

Sistemas Operacionais

Introdução e revisão

Profª Drª Thaína Aparecida Azevedo Tosta

tosta.thaina@unifesp.br

Sumário

- Conceitos iniciais
- O que é um sistema operacional?
- História dos sistemas operacionais
- O zoológico dos sistemas operacionais
- Revisão sobre hardware de computadores

Objetivo: conhecer o funcionamento de diferentes sistemas operacionais, e suas interações com outras partes do computador.

Conceitos iniciais

Os computadores são equipados com um software chamado de **sistema operacional**;

- Fornece aos programas do usuário um modelo do computador melhor, mais simples e mais limpo, e lida com o gerenciamento de todos os seus recursos.

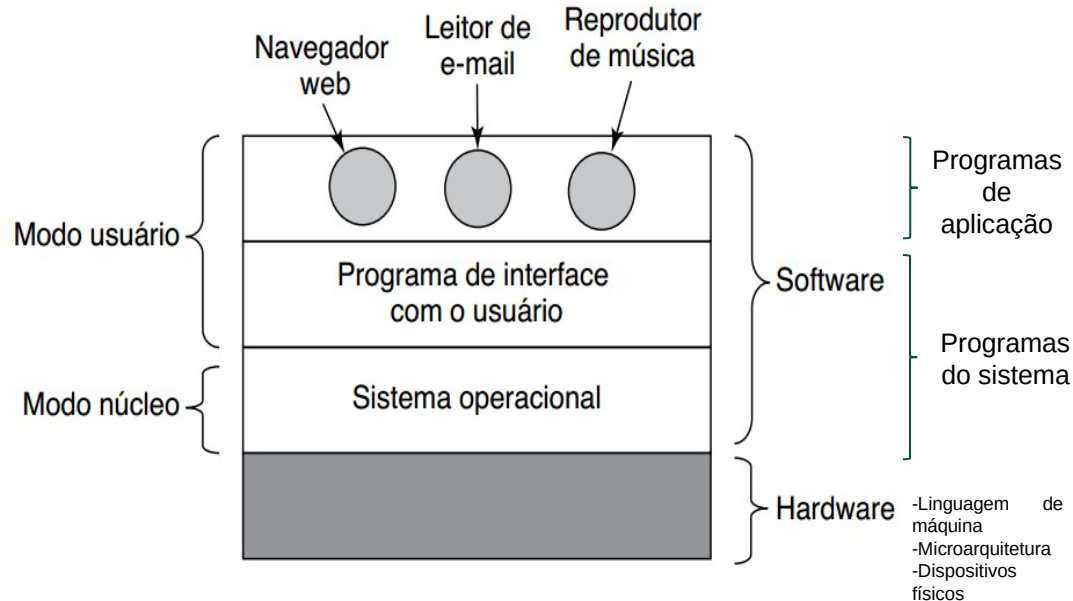
Quem programa não precisa compreender como todas essas partes funcionam em detalhes.

- O shell ou GUI (*Graphical User Interface*) não é parte do sistema operacional, embora use esse sistema para realizar o seu trabalho.

Conceitos iniciais

Modos de operação da maioria dos computadores:

- **Modo núcleo (supervisor):** acesso completo a todo o hardware e execução de qualquer instrução que a máquina for capaz de executar;
- **Modo usuário:** apenas um subconjunto das instruções da máquina está disponível, sem aquelas que afetam o controle da máquina ou realizam E/S (Entrada/Saída).



O que é um sistema operacional?

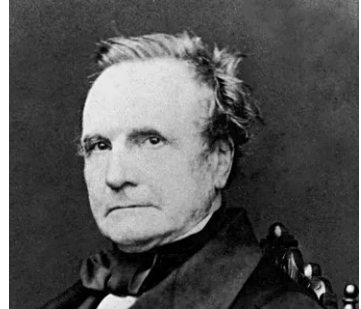
Os sistemas operacionais realizam funções não relacionadas:

- Fornecer a quem programa um conjunto de recursos abstratos limpo em vez de recursos confusos de hardware;
- Gerenciar esses recursos de hardware.

O sistema operacional como uma máquina estendida	O sistema operacional como um gerenciador de recursos
<i>Top-down</i> Exemplo: utilizar arquivos como um nível de abstração para se utilizar discos Os clientes reais dos sistemas operacionais são os programas aplicativos, lidando com as abstrações fornecidas pela interface do usuário.	<i>Bottom-up</i> Exemplo: três programas tentam imprimir sua saída simultaneamente O gerenciamento de recursos inclui a multiplexação (compartilhamento) de recursos no tempo (alocação da CPU) e no espaço (memória).

