

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia



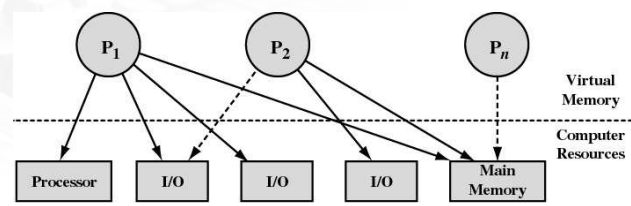
Processos

Estruturas de Controle

Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Informática

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

### Processos e Recursos (1)



Virtual Memory

Computer Resources

Processor I/O I/O I/O Main Memory

Figure 3.9 Processes and Resources (resource allocation at one snapshot in time)

LPRM/DI/UFES 2 Sistemas Operacionais

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

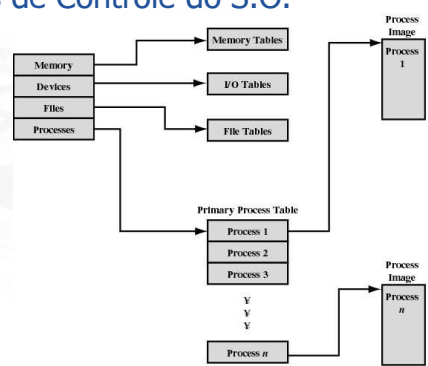
### Processos e Recursos (2)

- O S.O. gerencia recursos computacionais em benefício dos diversos processos que executam no sistema.
- A questão fundamental é:
  - Que **informações** o sistema operacional precisa manter para poder **controlar** os processos e **gerenciar** os recursos em benefícios deles?

LPRM/DI/UFES 3 Sistemas Operacionais

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

### Tabelas de Controle do S.O.



Memory Tables

I/O Tables

File Tables

Primary Process Table

Process 1

Process 2

Process 3

Y

Y

Y

Process n

Process Image Process 1

Process Image Process n

Figure 3.10 General Structure of Operating System Control Tables

LPRM/DI/UFES 4 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Imagem do Processo

The diagram shows a vertical stack of memory spaces. From top to bottom: Process Identification, Processor State Information, Process Control Information (these three are grouped as 'Process Control Block'), User Stack, Private User Address Space (Programs, Data), Kernel Stack, and Shared Address Space (indicated by a dashed line).

- Nome dado à coleção formada por:
  - Código do programa a ser executado.
  - Pilha do sistema para controle de chamadas de procedimentos e de SVCs.
  - Área de dados para armazenamento de variáveis locais e globais.
  - Coleção de atributos do processo
    - Bloco de Controle de Processos**  
ou  
**Process Control Block (PCB)**

5 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Bloco de Controle de Processo

- Estrutura de dados (registro) usada para representar um processo dentro do S.O.
  - Todas as informações que o S.O. precisa para poder controlar a execução do processo (atributos do processo)
- Número **fixo** ou **variável** de blocos descritores de processos (alocação estática x alocação dinâmica de memória)
- Informações Típicas do BCP
  - Prioridade do processo
  - localização na memória principal
  - Estado do processo
  - Contexto de execução (conteúdo dos registradores)
  - Accounting (ex: uso de CPU)
  - Ponteiros para encadeamento nas filas

LPRM/DI/UFES 6 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## PCBs e as Filas do Sistema

The diagram illustrates how PCBs are organized in different system queues. Each queue has a 'head' and 'tail' pointer. 
 

- ready queue:** Contains PCB<sub>7</sub> and PCB<sub>2</sub>. PCB<sub>7</sub> is at the head, and PCB<sub>2</sub> is at the tail.
- SSD:** Contains PCB<sub>3</sub> at the head.
- HD:** Contains PCB<sub>3</sub>, PCB<sub>14</sub>, and PCB<sub>6</sub>. PCB<sub>3</sub> is at the head, and PCB<sub>6</sub> is at the tail.
- network board:** Contains PCB<sub>3</sub>, PCB<sub>14</sub>, and PCB<sub>6</sub>. PCB<sub>3</sub> is at the head, and PCB<sub>6</sub> is at the tail.
- printer:** Contains PCB<sub>5</sub> at the head.

 Arrows indicate the flow of PCBs between these queues.

