

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

Avaliação de Desempenho

4a. Aula

Técnicas de Avaliação de Desempenho

Modelagem

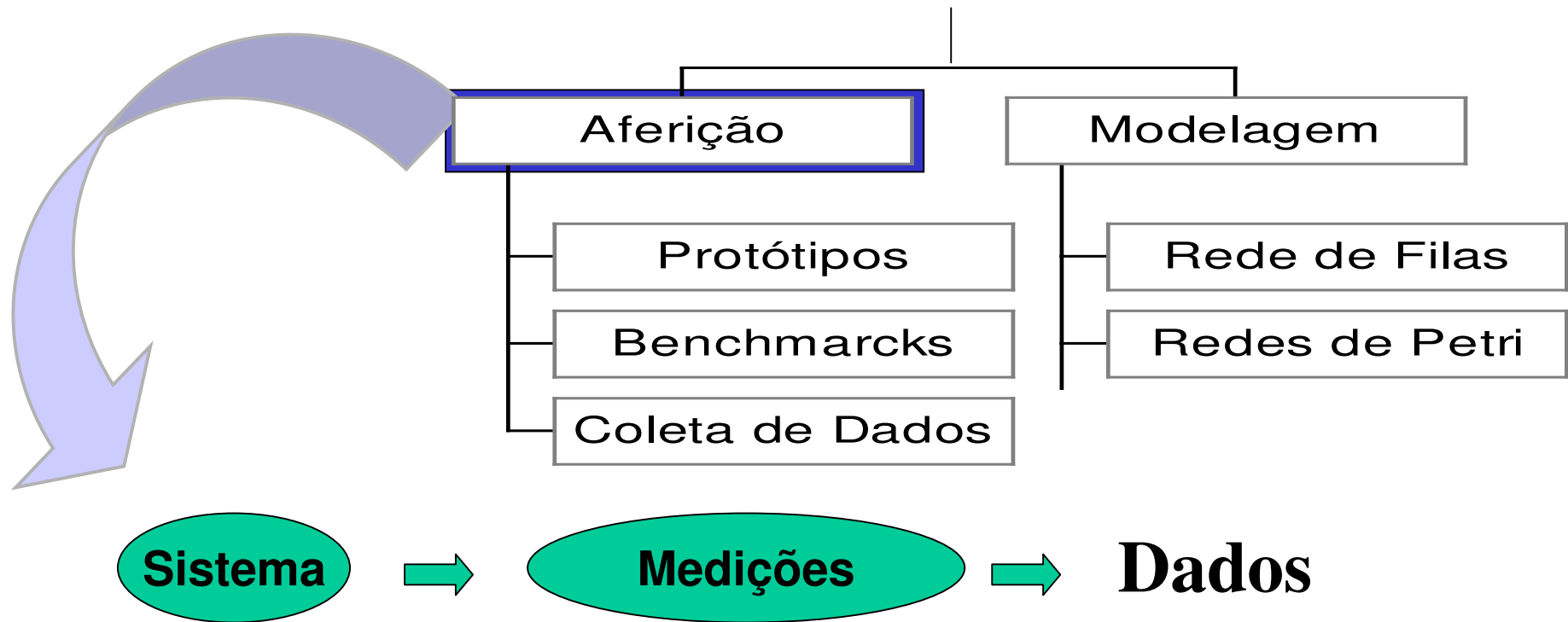
Marcos José Santana

Regina Helena Carlucci Santana

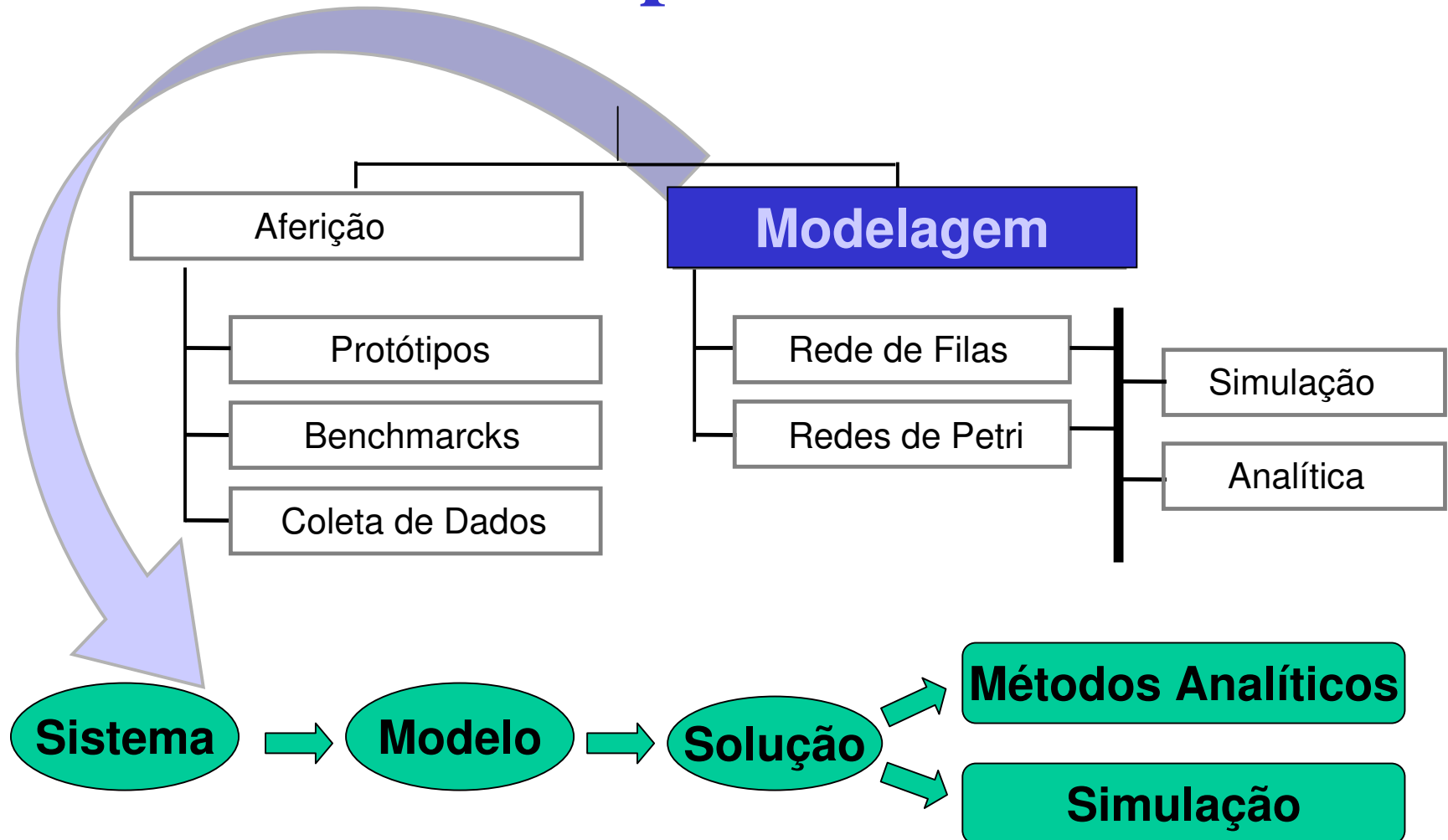
Conteúdo

1. Planejamento de Experimentos
2. Técnicas para Avaliação de Desempenho
 - Técnicas de Aferição: Protótipos, Benchmarks e Monitores
 - **Técnicas de Modelagem: Solução Analítica e por Simulação**
3. Análise de Resultados

Técnicas de Avaliação de Desempenho



Técnicas de Avaliação de Desempenho



Modelagem

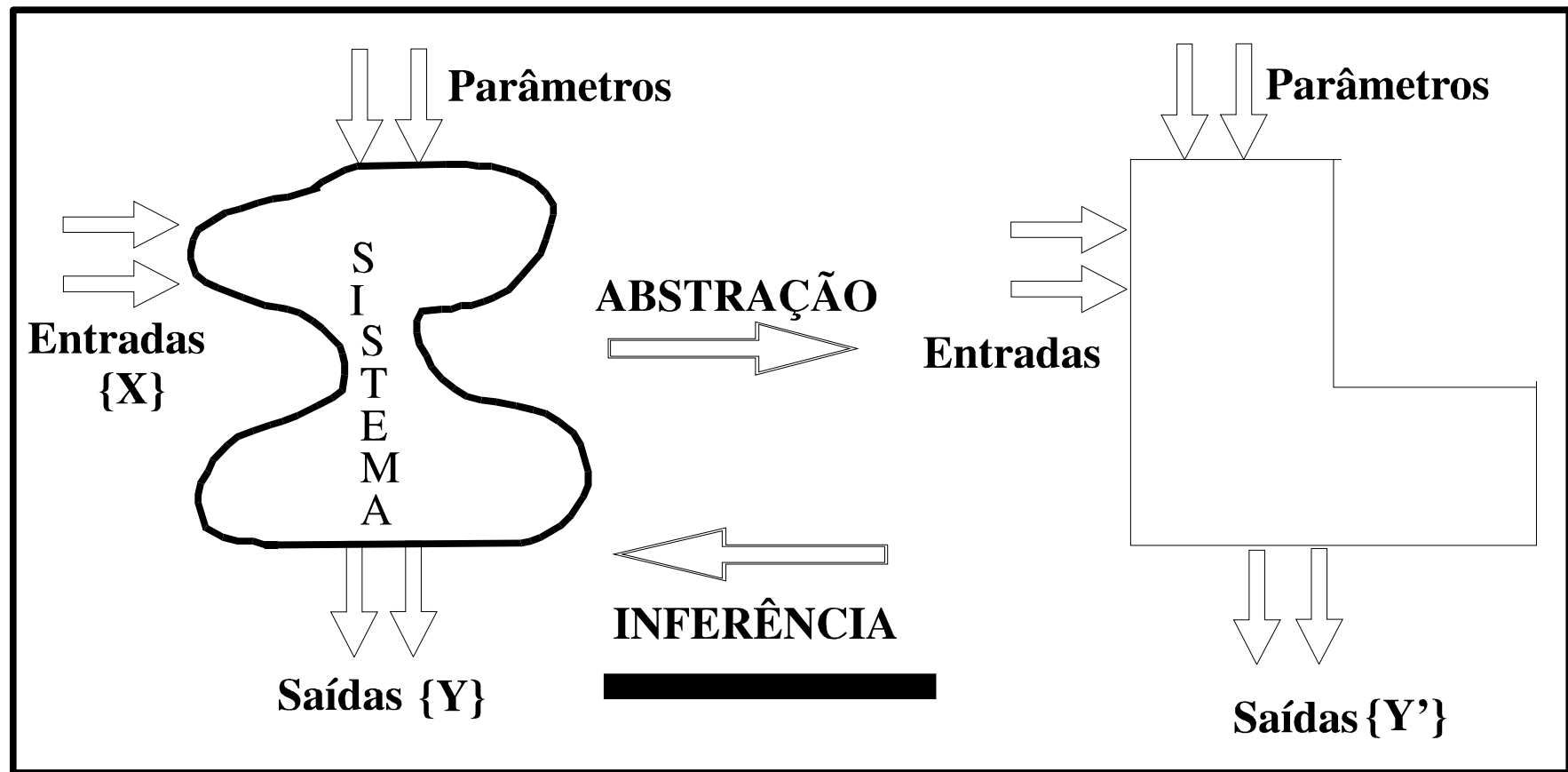
- Estudo do sistema e definição dos objetivos;
- Construção do modelo;
- Modelos Analíticos x Modelos de Simulação:
 - Modelo \Rightarrow solução analítica \Rightarrow modelo analítico;
 - Modelo \Rightarrow solução por simulação \Rightarrow modelo de simulação;
 - Modelo \Rightarrow solução híbrida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

