

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

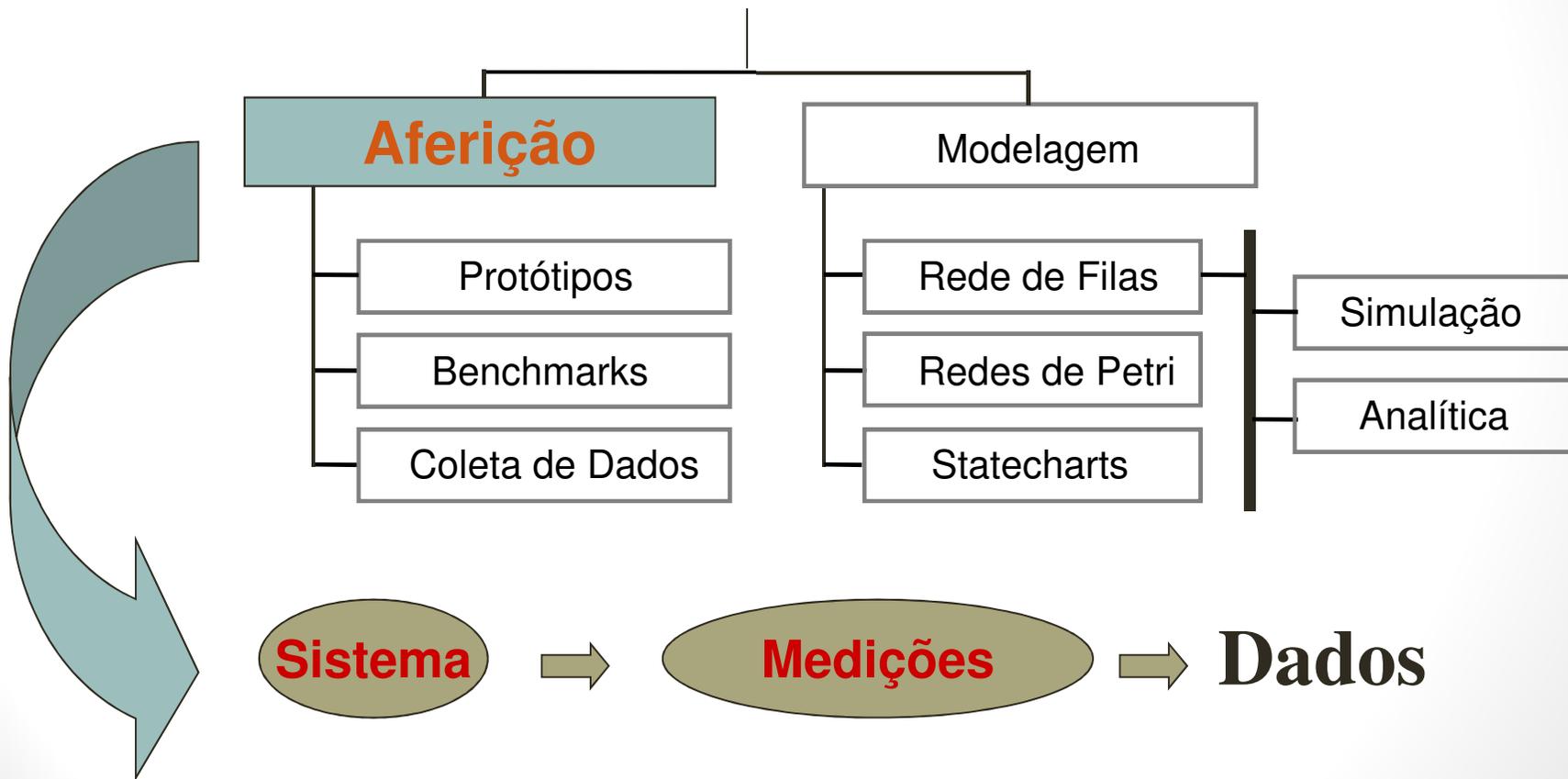
SSC546 – Avaliação de Sistemas Computacionais

