

## Estratégias de Escalonamento de Processos

Rossano Pablo Pinto, MSc.  
FATEC - Americana  
15/02/2008

## Escalonamento de Processos

- O que é um sistema multiprogramável?
  - compartilha a CPU entre diversos processos
  - é desejável que os processos obtenham tempos justos de processamento
  - é desejável que os processos obtenham serviço similar ao de sistemas mono-programáveis

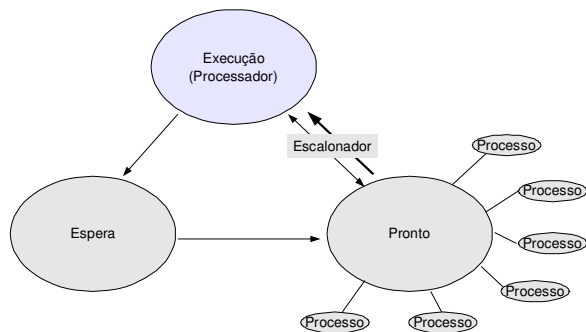
## Escalonamento de Processos

- Sistemas multiprogramáveis devem ser eficientes em:
  - criar processos (ex.: Fork)
  - matar (finalizar) processos
  - bloquear processos (execução -> bloqueado ou pronto)
  - acordar processos
    - Eventualmente ESCALONAR o processo

## Escalonamento de Processos

- Procedimento de escolha do próximo processo
  - fundamental
  - tenta escolher o processo mais adequado para ser executado em um dado momento
  - ESCALONADOR (scheduler): parte do código do SO que escolhe o próximo processo a ser executado

## Escalonamento de Processos



Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

5

## Escalonamento de Processos

- Objetivos do ESCALONADOR
  - manter CPU perto de 100% de uso
  - balanceamento da CPU p/ vários processos
  - maximizar vazão (throughput)
  - resposta rápida a usuários interativos
  - evitar "starvation"

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

6

## Escalonamento de Processos

- Objetivos conflitantes - Resolução de conflito
  - Determinar o tipo do sistema (tipo da maioria dos processos)
    - lote (batch)
    - interativo
    - CPU-bound
    - I/O-bound
    - tempo-real
    - tempo-compartilhado (vários usuários)

Para cada tipo de sistema  
deve haver uma  
POLÍTICA adequada

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

7

## Escalonamento de Processos

- Critérios de escalonamento
  - depende do tipo de processamento:

• Fairness	<b>[Sistemas Multiprogramáveis]</b>
• UCPU (utilização de CPU perto de 100%)	
• Vazão (Throughput)	
• Turnaround	<b>[Sistemas Batch]</b>
• Tempo de resposta	<b>[Sistemas on-line - interativos]</b>
• Meet deadlines	<b>[Sistemas de tempo real]</b>

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

8

## Escalonamento de Processos

- Fairness
  - Todos os processos devem ter o mesmo tipo de tratamento
- UCPU
  - manter CPU perto de 100%
  - Ex.: 30% indica sistema com carga proc. baixa
  - Ex.: 90% carga processamento alta

## Escalonamento de Processos

- Vazão
  - Representa número de processos finalizados em um determinado intervalo
  - 50 processos por hora é melhor do que 40
- Tempo de turnaround
  - tempo da admissão ao término de um processo
  - contabiliza todos os tempos administrativos (alocação de memória, espera em filas, E/S, etc..)

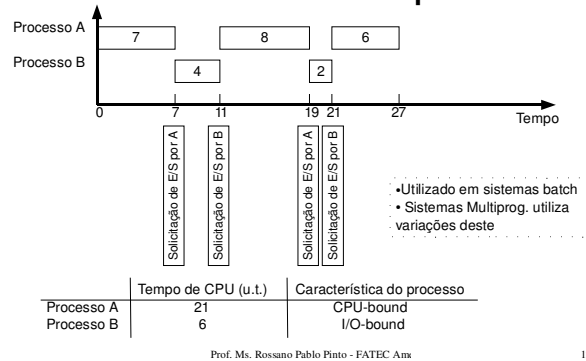
## Escalonamento de Processos

- Tempo de resposta
  - tempo de resposta decorrido do momento da submissão de um pedido até a primeira resposta
  - sistemas interativos exigem que seja baixo

## Escalonamento de Processos

- Escalonamento não-preemptivo
  - primeiros sistemas multiprogramáveis
  - quando processo era escolhido, este era executado até que o “próprio” escolhesse abrir mão da CPU
  - Exemplos de escalonamentos nestes sistemas:
    - FIFO
    - Shortest job first
    - cooperativo (Ex. win 3.1x, MAC OS 9 e anteriores)

## Escalonamento de Processos FIFO - Não-Preemptivo



Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

13

## Escalonamento de Processos Shortest Job First - Não-Preemptivo

- Associa processo ao tempo de execução
- Escolhe os de tempo menor primeiro
- Prioriza **vazão e turnaround**, e reduz tempo médio de espera. Ex. turnaround (p,t):
  - A8, B3, C5, D2, E1 -> A8, B11, C16, D18, E19
  - E1, D2, B3, C5, A8 -> E1, D3, B6, C11, A19
- Problema: (pré) determinar os tempos