Técnica de Modelagem

Técnica baseada na construção e análise de um Modelo

- Abstração que contempla as características essenciais de um sistema real
- Aproximação de como o sistema se comporta
- Depende dos objetivos da avaliação

Técnica de Modelagem



Técnica de Modelagem

- **Vantagens:**

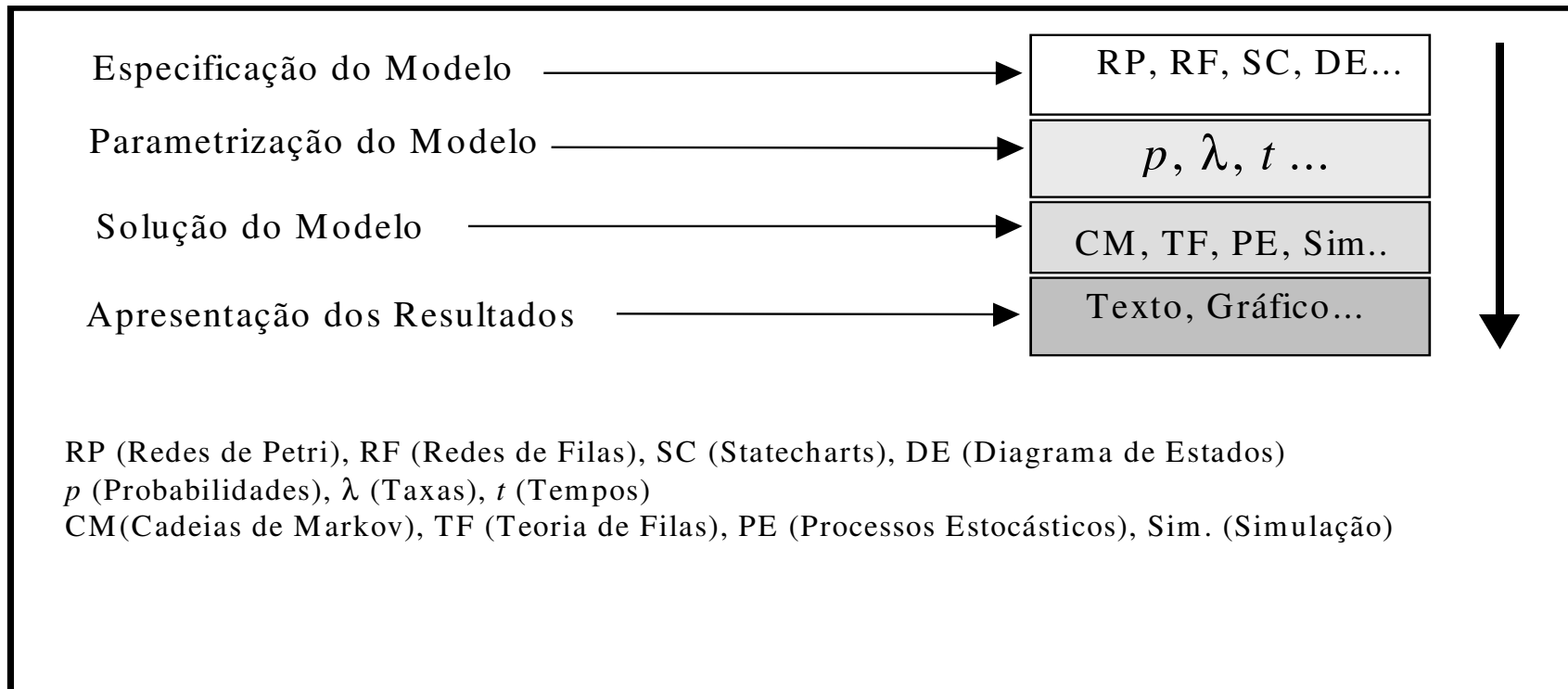
- Flexibilidade
- Pode ser utilizada para sistema existente ou não
- Custo X Precisão

- **Dificuldades:**

- Descrição das características principais
- Validação

Técnica de Modelagem

Conjunto de etapas independentes,
mas inter-relacionadas



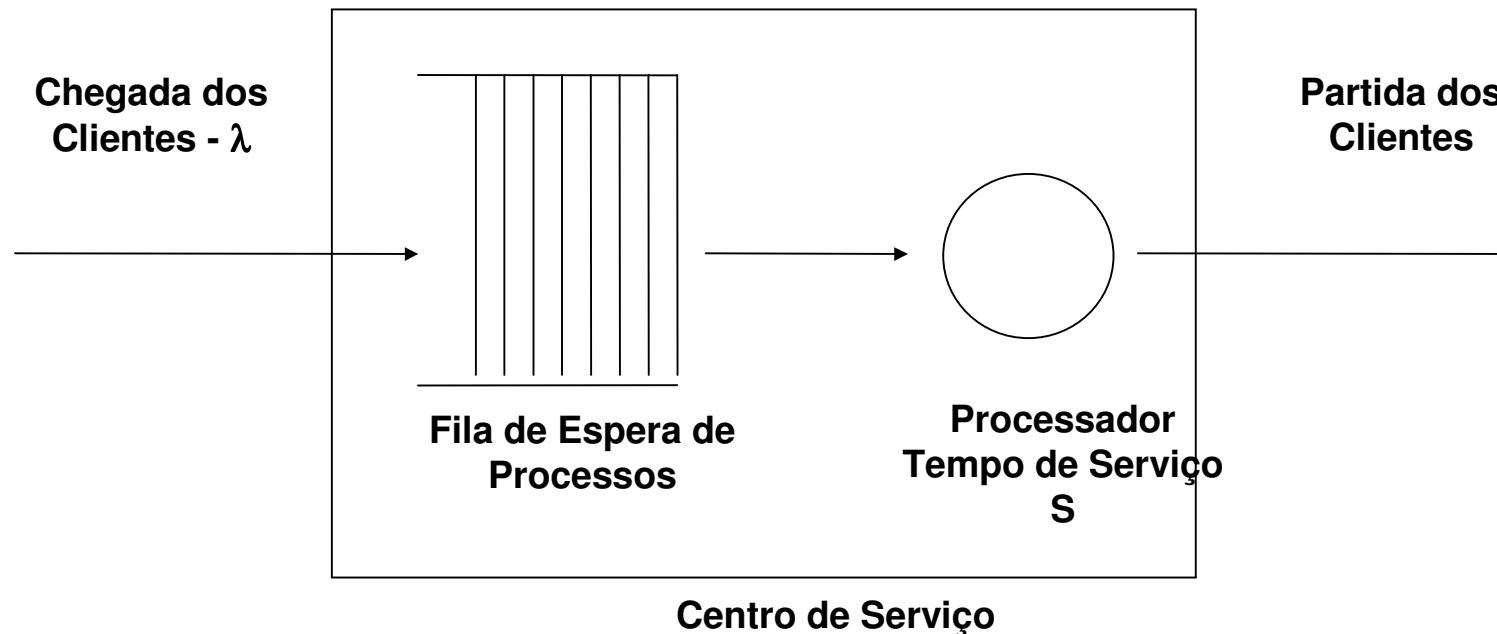
Técnica de Modelagem

Criar uma *especificação* condizente com o sistema real

- Componentes do sistema relevantes à avaliação
- Relacionamento entre eles
- **Como representar o modelo:**
 - Redes de Filas;
 - Redes de Petri;
 - etc.

Redes de Filas

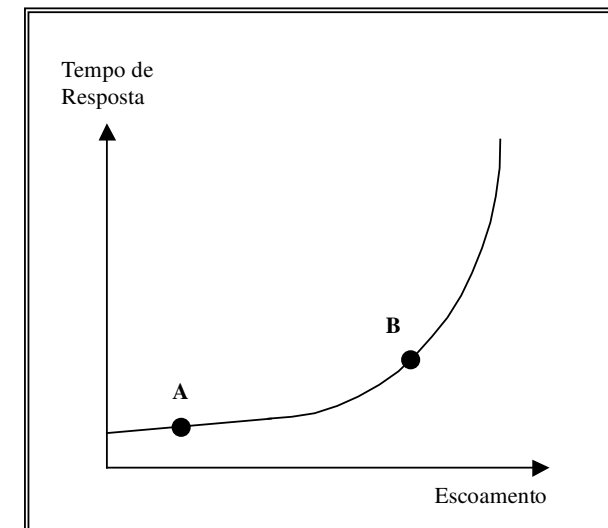
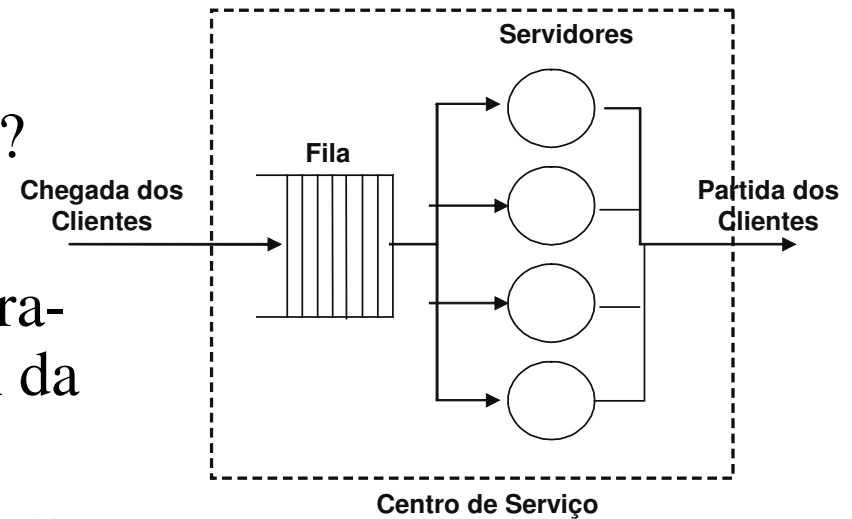
Ramo da probabilidade que estuda o fenômeno da formação de filas de solicitantes de serviços, que são providos por um determinado recurso



Exemplos – Redes de Filas

Banco com quatro caixas

- Qual o tempo médio de espera na fila?
- Qual o tempo de atendimento total?
- Tempo de atendimento/na fila encontra-se em um patamar desejado? Ponto A da figura
- Qual a consequência em se diminuir um caixa?
- A fila e o tempo de atendimento diminuirá substancialmente aumentando um caixa? Compensa aumentar um caixa?
- Quantos caixas devem ser abertos para trazer o sistema para próximo ao ponto A?



