Sistemas de Operação
Apontamentos das Aulas Teóricas

Fernando Silva e Inês Dutra

Departamento de Ciência de Computadores

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2006/2007

Sistemas de Operação – Programa

- **Objectivos:** estudar os conceitos, estrutura, e mecanismos dos sistemas de operação.
- **Aulas teóricas:**
  - Conceitos básicos de SO: sistemas batch, buffering e spooling, multiprogramação, time-sharing, sistemas distribuídos e sistemas tempo-real
  - Gestão de Processos: criação, escalonamento para execução, temporização, sincronização, zonas críticas, comunicação entre processos...
  - Gestão de Memória: mono- e multiprogramação, partições físicas, swapping, paginação, segmentação, memória virtual...
  - Sistema de Ficheiros: representação de ficheiros em disco, gestão do espaço em disco, mecanismos de protecção,...
  - Periféricos de Entrada/Saída
  - Encravamentos (deadlocks) e segurança
- **Aulas práticas:**
  - Programação Avançada em Unix

Bibliografia

- Silberschatz & Galvin, Operating System Concepts, 6th edition, Addison-Wesley, 2002.
- Silberschatz & Galvin & Gagne, Applied Operating System Concepts, 1st edition, John-Wiley, 2000.
- W. Stallings, Operating Systems: Internals and Design Principles, 5th edition, Prentice-Hall, 2004.
- R. Stevens & S. Rago, Advanced Programming in the UNIX(R) Environment, 2nd edition, Addison-Wesley, 2005.
- Marc J. Rochkind, Advanced UNIX Programming, 2nd edition, Addison-Wesley, 2004
- Mark Mitchell & Alex Samuel, Advanced Linux Programming, New Riders, 2001.
- Warren W. Gay, Advanced UNIX Programming, SAMS, 2000.

Método de Avaliação

- **Aulas práticas:**
  - frequência obrigatória $\Rightarrow$ **há marcação de faltas**
- **Trabalhos práticos: TP**
  - a realizar em grupos de 2 alunos
  - 3 trabalhos obrigatórios (também para trabalhadores-estudantes)
  - valorização de 6 valores
  - nota mínima: 40% da valorização
- **Exame escrito: EX** (com componente prática)
  - valorização de 14 valores
  - nota mínima em exame: 40% da valorização do exame
  - nota mínima na parte prática do exame: 40% dessa componente.
- **Classificação final:** $CF = (6 * NTP + 14 * EX)/20$ onde $NTP = min(max(EX - 20\%, TP), EX + 20\%)$

Significado: a diferença entre a classificação obtida no trabalho prático e no exame não deverá exceder os 20%, caso contrário a classificação do trabalho prático será ajustada para esse limite.

O que é um Sistema de Operação?

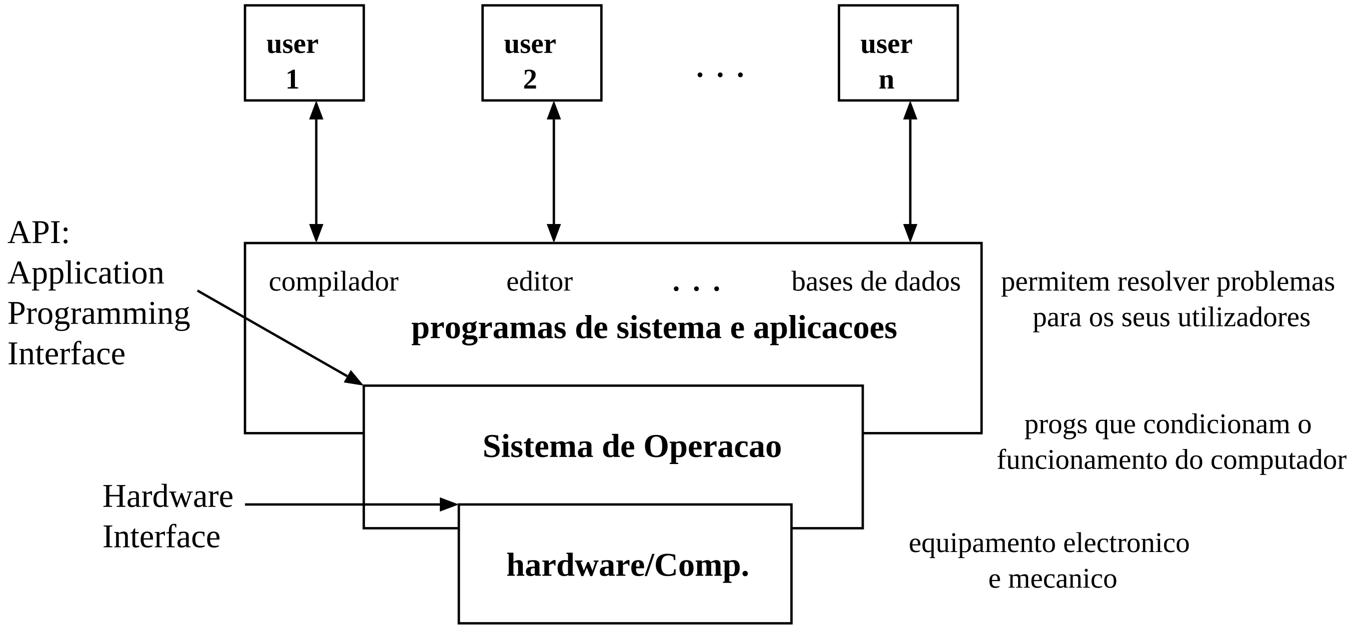
- Um SO é um programa (ou conjunto de programas) que actua como intermediário entre o utilizador e o hardware do computador.
- Não há consenso sobre o que faz parte de um SO, mas é comum dizer-se que:

  o SO é um programa, **kernel**, *que está sempre em execução, considerando-se todo o resto aplicações.*
- O que fará então parte de um SO?

  O mais certo:
  - gestor de memória
  - gestor de I/O
  - scheduling do CPU
  - multi-tarefa/multi-programação
  - comunicações?

  E quanto a?:
  - Sistema de ficheiros
  - Suporte multimédia
  - Interface com utilizador (window manager)
  - Internet browser ;-)

Componentes de um Sistema



problemas a resolver pelo SO:

- *como converter o que o hardware nos dá em algo que uma aplicação quer?*
- Qual é a interface ao hardware? (realidade física)
- Qual é a interface para a aplicação? (mais abstracta)
- Devemos passar mais responsabilidades para as aplicações ou para o hardware?

Funções de um SO

Um SO cumpre em geral duas funções:

- **Coordenador:**
  - administra a partilha dos recursos de um computador, e.g. controla o acesso concorrente à memória, ao sistema de ficheiros e à rede.
  - permite que vários utilizadores/aplicações usem o computador “em simultâneo”, de forma eficiente e justa.
  - resolve pedidos conflituosos de programas e utilizadores.
- **Facilitador:**
  - torna a tarefa de programação de aplicações, mais simples, rápida e menos sujeita a erros.
  - esconde a complexidade do hardware dos utilizadores, fornecendo-lhes interfaces de acesso mais convenientes de usar.

Funções de um SO (cont.)

- E se não tivesse um SO?
  - processo habitual de compilação: código fonte $\longrightarrow$ compilador $\longrightarrow$ código objecto $\longrightarrow$ hardware
  - Como colocar o código objecto no hardware? Como escrever a resposta?
  - programar em binário. Pouco simpático e produtivo, mas foi assim com o primeiro computador!

Evolução dos SOs

- Um computador típico em 1981 (na univ.) vs. 2003 vs. 2006:

	1981	2003	factor	2006	factor
CPU MHz	10	3000	300	4200	420
Ciclos/inst.	3-4	0.5-1	3-8	0.5-1	3-8
DRAM	128KB	512MB	4000	8192MB	64000
Disco	10MB	120GB	12000	750GB	75000
Largura banda	9600 b/s	100 Mb/s	10000	1000 Mb/s	100000
Endereçamento	16 bits	64 bits	4	64 bits	4
Custo	$25000	$2000	0.08	$1000	0.04

Os primeiros sistemas (início anos 50)

- Estrutura:
  - máquinas enormes acessíveis por uma consola
  - um utilizador e um programa em execução de cada vez
  - programador/utilizador era o operador da máquina
  - fitas perfuradas e cartões
- Software:
  - assembladores, compiladores
  - carregadores (loaders), ligadores (linkers)
  - bibliotecas de procedimentos mais comuns (libraries)
  - controladores de periféricos (device-drivers)
- Seguros
- Uso ineficiente de recursos:
  - baixo aproveitamento do CPU
  - tempo de arranque muito significativo

