

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

# Processos

## Conceitos Básicos



Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Informática

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Processo (1)

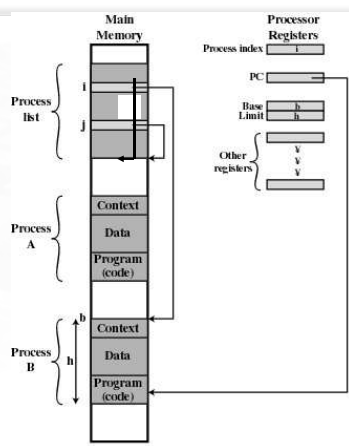
- Abstração usada pelo S.O. para designar a execução de um programa.
  - É caracterizado por uma *thread* de execução, um estado corrente e um conjunto associado de recursos do sistema.
- Um processo é um programa individual em execução (uma instância de um programa rodando em um computador).
  - É também referenciado como "tarefa" (*task*) ou mesmo "*job*".
  - O processo é uma entidade ativa (i.e., é um conceito dinâmico), ao contrário do programa.
  - Cada processo é representado no SO por estruturas de controle (ex: bloco de controle de processo).

LPRM/DI/UFES 2 Sistemas Operacionais

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Processo (2)

- Uma possível implementação de processos



LPRM/DI/UFES 3 Sistemas Operacionais

LPRM  
Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Processo (3)

- Do ponto de vista da UCP, um processo executa instruções do seu repertório em alguma seqüência ditada pelos valores do registrador PC (*program counter*).

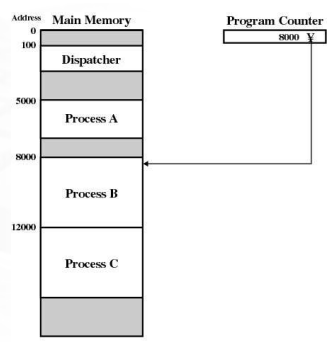


Figure 3.1 Snapshot of Example Execution (Figure 3.3) at Instruction Cycle 13

LPRM/DI/UFES 4 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Processo (4)

- O comportamento de um processo pode ser caracterizado pela seqüência de instruções executadas (*trace*).

5000	8000	12000
5001	8001	12001
5002	8002	12002
5003	8003	12003
5004		12004
5005		12005
5006		12006
5007		12007
5008		12008
5009		12009
5010		12010
5011		12011

(a) Trace of Process A      (b) Trace of Process B      (c) Trace of Process C

5000 = Starting address of program of Process A  
8000 = Starting address of program of Process B  
12000 = Starting address of program of Process C

Figure 3.2 Traces of Processes of Figure 3.1

LPRM/DI/UFES 5 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Processo (5)

- A multiprogramação pressupõe a existência de vários processos disputando o processador.
- Necessidade de algoritmos de escalonamento de processos.

1	5000			27	12004
2	5001			28	12005
3	5002			.....	Time out
4	5003			29	100
5	5004			30	101
6	5005			31	102
.....	Time out			32	103
7	100			33	104
8	101			34	105
9	102			35	5006
10	103			36	5007
11	104			37	5008
12	105			38	5009
13	8000			39	5010
14	8001			40	5011
15	8002			.....	Time out
16	8003			41	100
.....	I/O request			42	101
17	100			43	102
18	101			44	103
19	102			45	104
20	103			46	105
21	104			47	12006
22	105			48	12007
23	12000			49	12008
24	12001			50	12009
25	12002			51	12010
26	12003			52	12011
.....	Time out			.....	Time out

100 = Starting address of dispatcher program  
shaded areas indicate execution of dispatcher process;  
first and third columns count instruction cycles;  
second and fourth columns show address of instruction being executed

overhead

Figure 3.3 Combined Trace of Processes of Figure 3.1

LPRM/DI/UFES 6 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Overhead

- Execução do escalonamento
  - Tarefa de alternar a CPU entre dois processos
  - O tempo depende muito do hardware
    - Velocidade da memória, no. de registradores, instruções especiais de carga de registradores.
    - 1 a 1000 microseg.
- Troca de contexto

LPRM/DI/UFES 7 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Criação de processo

Loading  
Takes on-disk program and reads it into the address space of process

LPRM/DI/UFES 8 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Criação de processo

```
#include <stdio.h>
void main (int argc, char *argv[])
{
    int pid;
    pid = fork();
    if (pid < 0)
    {
        fprintf (stderr, "Fork falhou");
        exit (-1);
    }
    else if (pid == 0)
    {
        printf ("processo filho");
    }
    else
    {
        printf ("processo pai ");
        wait (NULL);
        printf ("\nfilho concluiu ");
        exit(0);
    }
}
```