LPRM/DI/UFES 7 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Tipos de Informações do PCB

- As informações mantidas no PCB podem ser divididas em três categorias:
  - Identificação do processo
    - ID do processo, do processo pai, do usuário...
  - Informações de estado do processador
    - Contexto de execução :
      - Registradores visíveis ao usuário
      - Reg. de controle/estado: PC, SP, Flags, Status (modo supervisor /usuário, interrupção habilitada /desabilitada)...
  - Informações de controle do processo
    - ...

LPRM/DI/UFES 8 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Ex: Registrador *flags*

**Pentium II EFLAGS Register**

ID = Identification flag      DF = Direction flag  
 VIP = Virtual interrupt pending      IF = Interrupt enable flag  
 VIF = Virtual interrupt flag      TF = Trap flag  
 AC = Alignment check      SF = Sign flag  
 VM = Virtual 8086 mode      ZF = Zero flag  
 RF = Resume flag      AF = Auxillary carry flag  
 NT = Nested task flag      PF = Parity flag  
 IOPL = I/O privilege level      CF = Carry flag  
 OF = Overflow flag

**AA-64 RFLAGS**

RFLAGS	
Bits	63 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Drapeaux	- - - - - - - - - - - - - - - - ID VIP VIF AC VM RF 0 NT IOPL OF DF IF TF SF ZF 0 AF 0 PF 1 CF

LPRM/DI/UFES 9 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Informações de Controle do Processo (1)

- Informações de Escalonamento e Estado:
  - Estado do processo (*ready, running, suspended, etc.*)
  - Prioridade (*default, corrente, máxima*)
  - Tempo de espera na fila
  - Tempo de execução na última fatia de tempo
  - Evento que o processo está aguardando
- Estruturação de dados (ex: ponteiros)
- Comunicação entre processos:
  - Flags, sinais e mensagens podem estar associados com a comunicação entre dois processos independentes.
  - Algumas ou todas essas informações podem estar mantidas no BCP.

LPRM/DI/UFES 10 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Informações de Controle do Processo (2)

- Privilégios em termos de memória que pode ser acessada, instruções que podem ser executadas, ou mesmo serviços e utilitários do sistema.
- Gerência de Memória:
  - Ponteiros para tabelas de páginas/segmentos que descrevem a memória virtual assinalada ao processo.
- *Ownership* e utilização de recursos:
  - Arquivos abertos;
  - Histórico de uso da UCP ou de outro recurso (para usos do escalonador);

LPRM/DI/UFES 11 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Exemplo... PCB no Linux: Estrutura C *task\_struct*

```

pid_t pid; /* process identifier */
long state; /* state of the process */
unsigned int time_slice; /* scheduling information */
struct task_struct *parent; /* this process's parent */
struct list_head children; /* this process's children */
struct files_struct *files; /* list of open files */
struct mm_struct *mm; /* address space of this process */

```

LPRM/DI/UFES 12 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Troca de Contexto (1)

- Contexto de execução: estado do processador
- Ações na troca de contexto
  - Salvar o contexto do processador, incluindo o PC e outros registradores.
  - Alterar o PCB do processo que está no estado "em-execução" (*running*).
  - Mover o PCB para a fila apropriada.
  - Selecionar outro processo para execução.
  - Alterar o PCB do processo selecionado.
  - Alterar as tabelas de gerência de memória.
  - Restaurar o contexto do processo selecionado.

LPRM/DI/UFES 13 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Ações na Troca de Contexto (2)

The diagram shows the state of the operating system and the processes. Process  $P_0$  is initially executing. An interrupt or system call occurs, leading to the saving of its state into  $PCB_0$ . The operating system then reloads the state from  $PCB_1$ , and process  $P_1$  begins executing. This cycle repeats, with  $P_1$ 's state being saved and  $P_0$ 's state being reloaded, allowing  $P_0$  to resume execution.

LPRM/DI/UFES 14 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## O Escalonador ("Scheduler")

- Módulo do S.O. responsável pelo controle do recurso "processador".
- Divide o tempo da UCP entre os processos do sistema.
- Três tipos básicos:
  - Escalonador de curto prazo ("short-term scheduler");
  - Escalonador de longo prazo ("long-term scheduler");
  - Escalonador de médio prazo ("medium-term scheduler").