História dos sistemas operacionais

- Os **sistemas operacionais** estiveram historicamente vinculados à **arquitetura dos computadores**;
- O primeiro computador foi projetado por Charles Babbage (1792-1871).
 - "Máquina analítica" puramente mecânica com tecnologia precária para produção de rodas, acessórios e engrenagens de alta precisão;
 - Sem sistema operacional.
- Um software seria necessário para a máquina analítica: Ada Lovelace (linguagem Ada).



História dos sistemas operacionais

A primeira geração (1945-1955): válvulas

- A Segunda Guerra Mundial estimulou a construção de computadores digitais;
Estados Unidos, Alemanha e Inglaterra.
- Alguns eram binários, outros usavam válvulas e ainda outros eram programáveis, mas todos eram muito primitivos;
- Toda a programação era feita em código de máquina absoluto ou ligando circuitos elétricos de cabos a painéis de ligações;
- Ninguém tinha ouvido falar ainda de sistemas operacionais.

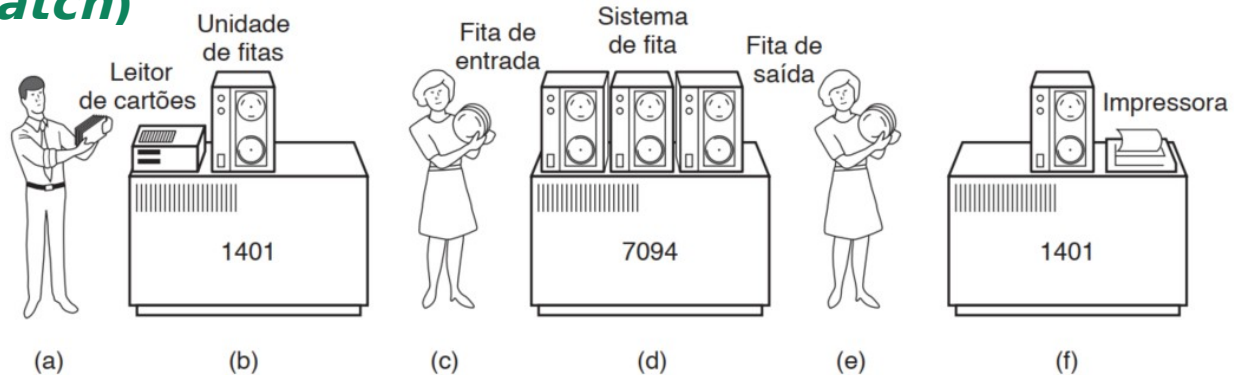
História dos sistemas operacionais

A segunda geração (1955-1965): transistores e sistemas em lote (*batch*)

- Grandes mudanças pelos transistores;
- Computadores de grande porte (*mainframes*) caros e usados apenas por grandes corporações, agências do governo e universidades;
- Programas em FORTRAN ou em linguagem de montagem (assembly) em cartões perfurados;
- Para reduzir tempo desperdiçado, surgiu o sistema em lote (*batch*);
- Sistemas operacionais típicos eram o FMS (*Fortran Monitor System*) e o IBSYS, o sistema operacional da IBM para o 7094.

História dos sistemas operacionais

A segunda geração (1955-1965): transistores e sistemas em lote (*batch*)

