Processos

Paulo Sérgio Almeida

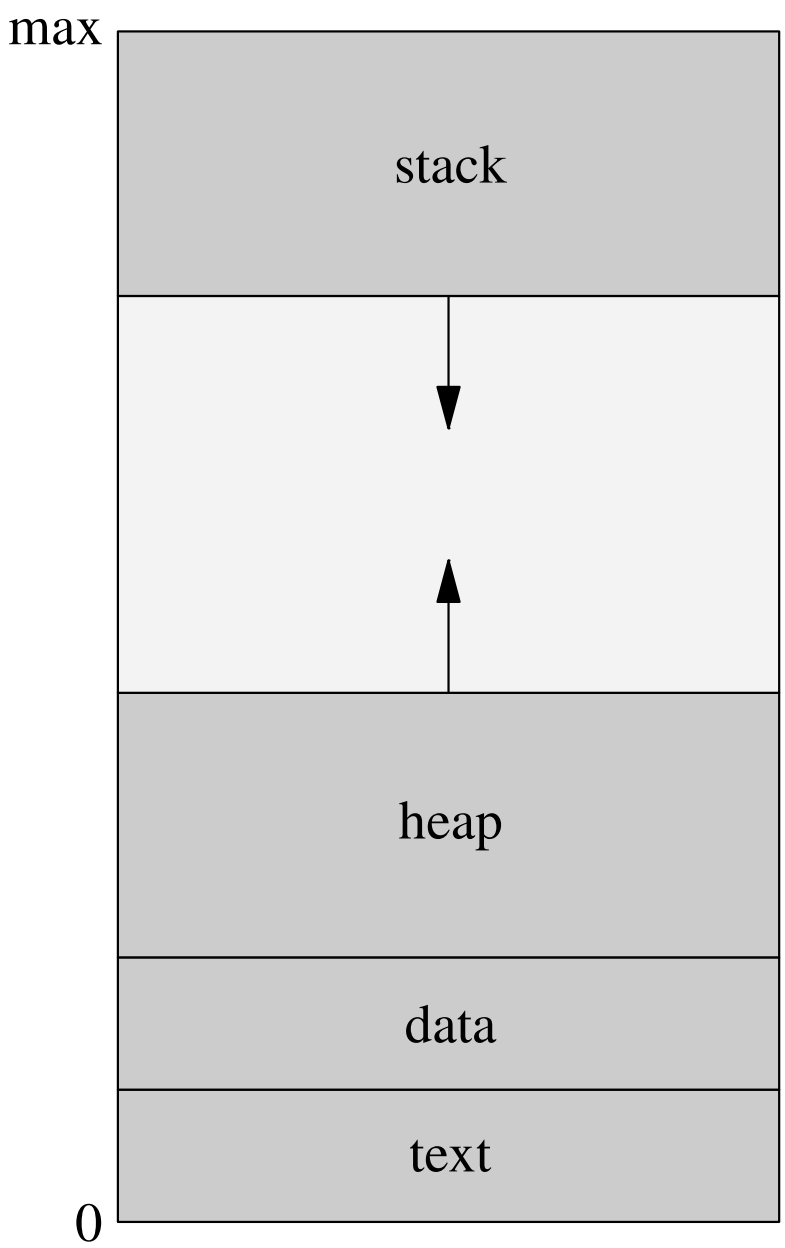
Grupo de Sistemas Distribuídos
Departamento de Informática
Universidade do Minho

- Processos
  - Conceito de processo
  - Operações sobre processos
  - Escalonamento de processos

Conceito de processo

- Sistemas opertivos executam:
  - sistemas batch: jobs
  - sistemas com time-sharing: programas ou tarefas
- Termos job (mais antigo) e process (moderno) são semelhantes
- Processo: programa em execução
- Processo necessita de contexto de execução:
  - código
  - dados (variáveis globais, heap, stack)
  - estado do processador (registos)
  - ficheiros abertos
  - ...