LPRM/DI/UFES 15 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Escalonador de Curto Prazo (1)

- Escalonador da UCP
  - Dispatcher, CPU Scheduler
- Seleciona qual processo deve ser executado a seguir (*ready* → *running*).
- É invocado muito freqüentemente (ordem de milissegundos). Deve, portanto, ser rápido.

LPRM/DI/UFES 16 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Escalonador de Curto Prazo (2)

The diagram illustrates the state transitions for a short-term scheduler. It shows a cycle where processes move from the ready queue to the CPU. From the CPU, they can go to I/O request, then to I/O queue, and back to ready queue. They can also reach time slice expired, leading to fork a child, then child executes, then wait for an interrupt, then interrupt occurs, and back to ready queue.

LPRM/DI/UFES 17 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Escalonador de Longo Prazo

- Escalonador de *Jobs* ("Job Scheduler").
- Seleciona quais processos devem ser levados para a fila de prontos (*new* → *ready*).
- Baixa frequência de invocação (ordem de segundos ou minutos).
- Permite o controle da carga no sistema, (controla o grau de multiprogramação).

LPRM/DI/UFES 18 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Escalonador de Médio Prazo (1)

- Utiliza a técnica de *swapping*.
  - *Swap out*: a execução do processo é suspensa e o seu código e dados são temporariamente copiados para o disco.
  - *Swap in*: o processo é copiado de volta do disco para a memória e sua execução é retomada do ponto onde parou.
- Está intimamente ligado à gerência de memória.

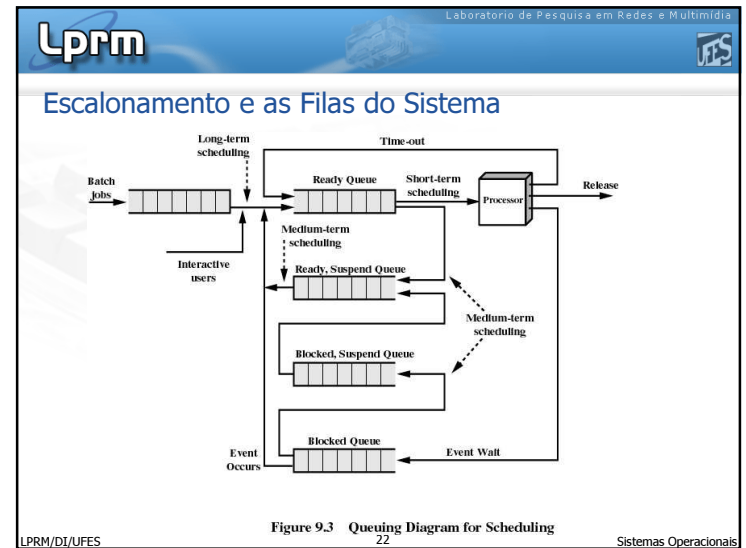
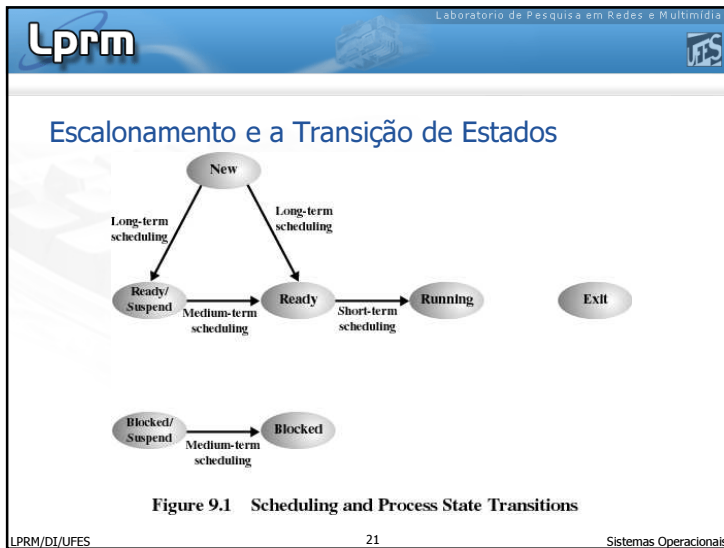
LPRM/DI/UFES 19 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Escalonador de Médio Prazo (2)

The diagram shows the state transitions for a medium-term scheduler. Processes can move from partially executed swapped-out processes to the ready queue (swap in) or back to partially executed swapped-out processes (swap out). From the ready queue, they go to the CPU. From the CPU, they can go to I/O waiting queues, then to I/O, and back to ready queue. They can also go to end.