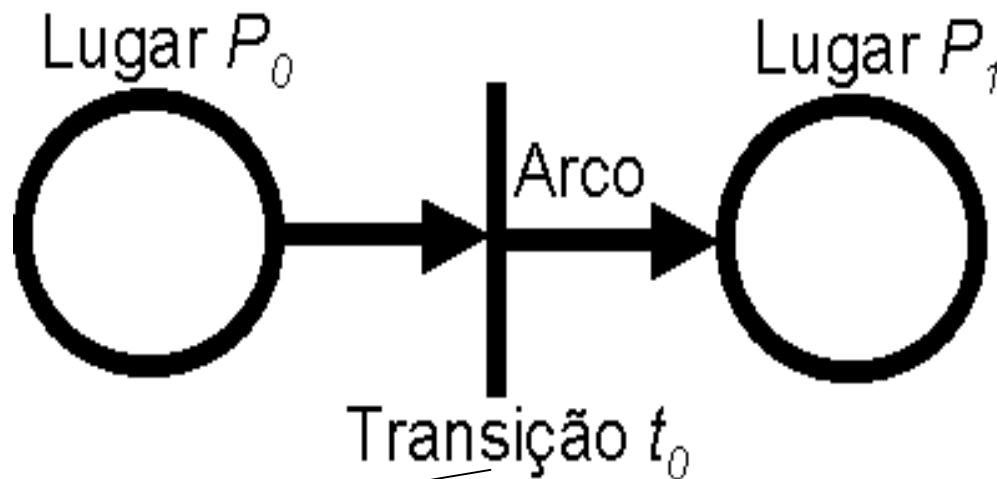
Redes de Filas

- **Restrições das redes de filas:**
- Representação gráfica oferece apenas os elementos fila e servidor
- Não permite posse simultânea de recursos
- Necessidade de representação mais minuciosa de filas e servidores

Isso leva a uma perda da realidade quando representando sistemas reais.

Redes de Petri

Elementos básicos de uma Rede de Petri



determinam as mudanças do sistema;

ações realizadas pelo sistema

pontos onde elementos dinâmicos são armazenados;

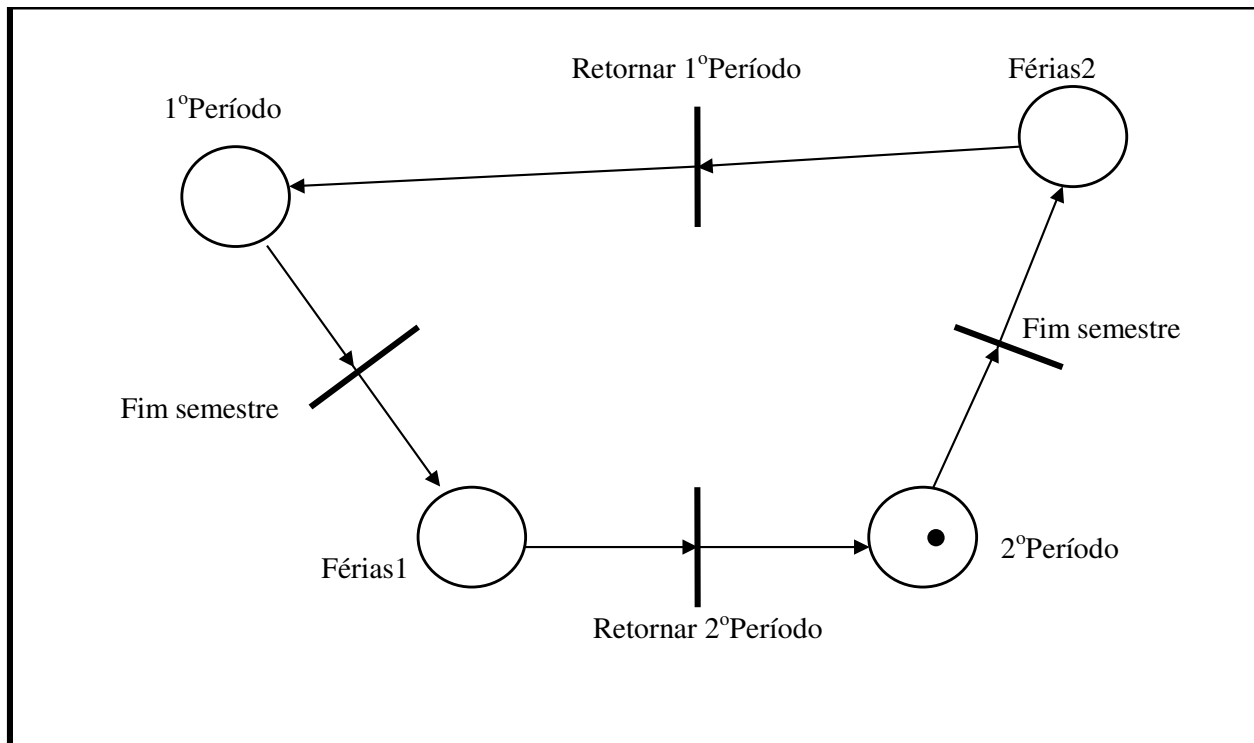
variáveis de estado

Redes de Petri Marcadas

- Marcas (*tokens*) - informações atribuídas aos lugares, para representar a situação (estado) da rede em um determinado momento.
- Elementos dinâmicos. Podem se mover pela Rede.

Redes de Petri - Exemplo

Representação do ano letivo de uma Universidade.



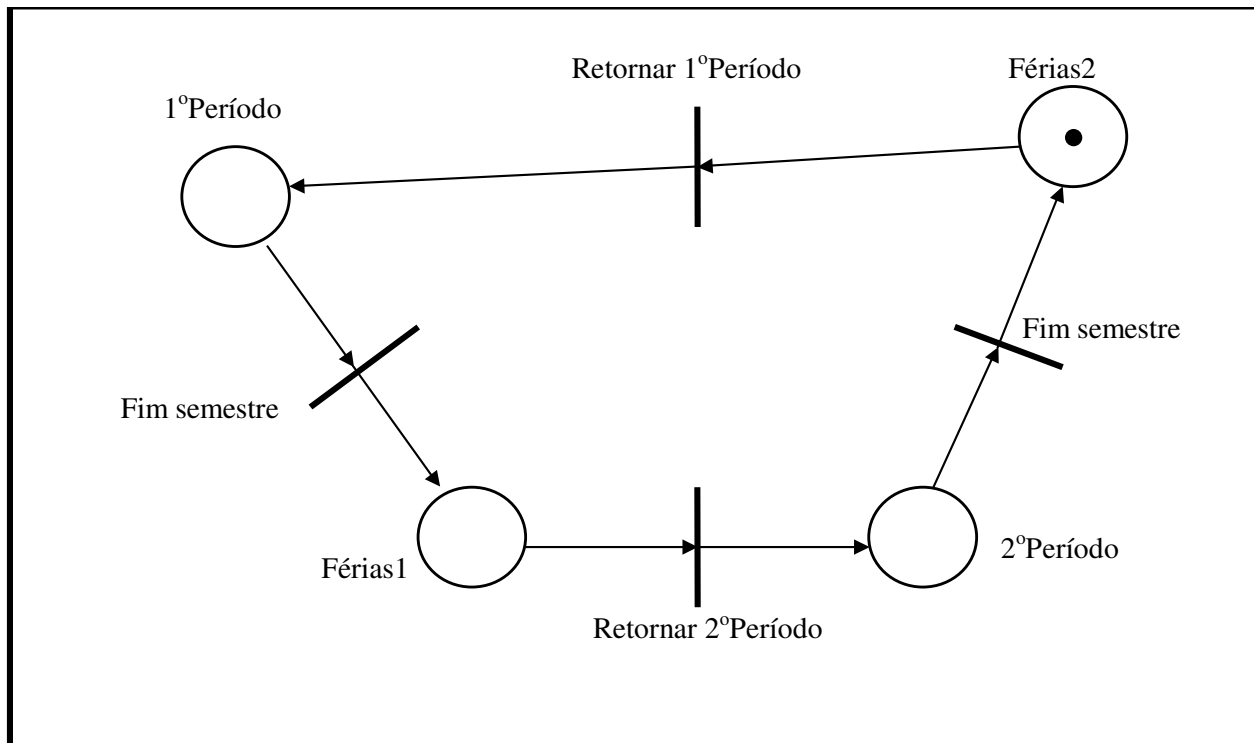
Estamos no 2o.
semestre

Evento:

Fim de semestre

Redes de Petri - Exemplo

Representação do ano letivo de uma Universidade.



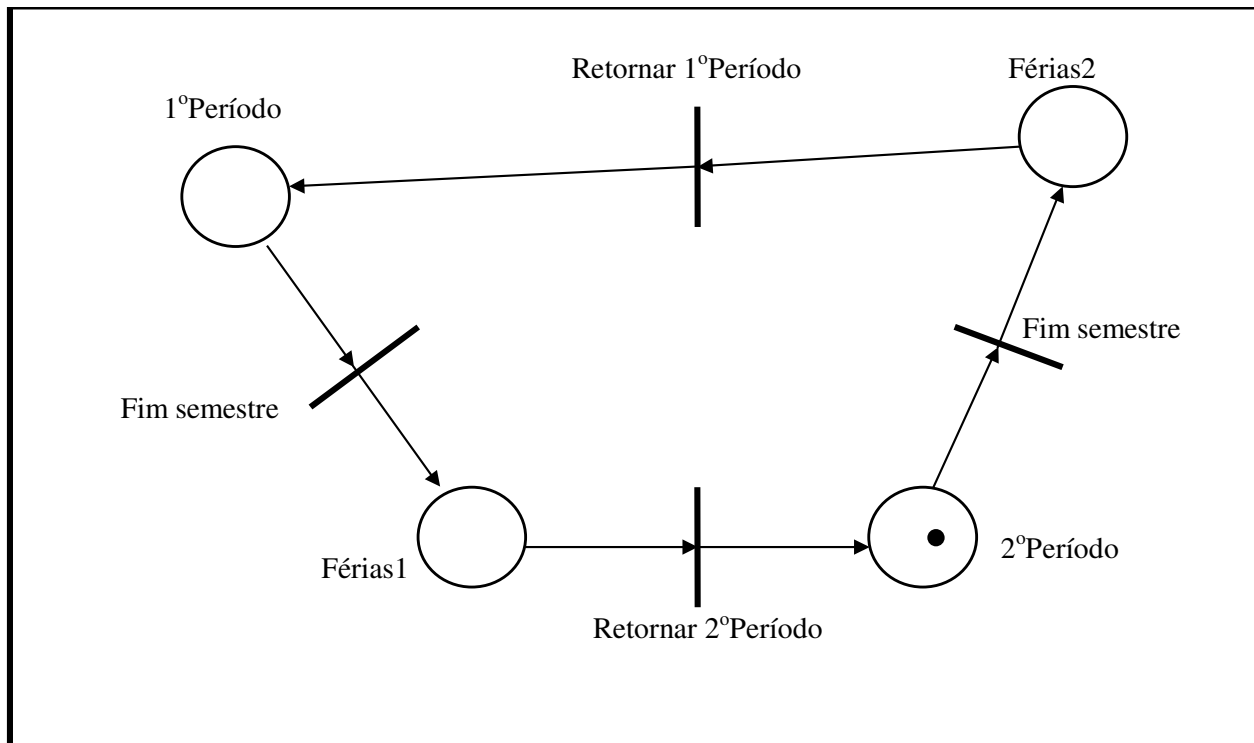
Estamos no 2o.
semestre

Evento:

Fim de semestre

Redes de Petri - Exemplo

Representação do ano letivo de uma Universidade.

