

# Sistemas Operacionais

Professor: Lucas Cambuim

Primeira Aula

# Quem sou eu?

- Estudante de Doutorado em Engenharia da Computação no Centro de Informática - UFPE
- Áreas de Interesse: Aprendizagem de Máquina, Processamento de Imagem e Visão Computacional, Computação de Alta Desempenho
- Tenho disponibilidade para orientação de trabalhos de pesquisas
- Email: [lucascambuim@gmail.com](mailto:lucascambuim@gmail.com) | | [lfsc@cin.ufpe.br](mailto:lfsc@cin.ufpe.br)

# Sobre vocês

- Nome:
  
- O que busca?
  - Pesquisar?
  - Desenvolver?
  - Concurso Público?

# Objetivos da Disciplina

- Compreensão da importância dos sistemas operacionais para o controle e aproveitamento dos recursos do computador;

# Objetivos da Disciplina

- Compreensão da importância dos sistemas operacionais para o controle e aproveitamento dos recursos do computador;
- Compreensão da necessidade de estruturação adequada dos sistemas operacionais;

# Objetivos da Disciplina

- Compreensão da importância dos sistemas operacionais para o controle e aproveitamento dos recursos do computador;
- Compreensão da necessidade de estruturação adequada dos sistemas operacionais;
- Conhecimento dos principais componentes de um sistema operacional e dos mecanismos e técnicas usadas para desenvolvê-los;

# Objetivos da Disciplina

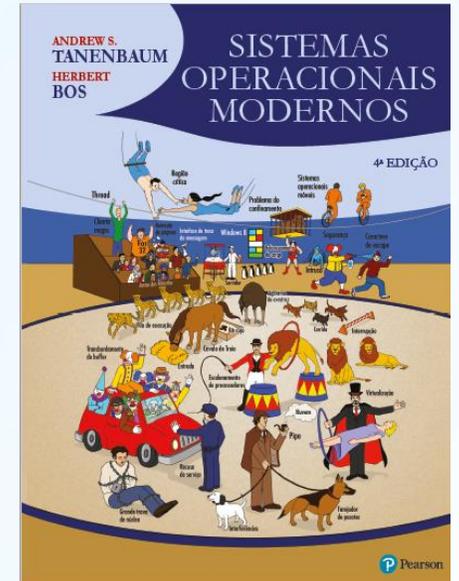
- Compreensão da importância dos sistemas operacionais para o controle e aproveitamento dos recursos do computador;
- Compreensão da necessidade de estruturação adequada dos sistemas operacionais;
- Conhecimento dos principais componentes de um sistema operacional e dos mecanismos e técnicas usadas para desenvolvê-los;
- Conhecimento de programação concorrente e de mecanismos de exclusão mútua e de sincronização;

# Metodologia

- Aulas expositivas
- Exercícios
- Projetos

# Material de Apoio

- **Endereço eletrônico (provisório) da disciplina**
  - <http://www.cin.ufpe.br/~lfsc/cursos/sistemasoperacionais>
  - Slides da disciplina serão disponibilizados neste endereço
- **Livros de apoio:**
  - A.S. Tanenbaum, **Sistemas Operacionais Modernos**, 4<sup>a</sup> . Edição, Editora Prentice-Hall, 2016
  - A.S. Tanenbaum, **Sistemas Operacionais Modernos**, 3<sup>a</sup> . Edição, Editora Prentice-Hall, 2010
  - Silberschatz, P. Baer Galvin, e G. Gagne, **Fundamentos de Sistemas Operacionais**, 8<sup>a</sup> ou 6<sup>a</sup>. Edição, Editora LTC, 2010, OU 6<sup>a</sup> Edição, Editora LTC, 2004.
  - W. Stallings, **Operating Systems: internals and design principles**, 8th Edition, Editora Prentice-Hall, 2014 OU 6th Edition



# Ementa da disciplina

- **Introdução**
  - O que é um sistema operacional?
  - Evolução histórica
  - Revisão sobre hardware de computadores
  - Serviços dos sistemas operacionais
  - Conceitos de sistemas operacionais
  - Chamadas de sistema
  - Estrutura de sistemas operacionais
  - Estudo de casos
- **Gerenciamento de processos**
  - Processos
  - Threads
  - Escalonamento de CPU
  - Algoritmos de Escalonamento

# Ementa da disciplina

- **Sincronização e comunicação entre processos**
  - Conceitos básicos, condições de corrida, regiões críticas, abordagens de exclusão mútua
  - As primitivas Sleep e Wake-up
  - Semáforos: conceitos e exemplos de uso
  - Monitores: conceitos e exemplos de uso
  - Problemas clássicos de sincronização
  - Comunicação entre processos (IPC): memória compartilhada, troca de mensagens.
  - Deadlocks

# Ementa da disciplina

- **Gerenciamento de memória**

- Conceitos básicos: endereço lógico e físico, espaço de endereçamento, relocação de endereços
- Políticas básicas
- Gerência de memória em sistemas monoprogramados
- Gerência de memória real: partições fixas e partições variáveis
- Swapping
- Memória virtual
  - Paginação
  - Segmentação
  - Segmentação com paginação
- Estudo de casos

# Ementa da disciplina

- **Gerenciamento de entrada e saída (E/S)**
  - Visão geral
  - Princípios do hardware de E/S
  - Princípios do software de E/S
  - Camadas do software de E/S
  - Tratamento de pedidos de E/S
  - Métodos de transferência de dados: espera ocupada, interrupção e acesso direto à memória
  - Discos
  - Relógios
  - Interfaces com o usuário: teclado, mouse
  - Drivers dos dispositivos
  - Estudo de casos

# Avaliação

- Listas de exercícios (L1)
- Projetos (P2)
- Prova 1 (T1)
- Prova 2 (T2)
  
- Nota da primeira unidade:  $N1 = (0.6 * T1 + 0.4 * L1)$
- Nota da segunda unidade:  $N2 = (0.5 * T2 + 0.5 * P2)$
  
- A média final é  $M = (N1 + N2)/2$

# Computador Moderno

- Componentes físicos (hardware)
  - Um ou mais processadores
  - Memória
  - Discos
  - Impressoras
  - Vários outros dispositivos de E/S (tela, mouse...)



# Computador Moderno

- Componentes físicos (hardware)
  - Um ou mais processadores
  - Memória
  - Discos
  - Impressoras
  - Vários outros dispositivos de E/S (tela, mouse...)

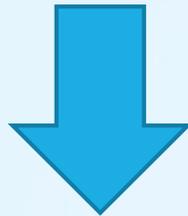


Um programa (software) geralmente utiliza:

- ...processador,
- ...a memória,
- ...manipula arquivo,
- ...aparece na tela,
- ...recebe comandos, via teclado

# Computador Moderno

- Componentes físicos (hardware)
  - Um ou mais processadores
  - Memória
  - Discos
  - Impressoras
  - Vários outros dispositivos de E/S (tela, mouse...)

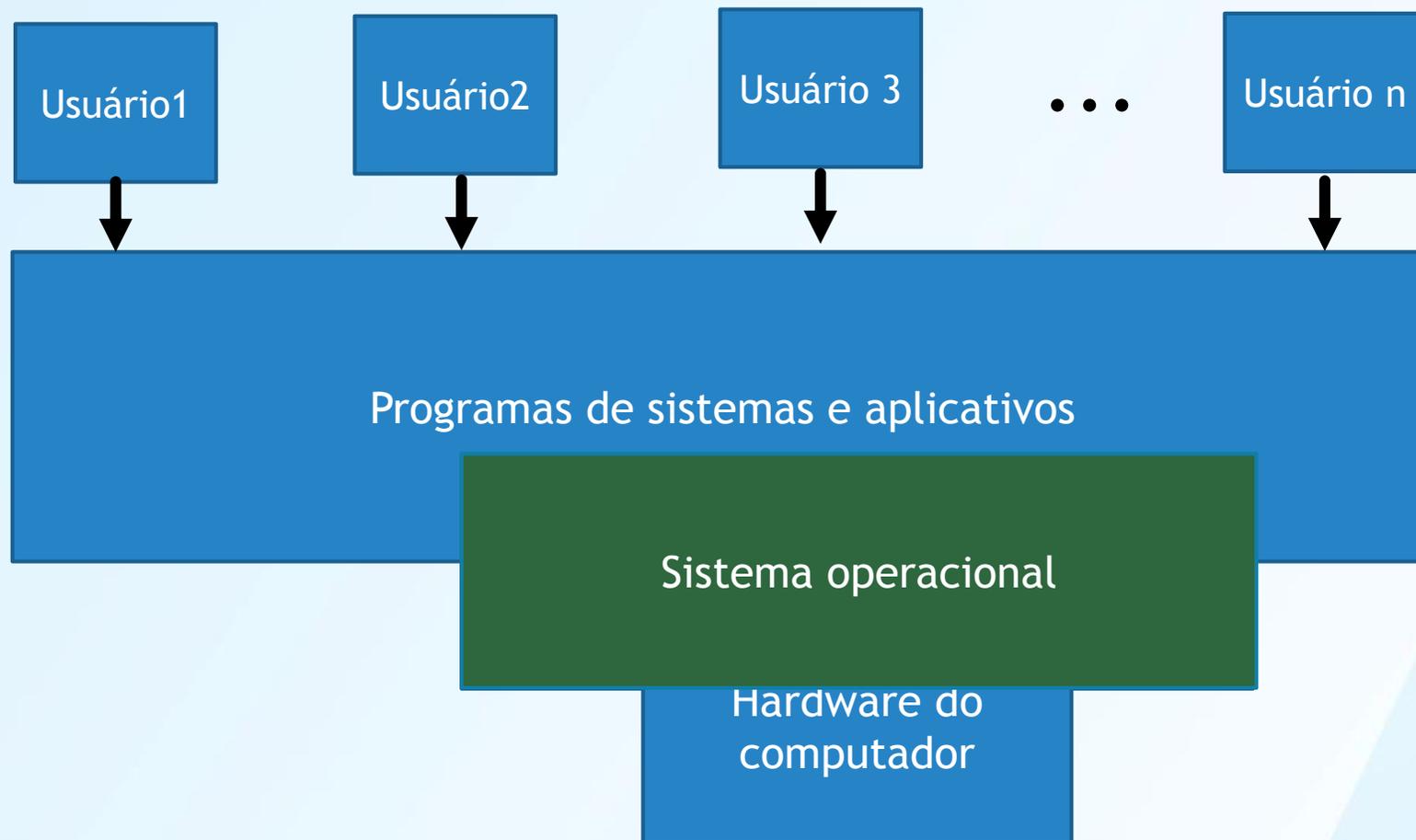


Gerenciar todos estes componentes requer abstração - *um modelo mais simples do computador* - o sistema operacional