Parte 1 - Aula 5

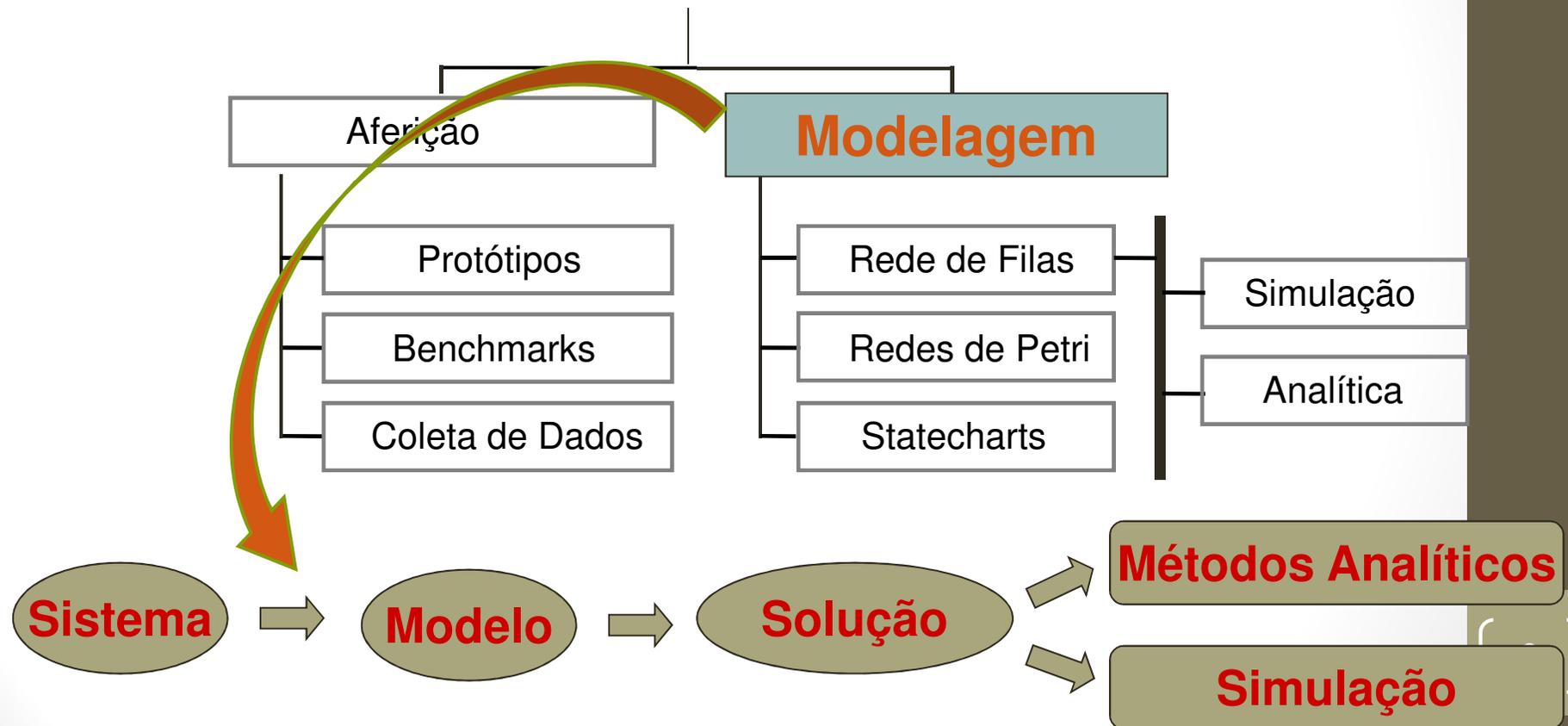
Sarita Mazzini Bruschi

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

Técnicas de Avaliação de Desempenho



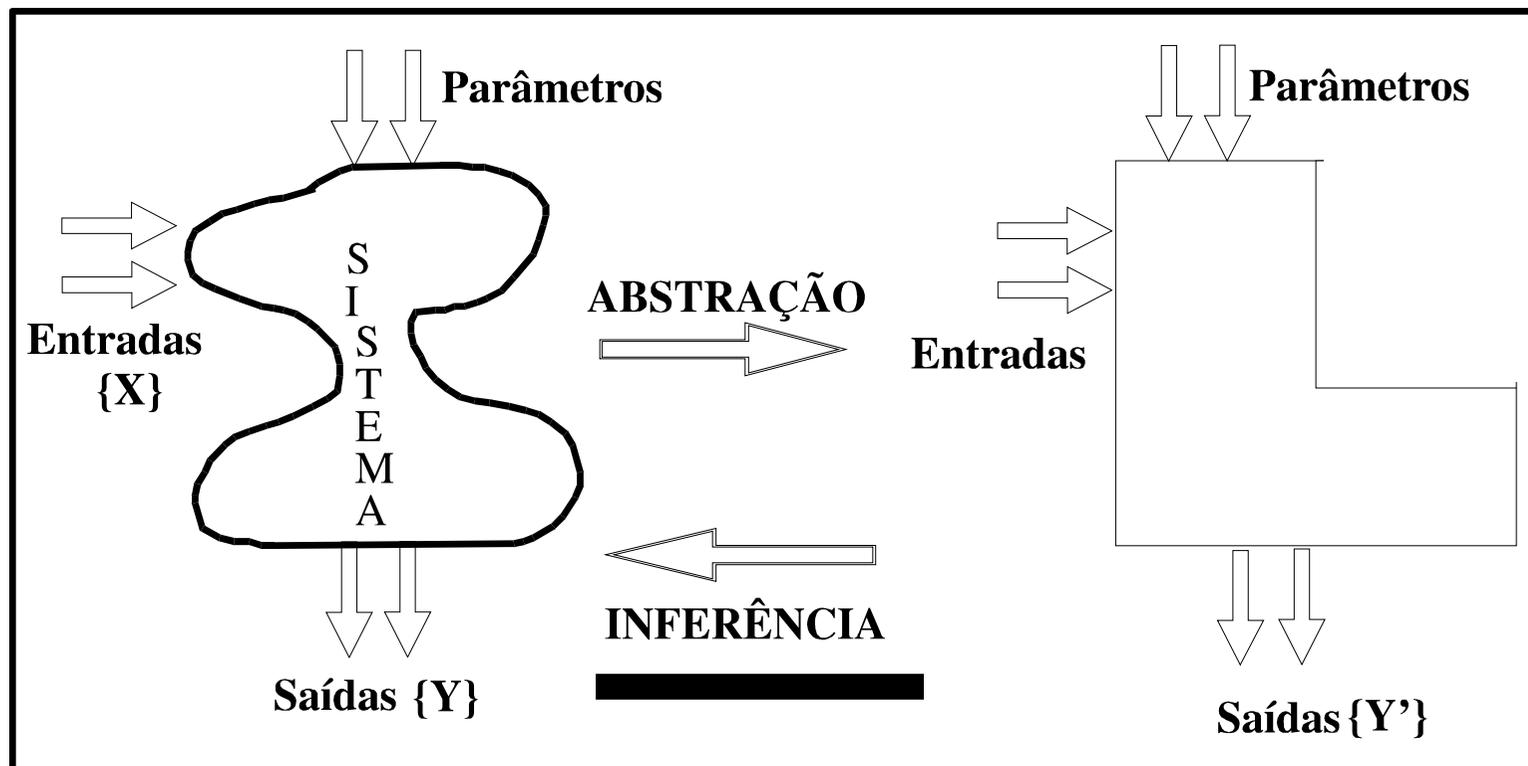
Técnicas de Avaliação de Desempenho



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
 - Sofrem alterações no decorrer do tempo, pois as variáveis de estado de um sistema são dependentes do tempo.

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

Classificação dos modelos

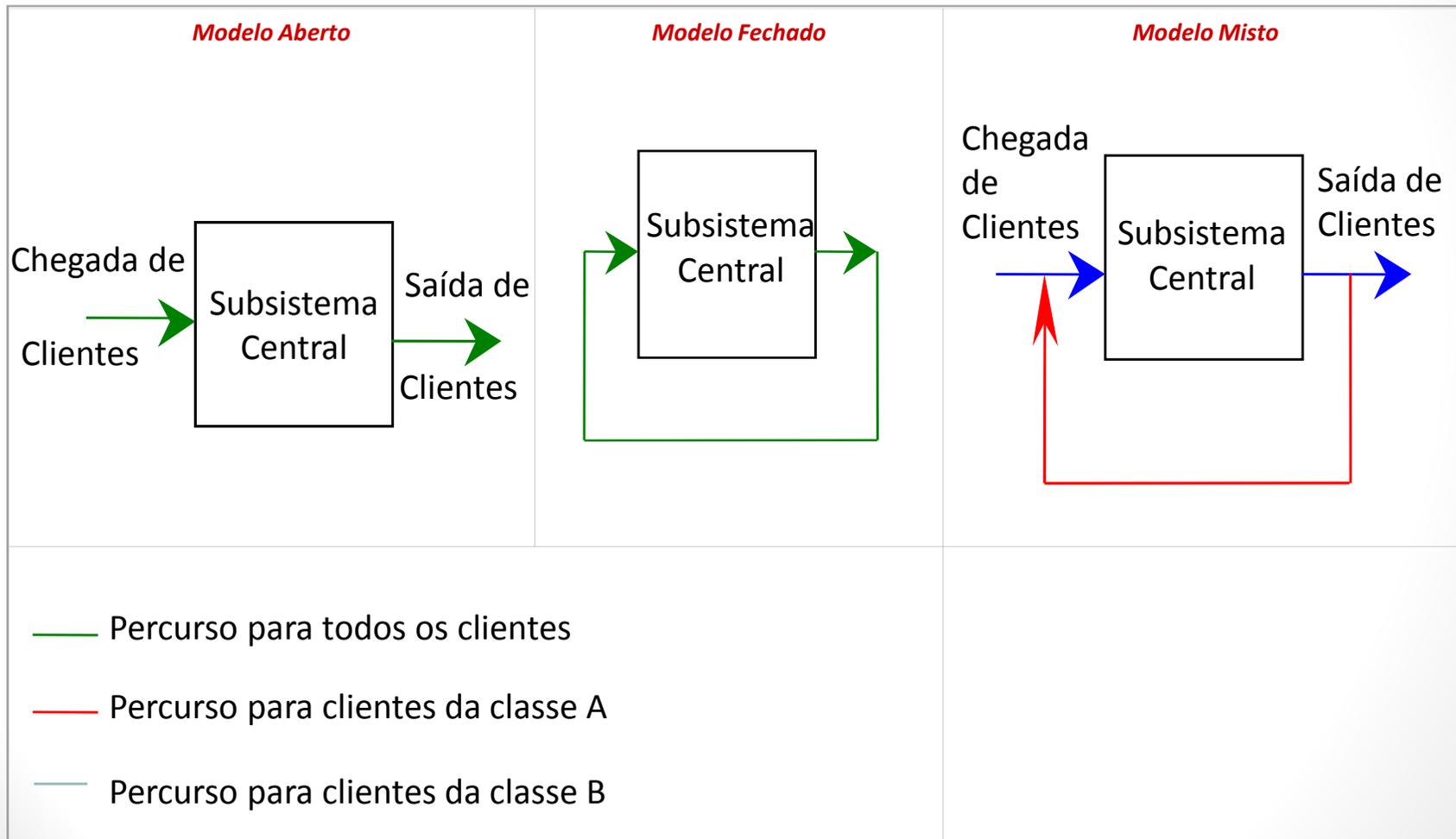
- Quanto ao **comportamento** de suas variáveis de estado em relação ao tempo
 - **Modelo de mudança discreta** (ou *modelo discreto*): variáveis dependentes variam discretamente em pontos específicos do tempo simulado
 - **Modelo de mudança contínuo**: variáveis dependentes podem variar continuamente ao longo do tempo simulado

Sistemas computacionais utilizam-se modelos discretos, uma vez que a alteração de estado em computadores ocorre a intervalos discretos de tempo

Classificação dos Modelos

- **Sistemas Abertos**
 - Número desconhecido e ilimitado de clientes no sistema
 - Carga no sistema – depende da taxa de chegada
- **Sistemas Fechados**
 - Número limitado e conhecido de clientes no sistema
 - Carga do sistema depende do número de clientes

Classificação dos Modelos



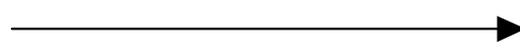
Classificação dos Modelos

- **Classes de Clientes**
 - Um modelo pode possuir uma ou mais classes de clientes
 - Quando um modelo possui mais de uma classe de clientes, pode-se estabelecer prioridades entre as mesmas, trajetórias distintas para cada delas, etc.

Técnicas de Modelagem

- Conjunto de etapas independentes, mas inter-relacionadas

Especificação do Modelo



RP, RF, SC, DE...

Parametrização do Modelo



$p, \lambda, t \dots$

Solução do Modelo



CM, TF, PE, Sim..

Apresentação dos Resultados



Texto, Gráfico...



RP (Redes de Petri), RF (Redes de Filas), SC (Statecharts), DE (Diagrama de Estados)

p (Probabilidades), λ (Taxas), t (Tempos)

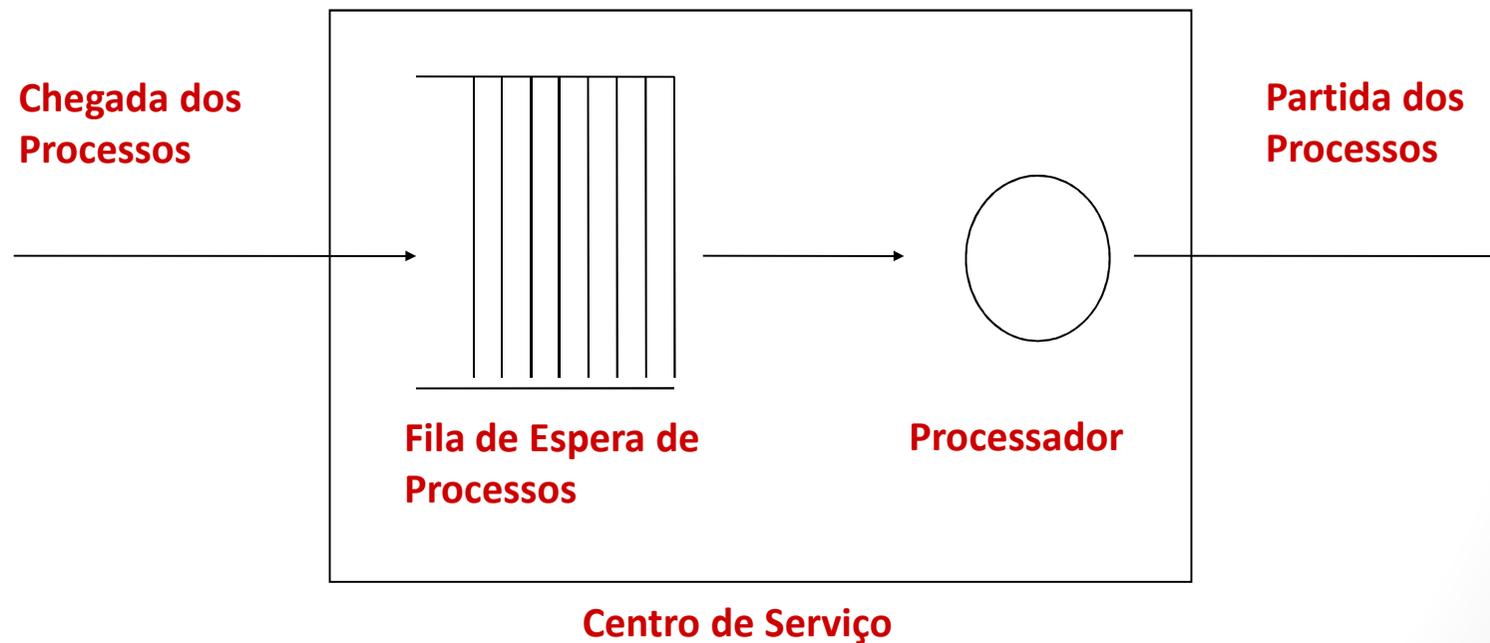
CM(Cadeias de Markov), TF (Teoria de Filas), PE (Processos Estocásticos), Sim. (Simulação)