Sistemas Batch Simples

- adoptar um operador mais experiente
  → utilizador deixa de ter acesso ao hardware.
- agrupar programas dos utilizadores e execução gerida pelo operador.
  → melhora eficiência se os programas tiverem requisitos semelhantes
- e se um dos programas parar/falhar na sua execução?
  → operador tem de intervir.
- **monitor residente**: primeiro programa de um *SO rudimentar* para controlar a execução de programas:
  → (1) o monitor reside em memória e inicia execução
  → (2) transfere o controlo para outro programa
  → (3) quando o programa termina, transfere o controlo novamente para o monitor, que volta a (2).
- Dificuldades:
  1. Como é que o monitor sabe qual a natureza de uma tarefa ou qual o programa a executar?
  2. Como é que um monitor distingue: uma tarefa de outra? os dados do programa?
- Solução: através de cartões de controlo

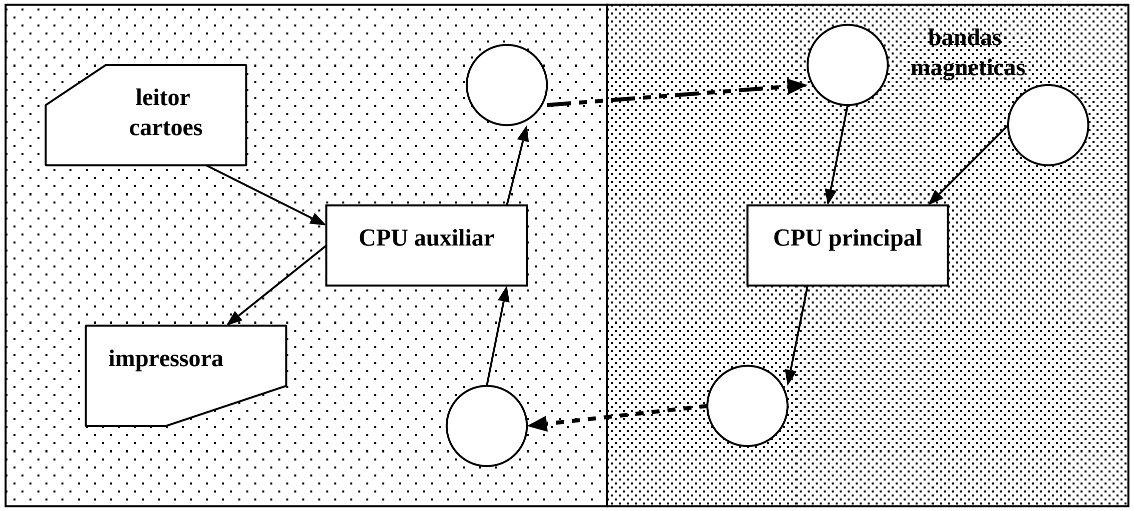
Cartões de controlo

Cada tarefa inclui comandos para o monitor que determinam o compilador a usar, o programa e os dados para o programa:

```
$JOB
$FTN                      % carrega o compilador
... --> código Fortran   %  é compilado e guardado
$LOAD                     % carrega o prog. compilado
$RUN                      % executa-o
... --> dados
$END
```

- Partes do monitor:
  - interpretador dos cartões de controlo (comandos)
  - carregador (loader) – carrega programas e aplicações para memória
  - controladores de periféricos
- Problemas:
  - Lento – não sobrepõe execução do CPU com I/O; leitor de cartões é lento.
- **Solução:** operação em off-line.