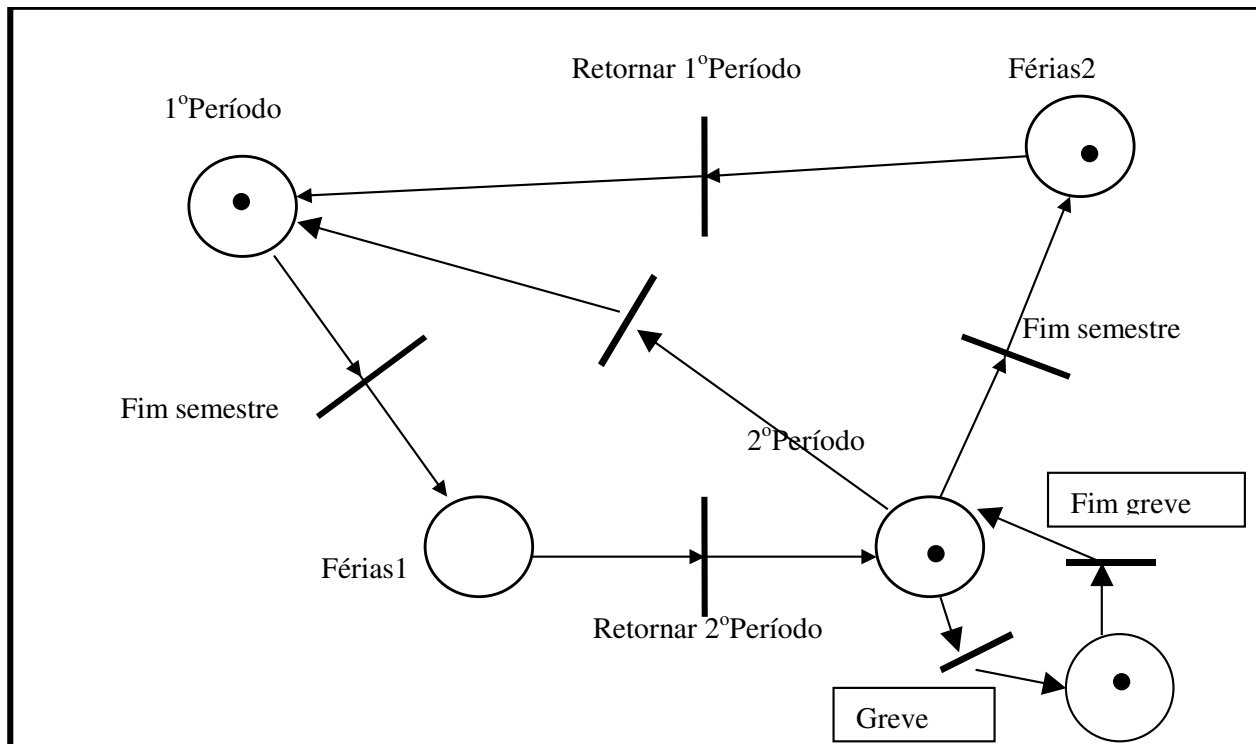


Estamos no 2o.
semestre

Evento:
Greve!!!!

Redes de Petri - Exemplo

Representação do ano letivo de uma Universidade.



Estamos no 2o.
semestre

Evento:

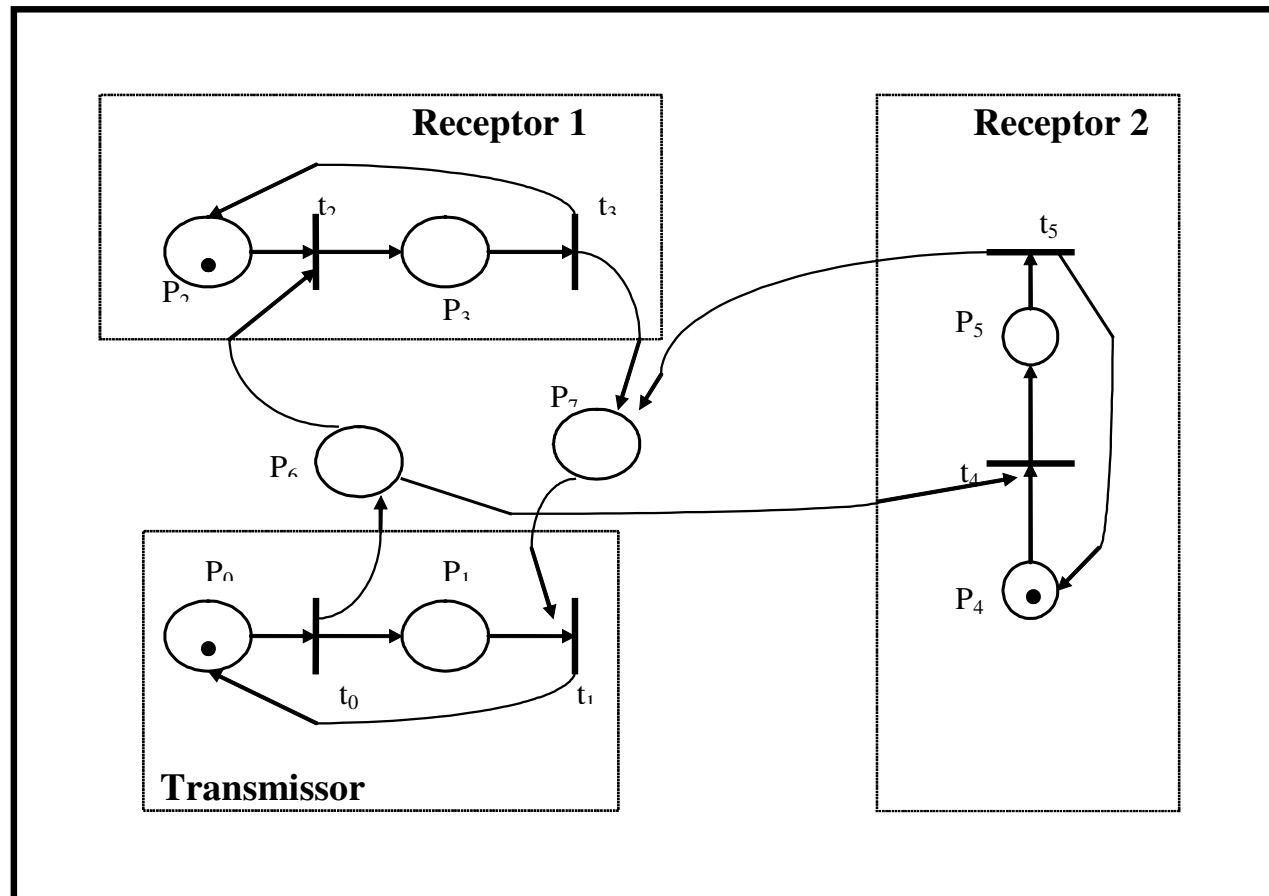
Greve!!!!

Fim de Greve

Redes de Petri

Redes não determinística

Exemplo – Protocolo de Comunicação



Redes de Petri

Vantagens de Redes de Petri

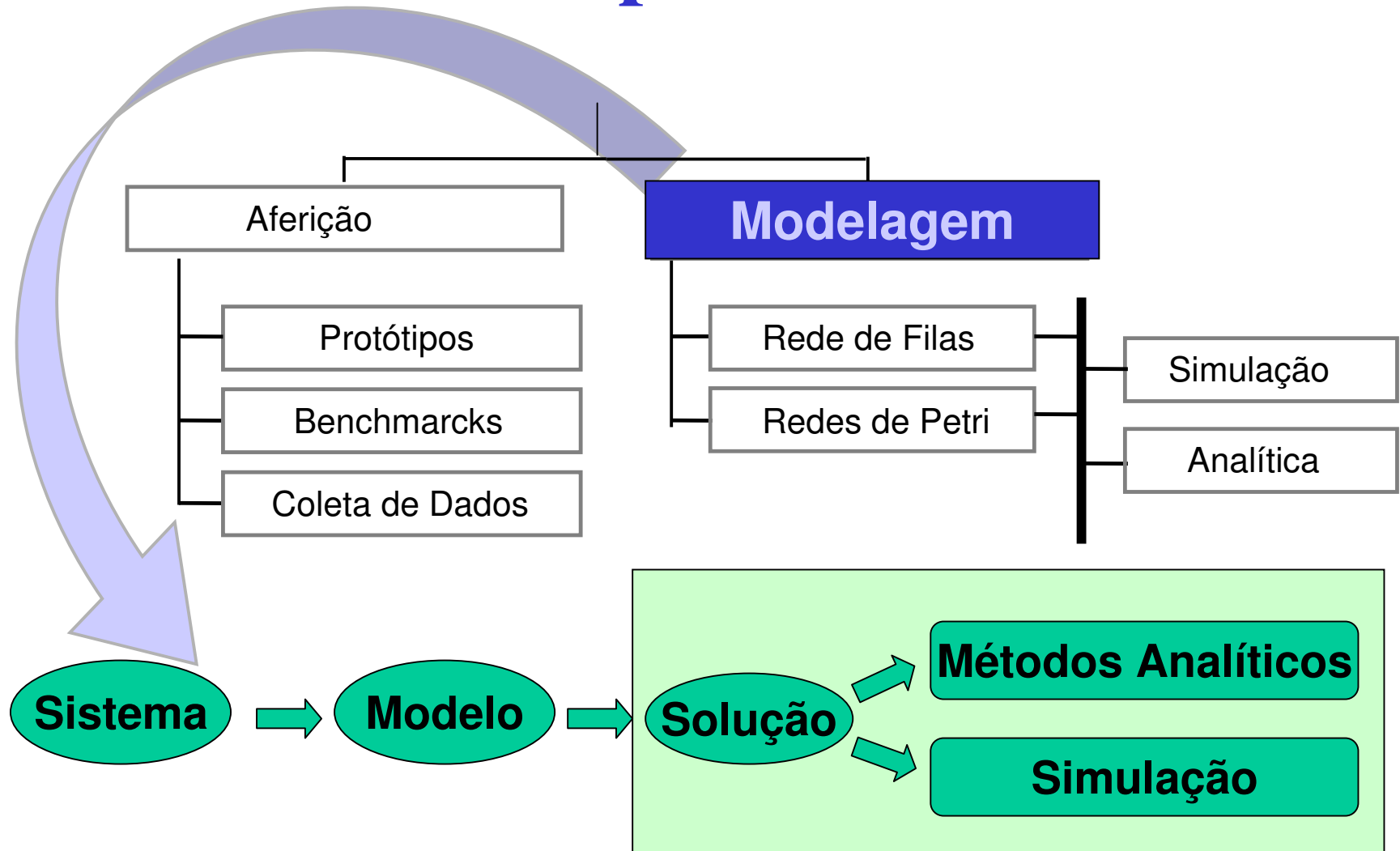
- Representação gráfica;
- Fácil aprendizado;
- Utilizadas em diversas áreas;
- Podem representar aspectos estáticos e dinâmicos do sistema;
- Formalismo matemático;
- Adequada para sistemas paralelos, concorrentes, assíncronos, não determinísticos, etc.