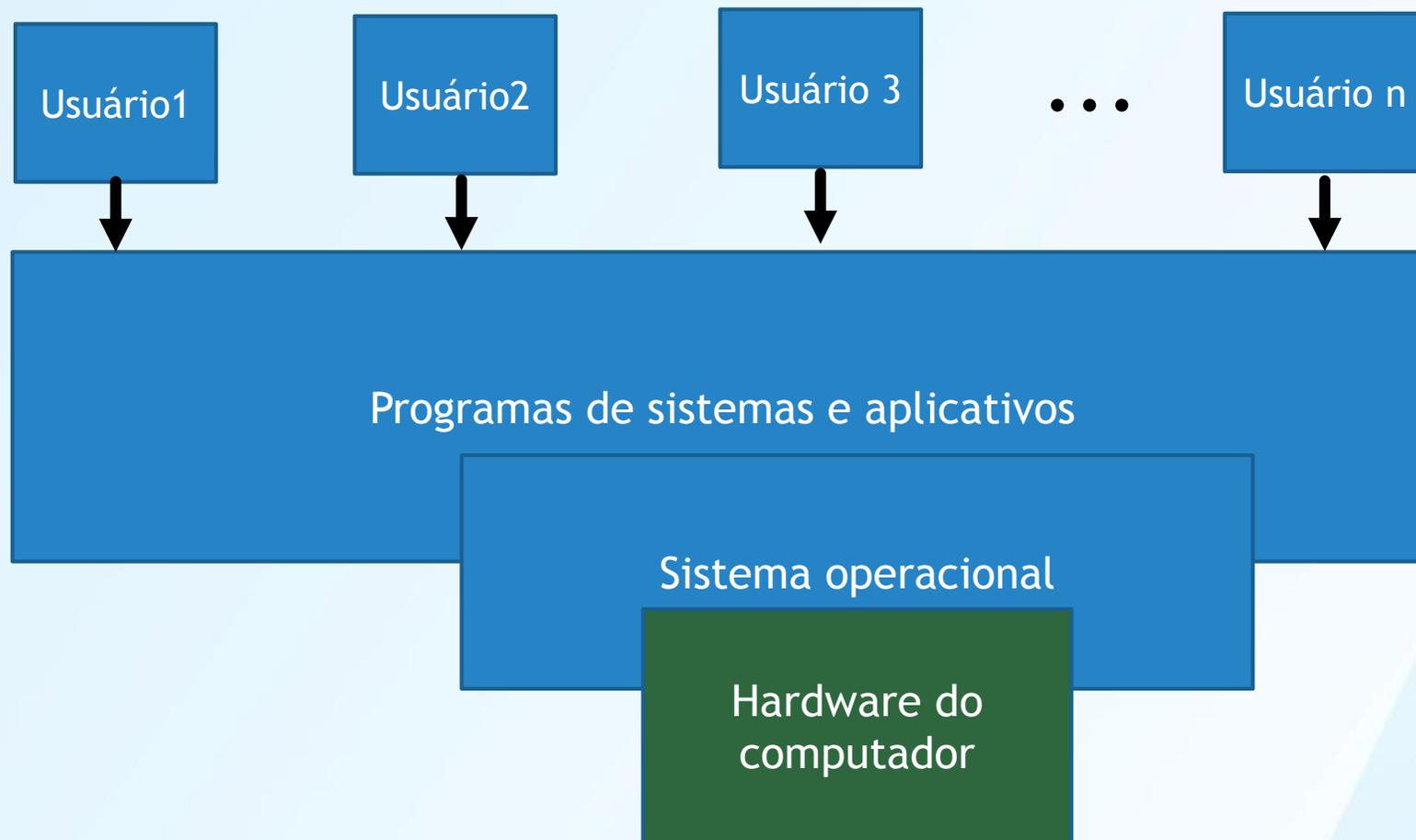
# Sistema computacional em Camadas

- Um sistema de computação é dividido em basicamente quatro componentes: o hardware, o sistema operacional, os programas aplicativos e os usuários.



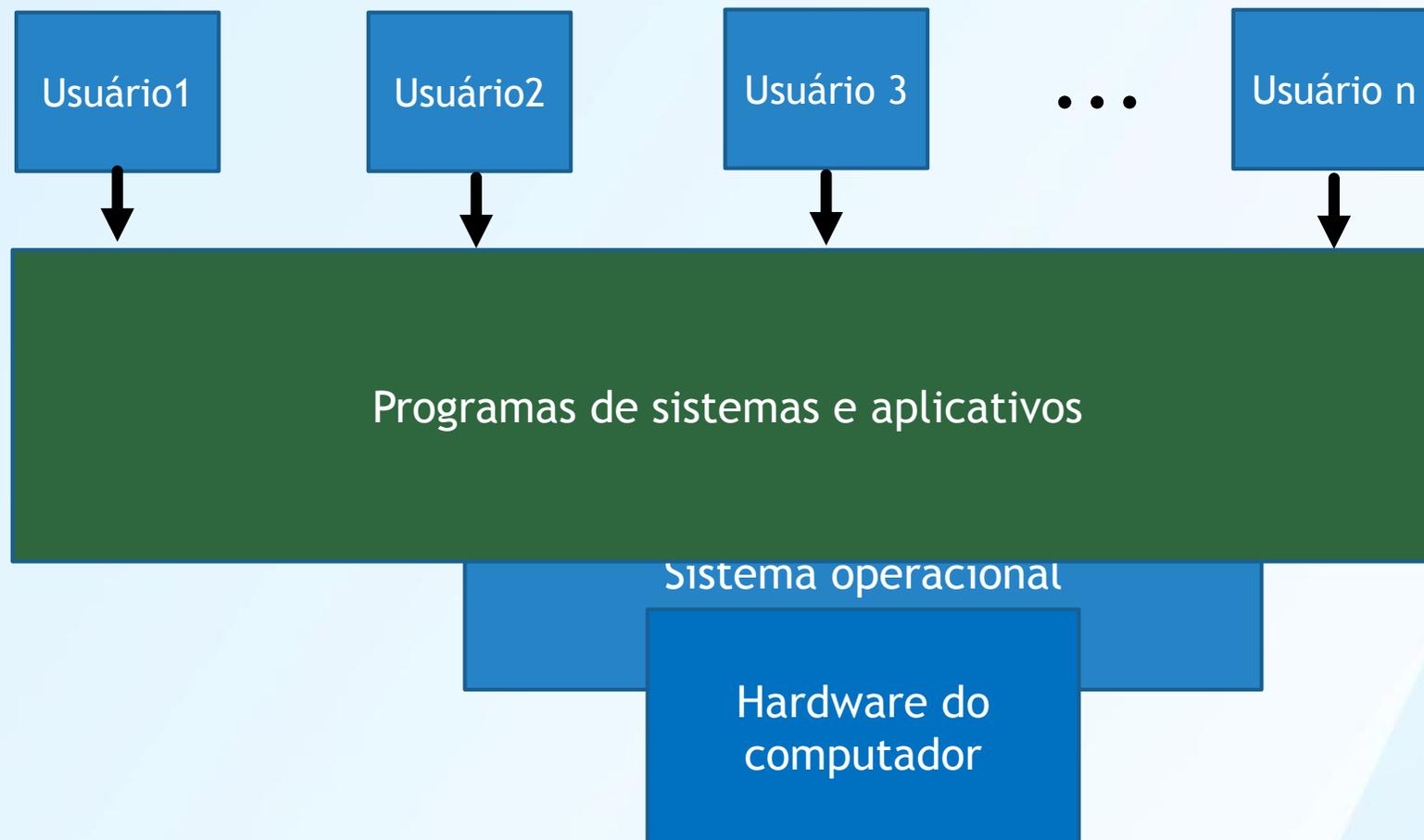
# O Hardware

- Um ou mais processadores, memória, discos, impressoras, vários outros dispositivos de E/S
- Fornece os recursos básicos de computação.