Técnicas de Modelagem

- **Etapa 1:**
 - 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;
 - Statecharts;
 - etc.

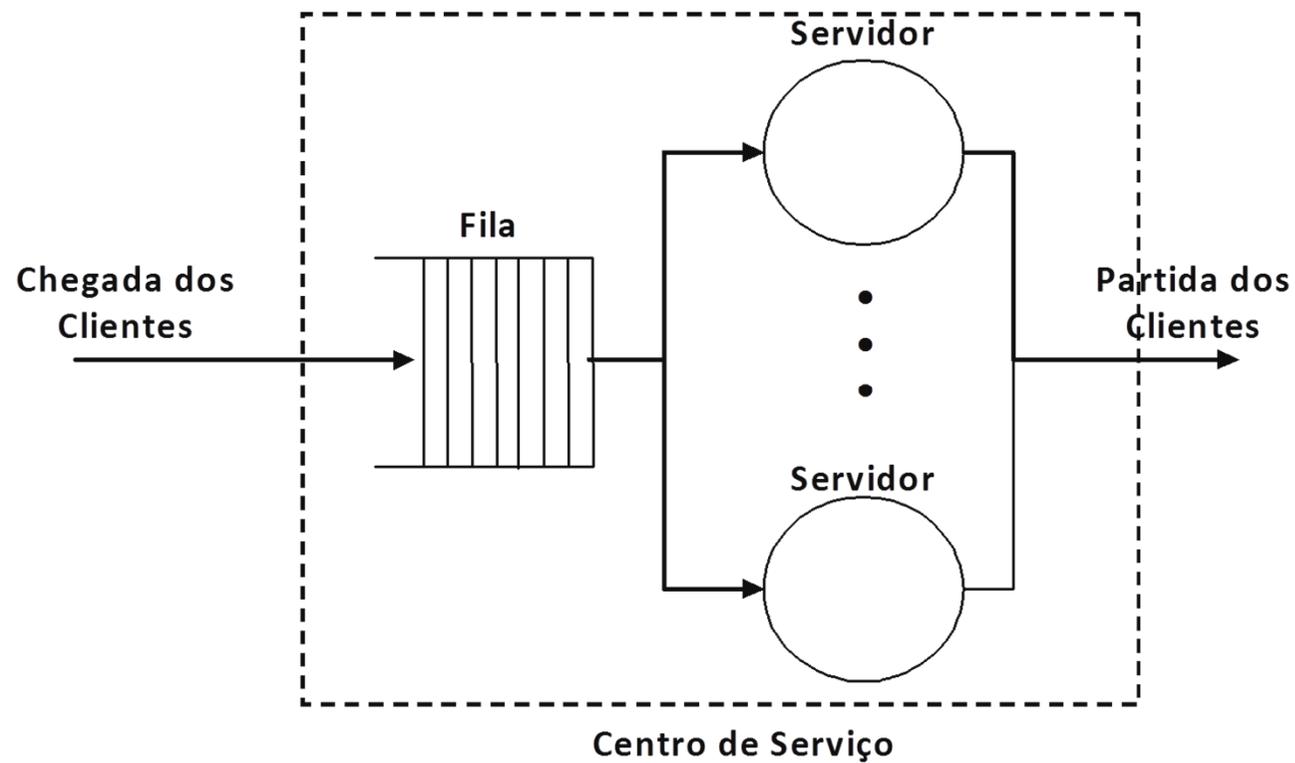
Redes de Filas

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



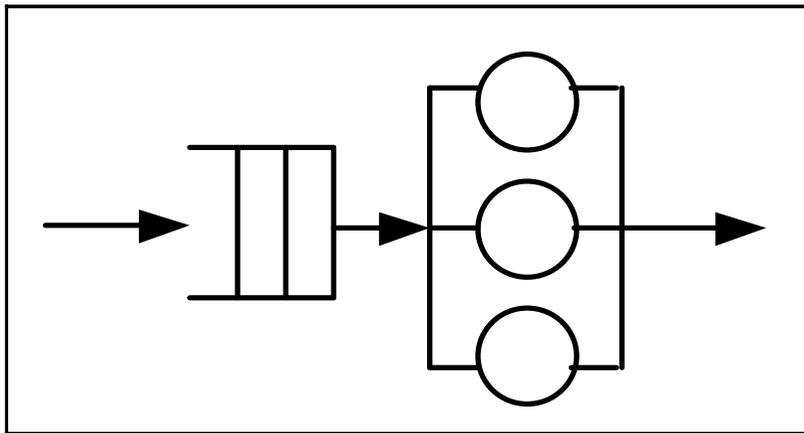
Redes de Filas

- Um centro de serviços pode ter um ou mais servidores e uma ou mais filas

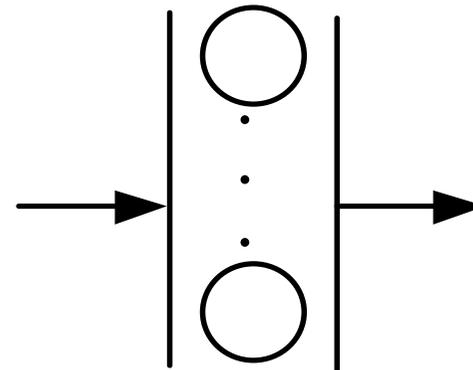


Redes de Filas

- Os centros de serviços podem ser de **capacidade fixa** ou **centros de delay**



Centro de Capacidade Fixa



Centro *Delay*

- Nos **centro delay** não há competição, pois existe um número muito grande de servidores disponíveis, sendo que o serviço é infinitamente disponível

Redes de Filas

- Exemplos:
 - Cinema com uma bilheteria
 - Banco com quatro caixas
 - Correio tipo 1 – Agência de Água Vermelha, com:
 - 1 caixa
 - Dois tipos de cliente: comum e preferencial

Redes de Filas

- Exemplos:
 - Correio tipo 2 – Agência de São Carlos com:
 - Dois tipos de serviço: comum (5 caixas) e sedex (2 caixas)
 - Dois tipos de cliente: comum e preferencial
 - Incluir reserva de recurso para cliente preferencial

Use fila única sempre que possível!!!

Redes de Filas

- Exemplos:
 - Correio tipo 3 – Agência de São Paulo, com:
 - Três tipos de serviço: comum (10 caixas), sedex (2 caixas), encomendas (2 caixas)
 - Dois tipos de clientes: comum e preferencial
 - Parte dos clientes passam pelo balcão para fechar envelope (eu possuí infinitos tubos de cola) antes de ir para as filas dos caixas

Redes de Filas

- Exemplos:
 - Sistema de arquivos com um processador e quatro unidades de disco. Algumas requisições (30%) não necessitam acessar os discos para serem executadas.
 - Sistema de arquivos onde um servidor central recebe as requisições e redireciona para outros quatro servidores.

Notação para Sistemas de Filas

A/B/c/K/m/Z

A \Rightarrow tempo entre chegadas;

B \Rightarrow distribuição tempo de serviço;

c \Rightarrow número de servidores;

K \Rightarrow capacidade do sistema;

m \Rightarrow número de clientes na fonte;

Z \Rightarrow disciplina da fila.