Redes de Petri

Desvantagens de Redes de Petri

- Não possuem uma representação para tratar filas - um lugar com vários *tokens* não possui um algoritmo de escalonamento, uma taxa de chegada e prioridades para clientes;
- A representação de paralelismo não é explícita;
- Um lugar não pode ser subdividido em sublugares, o que pode levar à explosão do número de lugares e transições do modelo;
- Poucas ferramentas implementam extensões hierárquicas, que possibilitam uma maior compactação do modelo.

Técnicas de Avaliação de Desempenho



Solução Analítica

- Descrição matemática do comportamento do sistema e da carga de trabalho.
- Geram equações.
 - **Leis operacionais de Rede de Filas**
- Solução das equações de forma analítica ou numérica

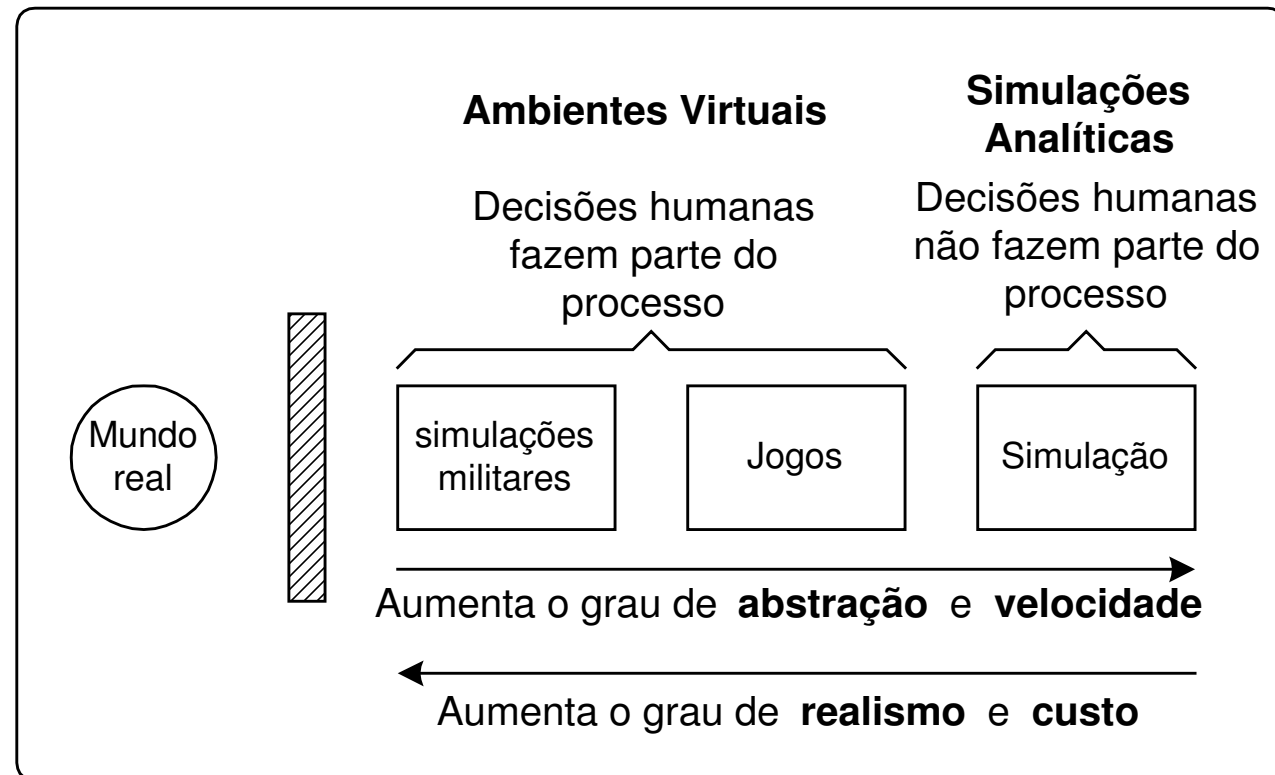
Solução Analítica

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 - Utilização

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

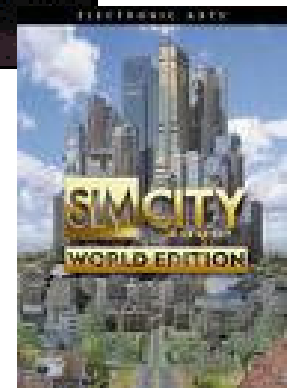


Simulação - Ambientes Virtuais

Análise Comportamental

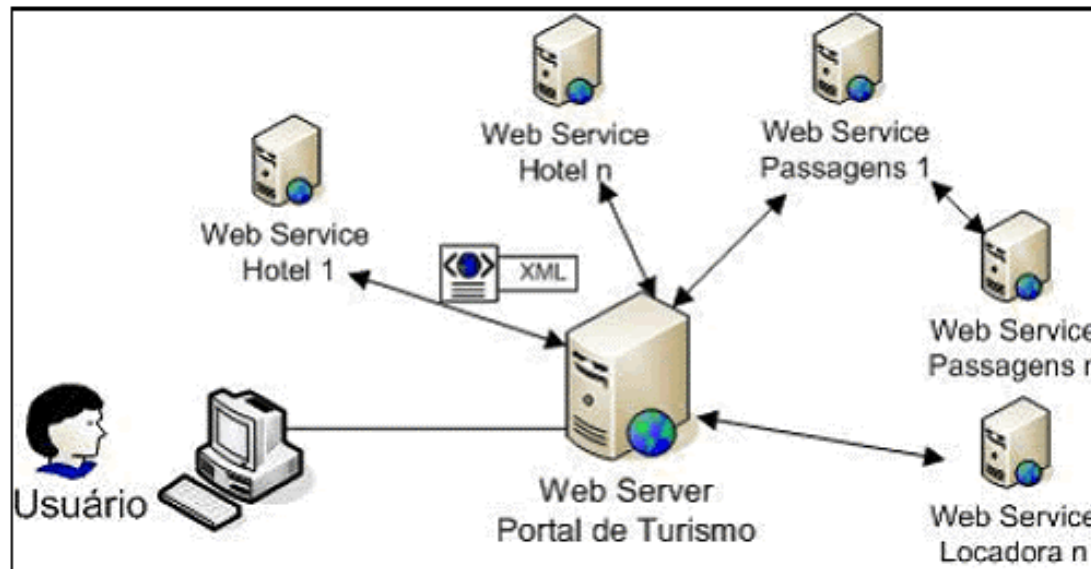
Jogos

Simuladores



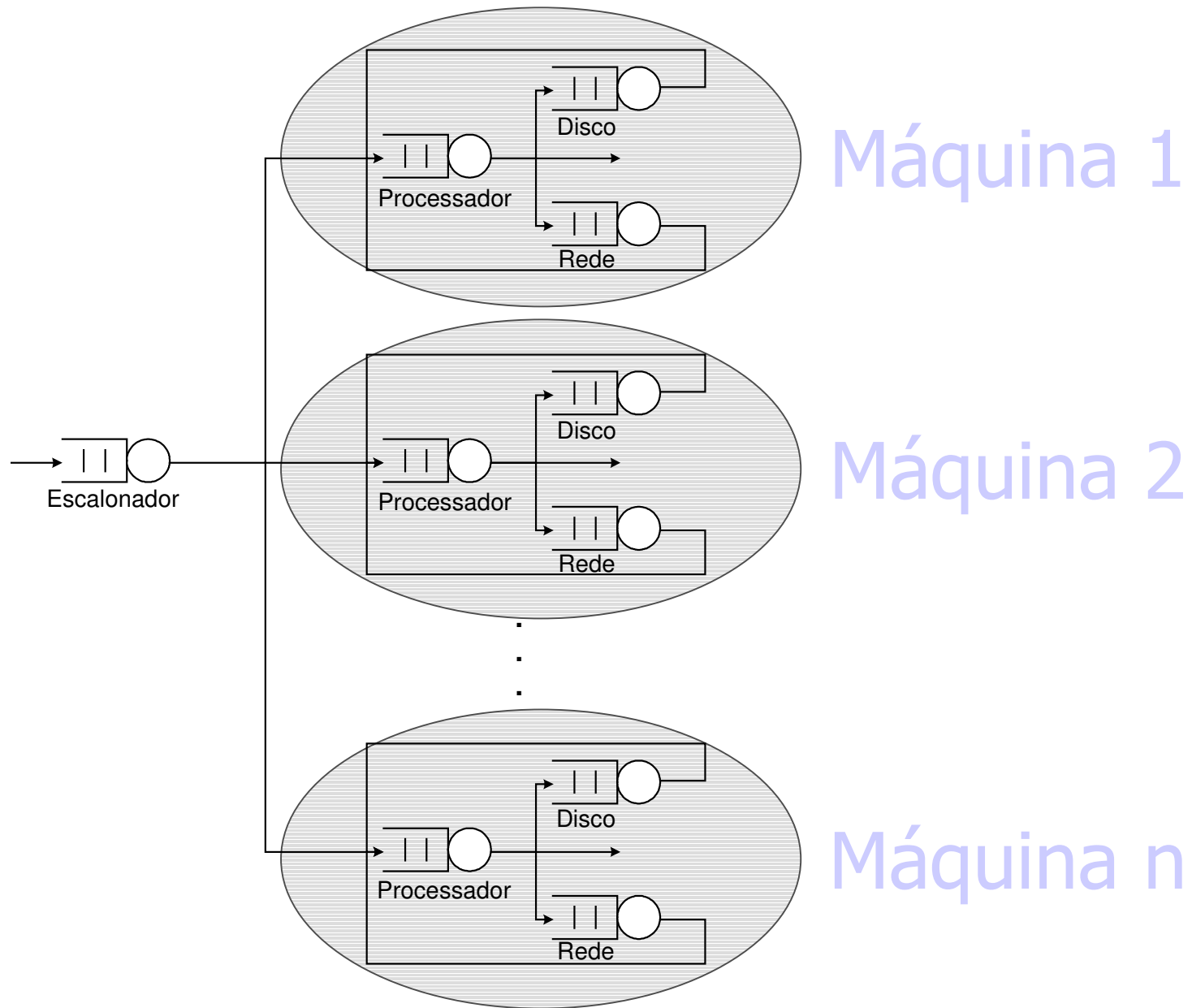
Simulação - Avaliação de Desempenho

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



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.