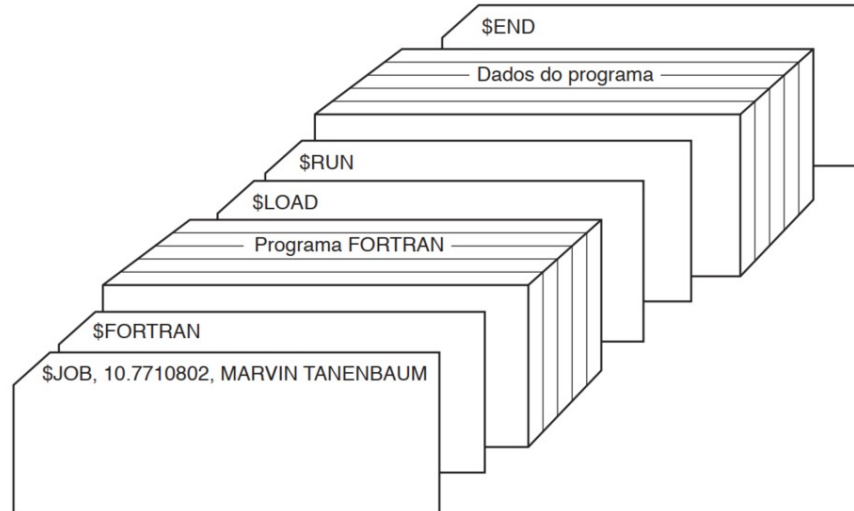


- (a) Programadores levavam cartões para o 1401.
- (b) O 1401 lia o lote de tarefas em uma fita.
- (c) O operador levava a fita de entrada para o 7094.
- (d) O 7094 executava o processamento.
- (e) O operador levava a fita de saída para o 1401.
- (f) O 1401 imprimia as saídas.

História dos sistemas operacionais

A segunda geração (1955-1965): transistores e sistemas em lote (*batch*)

Estrutura de uma tarefa FMS típica.



História dos sistemas operacionais

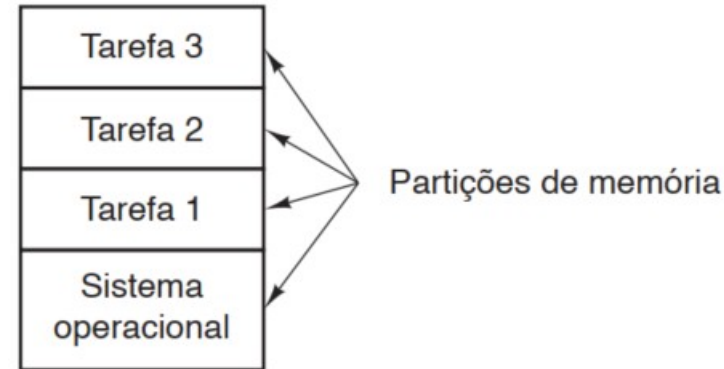
A terceira geração (1965-1980): CIs e multiprogramação

- O IBM 360 foi a primeira linha importante de computadores a usar circuitos integrados de pequena escala;
- A intenção original era de que todo software, incluindo o sistema operacional **(OS/360)** funcionasse em todos os modelos.
 - Sistema operacional enorme e complexo.

História dos sistemas operacionais

A terceira geração (1965-1980): CIs e multiprogramação

- A multiprogramação tornou-se popular nessa geração (divisão da memória em partições para diferentes tarefas);
 - Aplicações *CPU-bound* (E/S ociosa) e *I/O-bound* (CPU ociosa)
- Desenvolvimento inicial do sistema UNIX, com código aberto (Padronização IEEE Posix 1003);
 - UNIX → MINIX → Linux → distribuições.



História dos sistemas operacionais

A quarta geração (1980-presente): computadores pessoais

- Com o desenvolvimento dos circuitos integrados em larga escala (*Large Scale Integration* — LSI), surgiu a era do computador moderno;
- Em consequência de contatos entre IBM, Bill Gates e *Digital Research*, surgiu o DOS (*Disk Operating System*) e o MS-DOS;
 - Versão inicial relativamente primitiva com aspectos tirados do UNIX;
 - Digitação de comandos no teclado e GUI.
- Windows originalmente executado em cima do MS-DOS;
- UNIX forte entre servidores de rede e de empresas, e presente em computadores de mesa, notebooks, tablets e smartphones.

História dos sistemas operacionais

A quinta geração (1990-presente): computadores móveis

- O primeiro telefone móvel real apareceu em 1946 (40 kg) e o primeiro telefone verdadeiramente móvel foi criado na década de 1970 (~ 1 kg);
- O primeiro smartphone de verdade não foi inventado até meados de 1990 (Nokia N9000);
- Agora que os smartphones tornaram-se onipresentes, a competição entre sistemas operacionais tornou-se feroz e o desfecho é incerto;
- Android é um sistema operacional baseado no Linux lançado pelo Google em 2008.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de computadores de grande porte

- *Mainframes* ainda são encontrados em centros de processamento de dados de grandes corporações, com alta capacidade de E/S (1.000 discos não é incomum);
- Os sistemas operacionais para computadores de grande porte são intensamente orientados para o processamento de muitas tarefas ao mesmo tempo;
- Processamento de cheques em um banco ou reservas de companhias aéreas.
 - Exemplos: OS/390, OS/360, variantes UNIX.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de servidores

