema)
  - Útil quando o sistema não está disponível
  - Facilidade de uso
  - Problemas: precisão e validação

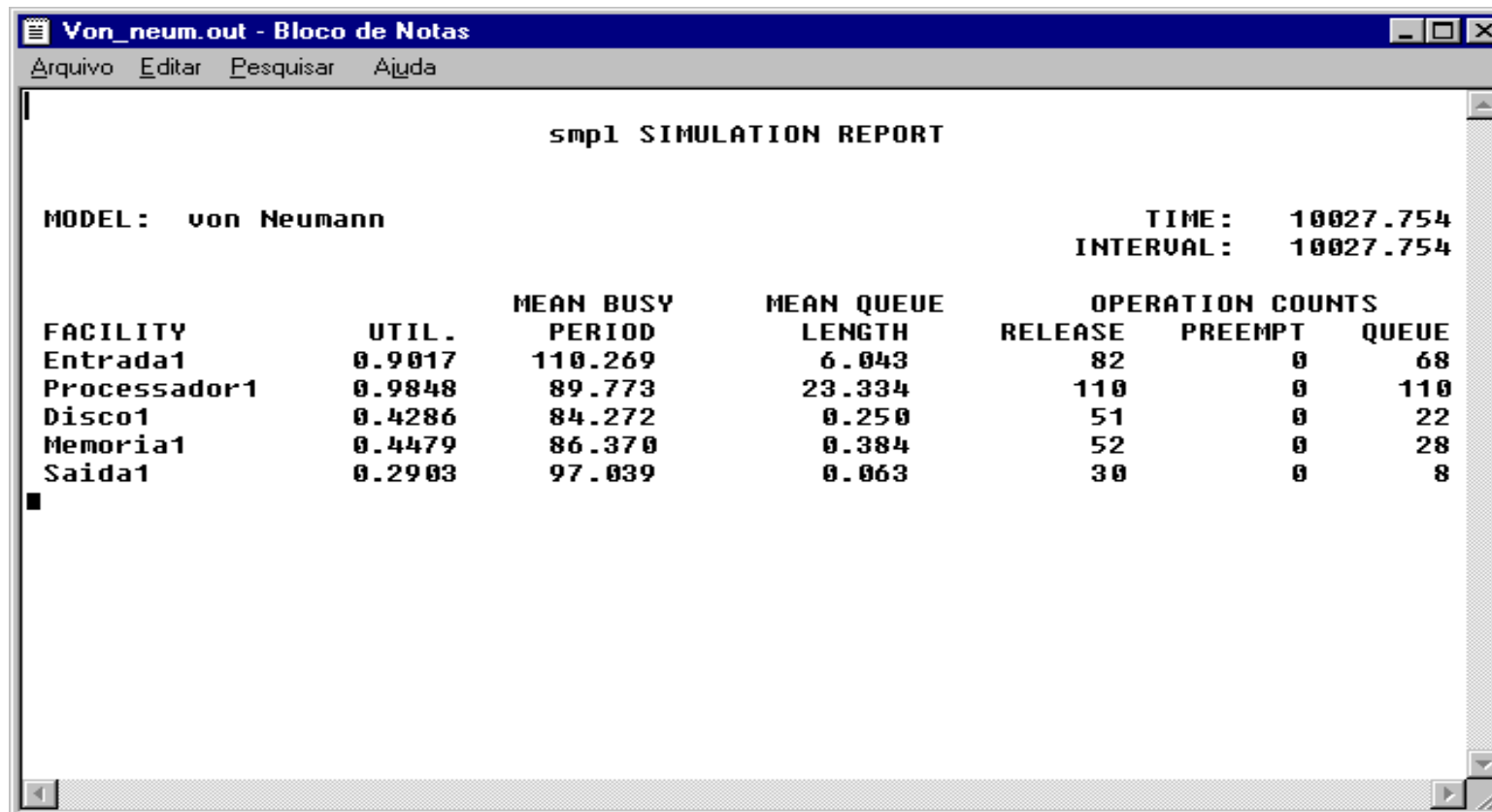
# Ferramentas para Simulação

- Linguagens de programação de uso geral
- Linguagens de simulação - GPSS
- Extensões funcionais - SMPL
- Pacotes de uso específico – Opnet, Arena
- Ambientes para Simulação Automáticos – TUTSIM, RISK, ASiA e ASDA