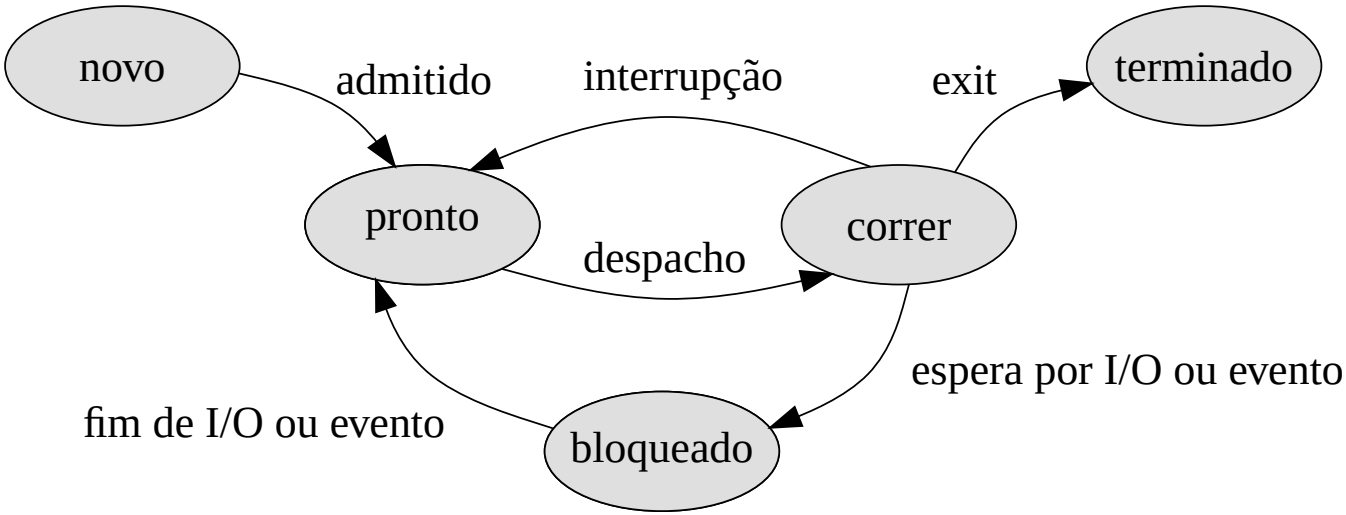
Processo em memória



Estados de um processo

Um processo ao executar passa por vários estados:

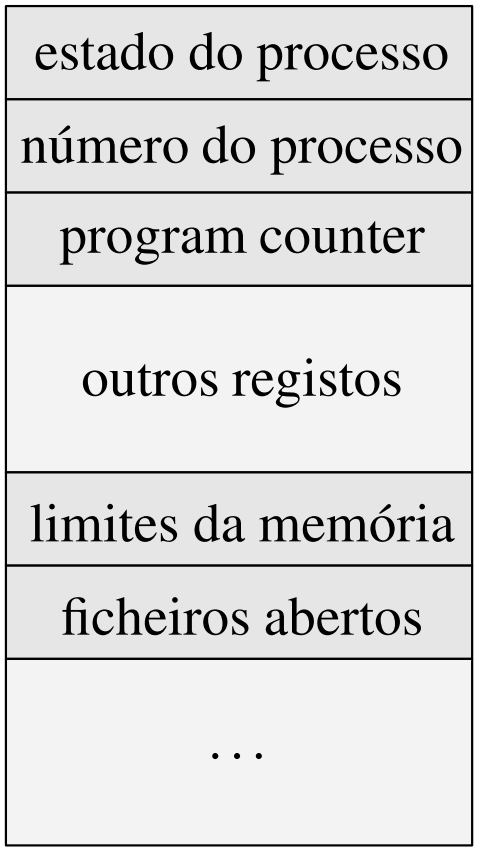
- novo: acaba de ser criado
- pronto: à espera de lhe ser atribuído processador
- correr: está a ser executado pelo processador
- bloqueado: à espera que algum evento aconteça
- terminado: terminou execução