- Servidores servem a múltiplos usuários ao mesmo tempo por uma rede e permitem que os usuários compartilhem recursos de hardware e software;
- Provedores de acesso à internet utilizam várias máquinas servidoras para dar suporte aos clientes, e sites usam servidores para armazenar páginas e lidar com as requisições que chegam;
- Sistemas operacionais simplificados.
 - Exemplos: Solaris, FreeBSD, Linux e Windows Server 201x.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de multiprocessadores

- Com o advento recente de chips multinúcleo para computadores pessoais, mesmo sistemas operacionais de computadores de mesa e notebooks convencionais estão começando a lidar com pelo menos multiprocessadores de pequena escala;
- A parte difícil será fazer com que os aplicativos usem toda essa potência computacional;
- Exemplos: Windows e Linux.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de computadores pessoais

- Todos os computadores modernos dão suporte à multiprogramação;
- Seu trabalho é proporcionar um bom apoio para um único usuário com múltiplos módulos;
- Exemplos: Linux, FreeBSD, Windows 7, Windows 8 e OS X da Apple.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de computadores portáteis

- Tablets e smartphones são exemplos de computadores portáteis;
- Eles possuem CPUs multinúcleo, GPS, câmeras e outros sensores, quantidades enormes de memória, sistemas operacionais sofisticados e diversos apps;
- Exemplos: Android do Google e o iOS da Apple.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais embarcados

- Sistemas embarcados são executados em computadores que controlam dispositivos que não costumam ser vistos como computadores e que não aceitam softwares instalados pelo usuário (forno microondas, TV, carros, DVDs);
- Essa é a principal diferença com portáteis;
- Exemplos: Embedded Linux, QNX e VxWorks.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de nós sensores (*sensor-node*)

- Esses nós são computadores minúsculos (com CPU, RAM, ROM e sensores ambientais) que se comunicam entre si e com uma estação-base usando comunicação sem fio;
- Redes de sensores são usadas para proteger os perímetros de prédios, guardar fronteiras nacionais, detectar incêndios em florestas, medir a temperatura e a precipitação para a previsão de tempo, etc;
- Exemplo: TinyOS.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de tempo real

- O tempo é um parâmetro-chave nesses sistemas;
- Sistemas de tempo real crítico (controle de processos industriais, aviãoica, militar, etc) e sistemas de tempo real não crítico (sistemas de multimídia ou áudio digital, e smartphones);
- Exemplo: eCos.

O zoológico dos sistemas operacionais

Sistemas operacionais de cartões inteligentes (*smartcard*)

- Os menores sistemas operacionais são executados em cartões inteligentes, que são dispositivos do tamanho de cartões de crédito contendo um chip de CPU;
- Possuem severas restrições de memória e energia;
- Alguns cartões inteligentes são orientados a Java;
- O sistema operacional extremamente primitivo lida com questões de gerenciamento de recursos e proteção.

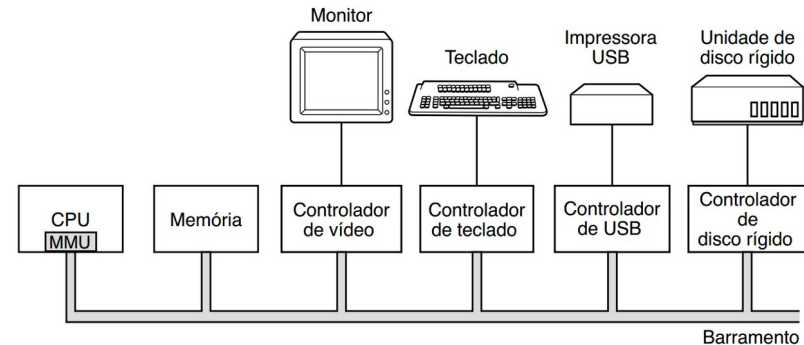
O zoológico dos sistemas operacionais

- ✓ Computadores de grande porte;
- ✓ Servidores;
- ✓ Multiprocessadores;
- ✓ Computadores pessoais;
- ✓ Computadores portáteis;
- ✓ Embarcados;
- ✓ Nós sensores (*sensor-node*);
- ✓ Tempo real;
- ✓ Cartões inteligentes (*smartcard*).



Revisão sobre hardware de computadores

- Um sistema operacional está intimamente ligado ao hardware do computador no qual ele é executado:
 - Estende o conjunto de instruções do computador;
 - Gerencia seus recursos;
 - Deve conhecer profundamente o hardware.
- A CPU, memória e dispositivos de E/S estão todos conectados por um sistema de barramento e comunicam-se uns com os outros sobre ele.