# Exemplo de Simulação



# Exemplo de Simulação



**Von\_neum.out - Bloco de Notas**

Arquivo Editar Pesquisar Ajuda

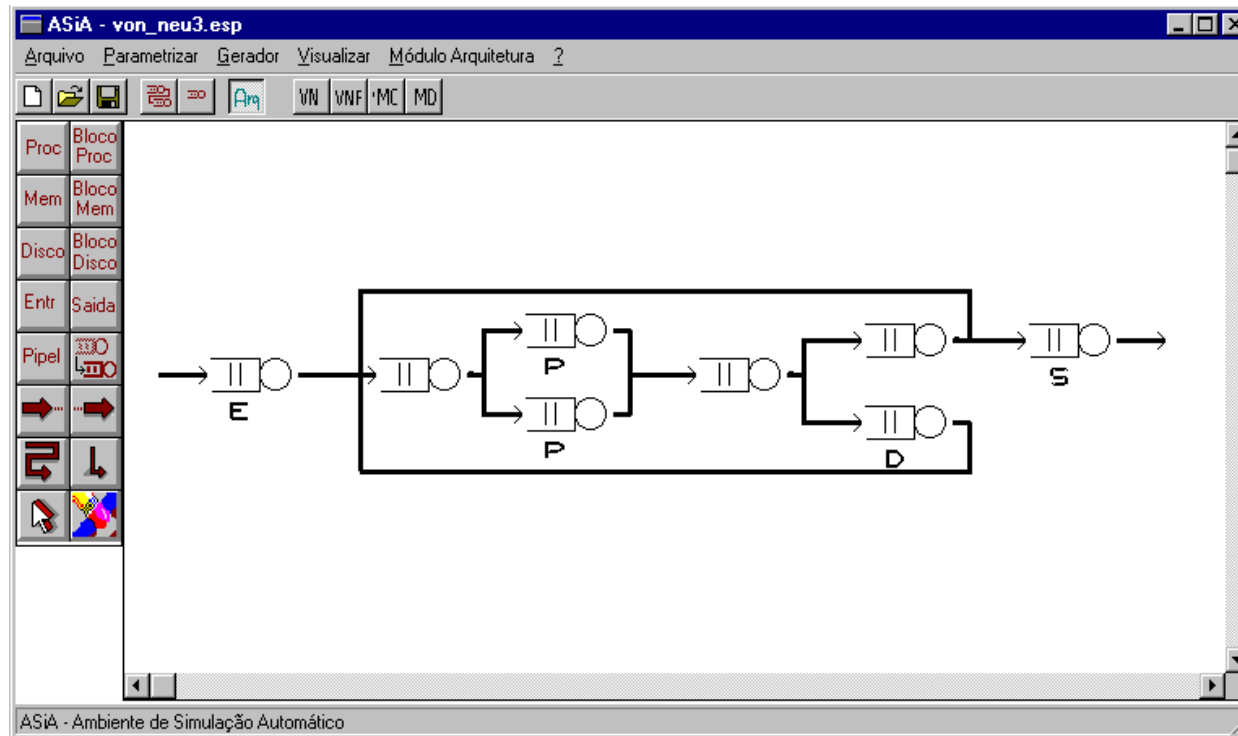
**smp1 SIMULATION REPORT**

**MODEL: von Neumann**

**TIME: 10027.754**  
**INTERVAL: 10027.754**

FACILITY	UTIL.	MEAN BUSY PERIOD	MEAN QUEUE LENGTH	RELEASE	PREEMPT	QUEUE
Entrada1	0.9017	110.269	6.043	82	0	68
Processador1	0.9848	89.773	23.334	110	0	110
Disco1	0.4286	84.272	0.250	51	0	22
Memoria1	0.4479	86.370	0.384	52	0	28
Saida1	0.2903	97.039	0.063	30	0	8

# Exemplo de Simulação



**Modelo da arquitetura de von Neumann alterado  
(2 processadores)**

# Exemplo de Simulação

**smp1 SIMULATION REPORT**

MODEL: von Neumann2

TIME: 10000.130  
INTERVAL: 10000.130

FACILITY	UTIL.	MEAN BUSY PERIOD	MEAN QUEUE LENGTH	RELEASE	PREEMPT	QUEUE
Entrada1	0.8456	82.900	2.980	102	0	85
Processador1	0.7907	104.034	7.134	76	0	64
Processador2	0.9762	109.689	9.503	89	0	88
auxiliar1	0.0000	0.000	0.000	206	0	0
auxiliar2	0.0000	0.000	0.000	165	0	0
Memoria1	0.6662	87.655	1.027	76	0	50
Disco1	0.7459	106.562	6.787	70	0	61
Saida1	0.4112	100.296	0.211	41	0	21