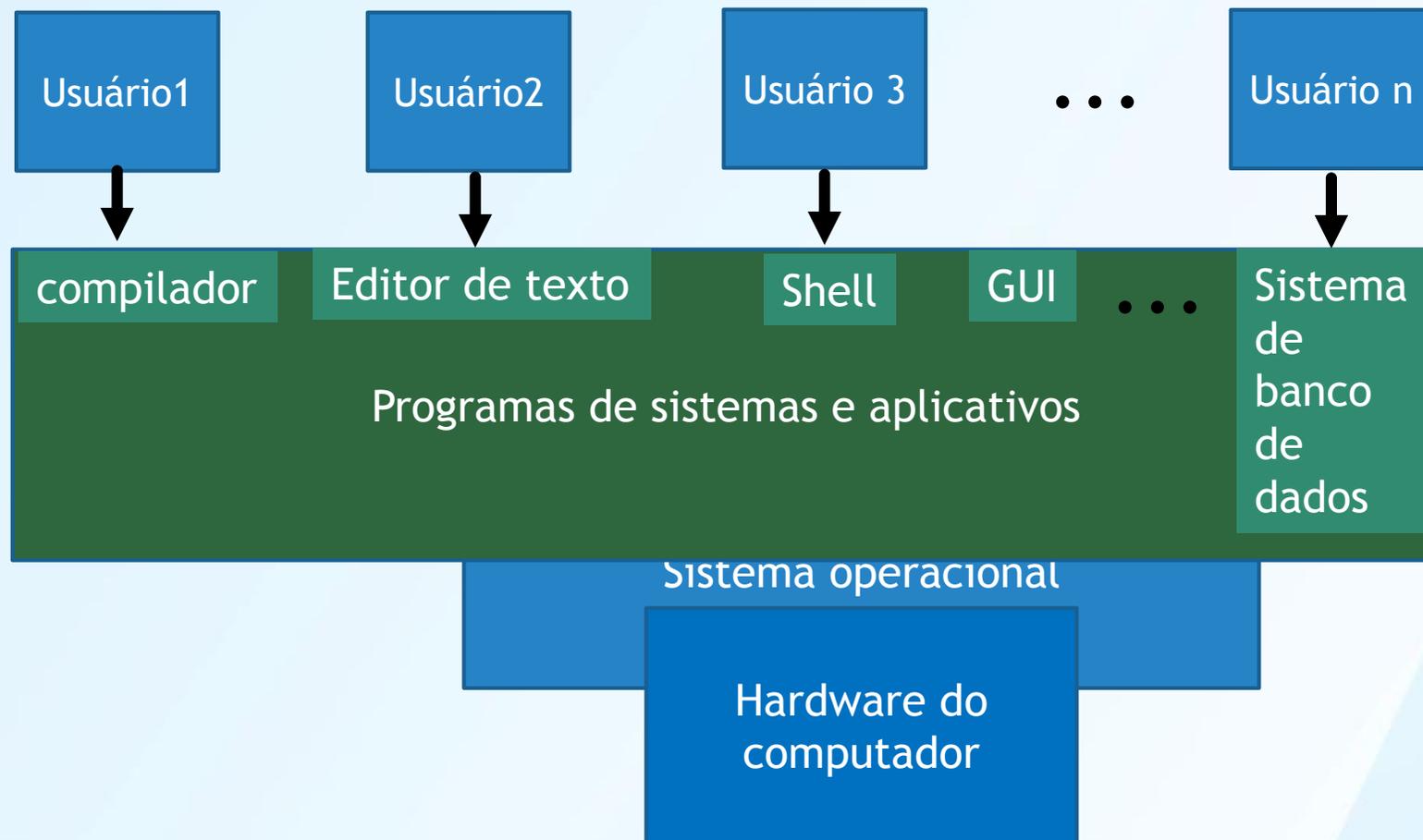
# Os programas aplicativos

- Definem as maneiras em que esses recursos são usados para resolver os problemas de computação dos usuários



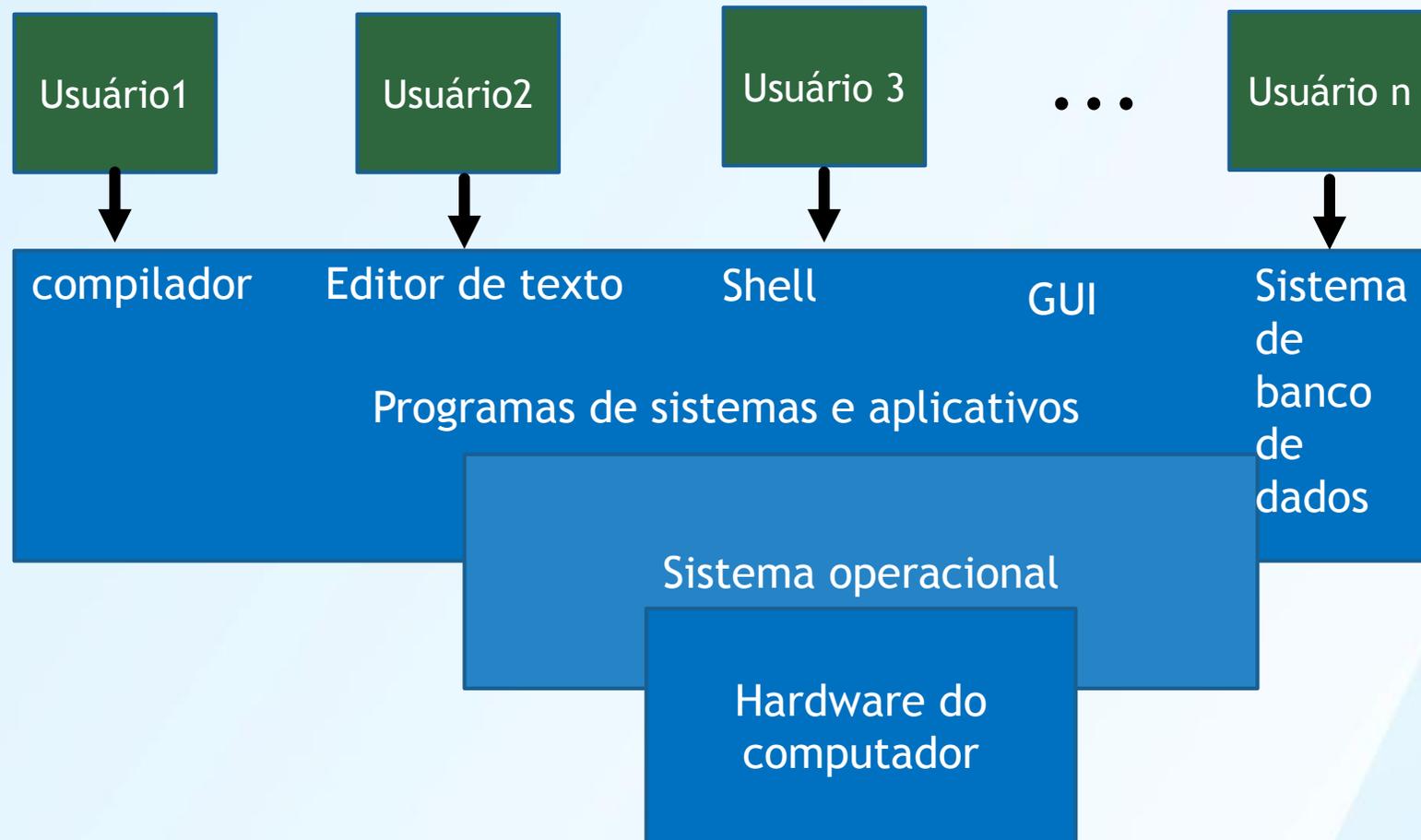
# Os programas aplicativos

- Definem as maneiras em que esses recursos são usados para resolver os problemas de computação dos usuários