Revisão sobre hardware de computadores

Processadores

- O cérebro do computador é a CPU:
 - Busca a instrução na memória;
 - Decodifica para determinar o seu tipo e operandos;
 - Executa a instrução.
- Tempo para acessar a memória > tempo de execução → registradores internos.

Registradores gerais	Variáveis e resultados temporários
Contador de programa	Contém o endereço de memória da próxima instrução
Ponteiro de pilha	Aponta para o topo da pilha atual na memória
Palavra de estado do programa (PSW)	Bits de controle (como modo de execução usuário ou núcleo); Programas de usuários leem tudo, mas em geral podem escrever somente parte dos seus campos. Tem um papel importante nas chamadas de sistema e em E/S.

Revisão sobre hardware de computadores

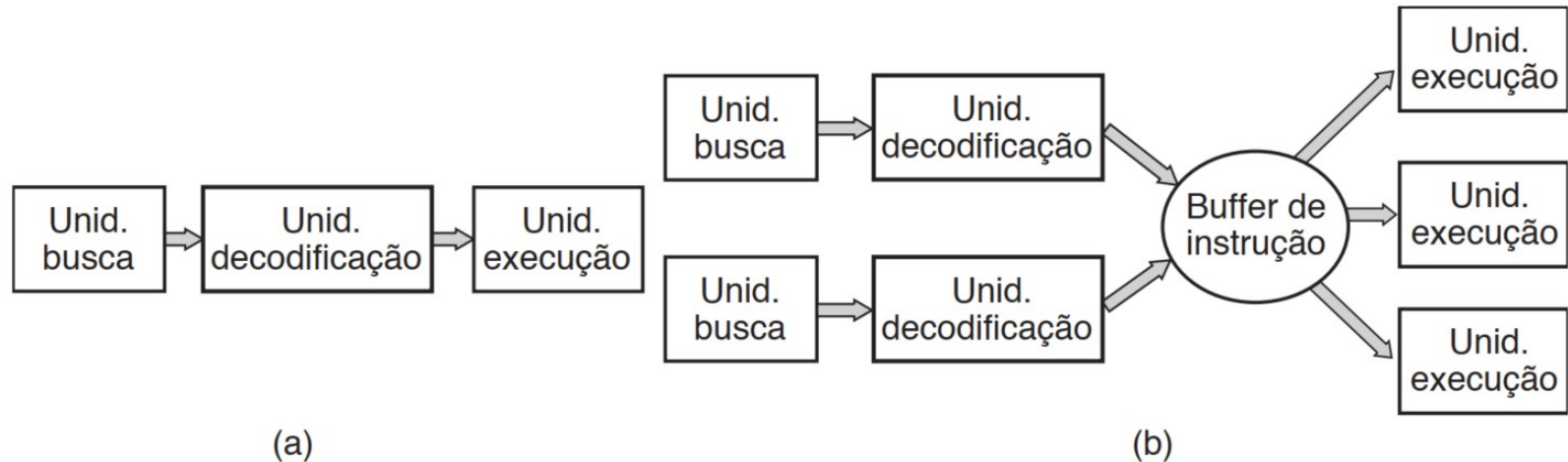
Processadores

- Realizando a multiplexação de tempo da CPU, o sistema operacional muitas vezes vai interromper o programa em execução para (re)começar outro, salvando e restaurando registradores;
- Muitas CPUs modernas têm recursos para executar mais de uma instrução ao mesmo tempo;
- Uma organização com essas características é chamada de pipeline.

Revisão sobre hardware de computadores

Processadores

(a) Um pipeline com três estágios. (b) Uma CPU superescalar.



Revisão sobre hardware de computadores

Processadores

A maioria das CPUs — exceto aquelas muito simples usadas em sistemas embarcados, tem dois modos, núcleo e usuário, com controle por um bit no PSW.

Modo núcleo	Modo usuário
<p>CPU pode executar todas as instruções em seu conjunto de instruções e usar todos os recursos de hardware;</p> <p>Em computadores de mesa e servidores, o sistema operacional normalmente opera em modo núcleo;</p> <p>Na maioria dos sistemas embarcados, uma pequena parte opera em modo núcleo.</p>	<p>Apenas um subconjunto das instruções pode ser executado e um subconjunto dos recursos pode ser acessado;</p> <p>É nesse modo que os programas de usuários são executados.</p>

Revisão sobre hardware de computadores

Processadores

- Para obter serviços do sistema operacional, um programa de usuário deve fazer uma **chamada de sistema**;
- Por meio de uma instrução TRAP, ela chaveia do modo usuário para o modo núcleo e passa o controle para o sistema operacional;
- Assim, ela é um tipo especial de procedimento de instrução.