LPRM/DI/UFES 9 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Processos: Chamadas de Sistema (SVCs)

Process management	
Call	Description
pid = fork ( )	Create a child process identical to the parent
pid = waitpid(pid, &statloc, options)	Wait for a child to terminate
s = execve(name, argv, environp)	Replace a process' core image
exit(status)	Terminate process execution and return status

File management	
Call	Description
fd = open(file, how, ...)	Open a file for reading, writing or both
s = close(fd)	Close an open file
n = read(fd, buffer, nbytes)	Read data from a file into a buffer
n = write(fd, buffer, nbytes)	Write data from a buffer into a file
position = lseek(fd, offset, whence)	Move the file pointer
s = stat(name, &buf)	Get a file's status information

Directory and file system management	
Call	Description
s = mkdir(name, mode)	Create a new directory
s = rmdir(name)	Remove an empty directory
s = link(name1, name2)	Create a new entry, name2, pointing to name1
s = unlink(name)	Remove a directory entry
s = mount(special, name, flag)	Mount a file system
s = umount(special)	Unmount a file system

Miscellaneous	
Call	Description
s = chdir(dirname)	Change the working directory
s = chmod(name, mode)	Change a file's protection bits
s = kill(pid, signal)	Send a signal to a process
seconds = time(&seconds)	Get the elapsed time since Jan. 1, 1970

LPRM/DI/UFES 10 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Estados de um Processo

- Durante a sua execução, um processo passa por diversos estados, refletindo o seu comportamento dinâmico, isso é, a sua evolução no tempo.
- Exemplos de estados:
  - *New*: recém criado.
  - *Ready*: pronto para execução.
  - *Running*: em execução.
  - *Blocked*: esperando por um evento.
  - *Exit*: processo terminado.
- Apenas um único processo pode estar no estado "running" num dado processador, num dado instante.

LPRM/DI/UFES 11 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

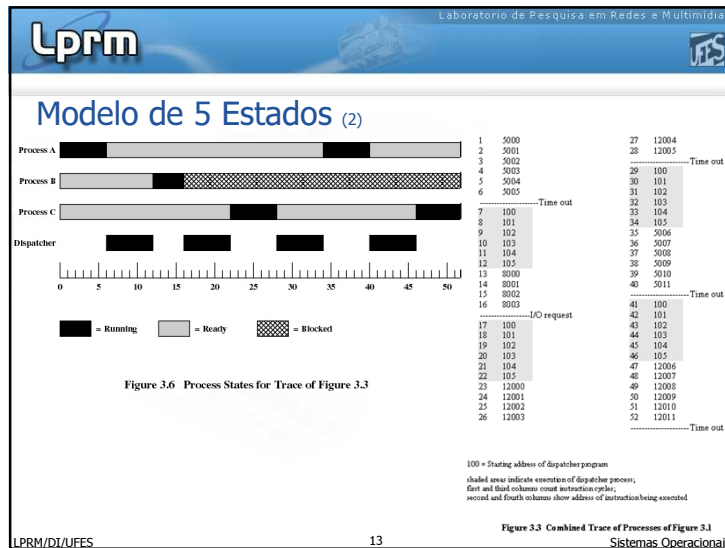
## Modelo de 5 Estados (1)

```

graph LR
    New((New)) -- Admit --> Ready((Ready))
    Ready -- Dispatch --> Running((Running))
    Running -- Release --> Exit((Exit))
    Running -- Timeout --> Ready
    Running -- Event Wait --> Blocked((Blocked))
    Blocked -- Event Occurs --> Ready
    
```

Figure 3.5 Five-State Process Model

LPRM/DI/UFES 12 Sistemas Operacionais



Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Transições de Estados (1)

- **Null → New:**
  - Um novo processo é criado para executar o programa.
    - Novo *batch job*.
    - Logon* interativo (usuário se conecta ao sistema).
    - S.O. cria processo para prover um serviço (ex: impressão).
    - Processo cria um outro processo ("*process spawning*").
- **New → Ready:**
  - No estado **New**, recursos foram alocados pelo S.O. mas não existe um compromisso de que o processo será executado.
    - Número de processos já existentes;
    - Quantidade de memória virtual requerida, etc.
  - Manter um bom desempenho do sistema é o fator limitante da criação de novos processos.