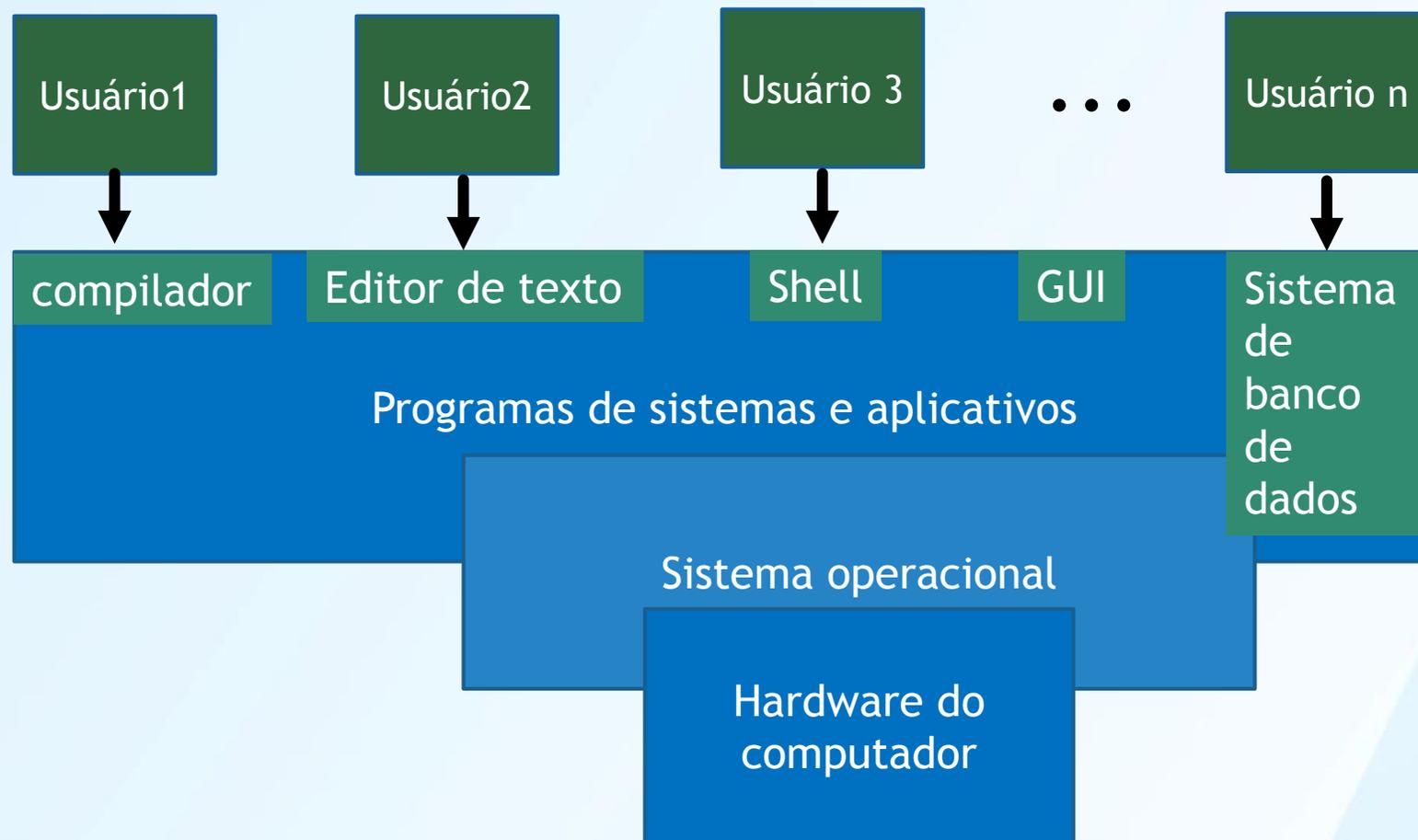
# Os programas aplicativos

- Pode haver muitos usuários diferentes tentando resolver problemas diferentes



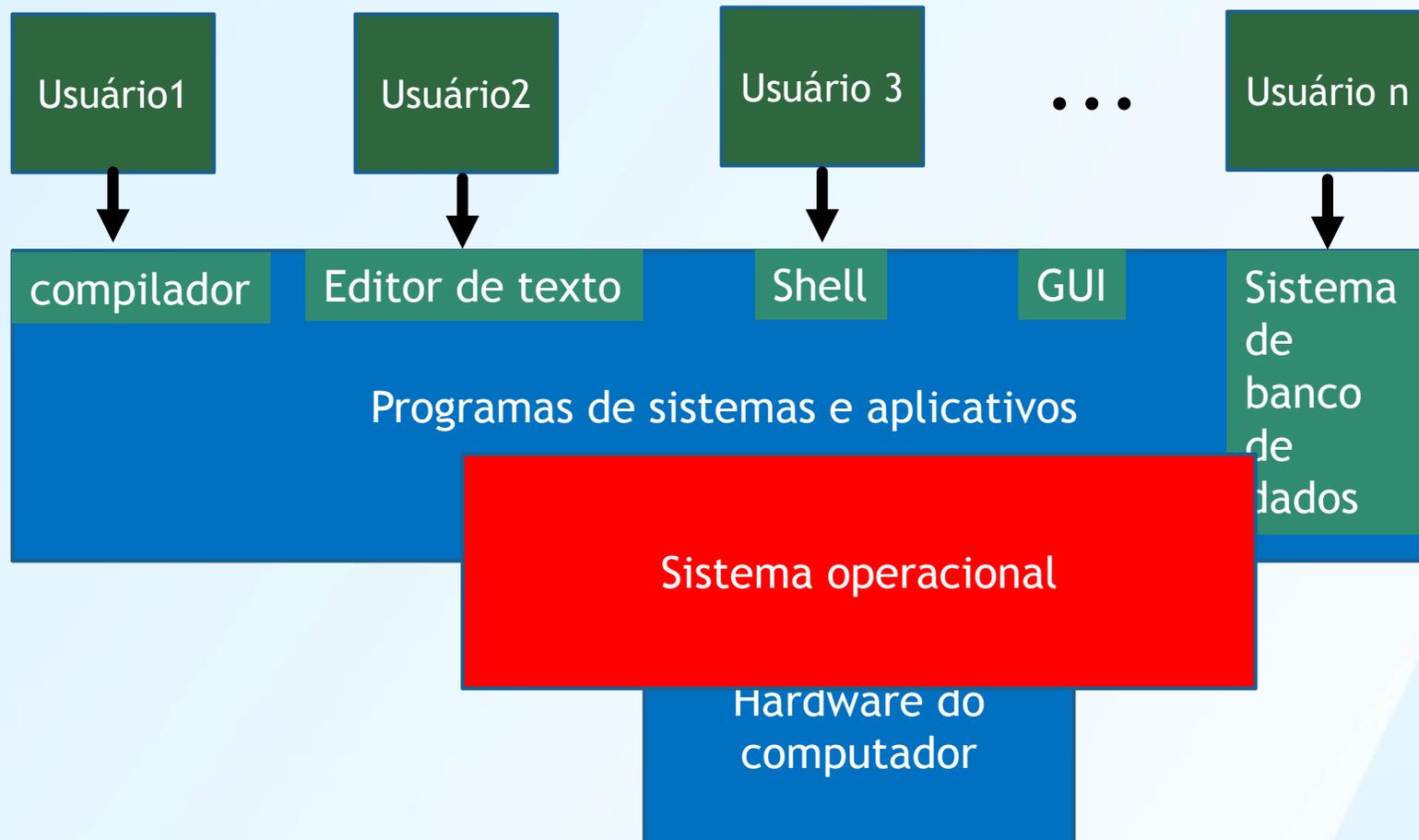
# Os programas aplicativos

- Pode haver muitos programas aplicativos diferentes



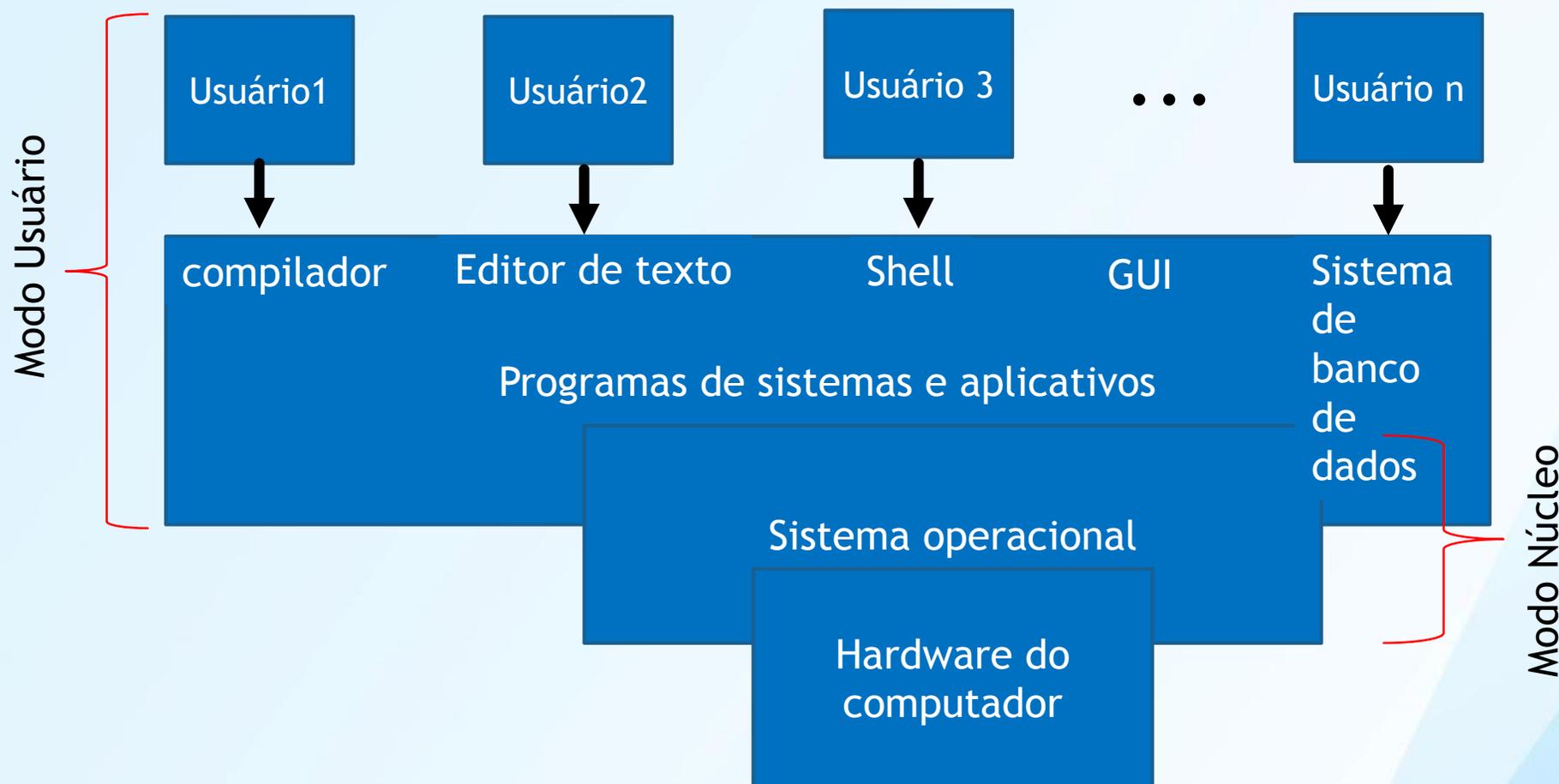
# Sistema computacional em Camadas

- O SO controla e coordena o uso do hardware entre os vários programas aplicativos para os vários usuários.