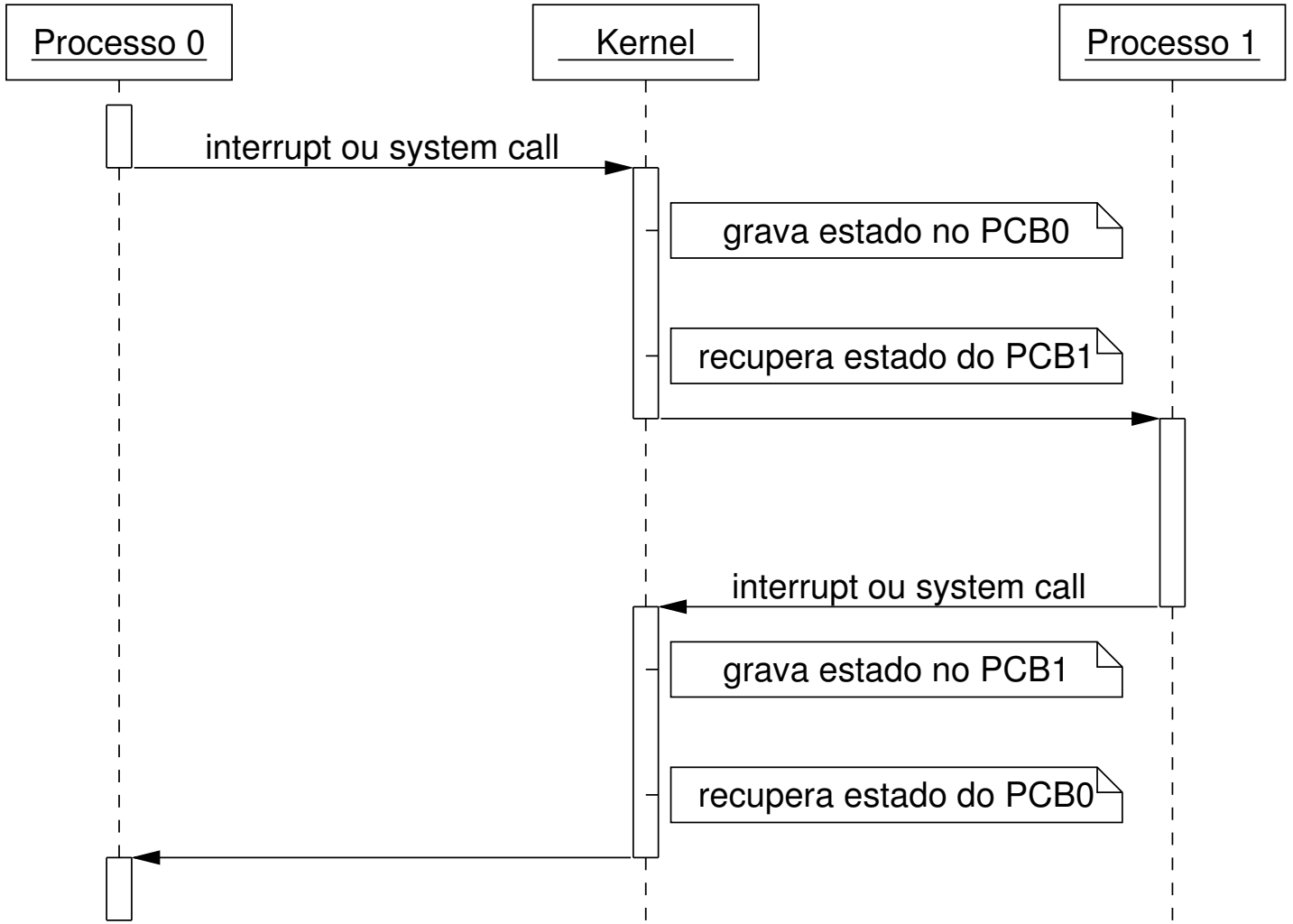
Bloco de controlo de um processo (PCB)

A informação sobre cada processo é guardada no PCB - process control block:

- estado do processo
- program counter
- resistos do processador
- informação de escalonamento
- informação de gestão de memória
- informação contabilística
- estado relativamente a I/O



Comutação entre processos



Criação de processos

- Padrão normal: processo pai cria processo filho
- Se repetido pode levar a árvore de processos
- Diferentes opções para partilha, endereçamento e execução.
- Partilha de recursos; pai e filho podem:
  - partilhar todos,
  - alguns ou
  - nenhum recurso
- Relativamente ao espaço de endereçamento:
  - o do filho é uma duplicação do do pai
  - o do filho é um programa diferente desde a criação
- Pai pode:
  - continuar independentemente ou
  - esperar que o filho termine