Notação para Sistemas de Filas

- Normalmente usa-se apenas A/B/c:
 - não há limite para o tamanho da fila;
 - fonte de clientes é infinita;
 - disciplina da fila é FCFS
- M/M/1
 - taxas de chegadas entre clientes - distribuição exponencial
 - tempo de serviço - distribuição exponencial
 - um único servidor

Notação para Sistemas de Filas

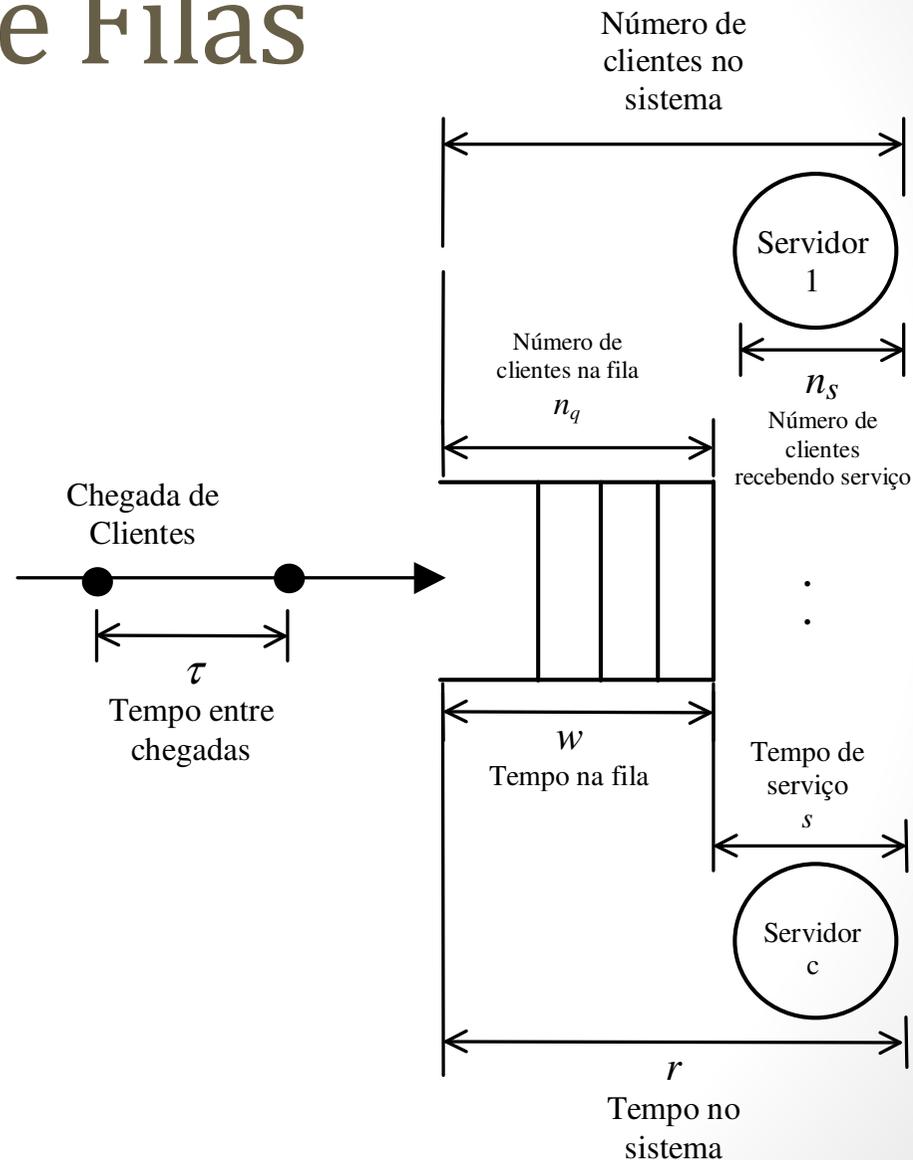
- Parâmetros A e B são normalmente representados por Distribuições de Probabilidade
 - Uniforme
 - Exponencial
 - Erlang
 - Triangular

Notação para Sistemas de Filas

- Disciplinas de Atendimento de Clientes
 - FCFS - First Come First Served;
 - LCFS - Last Come First Served;
 - RR - Round Robin (Circular);
 - Prioridades e Preempção.

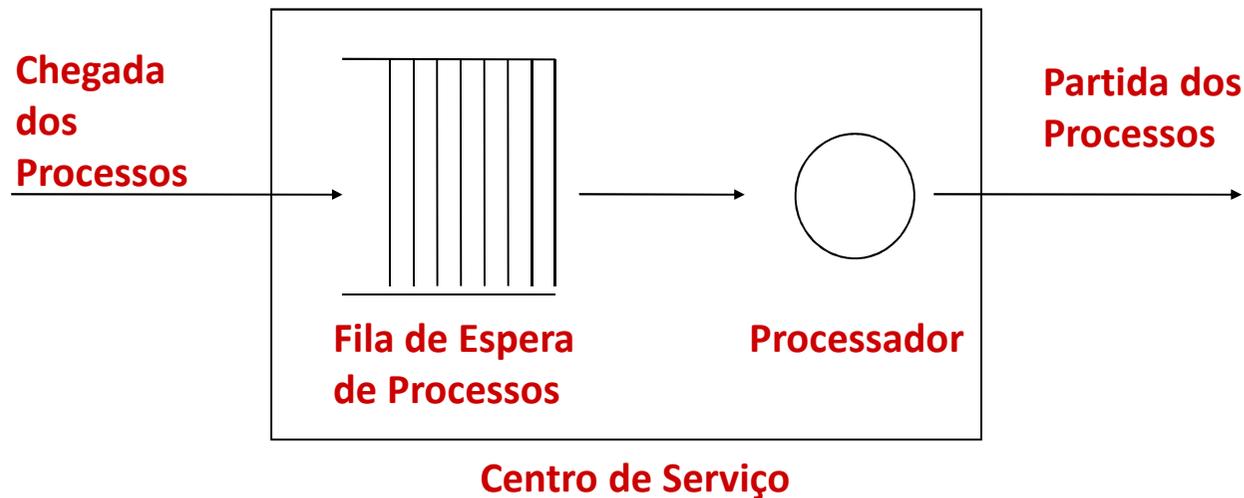
Variáveis Aleatórias em um Sistema de Filas

Sistema descrito por uma combinação de variáveis aleatórias e respectivas distribuições



Exemplos – Redes de Filas

- Cinema com uma bilheteria

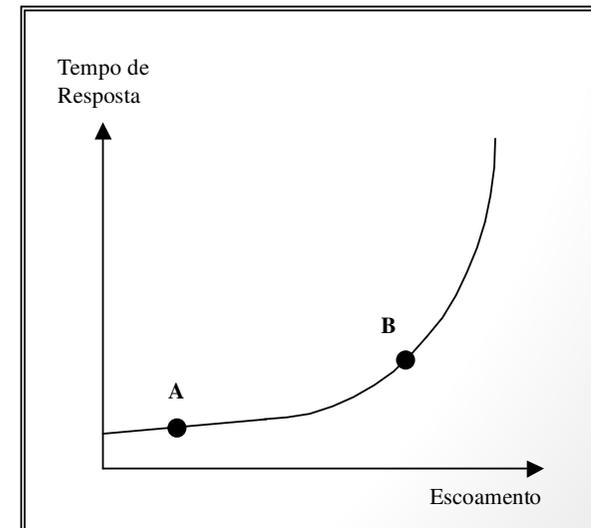
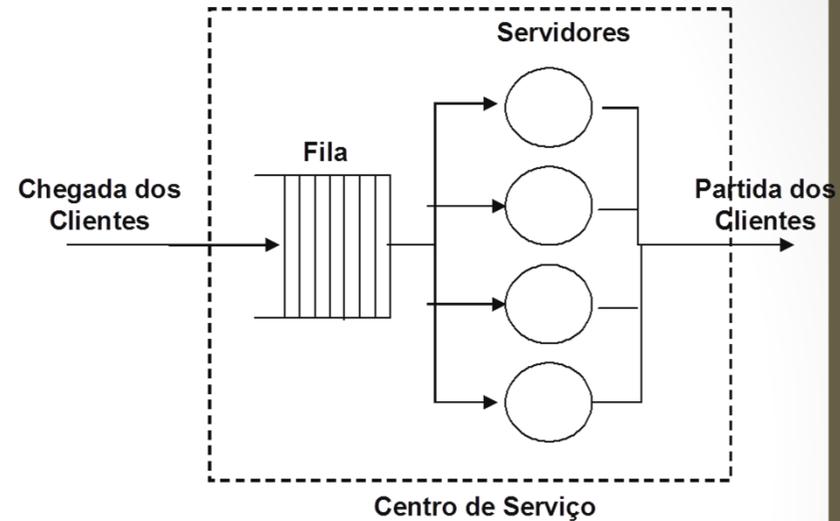


- Quantos clientes são atendidos por unidade de tempo?
- Qual o número médio de clientes na fila?
- Qual o tempo médio de espera para compra do ingresso?
- Qual o tempo médio necessário para comprar o ingresso?

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 Filas

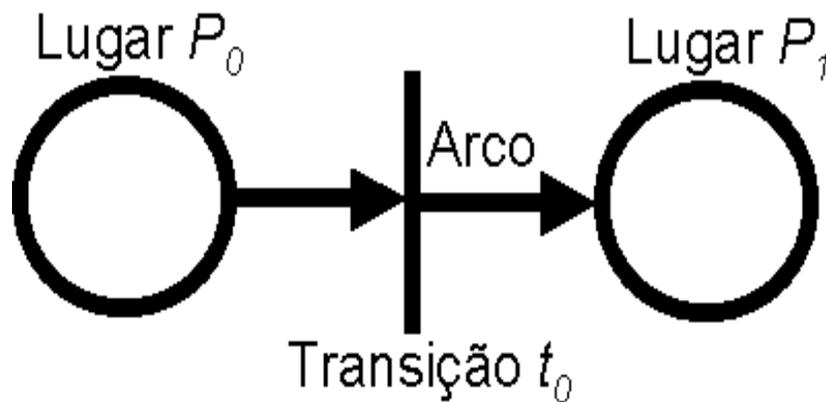
- Por outro lado...
 - a representação do caminho linear que os clientes traçam através do sistema é descrita com bastante propriedade, noção que na maioria das técnicas é perdida com facilidade
 - possuem uma base matemática bastante solidificada

Redes de Petri

- Ferramenta de modelagem efetiva para a descrição e a análise de concorrência e sincronização em sistemas paralelos, demonstrando ações cooperativas de diferentes entidades