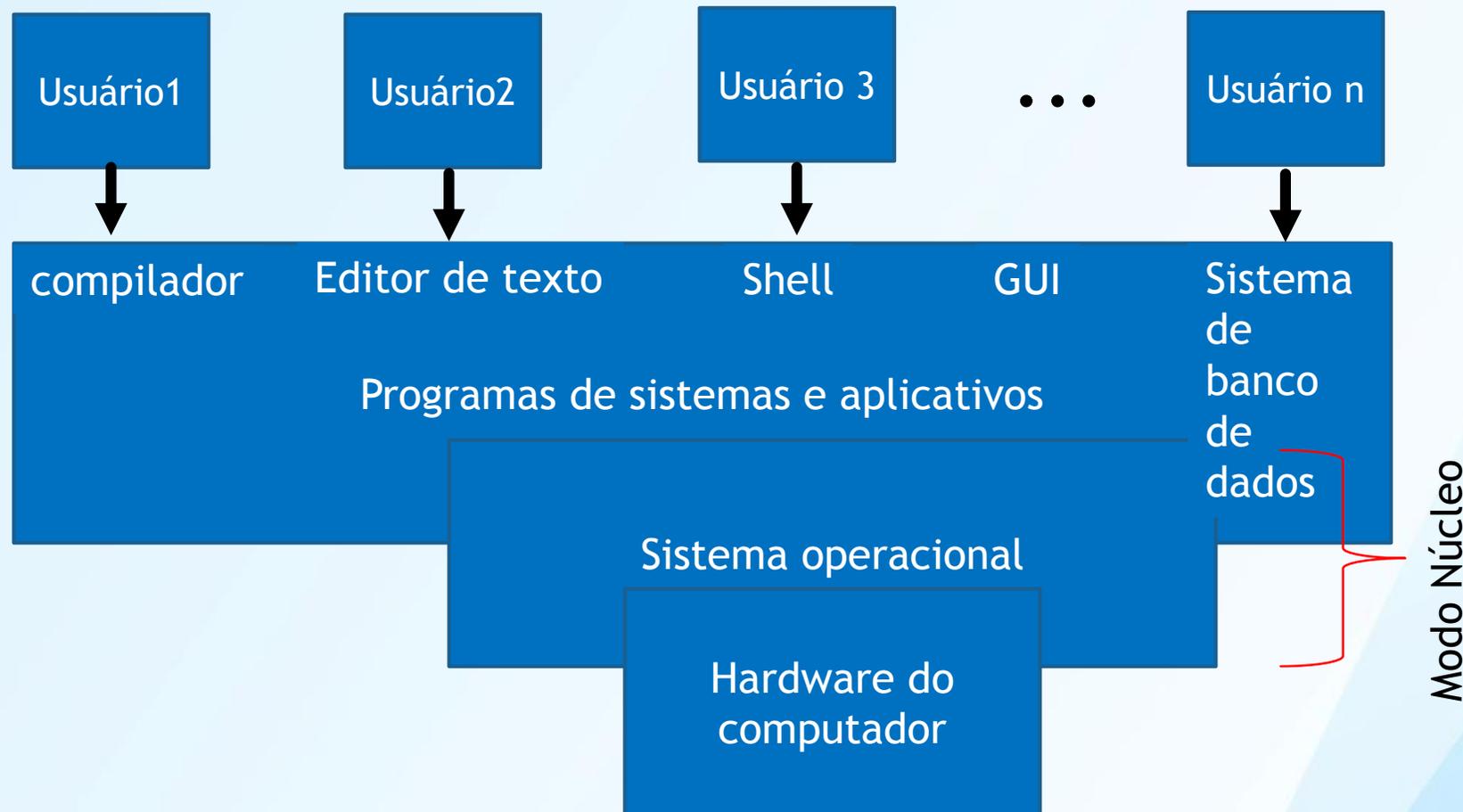
# Modo usuário e Modo Kernel

- A maioria dos computadores tem dois modos de operação: modo núcleo e modo usuário.



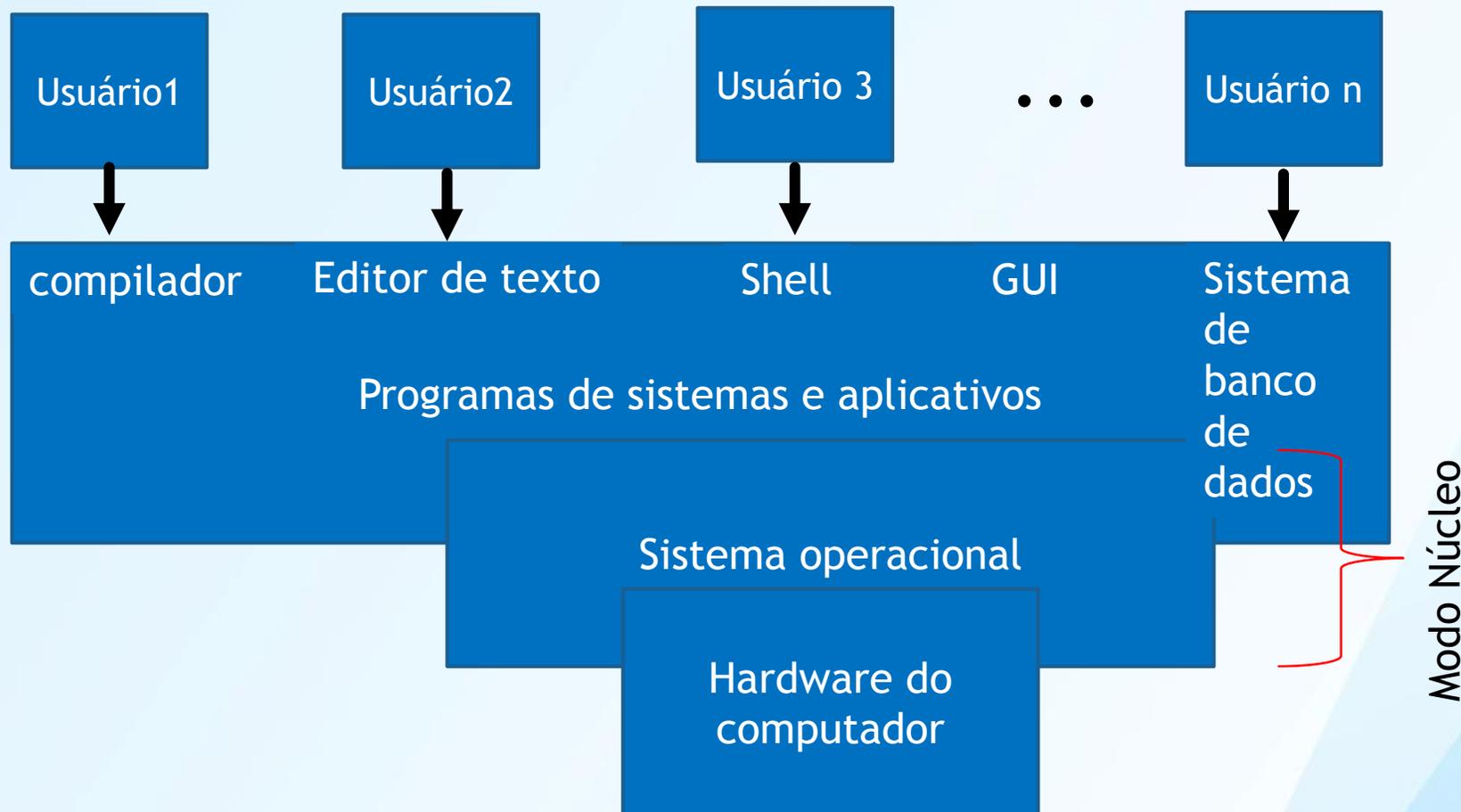
# Modo Kernel

- O SO tem acesso completo a **todo** o hardware e pode executar qualquer instrução que a máquina for capaz de executar.