Revisão sobre hardware de computadores

Memória

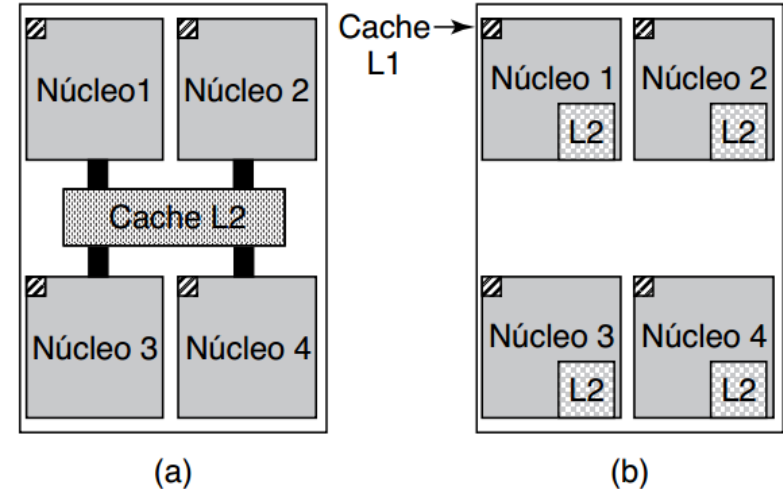
- O segundo principal componente em qualquer computador é a memória;
- O que queremos da memória? Rápida, com alta capacidade e barata!

Tempo típico de acesso		Capacidade típica
1 ns	Registradores	<1 KB
2 ns	Cache	4 MB
10 ns	Memória principal	1-8 GB
10 ms	Disco magnético	1-4 TB

Revisão sobre hardware de computadores

Memória

Registradores	Os programas devem gerenciar os próprios registradores (isto é, decidir o que manter neles).
Memória cache	Controlada principalmente pelo hardware; <i>Cache hits</i> costumam levar em torno de dois ciclos de CPU; A diferença entre as caches L1 e L2 encontra-se na sincronização: L1 é sem atraso e L2 envolve um atraso de um ou dois ciclos de relógio.
Memória principal	Normalmente chamada de RAM (<i>Random Access Memory</i> — memória de acesso aleatório); A ROM (<i>Read Only Memory</i> — memória somente de leitura) é programada na fábrica e não pode ser modificada depois, como para uso do carregador para inicializar o computador.



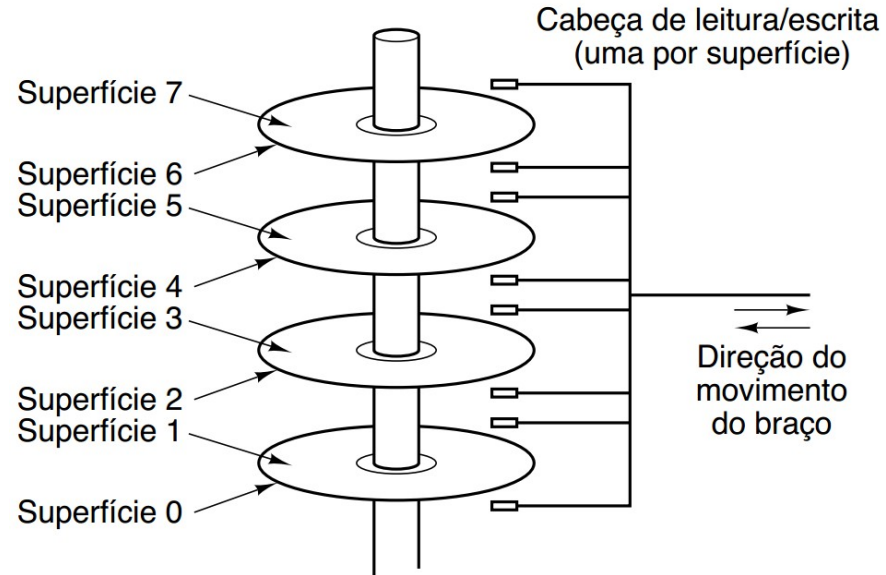
- (a) Chips multinúcleo Intel: controlador de cache mais complexo
(b) Chips AMD: mais difícil manter a consistência

Revisão sobre hardware de computadores

Discos

Os discos magnéticos são dispositivos mecânicos que rodam a 5.400, 7.200, 10.800 RPM, ou mais, com:

- Setores;
- Trilhas;
- Cilindros.