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

14

## Escalonamento de Processos Cooperativo - Não-Preemptivo

- Processo voluntariamente libera CPU (volta p/ fila de pronto)
- Não existe intervenção do SO
- Win 3.x - multitarefa cooperativa
  - processo verifica periodicamente fila de interesse
- Problemas óbvios: loops infinitos, erros diversos TRAVAM TODO O SISTEMA

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

15

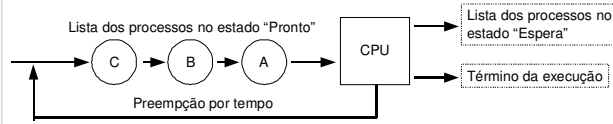
## Escalonamento de Processos

- Escalonamento Preemptivo
  - Sistema interrompe processo (tempo ou prioridade)
  - Compartilhamento mais uniforme da CPU
  - Troca de um processo pelo outro
    - Troca de contexto
  - Trocas de contexto não devem ocorrer em excesso (carga administrativa do sistema deve ser baixa)

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

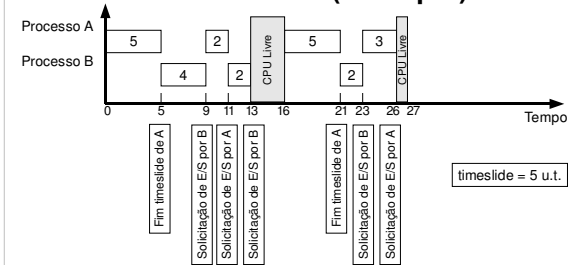
16

## Escalonamento de Processos CIRCULAR (Round Robin)



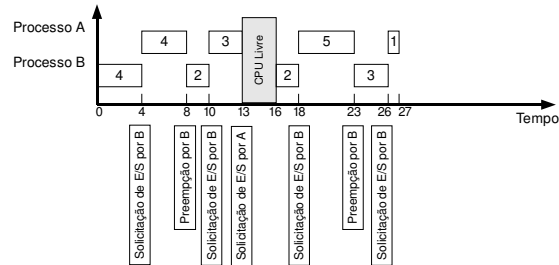
Conceito de timeslice (fatia de tempo) / quantum  
Entre 5 e 800 ms no LINUX (100ms default)

## Escalonamento de Processos CIRCULAR (Exemplo)



	Tempo de CPU (u.t.)	Característica do processo
Processo A	15	CPU-bound
Processo B	8	I/O-bound

## Escalonamento de Processos PRIORIDADES

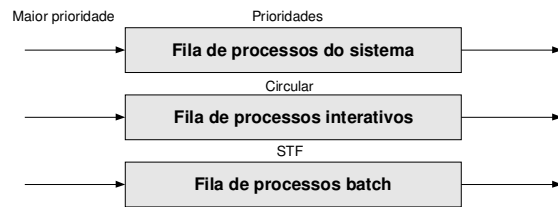


	Tempo de CPU (u.t.)	Característica do processo	Prioridade
Processo A	13	CPU-bound	4
Processo B	11	I/O-bound	7

## Escalonamento de Processos

- Prioridade
  - Estática
  - Dinâmica
    - processos I/O bound recebem + prioridade a cada saída da fila de processos bloqueados

## Escalonamento de Processos MÚLTIPLAS FILAS



- Ex.: 3 filas (níveis) com prioridades diferentes
- Cada file adota uma política de escalonamento diferente.
- Necessidade de pré-classificação dos processos
- Não prevê mudança de comportamento ao longo da execução

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

21

## Escalonamento de Processos MÚLTIPLAS FILAS COM REALIMENTAÇÃO



Detecção de mudança de comportamento em tempo de execução

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

22

## Escalonamento de Processos

- Escalonamento de tempo-real
  - Prioridades estáticas (IMPORTANTE)
  - NÃO existe timeslice!!!
  - Processo executa até o final (RUN-TO-COMPLETITION)

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

23

## Escalonamento de Processos

- Escalonamento com múltiplos processadores
  - Sistemas Fracamente Acoplados
    - cada processador faz seu escalonamento local
  - Sistemas Fortemente Acoplados
    - Exclusão mútua no código do escalonador
      - 2+ processos não podem ser escalonados p/ um mesmo processador ao mesmo tempo
      - 1 processo não pode ser escalonado p/ execução em 2+ processadores (salvo threads!)

Prof. Ms. Rossano Pablo Pinto - FATEC Am

24

## Escalonamento de Processos

- Estratégias adotados no Linux
  - O(1) scheduler (big o scheduler)
    - O tempo de escolha do próximo processo depende do número de processos existentes no sistema
  - implementa 2 faixas separadas de prioridade
    - valores NICE (-20 0 +19): maior núm, menor prioridade
      - determina o tempo do timeslice (-19 recebe o valor máximo de timeslice)
    - prioridades de tempo-real (0 à 99)

## Escalonamento de Processos

- Estratégias adotados no Linux (man sched\_setscheduler)
  - #include <sched.h>
  - int sched\_setscheduler(pid\_t pid, int policy,  
                          const struct sched\_param \*param);
  - int sched\_getscheduler(pid\_t pid);
  - struct sched\_param {
  - ...
  - int sched\_priority;
  - ...
  - };