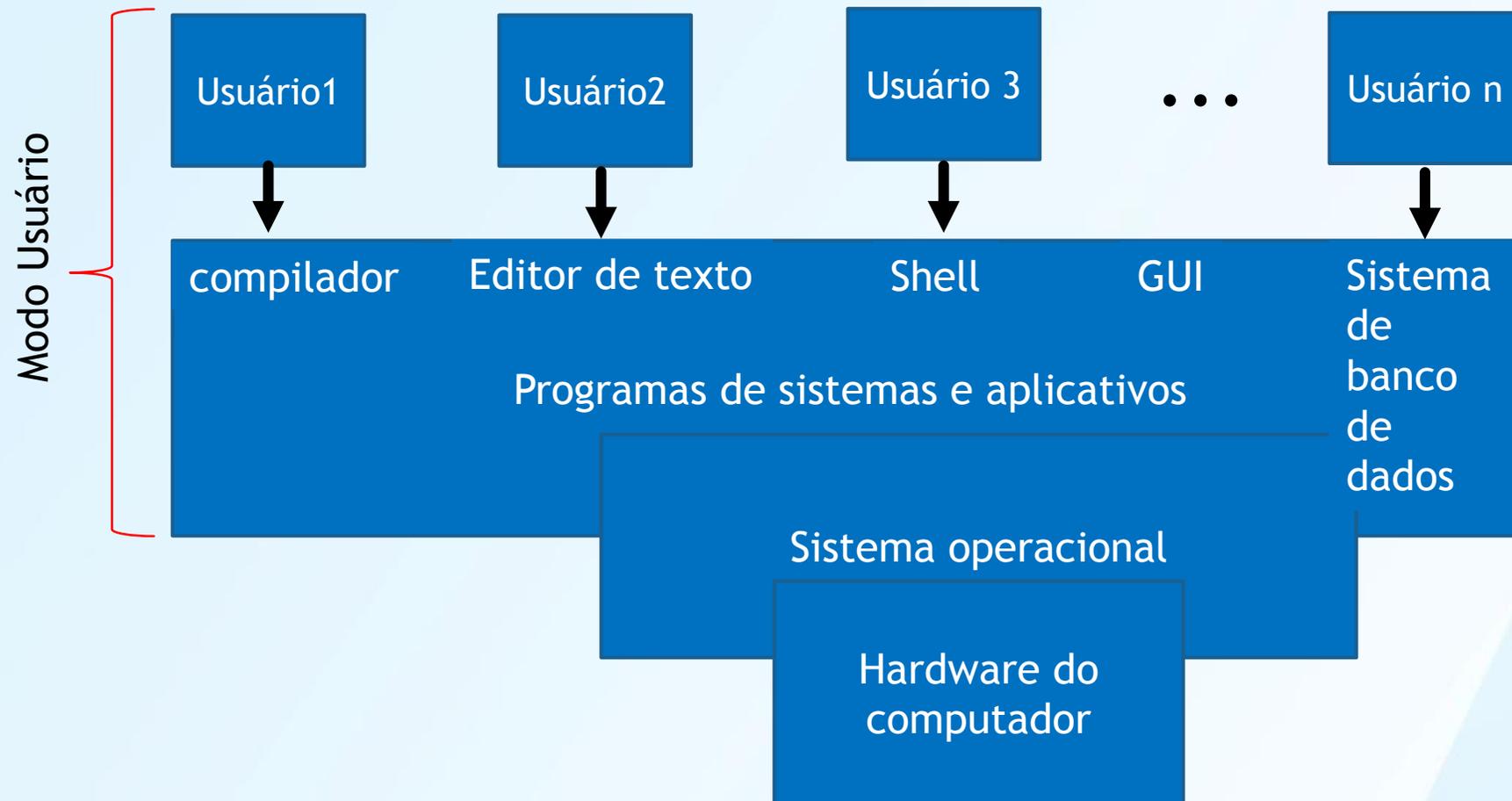
# Modo Kernel

- Proporciona a base para todos os outros softwares



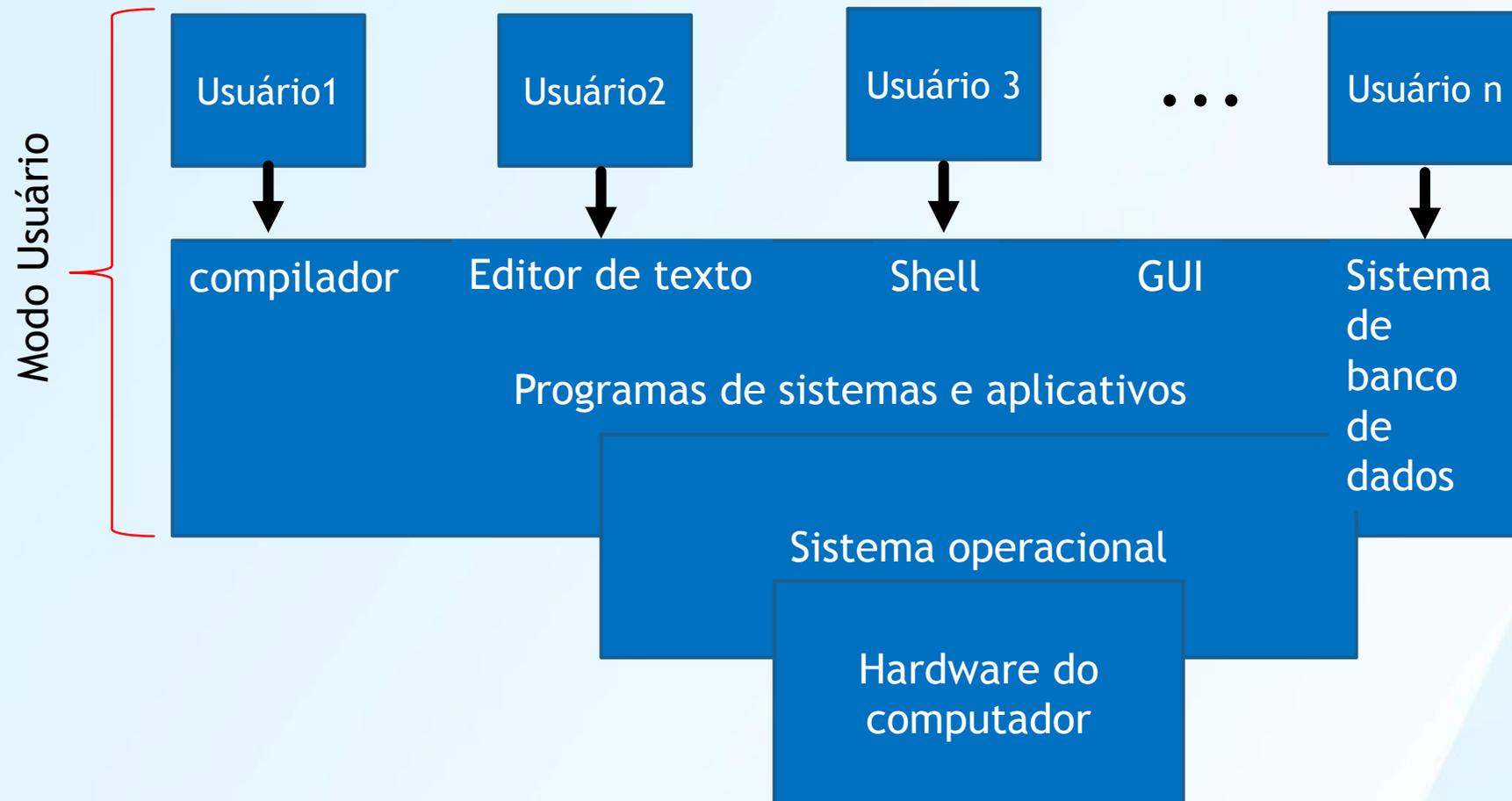
# Modo Usuário

- O resto do software opera em **modo usuário**, no qual apenas um subconjunto das instruções da máquina está disponível.



# Modo Usuário

- Em particular, aquelas instruções que afetam o controle da máquina ou realizam **E/S (Entrada/Saída)** são proibidas para programas de modo usuário.



# SO: Interface de Usuário

- Ele é a camada mais inferior de software de modo usuário.
- Permite que ele inicie outros programas, como um navegador web, leitor de e-mail, ou reproduutor de música.



Shell

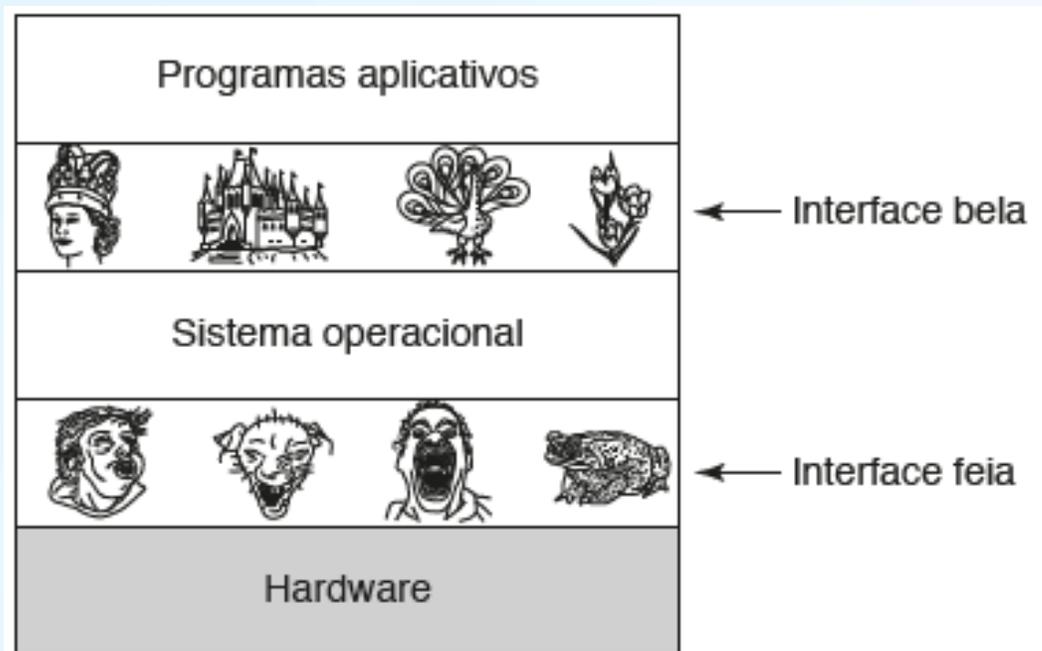


GUI

# Qual é a função do SO?

## Máquina estendida

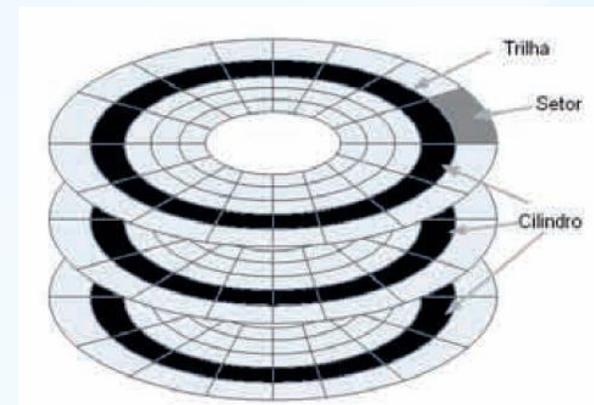
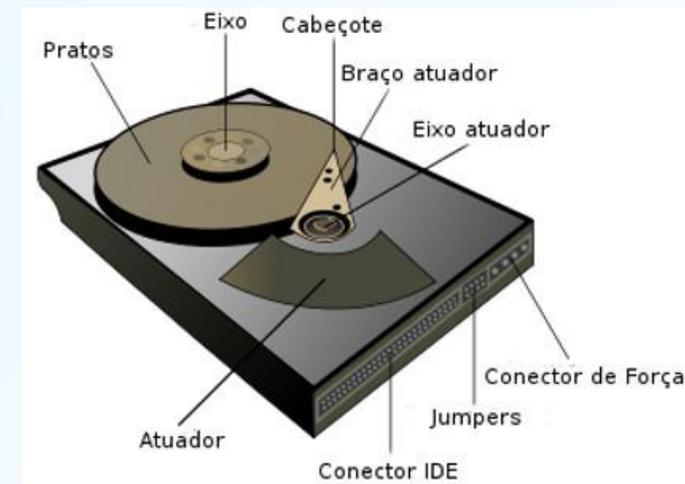
- Sistemas operacionais transformam o hardware pouco atraente em abstrações mais interessantes
- Esconde detalhes do hardware



# Exemplo da importância da Máquina estendida

Gravar um dado em um disco a partir de um controlador simples

- Controlador tem 16 comandos
  - Leitura e escrita de dados
  - Movimentação do braço do disco
  - Formatação de trilhas
  - Além disso, Inicialização, sinalização, reinicialização e recalibração do controlador.
- Para o comando de leitura e escrita, cada um deles requer 13 parâmetros agrupados em 9 bytes.
  - Endereço do bloco de dados a ser lido
  - o número de setores por trilha
  - o modo de gravação usado no meio físico
  - o espaço livre entre setores,
  - etc ...