**Modelo da arquitetura de von Neumann alterado  
(2 processadores)**

# Comparação das Técnicas de Avaliação de Desempenho

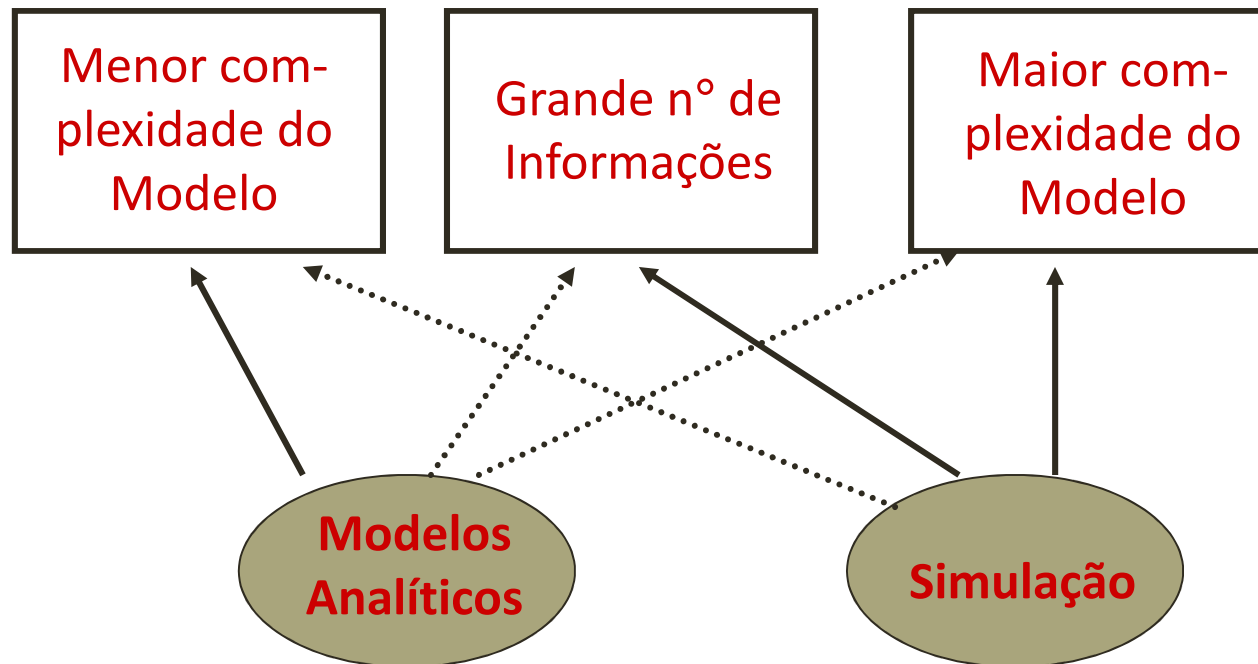
- **Modelos de Simulação X Analíticos**
- Analíticos:
  - Requer validação do modelo
  - Dificuldade em resolver a equação
  - Requer simplificações
  - Resultados precisos
  - Pouco tempo de processamento



# Comparação das Técnicas de Avaliação de Desempenho

- **Modelos de Simulação X Analíticos**
- Simulação:
  - Requer validação do modelo
  - Elaboração e Teste de programa
  - Poucas restrições aos modelos
  - Resultados probabilísticos
  - Requer estudo estatístico
  - Alto tempo de processamento

# Comparação das Técnicas de Avaliação de Desempenho



————— Uso Apropriado

..... Uso Secundário

# Comparação das Técnicas de Avaliação de Desempenho

	Adequabilidade			Facili- dade	Preci- são	Tempo	Custo	Alter- ações
	A	S	P					
Benchmark	3	3	1	3	2	3	3	1
Protótipo	1	1	3	1	2	1	1	1
Monitor SW	3	2	1	2	3	1	3	2
Monitor HW	3	2	1	1	3	1	1	1
Analítico	3	2	2	2	2	2	3	2
Simulação	3	2	2	2	2	2	3	3

1 → Fraco

2 → Médio

3 → Adequado

A – Avaliação

S – Seleção

P - Projeto