Criação de processos em Unix

- Chamada ao sistema fork cria filho
- fork “retorna duas vezes”, no pai e no filho
- Ambos continuam a executar o mesmo programa
- Filho herda duplicado do pai mas continua independentemente: com a sua memória, . . .
- Para substituir o programa a executar usa-se exec; muda o programa mas continua o processo corrente

Terminação de processos

- Quando um processo decide terminar:
  - invoca uma chamada ao sistema: exit
  - o sistema operativo liberta os recursos alocados ao processo
  - o pai pode obter informação sobre o filho (wait)
- Pai pode decidir terminar o filho:
  - a tarefa atribuida já não é necessária
  - filho excedeu recursos
  - quando o pai termina e não está interessado que o filho continue
  - alguns sistemas não permitem que um filho sobreviva ao pai: cascading termination

Escalonamento

- Os processos necessitam recursos
- Há tipicamente mais processos que recursos; tal é útil
- Portanto: os processos competem por recursos
- O sistema operativo deve fazer o escalonamento dos processos
- Os recursos devem ser atribuídos pela ordem correspondente às políticas de escalonamento

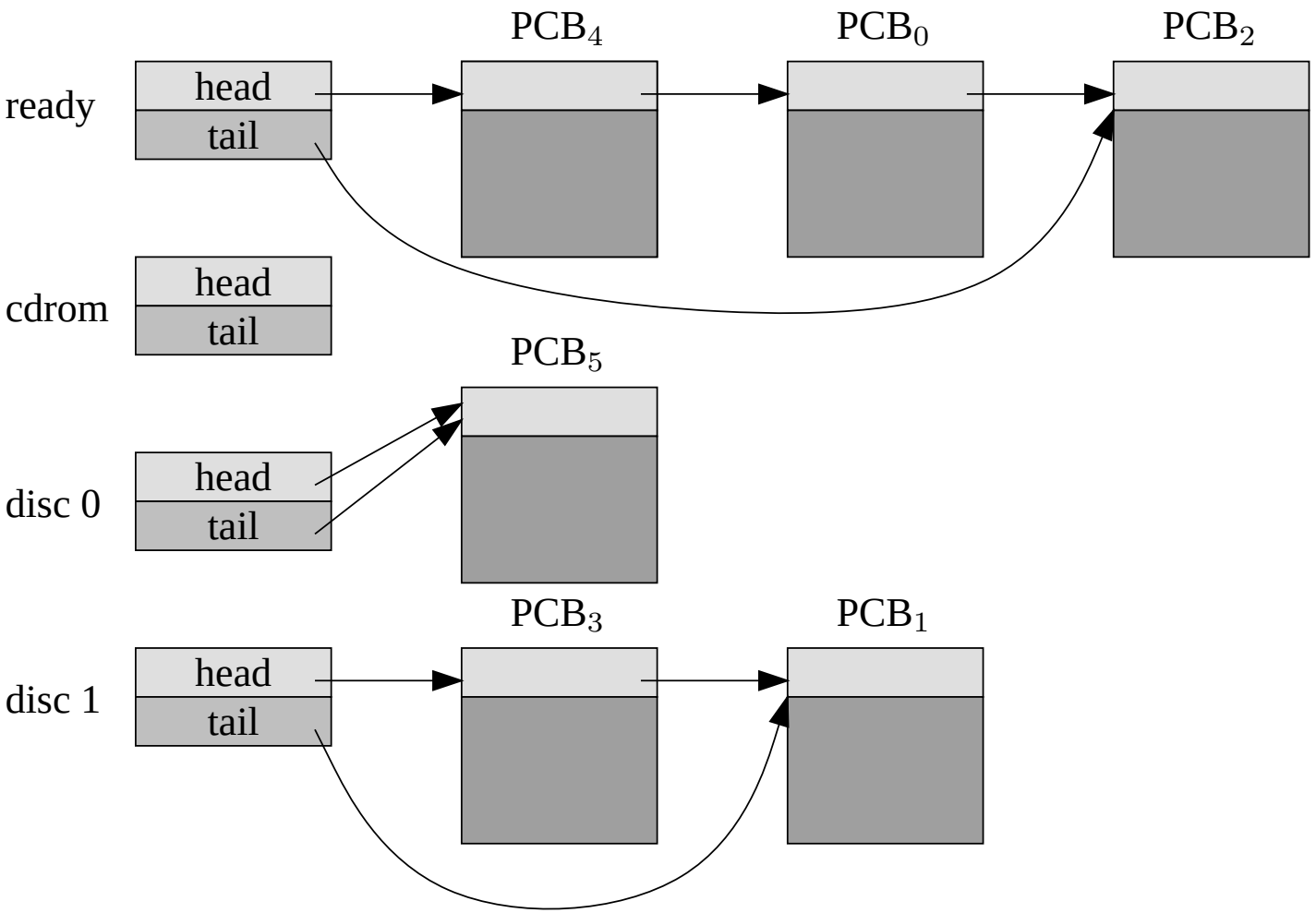
Objectivos

- Conveniência:
  - justiça
  - redução de tempo de resposta
  - previsibilidade
- Eficiência:
  - débito (throughput)
  - maximizar utilização do CPU e outros dispositivos