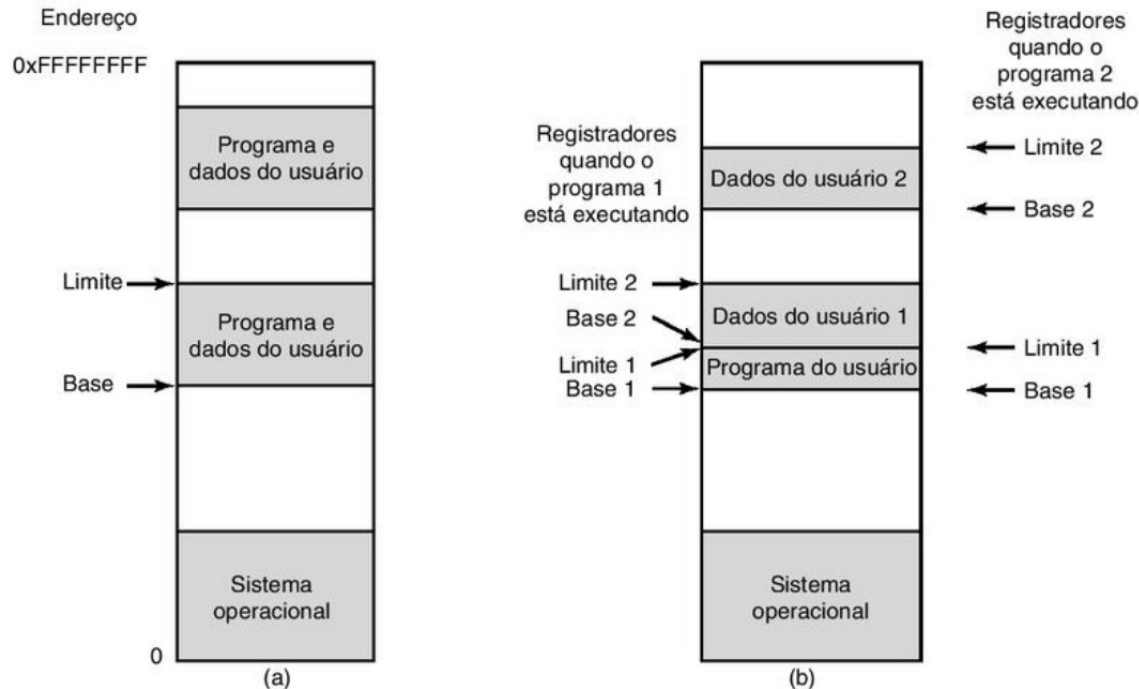


Revisão sobre hardware de computadores

Discos

- Quando falamos em discos, podemos também incluir os **SSDs** (*Solid State Disks*), cuja única semelhança com os discos é por armazenarem uma quantidade grande de dados;
- Muitos computadores dão suporte a um esquema conhecido como **memória virtual** (usar a memória principal como cache do disco);
- Para isso, é necessário remapear endereços de memória do disco e da RAM, pela **MMU** (*Memory Management Unit*).

Revisão sobre hardware de computadores



(a) Uso de um par base-limite. O programa pode ter acesso à memória entre a base e o limite. (b) Uso de dois pares base-limite. O código do programa está entre Base 1 e Limite 1; já os dados estão entre Base 2 e Limite 2.

Revisão sobre hardware de computadores

Dispositivos de E/S

Dispositivos de E/S também interagem intensamente com o sistema operacional, com duas partes:

- Controlador: é um chip ou um conjunto de chips que controla fisicamente o dispositivo, aceitando comandos do sistema operacional e apresentando uma interface mais simples do dispositivo para ele;
- Dispositivo em si: possuem interface simples porque não podem fazer muito.

Revisão sobre hardware de computadores

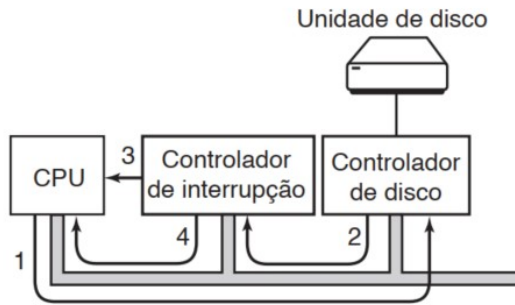
Dispositivos de E/S

- O software que conversa com um controlador, dando a ele comandos e aceitando respostas, é chamado de **driver de dispositivo**;
- Para ser usado, o driver tem de ser colocado dentro do sistema operacional de maneira que ele possa ser executado em modo núcleo (alguns até fora do núcleo: abaixo ou acima);
- Para ativar o controlador, o driver recebe um comando do sistema operacional, então o traduz para os valores apropriados a serem escritos nos registradores dos dispositivos.