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

- Formalmente, a rede de Petri é dada por uma quintupla:

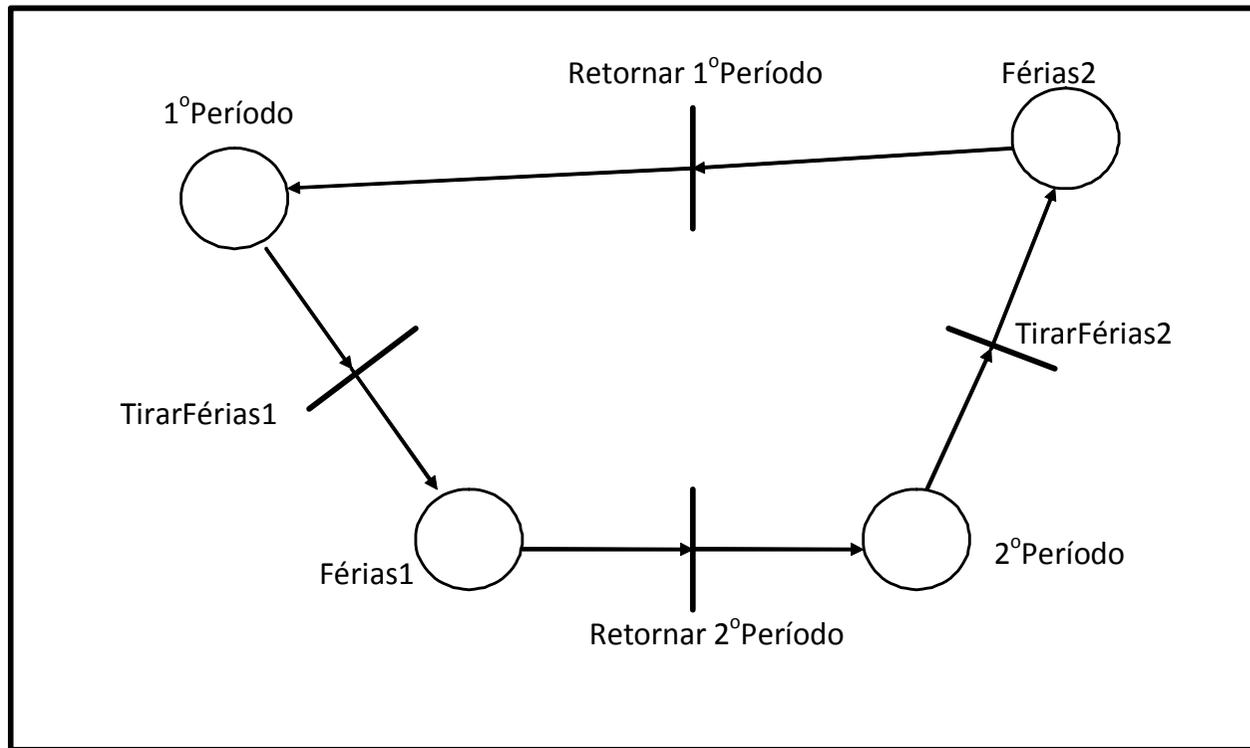
$$RP = (P, T, A, V, K)$$

- onde:
 - P é um conjunto finito de lugares;
 - T conjunto finito de transições;
 - A conjunto de arcos;
 - V função de pesos;
 - K capacidade dos lugares;

Redes de Petri - Exemplo

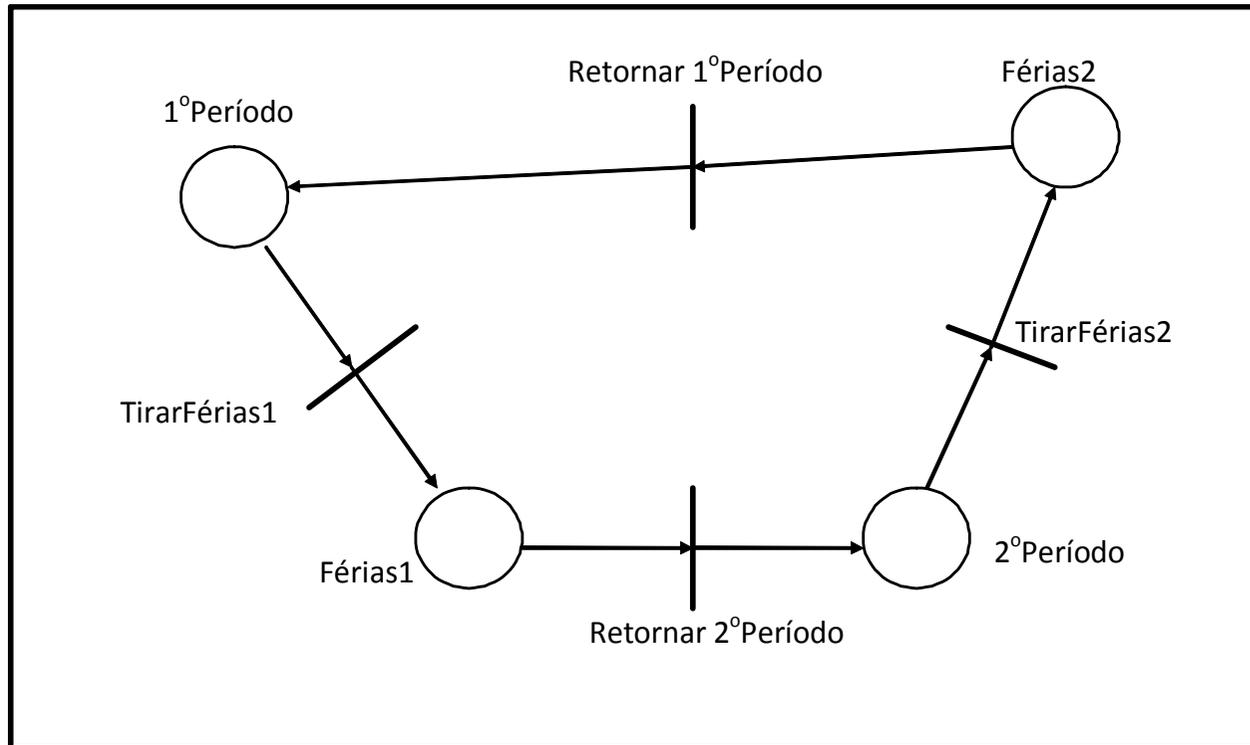
- Representação do ano letivo de uma Universidade.
 - O ano letivo começa com o primeiro período (semestre) letivo, seguido das primeiras férias (de julho), logo após, tem-se o segundo período letivo, e finalmente as férias de final de ano

Redes de Petri - Exemplo



$$RP = (P, T, A, V, K)$$

Redes de Petri - Exemplo

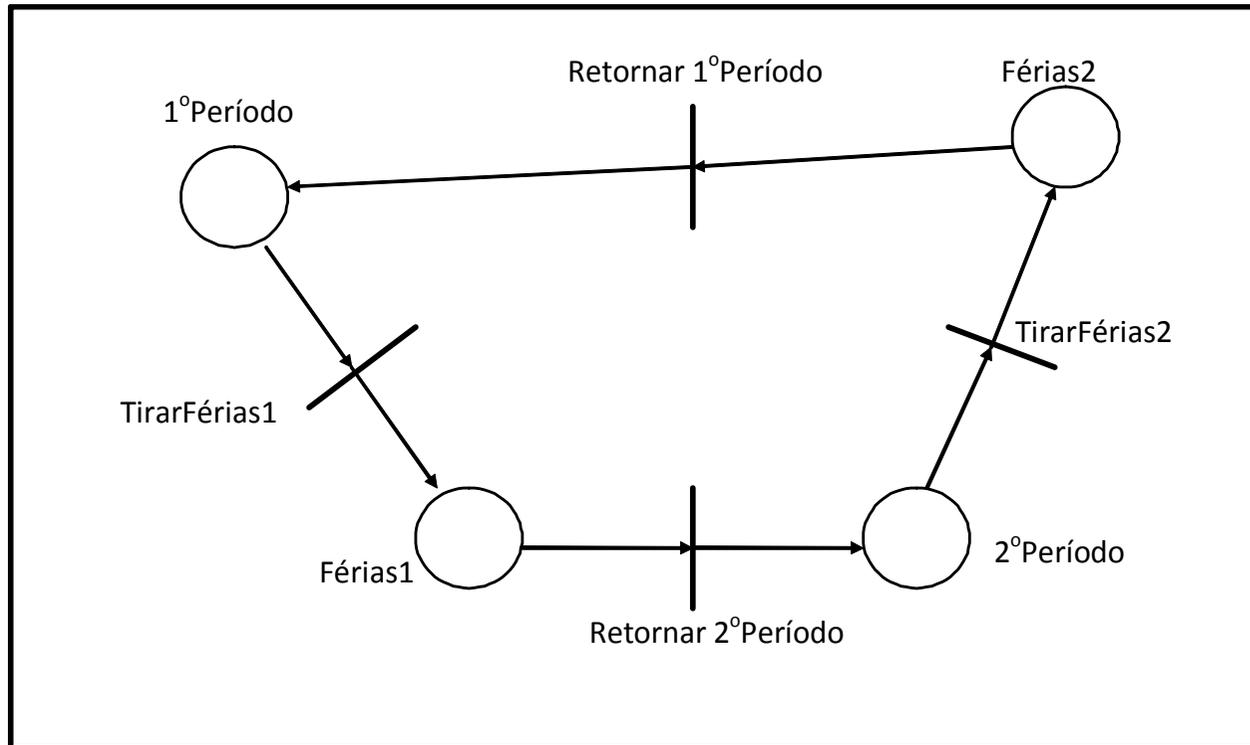


$RP_{\text{Ano_Letivo}} = (P, T, A, V, K)$

$P = \{1^\circ\text{Período}, \text{Férias1}, 2^\circ\text{Período}, \text{Férias2}\};$