LPRM/DI/UFES 14 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Transições de Estados (2)

- **Ready → Running:**
  - Definido pela política de escalonamento de processos adotada pelo S.O.
- **Running → Exit:**
  - Processo terminou as suas atividades ou foi abortado.
    - Término normal;
    - Término do processo pai (em alguns sistemas)
    - Excedeu o limite de tempo;
    - Memória não disponível;
    - Erro aritmético ou de proteção;
    - Execução de instrução inválida ou de instrução privilegiada no modo usuário;
    - Intervenção do S.O.(ex: ocorrência de *deadlock*);

LPRM/DI/UFES 15 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

## Transições de Estados (3)

- **Running → Ready :**
  - Tempo máximo de execução sem interrupção foi atingida;
  - Processo é "preemptado" pelo S.O.
- **Running → Blocked:**
  - Processo requisitou alguma coisa pela qual deve esperar
- **Blocked → Ready:**
  - Evento pelo qual o processo espera aconteceu.
- **Ready → Exit:**
  - Processo pai termina um processo filho.
  - Processo pai é terminado, e os processos filhos associados são também finalizados.
- **Blocked → Exit:**
  - Idem anterior.

LPRM/DI/UFES 16 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Troca de Contexto

- Contexto de um processo são todas as informações necessárias para que o S.O. possa restaurar a execução do processo a partir do ponto interrompido.
- A troca de contexto ocorre sempre que um novo processo é selecionado para execução (isso é, quando a UCP é chaveada para um outro processo).
- O tempo de troca de contexto é puro *overhead* e é dependente de suporte de hardware (ex: salvamento automático do PC).

LPRM/DI/UFES 17 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Quando Chavear um Processo

- Interrupção do relógio
  - Fatias de tempo de posse da UCP expirou;
- Interrupção de E/S
- Falta de memória
  - Endereço de memória está na memória virtual (disco); logo deve ser trazido para a memória principal.
- Trap
  - Ocorrência de erro.
  - Pode fazer com que o processo seja movido para o estado *Exit*.

LPRM/DI/UFES 18 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Filas do Sistema (1)

- Um processo sempre faz parte de alguma fila.
- Eventos realizam a transição de uma fila para outra.
- Fila de prontos e uma ou mais filas de bloqueados.

(a) Single blocked queue

LPRM/DI/UFES 19 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFS

## Filas do Sistema (2)

- Múltiplas filas de bloqueados

(b) Multiple blocked queues

LPRM/DI/UFES 20 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Processos Suspensos (1)

- Processador é tão mais rápido que os dispositivos de E/S que *todos* os processos em memória poderiam ficar em situação de espera.
  - Mesmo com multiprogramação, o processador poderia ficar a maior parte do tempo ocioso!
- Aumento de memória para acomodar mais processos:
  - Aumento do custo;
  - Disponibilidade de mais memória geralmente resulta em processos maiores e não em maior número de processos.
- Swapping*: procedimento que consiste em mover todo ou parte de um processo da memória para o disco.

LPRM/DI/UFES 21 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Processos Suspensos (2)

- Quando **nenhum** dos processos na memória principal está no estado **Ready** o sistema operacional manda um dos processos **bloqueados para o disco**, e o coloca numa **fila de processos suspensos**.

```

    graph TD
      New -- Admit --> Ready
      Ready -- Dispatch --> Running
      Running -- Release --> Exit
      Running -- Timeout --> Ready
      Blocked -- Event Occurs --> Ready
      Ready -- Event Wait --> Blocked
      Suspend -- Activate --> Ready
      Blocked -- Suspend --> Suspend
    
```

(a) With One Suspend State

LPRM/DI/UFES 22 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

### Processos Suspensos (3)

- O S.O traz então do disco algum outro processo da fila de suspensos ou atende a uma solicitação de criação de um novo processo.
- o *swap* é uma operação de E/S e, como tal, existe a possibilidade de tornar o problema ainda pior, caso o sistema de E/S não seja eficiente.
- Modelo mais elaborado: dois novos estados são então
  - Blocked, suspend*: o processo está em memória secundária e aguardando por um evento.
  - Ready, suspend: o processo está em memória secundária mas está disponível para execução, tão logo ele seja carregado na memória principal.
  - OBS: [*Blocked*: processo está na MP e aguardando por um evento]