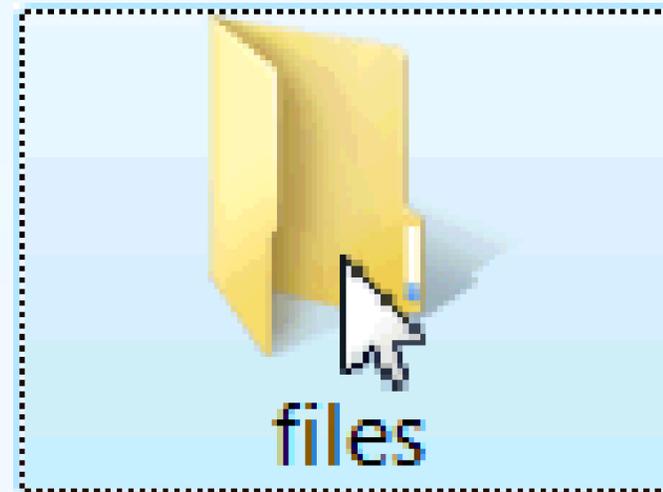
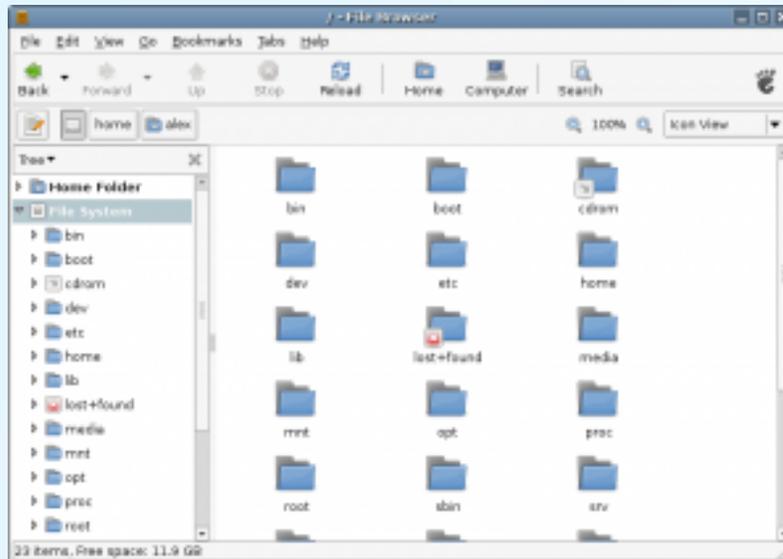
## Exemplo da importância da Máquina estendida

Para deixar ainda mais claro:

- Um livro de 2007 que descreve a interface dos discos rígidos modernos que um programador deveria saber:
  - Tinha mais de 450 páginas
  - Essa interface foi revista múltiplas vezes e é mais complicada do que em 2007.

# Máquina estendida

- Uma maneira mais simples para o programador seria aquela compreendida por um disco que contém uma coleção de **arquivos** com nomes.
- Cada arquivo pode ser aberto para leitura e escrita e depois fechado



# Gerenciador de recursos

- O SO atua como gerente de recursos de hardware
- Computadores modernos consistem de processadores, memórias, temporizadores, discos, dispositivos apontadores do tipo mouse, interfaces de rede, impressoras e uma ampla gama de outros dispositivos.



# Gerenciador de recursos

- O trabalho do SO é fornecer uma **alocação ordenada e controlada** de processadores, memórias, e dispositivos de E/S entre vários programas que compete por eles.

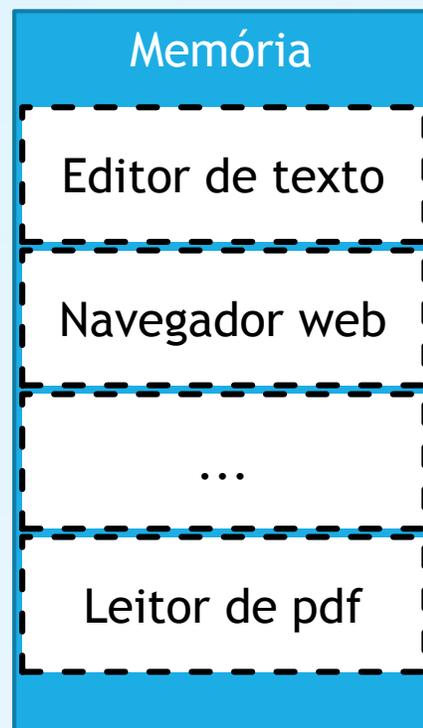


# Gerenciador de recursos

- Se houver muitos pedidos de recursos possivelmente conflitantes
  - o SO deve decidir em que pedidos serão alocados recursos.

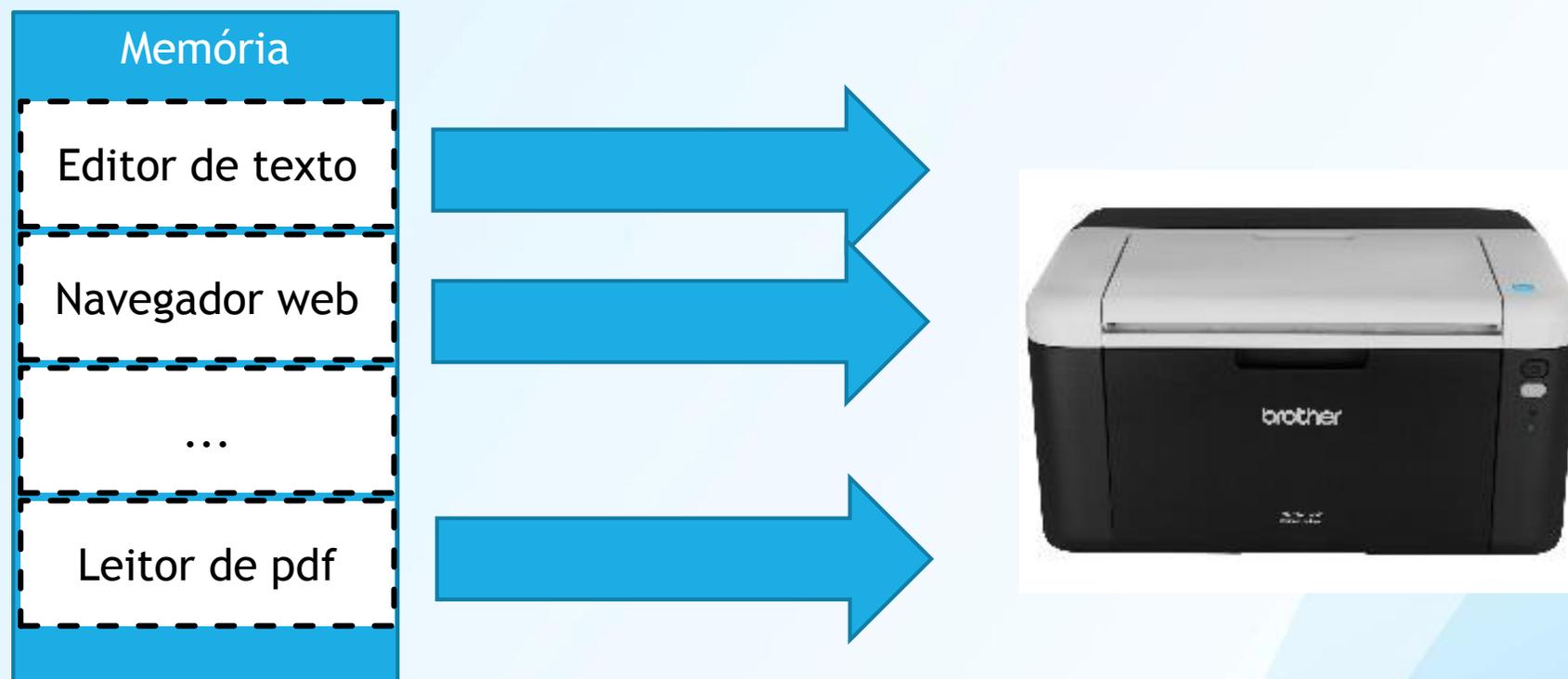
# Gerenciador de recursos (Exemplo)

- Sistemas operacionais modernos permitem que múltiplos programas estejam na memória e sejam executados ao mesmo tempo.