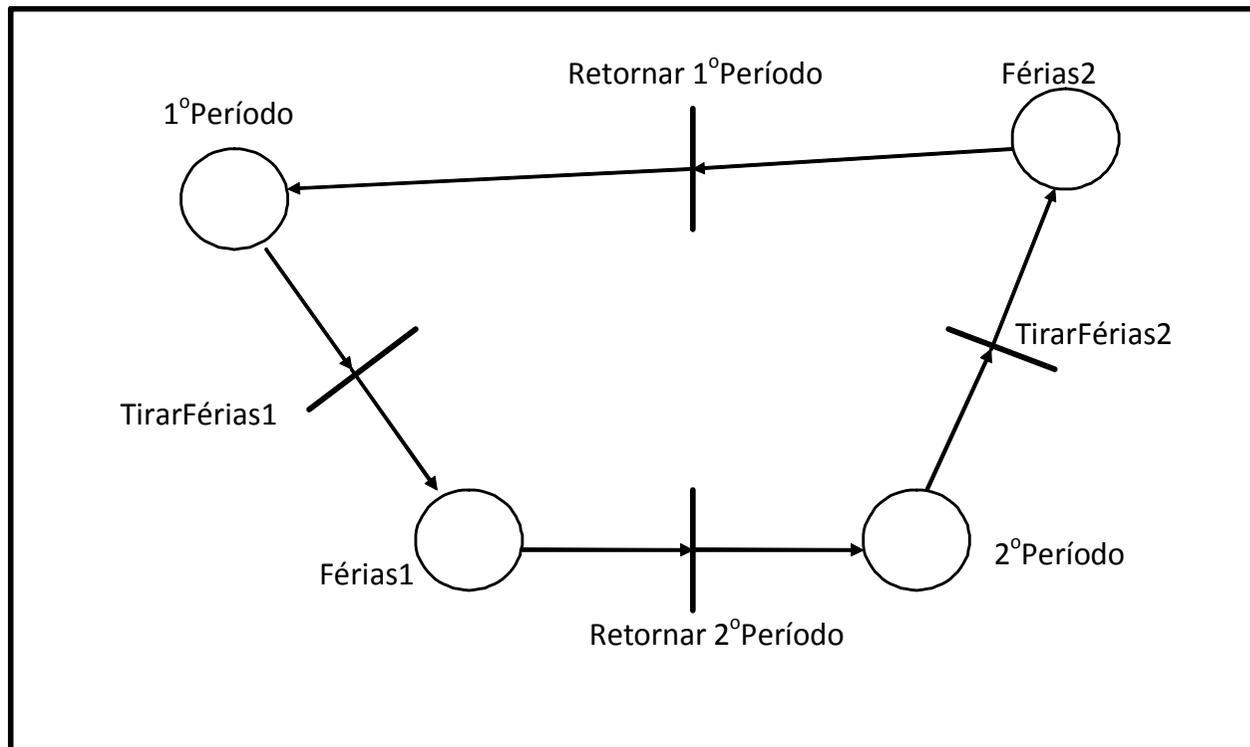
$T = \{\text{TirarFérias1}, \text{Retornar2}^\circ\text{Período}, \text{TirarFérias2}, \text{Retornar1}^\circ\text{Período}\};$

Redes de Petri - Exemplo



$A = \{ (1^\circ\text{Período}, \text{TirarFérias1}), (\text{TirarFérias1}, \text{Férias1}), (\text{Férias1}, \text{Retornar2}^\circ\text{Período}), (\text{Retornar2}^\circ\text{Período}, 2^\circ\text{Período}), (2^\circ\text{Período}, \text{TirarFérias2}), (\text{TirarFérias2}, \text{Férias2}), (\text{Férias2}, \text{Retornar1}^\circ\text{Período}), (\text{Retornar1}^\circ\text{Período}, 1^\circ\text{Período}) \}$

Redes de Petri - Exemplo

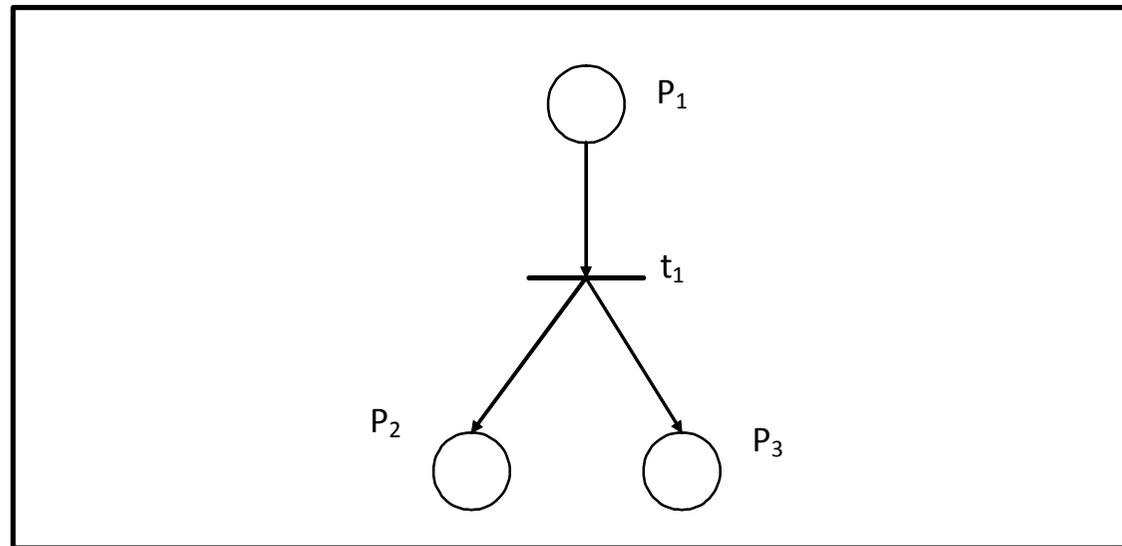


$$V = \{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\}$$

$$K = \{K_{1ºPeríodo} = 1, K_{Férias1} = 1, K_{2ºPeríodo} = 1, K_{Férias2} = 1\}.$$

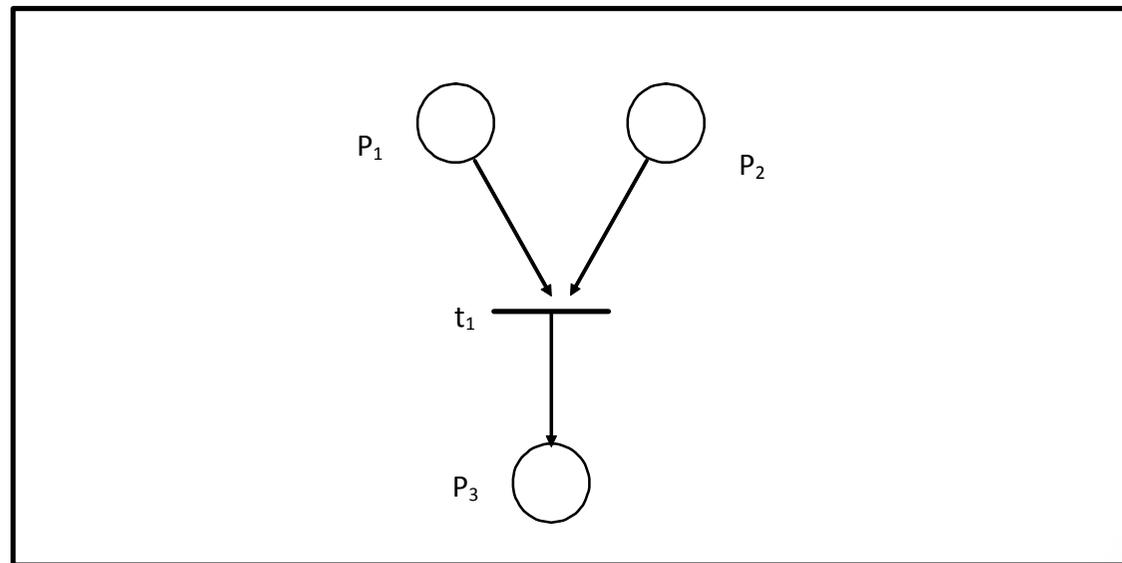
Redes de Petri

- **Redes Elementares – Distribuição**
 - Utilizada na criação de processos paralelos a partir de um processo pai. Os processos filhos são criados através da distribuição dos tokens encontrados no processo (lugar) pai



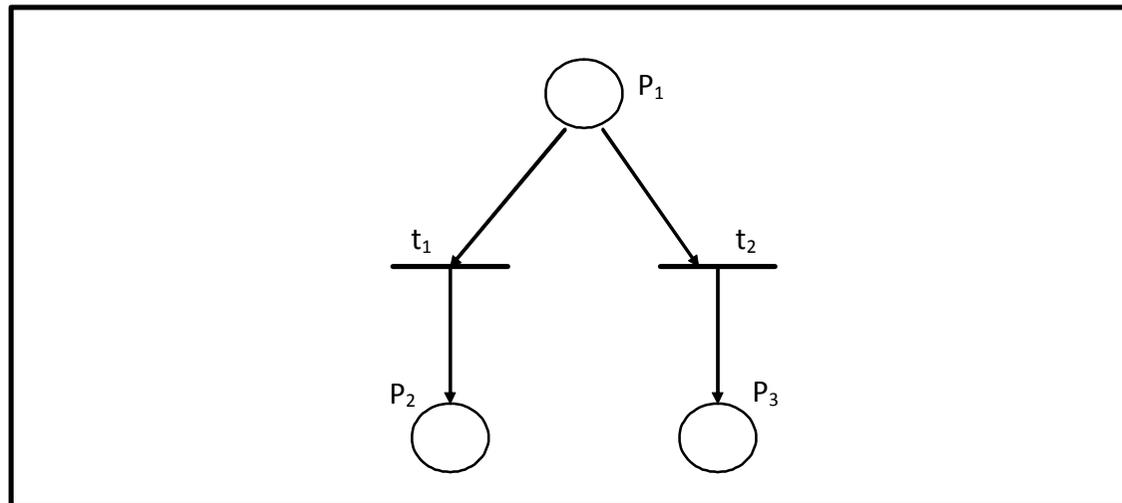
Redes de Petri

- **Redes Elementares – Junção**
 - Modela a sincronização entre atividades concorrentes.
 - A transição t_1 só dispara quando existirem tokens tanto em P_1 , quanto em P_2 .