Filas de espera de escalonamento

- O sistema mantém várias filas de espera para processos:
  - job queue: todos os processos do sistema
  - ready queue: todos os processos em memória prontos e à espera de executar
  - device queues: contém os processos à espera de I/O num dispositivo (uma para cada dispositivo)
- Os processos migram entre as várias filas de espera

Filas de espera de escalonamento



Comutação de contexto

É útil distinguir dois tipos de comutação:

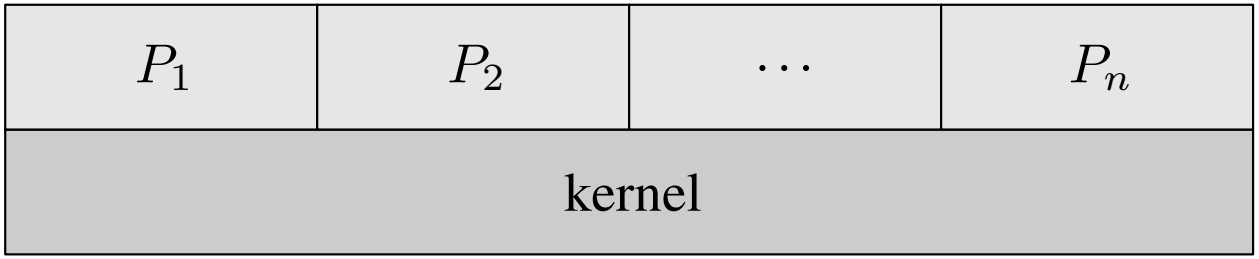
- Comutação de modo do processador para modo kernel:
  - usado simplesmente para servir uma interrupção
  - sem efectuar comutação de processo
  - o mesmo processo continuará logo em seguida
  - operação relativamente leve; é guardado pouco contexto (program counter, alguns registos)
- Comutação de processo
  - um outro processo ficará com o processador quando voltar ao modo utilizador
  - é necessário guardar o contexto completo no PCB e carregar contexto do novo processo antes de voltar ao modo utilizador
  - é necessário actualizar estados e listas de processos
  - operação mais pesada

Comutação de processos e o sistema operativo

- Diferentes sistemas operativos podem ter diferentes concepções de processos e implementações diferentes:
  - Kernel como não-processo
  - SO a correr dentro de processos utilizador
  - SO baseado em processos