Operação off-line

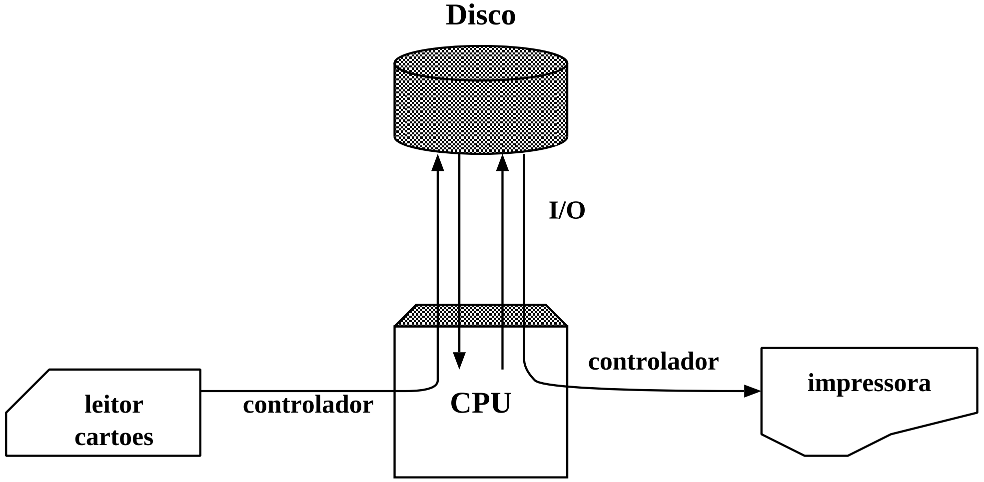


- **Vantagens:**
  - sobreposição da execução do CPU e operações I/O, embora com 2 máquinas independentes.
  - o computador não fica condicionado pela menor velocidade dos leitores de cartões e impressoras de linhas, depende da velocidade das unidades de bandas magnéticas.
  - torna o sistema independente dos periféricos.

Operação off-line (cont.)

- **Como sobrepor execução do CPU e operações I/O numa só máquina?**
  - **buffering** – interpondo um buffer entre periférico e CPU.
  - Após o CPU lêr do buffer os dados e começar a operar em sobre estes, ambos CPU e controlador do periférico podem operar em simultãneo, estando ambos ocupados.
  - na prática CPU é muito mais rápido e tem de esperar!

Spooling



- usa o disco como um buffer de grandes dimensões.
- sobrepõe operações de I/O de uma tarefa com a execução de outras tarefas. Enquanto executa uma tarefa, o SO:

  → lê a próxima tarefa do leitor de cartões para o disco – **fila de tarefas para execução.**

  → O SO selecciona desta fila a próxima tarefa para execução – **scheduling de tarefas.**

  → escreve os resultados da tarefa anterior para a impressora.
- Um exemplo de spooling em SOs actuais é o envio de tarefas para a impressora.

Multiprogramação de Sistemas Batch

- **Sistemas uni-programados:**

  → uma tarefa era executada de princípio a fim.

  → ordem de execução das tarefas correspondia à ordem de leitura.

  → o CPU não podia passar para uma nova tarefa se a actual estivesse parada à espera de I/O.

- **Sistemas multiprogramados:**
  - os discos permitem acesso directo (não sequêncial) e rápido, pelo que é possível pensar numa estratégia de escalonamento de tarefas (scheduling).
  - **a ideia é aumentar a utilização do CPU**, para isso:

    → ter em memória várias tarefas (programas) prontas a serem executadas.