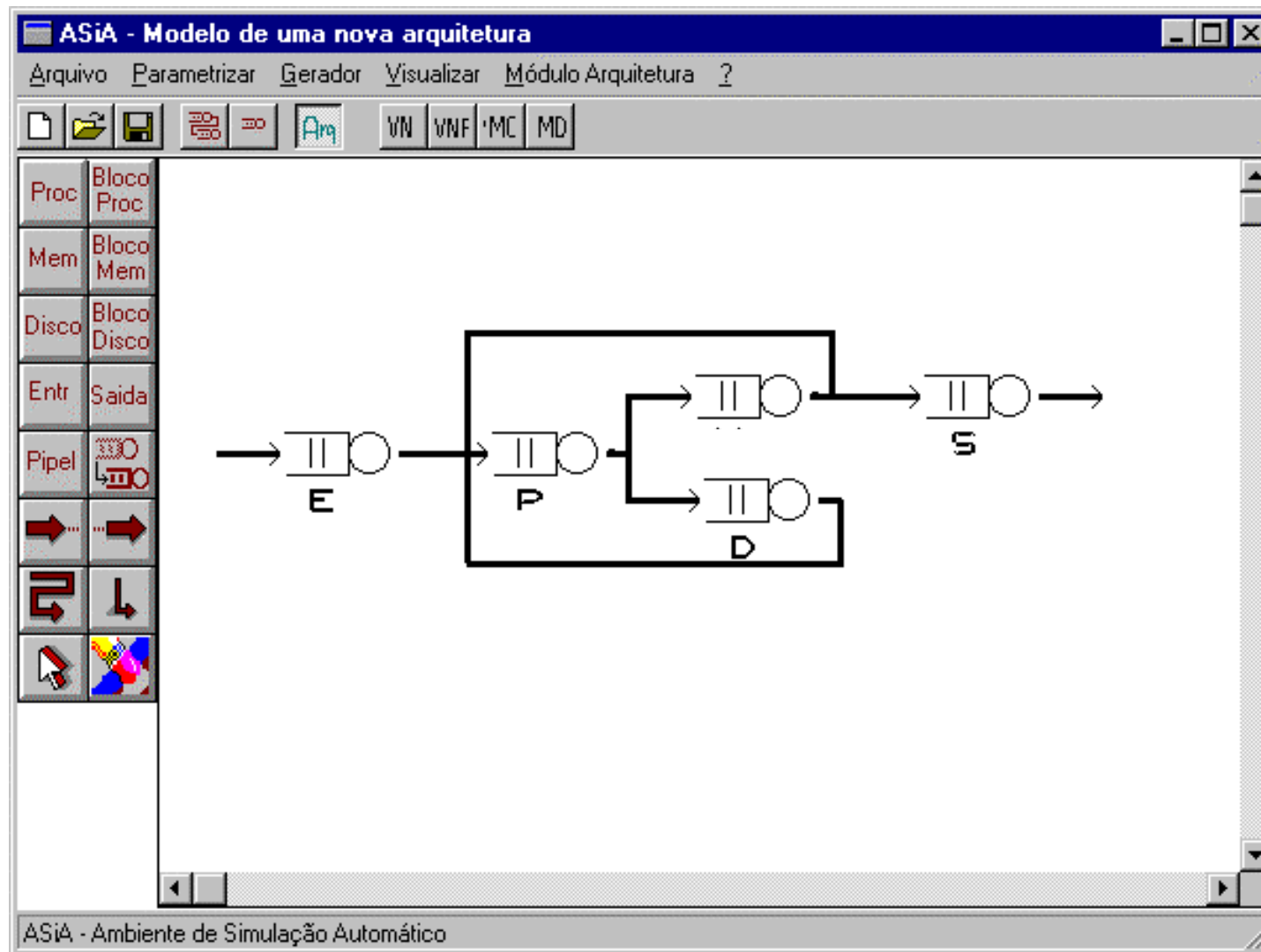
Soluções para o Modelo

- 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

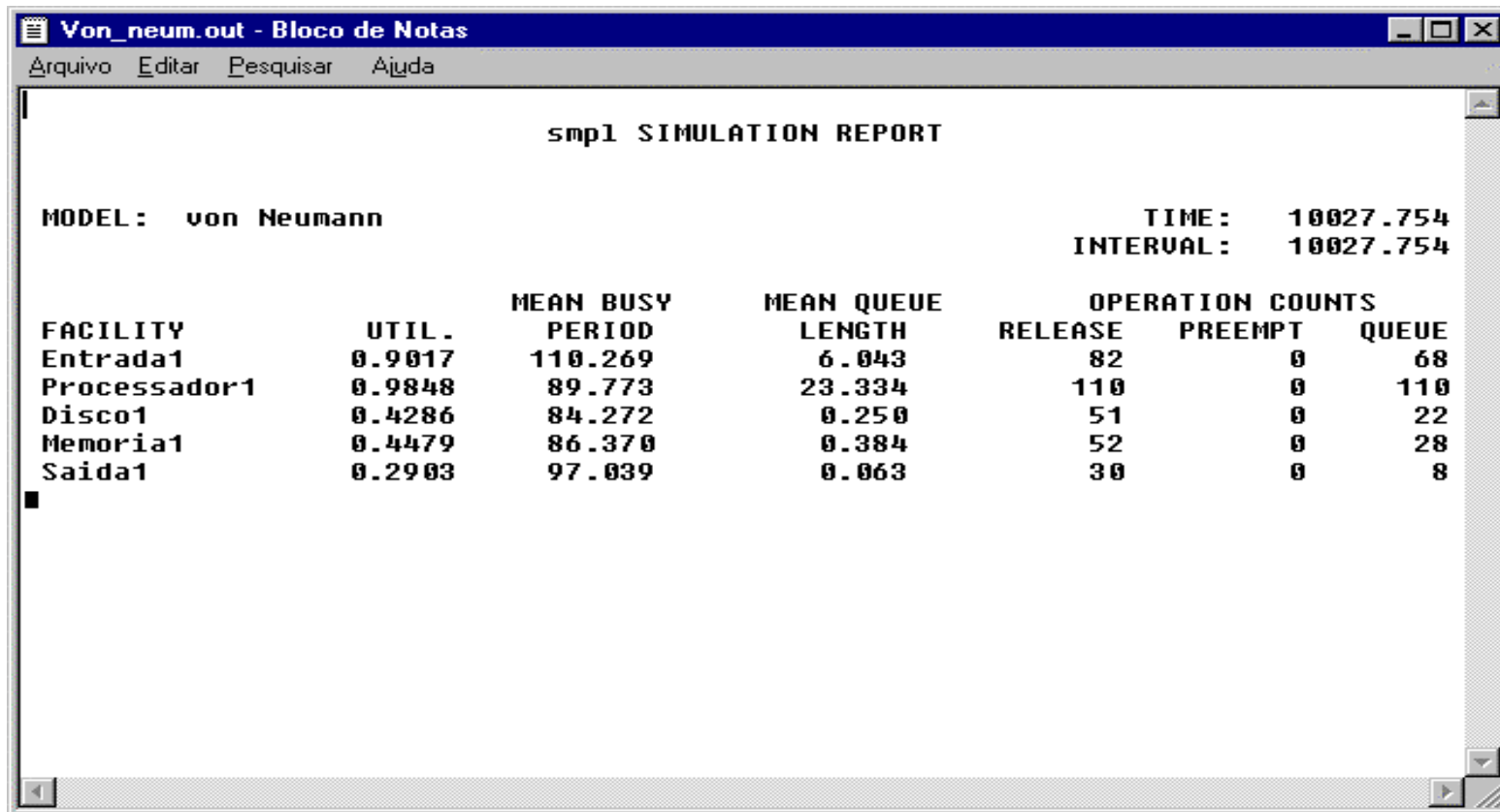
Ferramentas para Simulação

- 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



The screenshot shows a Notepad window titled 'Von_neum.out - Bloco de Notas'. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Pesquisar', and 'Ajuda'. The main text area contains the following simulation report:

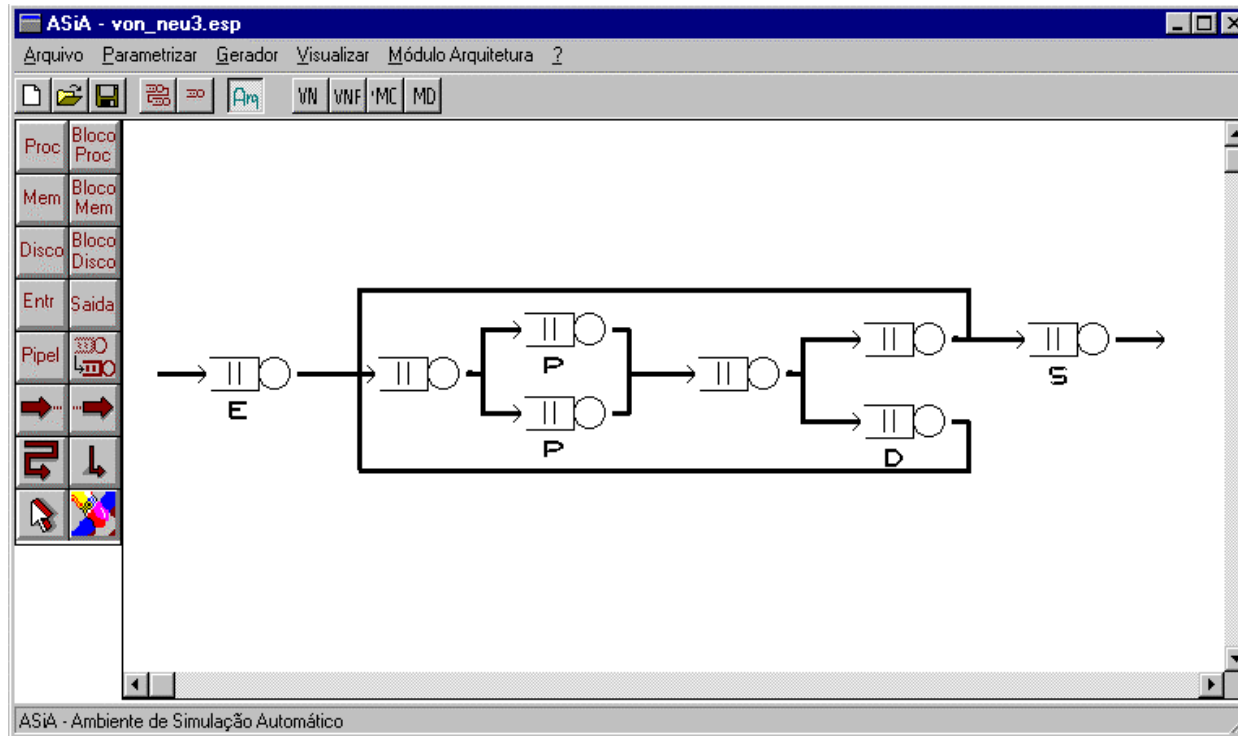
```
smp1 SIMULATION REPORT

MODEL:  von Neumann

                                TIME:  10027.754
                                INTERVAL: 10027.754

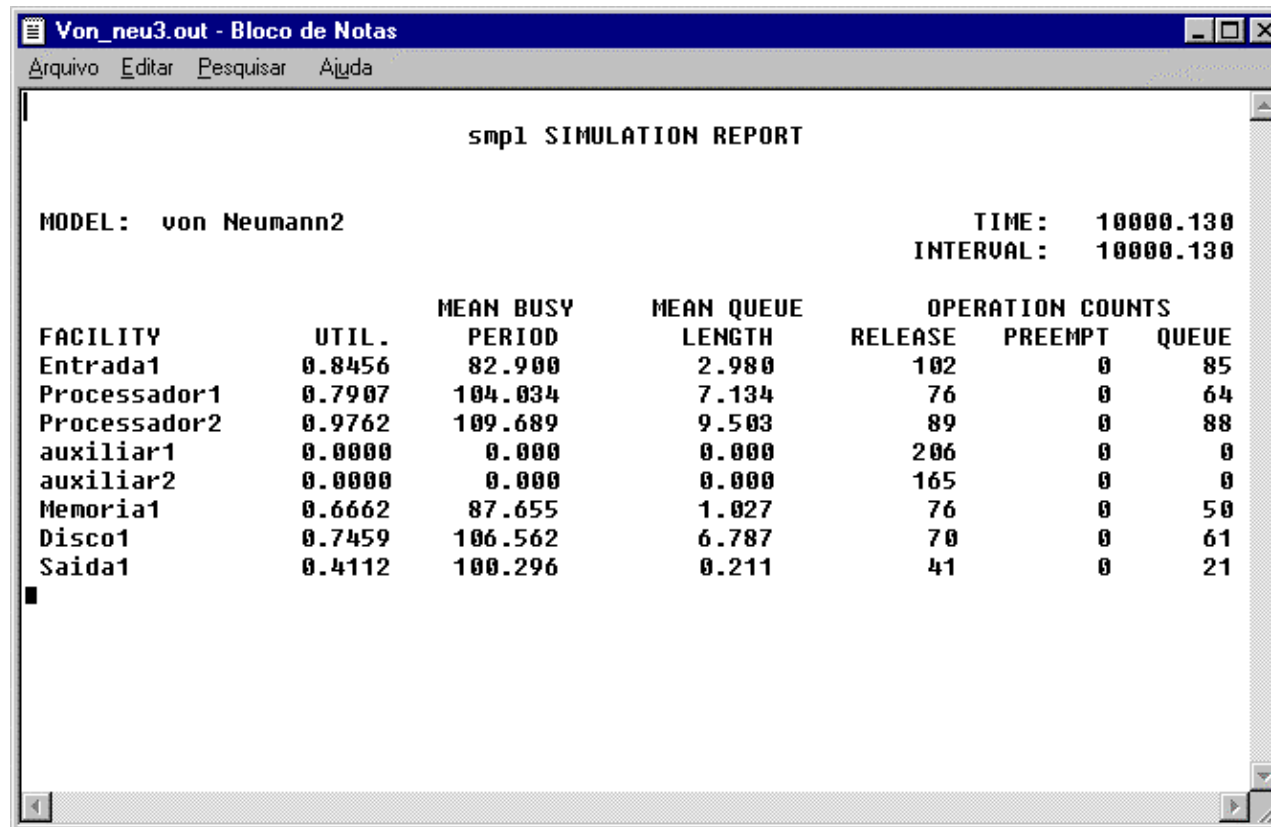
FACILITY      UTIL.    MEAN BUSY    MEAN QUEUE    OPERATION COUNTS
Entrada1      0.9017    110.269     6.043         RELEASE  PREEMPT  QUEUE
Processador1  0.9848    89.773     23.334         82       0       68
Disco1        0.4286    84.272     0.250         110      0       110
Memoria1      0.4479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

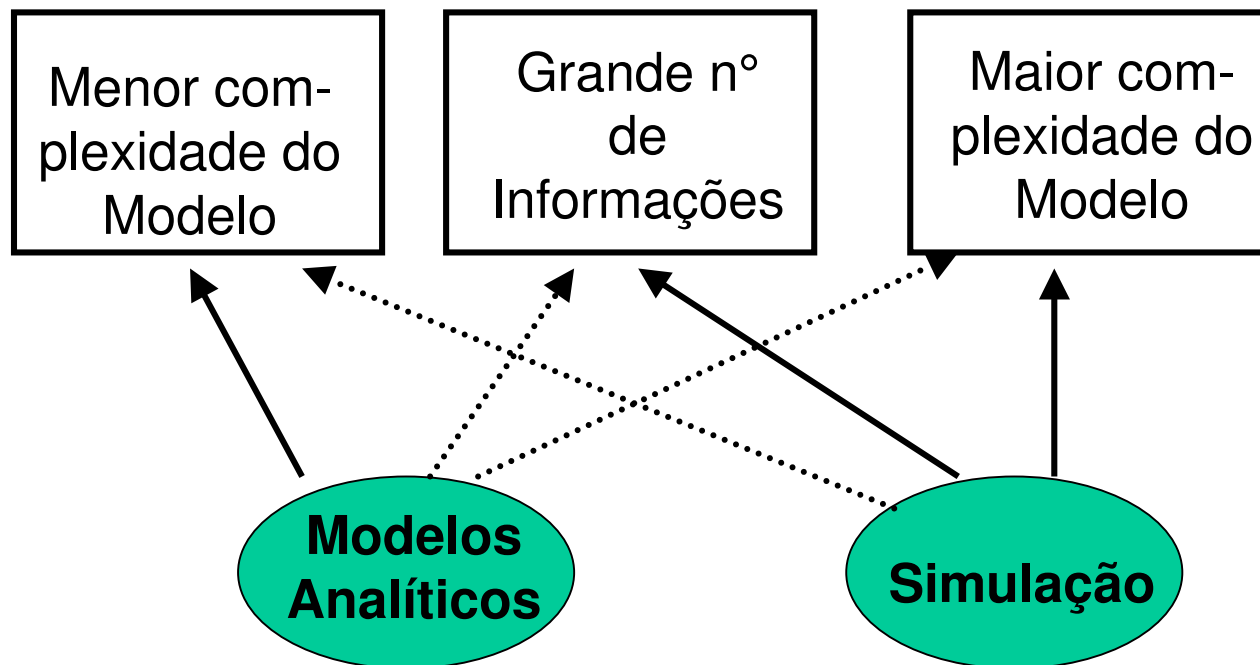
Analíticos: Requer validação do modelo
Dificuldade em resolver a equação
Requer simplificações
Resultados precisos
Pouco tempo de processamento

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

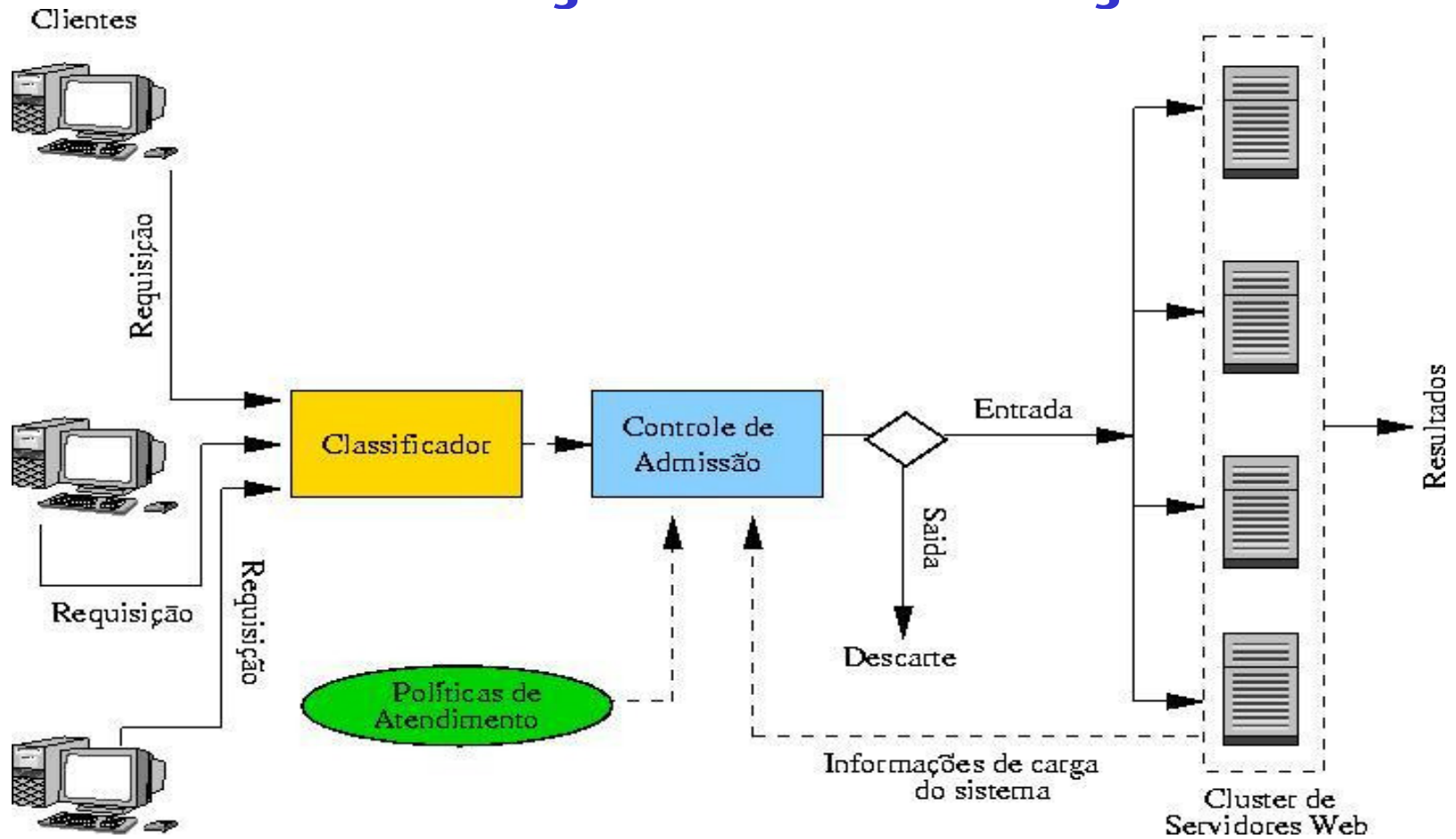
..... Uso Secundário

Exemplo

1. Avaliação de Desempenho de Servidores Web com diferenciação de Serviço

Baseado em pesquisa realizada no Grupo de Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente – ICMC – USP

Servidor Web com Diferenciação de Serviços



Servidor Web com Diferenciação de Serviços

- Requisições Estáticas:
 - Tempo calculado pelo tamanho do arquivo
 - Disco – IBM Deskstar 75 GXP:
 - Taxa de Transferência – 37MBps
 - Latência – 8,5 ms
- Requisições Dinâmicas – 10ms

Servidor Web com Diferenciação de Serviços

- Reserva Adaptativa de Recursos
- Aloca os servidores às classes de usuários sob demanda
- Duas classes de serviço

Objetivo

Verificar a influência da diferenciação de serviços para as diferentes classes de requisições

Servidor Web com Diferenciação de Serviços

Métrica de avaliação

Tempo de Resposta

Determinar a carga de trabalho característica

Traces da Copa do Mundo 98 – França

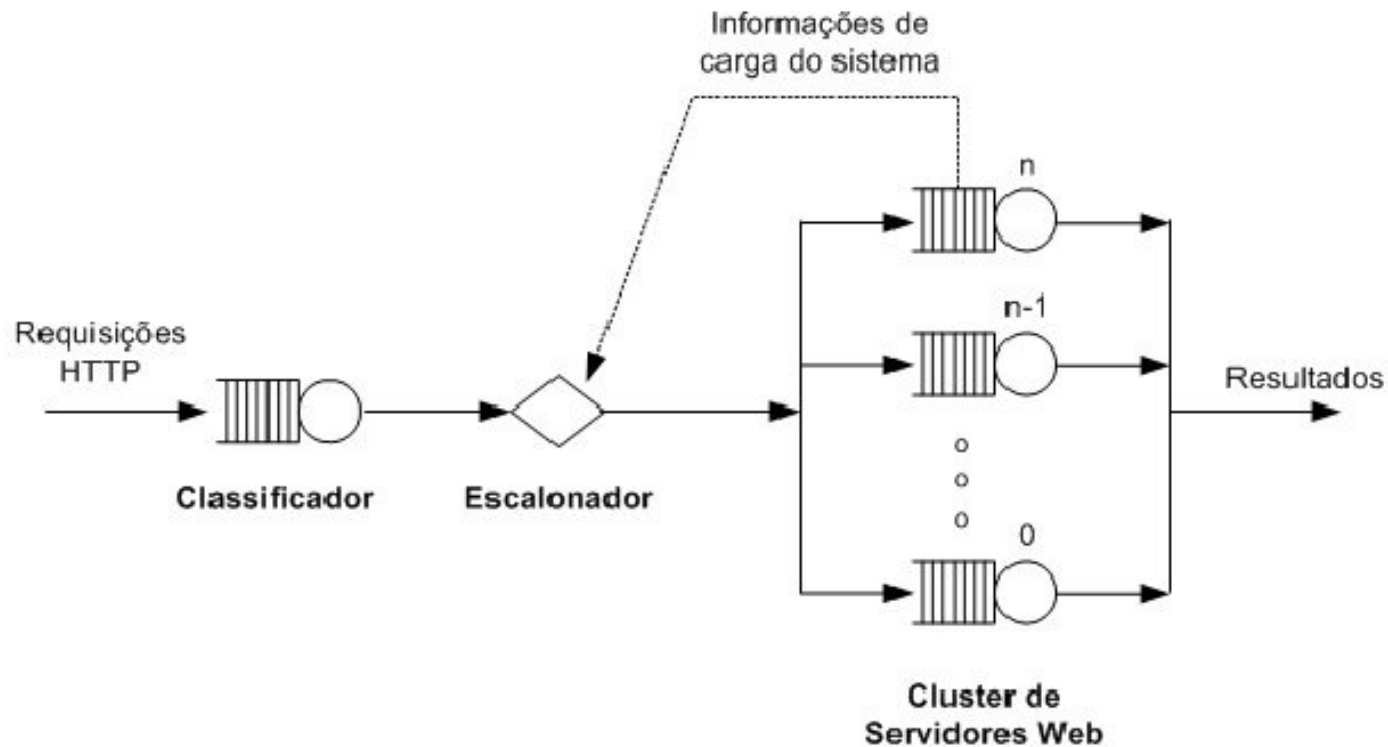
70.000 registros

Servidor Web com Diferenciação de Serviços

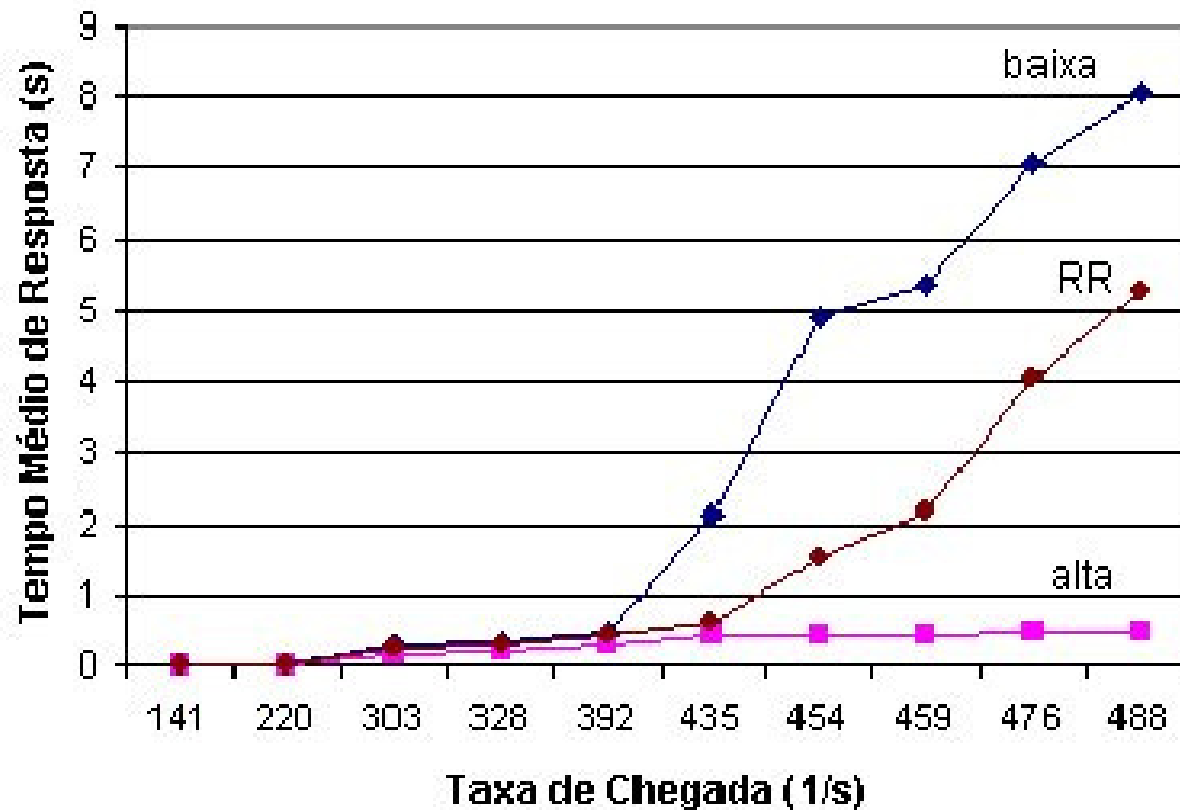
Técnica de Avaliação apropriada

- Modelado em Redes de Filas
- Solução por Simulação
- SIMPACK – Java

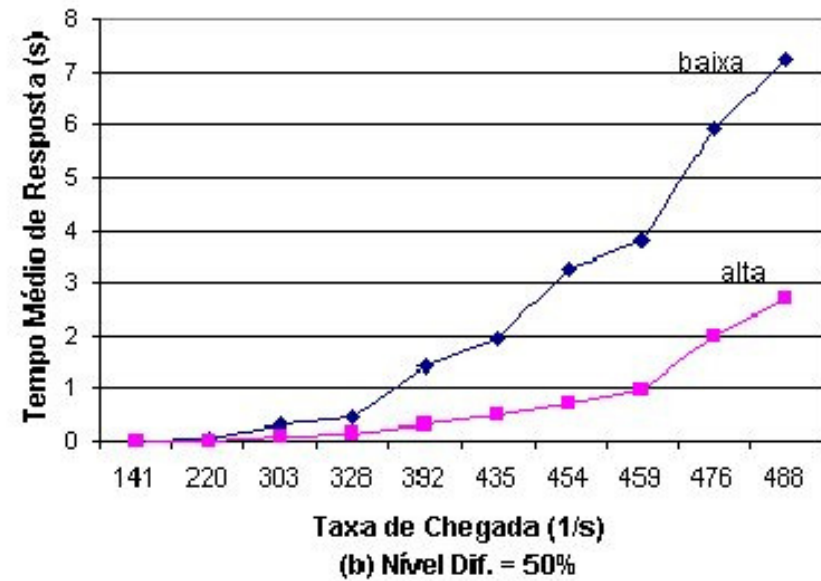
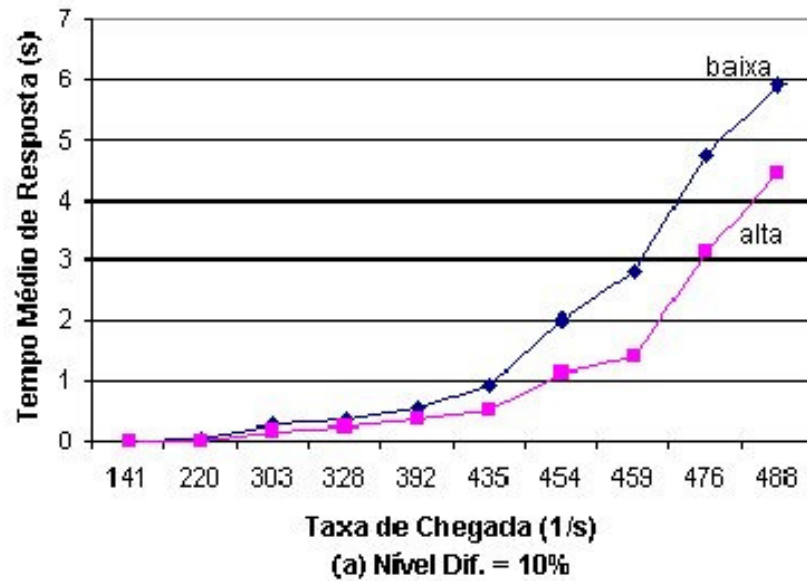
Servidor Web com Diferenciação de Serviços



Servidor Web com Diferenciação de Serviços



Servidor Web com Diferenciação de Serviços



Comparação das Técnicas de Avaliação de Desempenho

	Adequabilidade			Facilidade	Precisão	Tempo	Custo	Alterações
	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