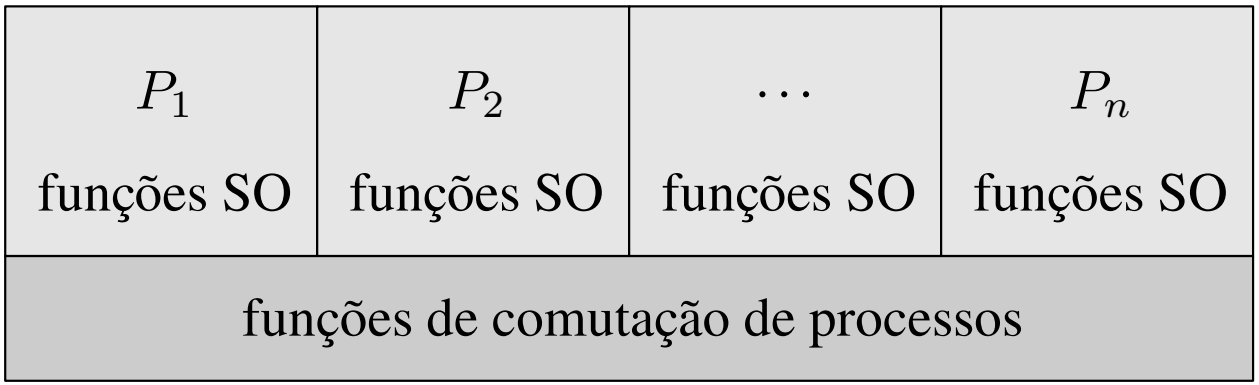
Kernel como não processo

- O conceito de processo só se aplica a programas em modo utilizador
- O código do SO é uma entidade única e separada que corre em modo protegido
- O código do SO nunca corre dentro de um processo



SO a correr dentro de processos utilizador

- SO visto como um conjunto de rotinas invocadas pelo utilizador
- Grande parte do código do SO corre dentro do contexto de processos utilizador
- Interrupções levam à comutação para o modo protegido, mas a rotina corre dentro do processo utilizador
- Funções de comutação correm fora dos processos
- Apropriado para máquinas pequenas; e.g. PDAs



SO baseado em processos

- O SO é uma colecção de processos do sistema, fora do espaço de endereçamento dos processos utilizador
- Cada serviço do SO corre num processo separado
- Funções de comutação correm fora dos processos

Swapping

Problemas:

- A necessidade de memória de um processo varia, podendo variar bastante
- Mesmo com memória virtual, demasiados processos em memória conduzem a má performance
- Processos podem estar bastante tempo no estado bloqueado, a ocupar memória

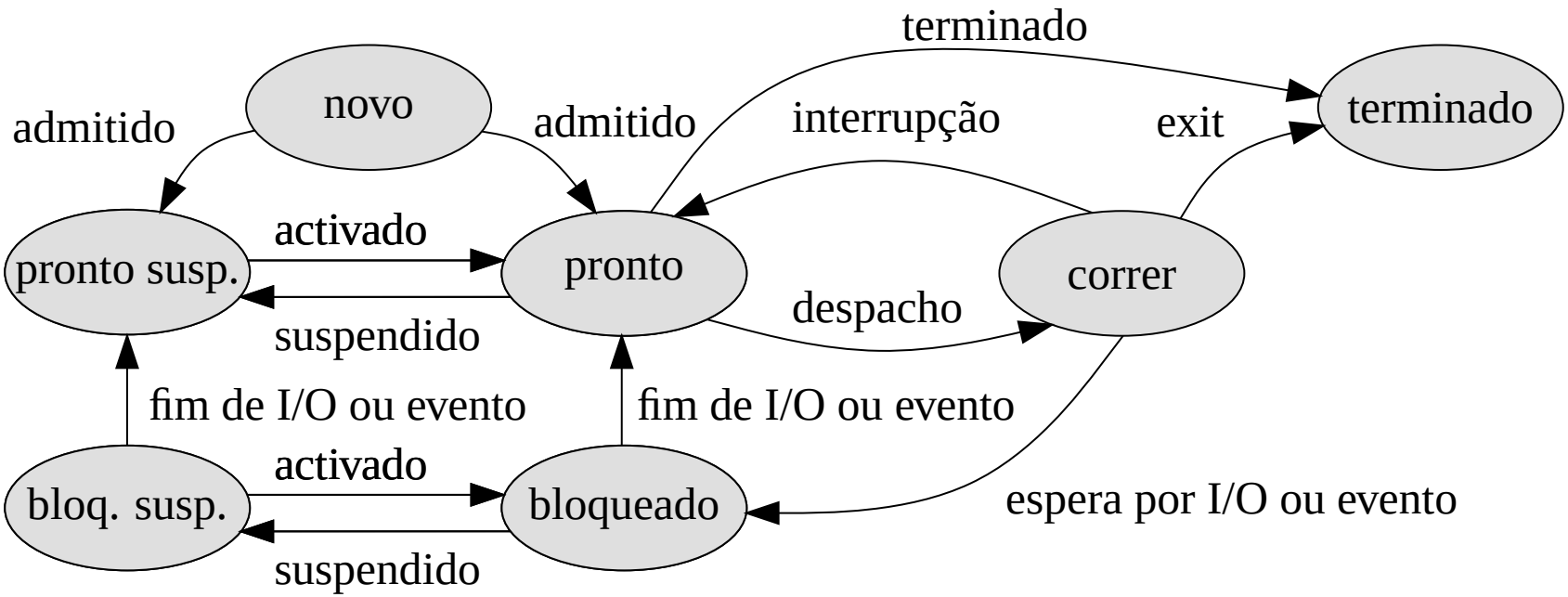
Solução:

- O sistema operativo pode suspender um processo; guardando a sua imagem em disco (swap out)
- Pode aplicar-se a processos bloqueados, ou prontos
- Mais tarde os processos podem ser trazidos de volta (activados, swap in)

Estados de um processo – modelo com 7 estados

O swapping introduz mais 2 estados possíveis:

- pronto suspendido
- bloqueado suspendido



Transições de estados

- novo →pronto
  - admitido e trazido para memória para a fila ready
- novo →pronto suspendido
  - admitido como suspendido; uma boa maneira de introduzir novos processsos sem mudar o grau de multiprogramação
- pronto →correr
  - o CPU scheduler escolhe o processo para correr
- pronto →terminado
  - e.g. quando é morto pelo processo pai
  - é retirado directamente da fila de ready
- pronto →pronto suspendido
  - quando há demasiados processos em memória e
  - não há um processo bloqueado para fazer swap out

Transições de estados

- correr →pronto
  - o processo esgotou a sua fatia de tempo ou
  - o processo é desafectado devido a processo de mais alta prioridade que ficou pronto
- correr →bloqueado
  - o processo pede um serviço ao SO
  - e.g. inicia I/O, acesso a recurso não disponível
- correr →terminado
  - processo invoca voluntariamente exit
- bloqueado →pronto
  - acontece evento pelo qual o processo esperava

Transições de estados

- bloqueado →bloqueado suspendido
  - o escalonador decide libertar memória fazendo swap out
  - esta pode ser usada para trazer processo pronto suspendido
  - e manter o grau de multiprogramação
- bloqueado suspendido →pronto suspendido
  - acontece evento pelo qual o processo suspendido esperava
- bloqueado suspendido →bloqueado
  - quando o uso de memória diminuiu e
  - não há nenhum outro processo pronto suspendido
- pronto suspendido →pronto
  - o processo é swapped in
  - quando o uso de memória diminui e o escalonador decide aumentar o grau de multiprogramação
  - ou quando é trocado por outro processo swapped out

Classes de escalonadores

- Escalonador de longo-prazo (job scheduler):
  - selecciona os processos que devem vir para a fila ready
  - executa pouco frequentemente (segundos ou minutos)
  - pode demorar tempo a tomar decisões
  - controla o grau de multiprogramação
- Escalonador de curto-prazo (cpu scheduler):
  - selecciona a qual processo deve ser atribuindo o processador
  - executa muito frequentemente (milisegundos)
  - tem que tomar decisões rápidas; senão . . .
- Escalonador de médio-prazo:
  - usado para controlar o grau de multiprogramação via swapping
  - processos (inteiros) são swapped para disco e mais tarde trazidos de volta quando as condições forem apropriadas

Critérios usados no escalonamento

- Para o escalonamento é importante a divisão:
  - processo I/O-bound: gasta mais tempo em I/O do que em computação; muitos períodos curtos de uso do CPU
  - processo CPU-bound: gasta mais tempo em computação; poucos períodos longos de uso do CPU
- O escalonador de longo prazo deve conseguir uma boa mistura destes dois tipos de processo
- Outras aspectos relevantes:
  - interactivo ou não (batch, background)
  - urgência de resposta (e.g. tempo real)
  - comportamento recente (utilização de memória, CPU)
  - necessidade de periféricos especiais

Tipos de escalonamento

- Escalonamento cooperativo (non-preemptive)
  - uma vez atribuído a um processo, o CPU nunca lhe é retirado
  - é o processo que cede o CPU voluntariamente
  - risco de o processo monopolizar CPU
  - pouco apropriado para interacção
  - usado em hardware com poucos recursos
- Escalonamento com desafectação forçada (preemptive)
  - o cpu é retirado de um processo se acabou fatia de tempo ou apareceu outro de maior prioridade
  - sistema responde melhor interactivamente
  - desvantagem: comutação de contexto tem overhead