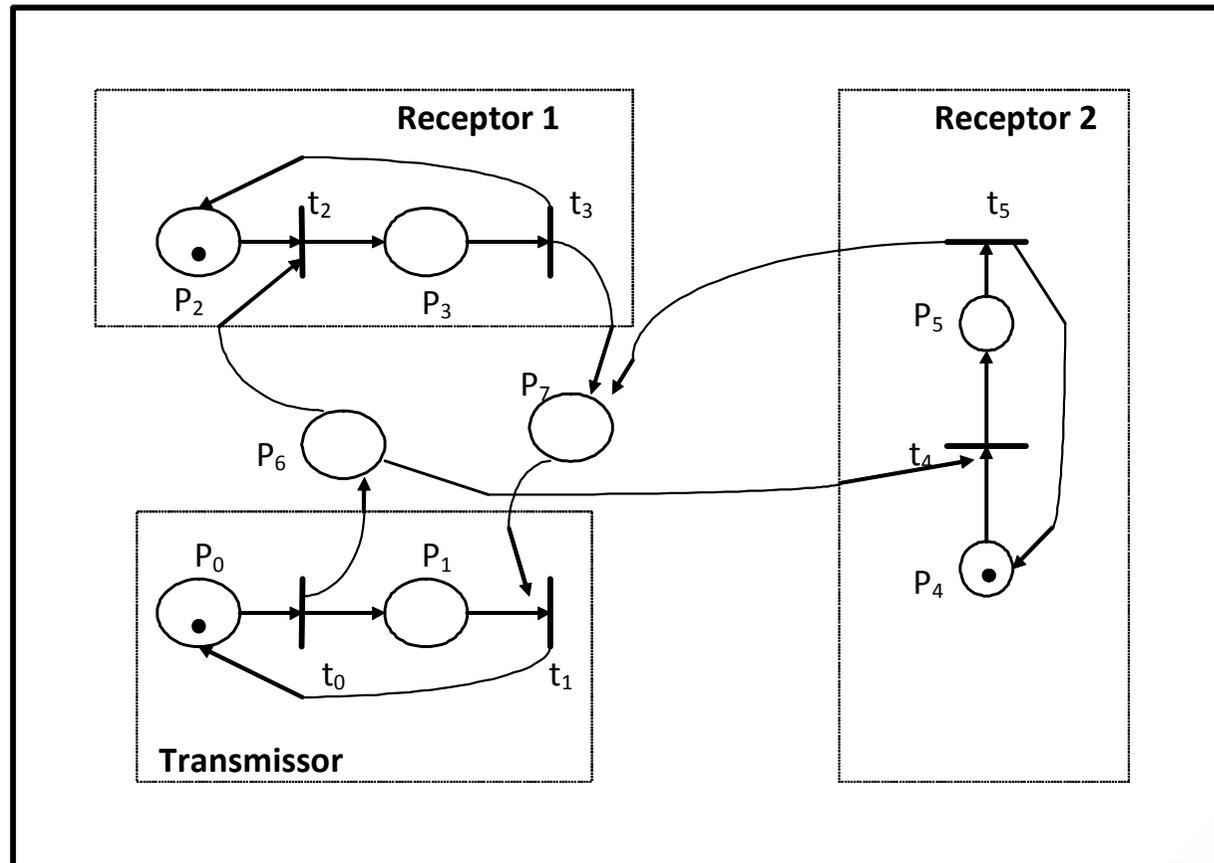
Redes de Petri

- **Redes Elementares – não determinística**
 - uma rede que ao se disparar uma transição, inabilita-se a outra

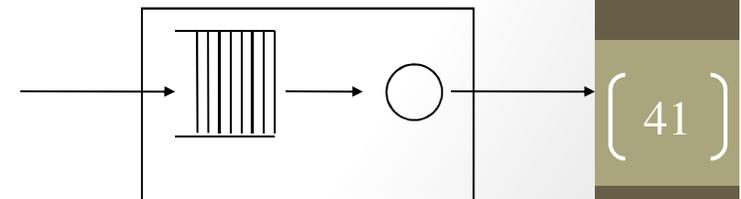
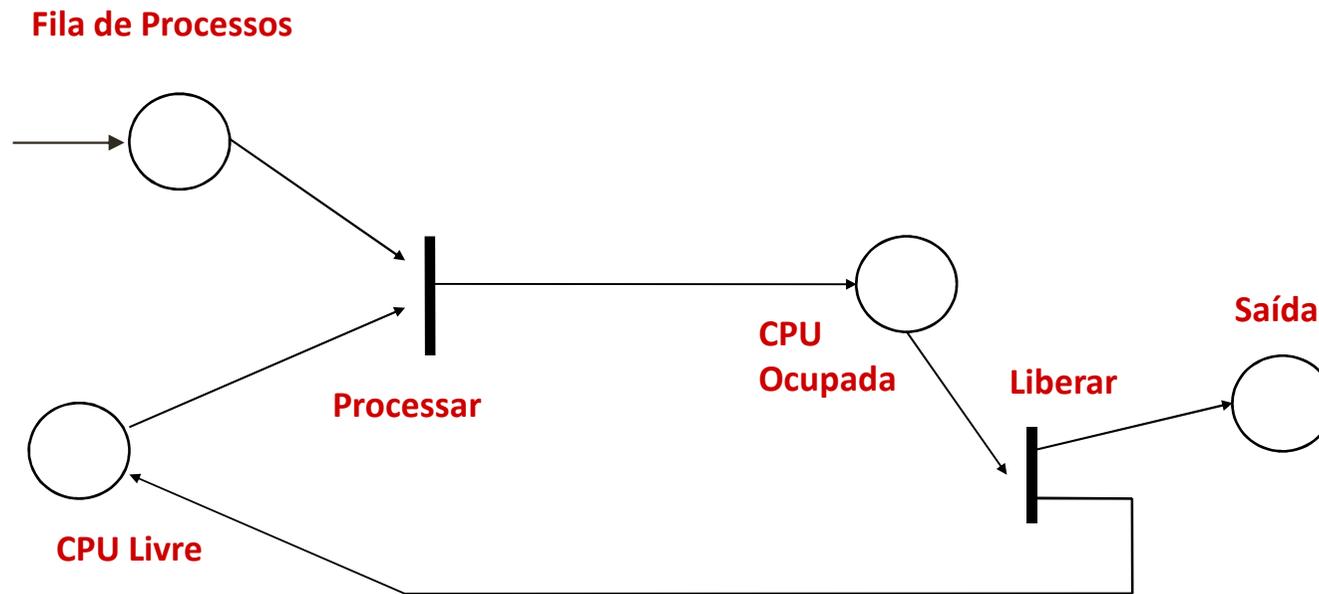


Redes de Petri

- **Rede não determinística**
 - Exemplo: protocolo de comunicação



Redes de Petri - Exemplo



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 sublugaes, 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.

Statecharts

- Técnica de Representação de sistemas através da visão de seus estados e a modificação deles em consequência da ocorrência de uma determinada interferência (evento).