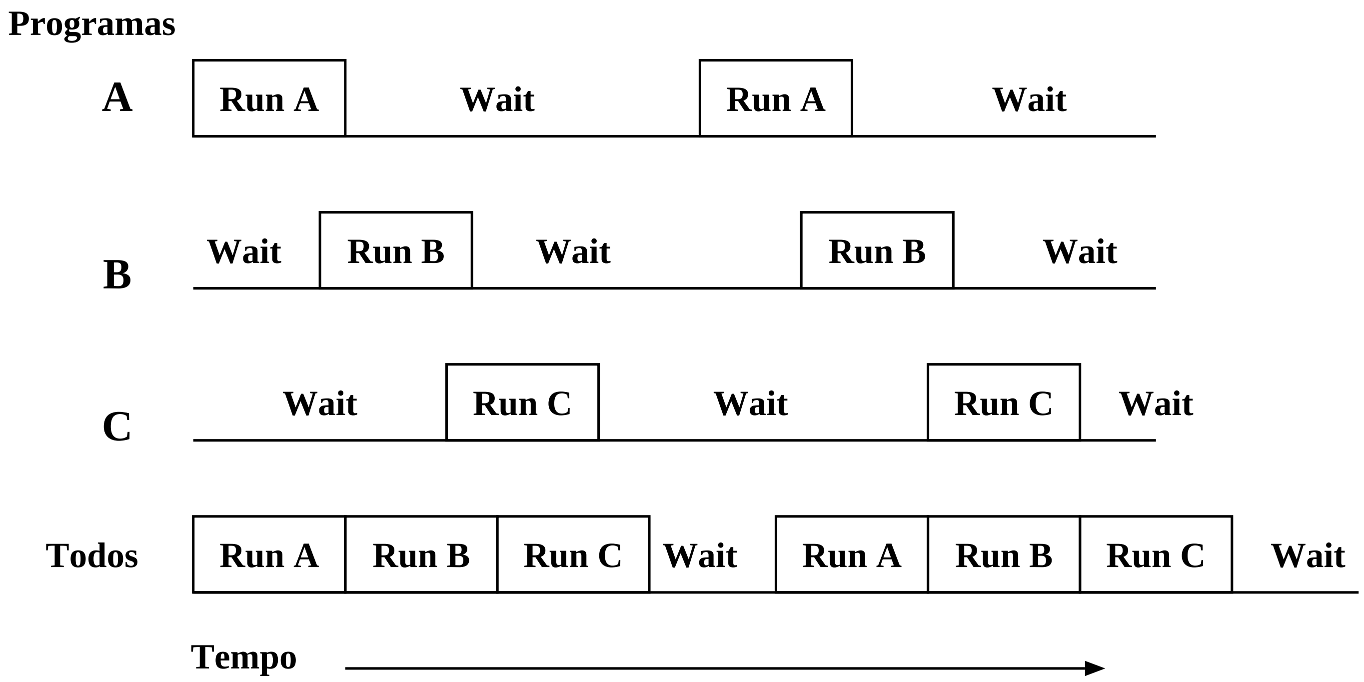
    Requer capacidade de gestão de memória pelo SO.

    → cada tarefa é executada durante um certo tempo, caso seja interrompida o SO pega automáticamente numa nova. A tarefa interrompida será retomada logo que possa continuar a sua execução.

    Que tarefa escolher? CPU scheduling.

    → a execução concorrente de tarefas requer do SO a capacidade de limitar a possibilidde de interferência entre as tarefas.

Exemplo de multiprogramação



Multi-tarefa (Multitasking) ou Time-Sharing

- **Sistemas Multi-tarefa:**
  - extende o conceito de multiprogramação.
  - o CPU é partilhado por várias tarefas prontas a executar.
  - cada tarefa executa durante uma fracção de tempo, Δt.
  - o SO comuta frequentemente entre várias tarefas em execução de forma que cria a ilusão de estar a executar todas em simultâneo.
  - vai permitir a interacção dos utilizadores com os respectivos programas em execução.
- **Sistemas time-sharing:**
  - uso interactivo de um computador
  - muitos utilizadores a partilharem o computador.
- **Multiprogramação em Batch versus Time Sharing**
  - Mutiprogramação em Batch: *objectivo principal é maximizar uso de CPU*.
  - Time-sharing: *objectivo principal é maximizar tempo de resposta*.

Sistemas de Computador Pessoal

- computadores pessoais – sistema dedicado a um utilizador.
- periféricos I/O: teclado, rato, monitores, impressoras.
- até recentemente, não possuiam os requesitos necessários para suportar um sistema multi-task.
- Sistemas operativos: MSDOS, MacOS, Windows, Windows-NT,...Windows2000, Linux.

Sistemas Paralelos (multiprocessadores)

- usar vários CPUs para executar mais tarefas por unidade de tempo.
- **sistemas de memória partilhada** – os CPUs partilham uma memória global e é através dela que comunicam.
- **sistems de memória distribuída** – os CPUs têm a sua memória local, não há partilha. Os CPUs comunicam entre si por troca de mensagens.
- **Vantagens:**
  - aumenta o *throughput* – número de tarefas executadas por unidade de tempo.
  - melhora a fiabilidade.
  - multiprocessamento simétrico:
    cada processador corre uma cópia idêntica do SO.

Sistemas tempo-real

- Outra forma de um SO, normalmente usado como controlador de periféricos dedicado a uma tarefa.
- Restrições de tempo, bem definidas. Ou se realiza dentro do tempo estabelecido ou o sistema falhará.
- Exemplo: controlo de um robot submarino.