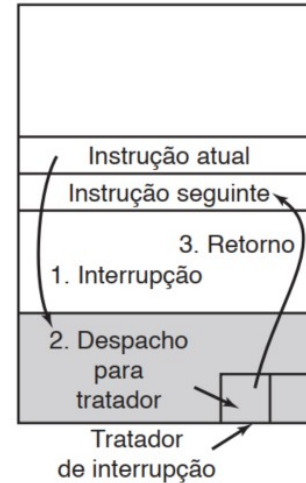
Revisão sobre hardware de computadores

Dispositivos de E/S

(a) Os passos para iniciar um dispositivo de E/S e obter uma interrupção. (b) O processamento de interrupção envolve obter a interrupção, executar o tratador de interrupção e retornar ao programa do usuário.



(a)

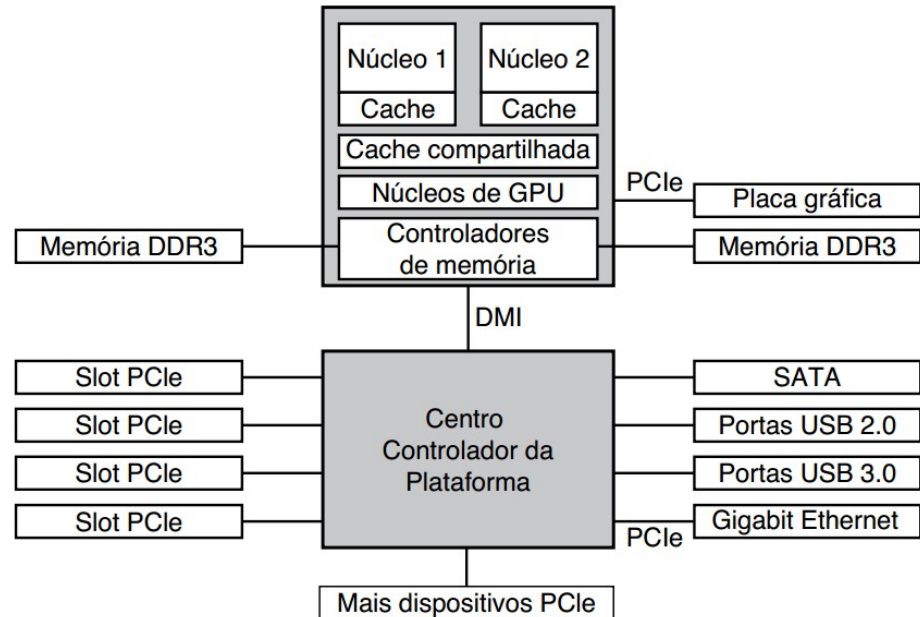


(b)

Revisão sobre hardware de computadores

Barramentos

- À medida que os processadores e as memórias foram ficando mais rápidos, barramentos adicionais tornaram-se necessários;
- O sistema operacional precisa ter ciência de todos eles para configuração e gerenciamento:
 - Caches;
 - PCIe (*Peripheral Component Interconnect Express*);
 - DDR 3;
 - DMI (*Direct Media Interface*);
 - USB (*Universal Serial Bus*).



Revisão sobre hardware de computadores

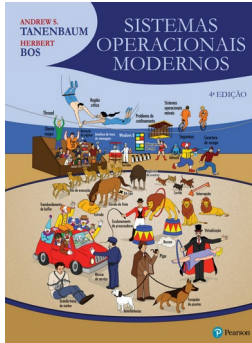
Barramentos

- Arquitetura de barramento compartilhado: múltiplos dispositivos usam os mesmos fios para transferir dados, com organização por árbitro;
- Arquitetura de barramento paralela: você pode enviar uma palavra de dados através de múltiplos fios (PCI);
- Arquitetura de barramento serial: envia todos os bits em uma mensagem através de uma única conexão, chamada faixa, como um pacote de rede (PCIe).



Objetivo: conhecer o funcionamento de diferentes sistemas operacionais, e suas interações com outras partes do computador.

Referências



TANENBAUM, Andrew S.; BOS, Herbert. Sistemas operacionais modernos. 4. edição. São Paulo: Pearson, 2016. xviii, 758 p. ISBN 9788543005676.