LPRM/DI/UFES 20 Sistemas Operacionais

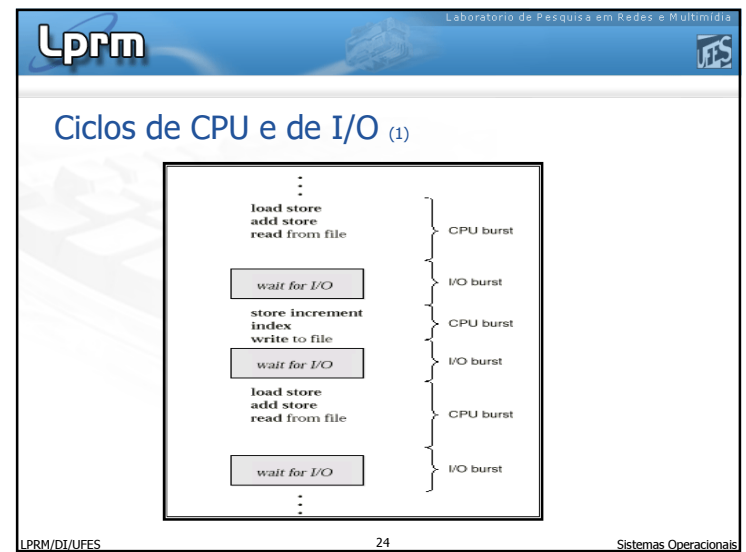


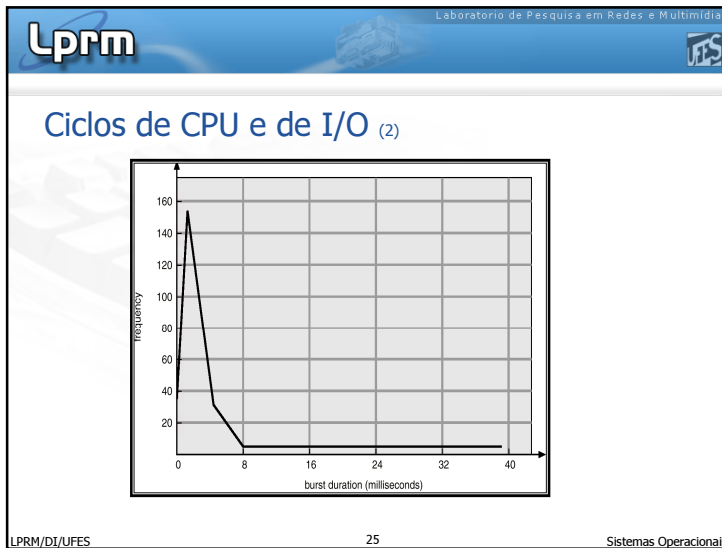
Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Tipos de Escalonadores (Resumo)

Long-term scheduling	The decision to add to the pool of processes to be executed
Medium-term scheduling	The decision to add to the number of processes that are partially or fully in main memory
Short-term scheduling	The decision as to which available process will be executed by the processor
I/O scheduling	The decision as to which process's pending I/O request shall be handled by an available I/O device

LPRM/DI/UFES 23 Sistemas Operacionais





- Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES
- ### Tipos de Processos
- **Processo CPU Bound:**
    - Uso intensivo de CPU.
    - Realiza pouca operação de E/S.
    - Pode monopolizar a CPU, dependendo do algoritmo de escalonamento.
  - **Processo I/O Bound:**
    - Orientado a I/O.
    - Devolve deliberadamente o controle da CPU.
- LPRM/DI/UFES 26 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Referências

- W. Stallings, "Operating Systems: internals and design principles", 6th Edition, Editora Prentice-Hall, 2009.
  - Seções 3.3 e 3.4
- Silberschatz A. G.; Galvin P. B.; Gagne G.; "Fundamentos de Sistemas Operacionais", 8a. Edição, Editora LTC, 2010.
  - Capítulo 3
- Deitel H. M.; Deitel P. J.; Choffnes D. R.; "Sistemas Operacionais", 3ª. Edição, Editora Prentice-Hall, 2005
  - Seção 3.3

Sistemas Operacionais LPRM/DI/UFES 27