LPRM/DI/UFES 23 Sistemas Operacionais

Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

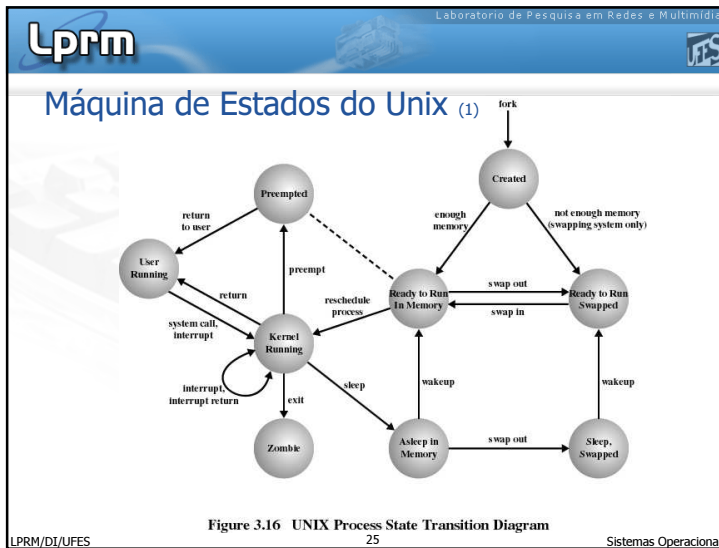
### Processos Suspensos (4)

```

    graph TD
      New -- Admit --> Ready
      New -.-> ReadySuspend
      ReadySuspend -- Activate --> Ready
      Ready -- Dispatch --> Running
      Running -- Release --> Exit
      Running -- Timeout --> Ready
      Blocked -- Event Occurs --> Ready
      Ready -- Event Wait --> Blocked
      BlockedSuspend -- Activate --> Blocked
      Blocked -- Suspend --> BlockedSuspend
      BlockedSuspend -- Suspend --> ReadySuspend
    
```

(b) With Two Suspend States

LPRM/DI/UFES 24 Sistemas Operacionais

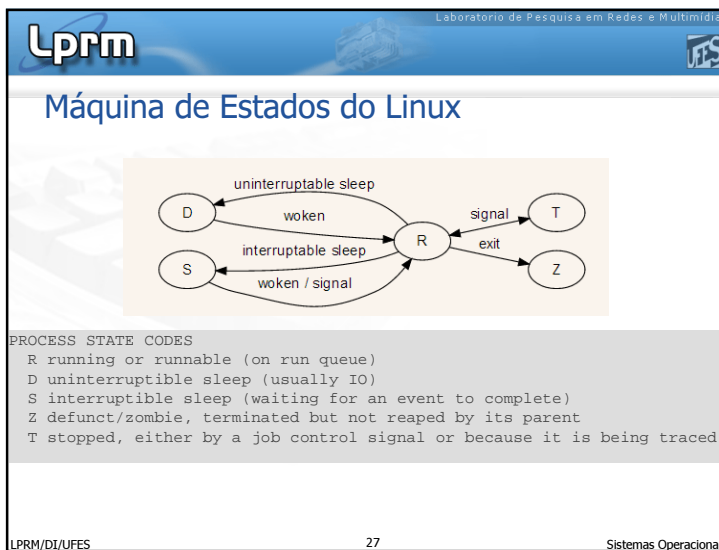


Lprm Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia UFES

## Máquina de Estados do Unix (2)

User Running	Executing in user mode.
Kernel Running	Executing in kernel mode.
Ready to Run, in Memory	Ready to run as soon as the kernel schedules it.
Asleep in Memory	Unable to execute until an event occurs; process is in main memory (a blocked state).
Ready to Run, Swapped	Process is ready to run, but the swapper must swap the process into main memory before the kernel can schedule it to execute.
Sleeping, Swapped	The process is awaiting an event and has been swapped to secondary storage (a blocked state).
Preempted	Process is returning from kernel to user mode, but the kernel preempts it and does a process switch to schedule another process.
Created	Process is newly created and not yet ready to run.
Zombie	Process no longer exists, but it leaves a record for its parent process to collect.

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.**
  - Capítulo 3 (até seção 3.4 inclusa)
- Deitel H. M.; Deitel P. J.; Choffnes D. R.; "Sistemas Operacionais", 3ª. Edição, Editora Prentice-Hall, 2005
  - Capítulo 3 (até seção 3.3 inclusa)
- Silberschatz A. G.; Galvin P. B.; Gagne G.; "Fundamentos de Sistemas Operacionais", 8a. Edição, Editora LTC, 2010.
  - Capítulo 3

Sistemas Operacionais LPRM/DI/UFES 28