Statecharts

- Desenvolvido inicialmente para representar sistemas reativos complexos
- Técnica de alto nível, permitindo:
 - agrupar estados num superestado;
 - representar atividades paralelas;
 - representar transições mais gerais do que um evento único e simples;
 - manter a forma visual de um diagrama de estado

Statecharts

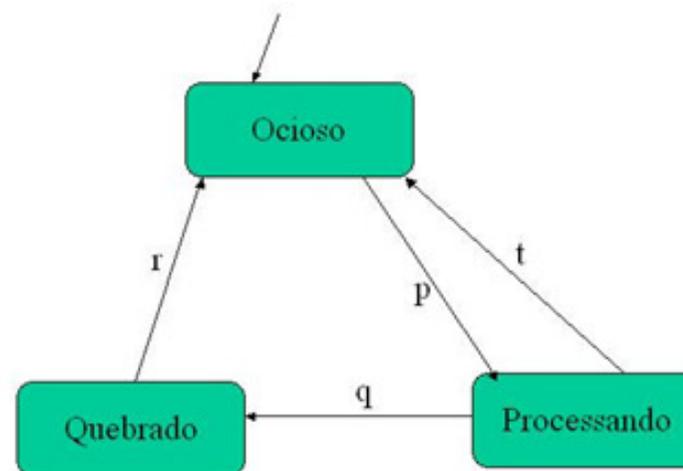
Statecharts = Diagrama de Estados + Hierarquia +
Concorrência + Mecanismos de Comunicação

- Hierarquia entre estados (agrupamento, abstração e refinamento de estados)
- Ortogonalidade (poder de visualizar estados paralelos)
- Representação de comunicação entre os diversos estados de um determinado sistema

Statecharts

Elementos Básicos

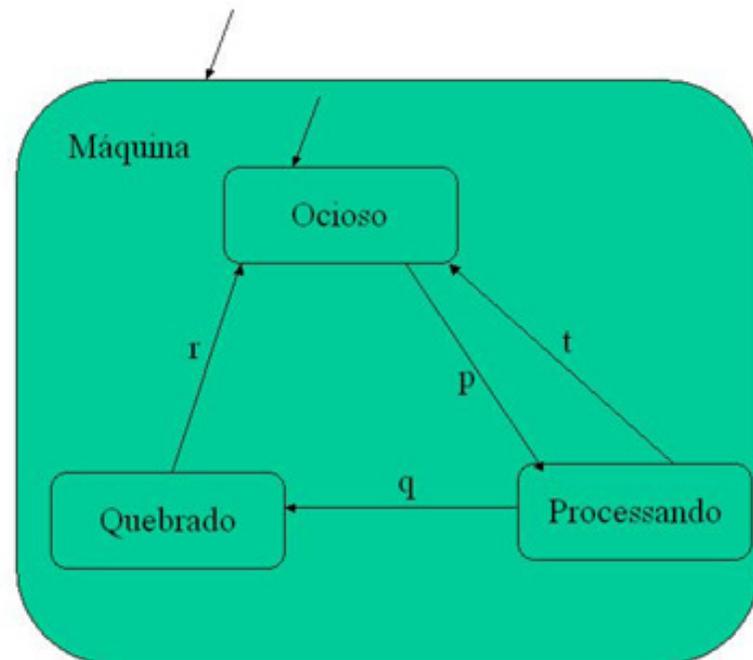
- Estados - representam a situação do sistema; estado inicial ou estado default
- Eventos - estímulos que provocam uma transição; representados por rótulos um arco direcionado de uma transição
- Transições - realizam as mudanças de um estado para outro; representadas por um arco direcionado



Statecharts - Superestados

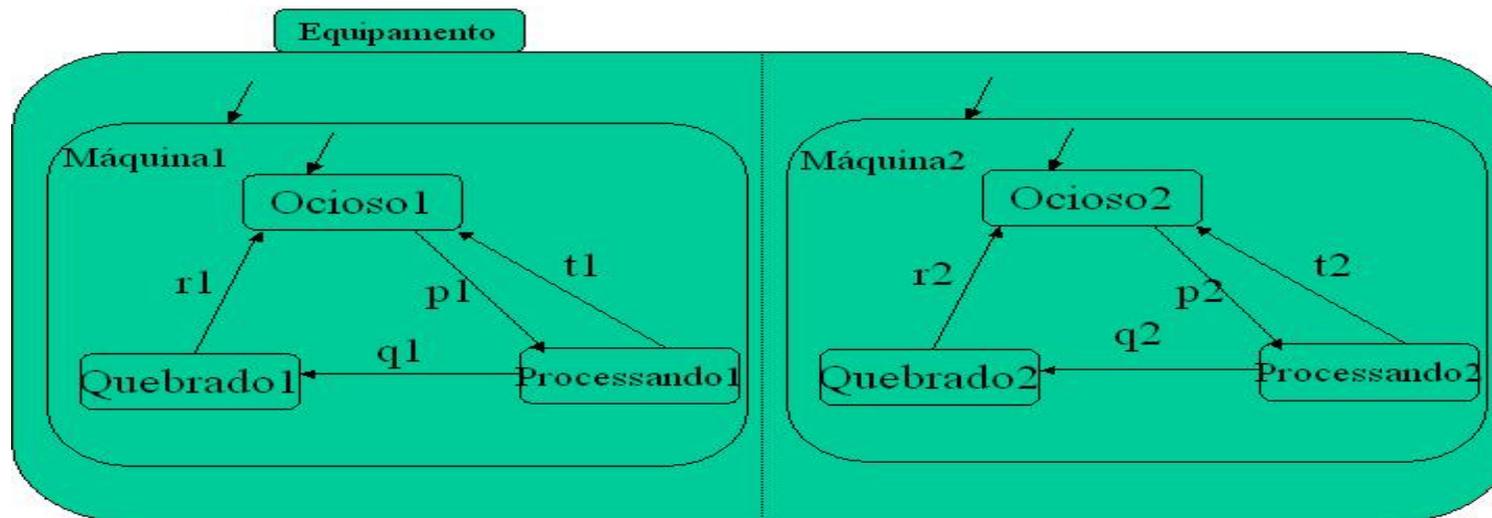
- Agrupamento de diversos estados abstraindo detalhes não necessários
- Ao observar o sistema numa visão mais ampla, único estado visível é o superestado

- No exemplo anterior pode-se definir o superestado Máquina

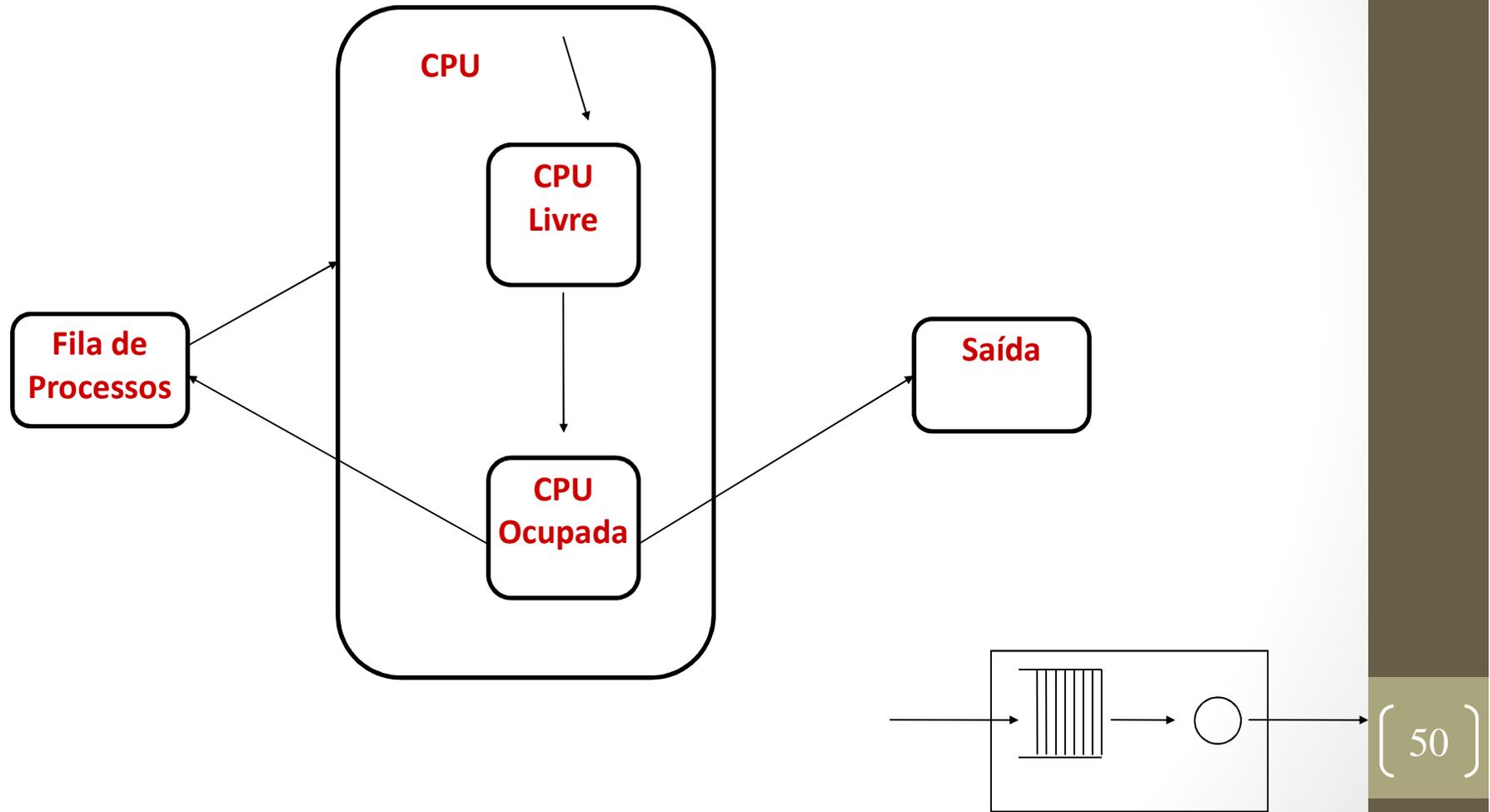


Statecharts - Paralelismo

- Duas máquinas trabalhando em paralelo.
- Graficamente o paralelismo é descrito através de linhas tracejadas entre vários estados



Statecharts - Exemplo



Statecharts

- Representam de forma explícita características como paralelismo e hierarquia entre estados
- Relacionamentos complexos entre componentes de um determinado sistema são mostrados de maneira mais efetiva
- Não contemplam o caminho linear seguido por um determinado cliente e ainda, a individualização de clientes

Conclusão