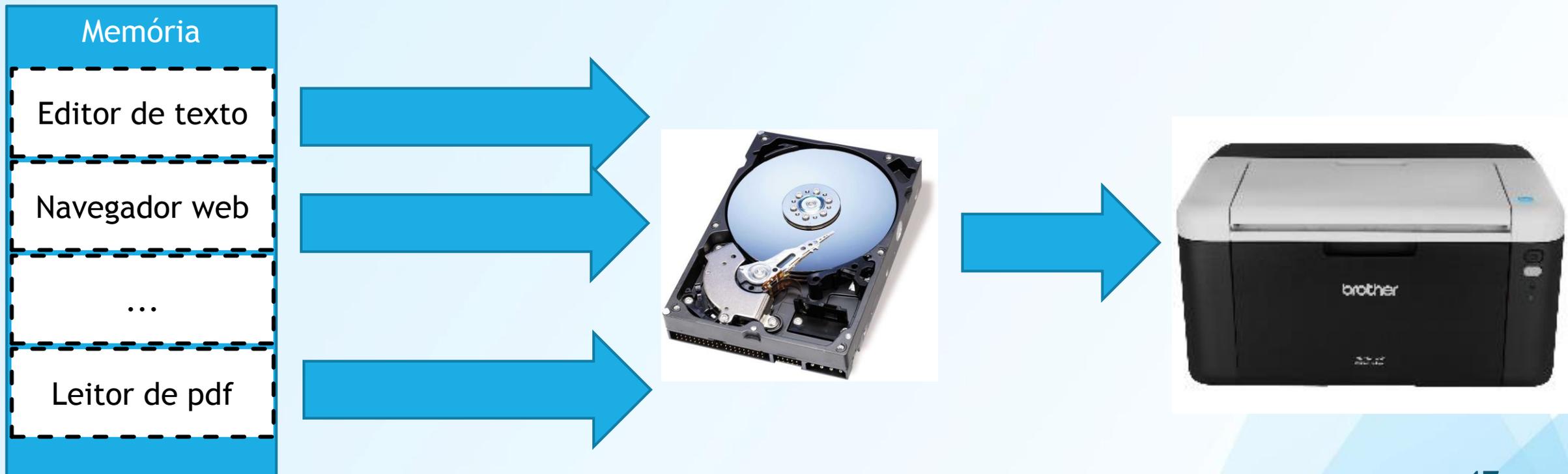
# Gerenciador de recursos (Exemplo)

- Imagine vários programas querendo imprimir
- As primeiras linhas de impressão poderiam ser do programa 1, as seguintes do programa 2, então algumas do programa 3 e assim por diante



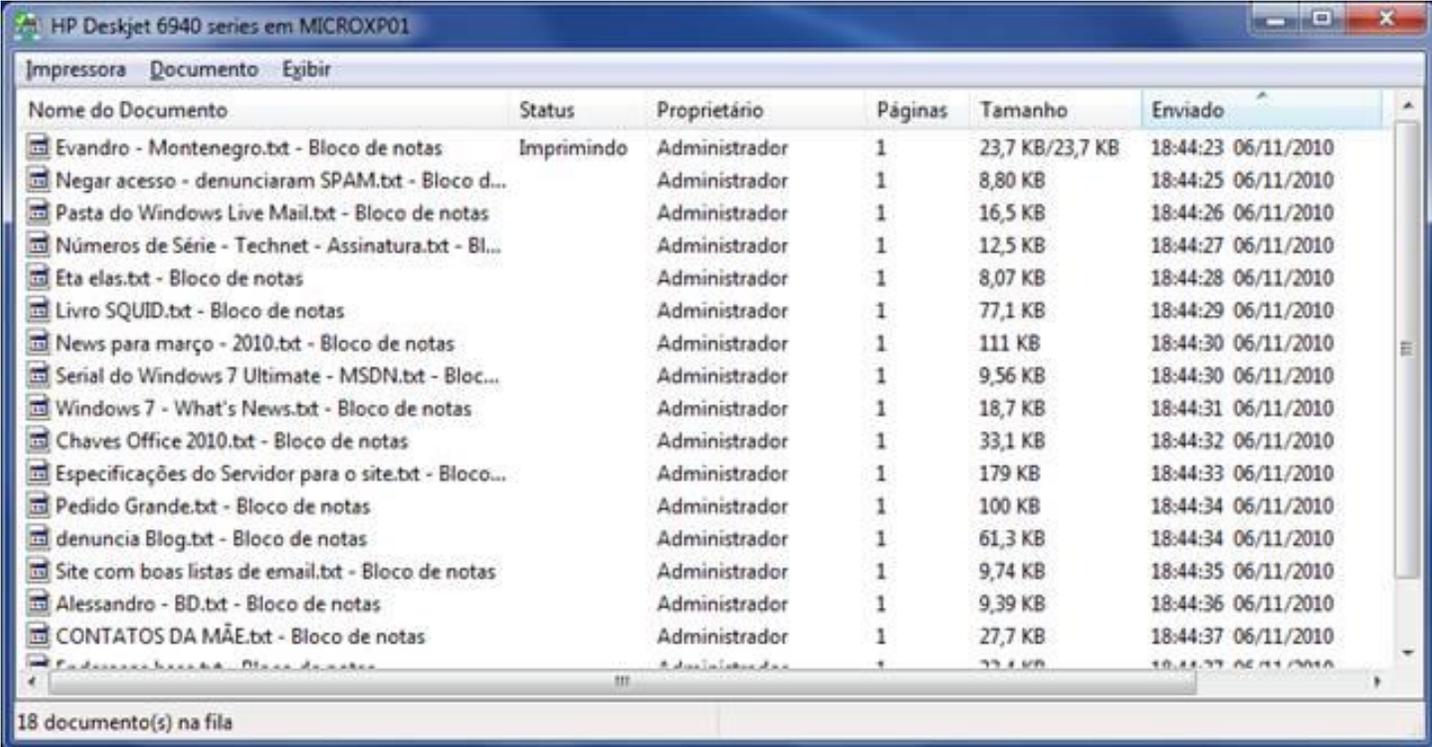
# Gerenciador de recursos (Exemplo)

- O sistema operacional pode trazer ordem armazenando temporariamente toda a saída destinada para a impressora no disco.



# Gerenciador de recursos (Exemplo)

- O sistema operacional pode trazer ordem armazenando temporariamente toda a saída destinada para a impressora no disco.



The screenshot shows a Windows printer queue window titled "HP Deskjet 6940 series em MICROXP01". The window displays a list of documents in a table format. The columns are: Nome do Documento, Status, Proprietário, Páginas, Tamanho, and Enviado. The status of all documents is "Imprimindo". The owner of all documents is "Administrador". The number of pages is "1" for all. The size and sent time are also listed for each document.

Nome do Documento	Status	Proprietário	Páginas	Tamanho	Enviado
Evandro - Montenegro.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	23,7 KB/23,7 KB	18:44:23 06/11/2010
Negar acesso - denunciaram SPAM.txt - Bloco d...	Imprimindo	Administrador	1	8,80 KB	18:44:25 06/11/2010
Pasta do Windows Live Mail.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	16,5 KB	18:44:26 06/11/2010
Números de Série - Technet - Assinatura.txt - Bl...	Imprimindo	Administrador	1	12,5 KB	18:44:27 06/11/2010
Eta elas.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	8,07 KB	18:44:28 06/11/2010
Livro SQUID.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	77,1 KB	18:44:29 06/11/2010
News para março - 2010.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	111 KB	18:44:30 06/11/2010
Serial do Windows 7 Ultimate - MSDN.txt - Bloc...	Imprimindo	Administrador	1	9,56 KB	18:44:30 06/11/2010
Windows 7 - What's News.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	18,7 KB	18:44:31 06/11/2010
Chaves Office 2010.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	33,1 KB	18:44:32 06/11/2010
Especificações do Servidor para o site.txt - Bloc...	Imprimindo	Administrador	1	179 KB	18:44:33 06/11/2010
Pedido Grande.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	100 KB	18:44:34 06/11/2010
denuncia Blog.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	61,3 KB	18:44:34 06/11/2010
Site com boas listas de email.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	9,74 KB	18:44:35 06/11/2010
Alessandro - BD.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	9,39 KB	18:44:36 06/11/2010
CONTATOS DA MÃE.txt - Bloco de notas	Imprimindo	Administrador	1	27,7 KB	18:44:37 06/11/2010
...	...	...	...	...	...

18 documento(s) na fila

Fila de impressão

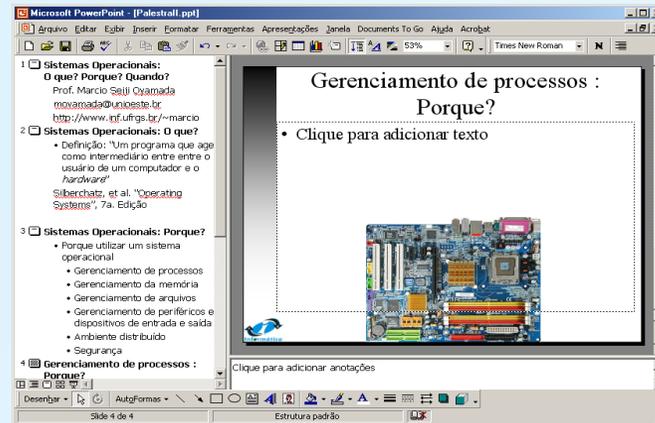
## Gerenciador de recursos

- No caso de um computador com múltiplos usuários:
  - o SO precisa evitar que usuários possam interferir uns nos outros.
  - prover proteção da memória, dispositivos de E/S e outros recursos

# Gerenciador de recursos

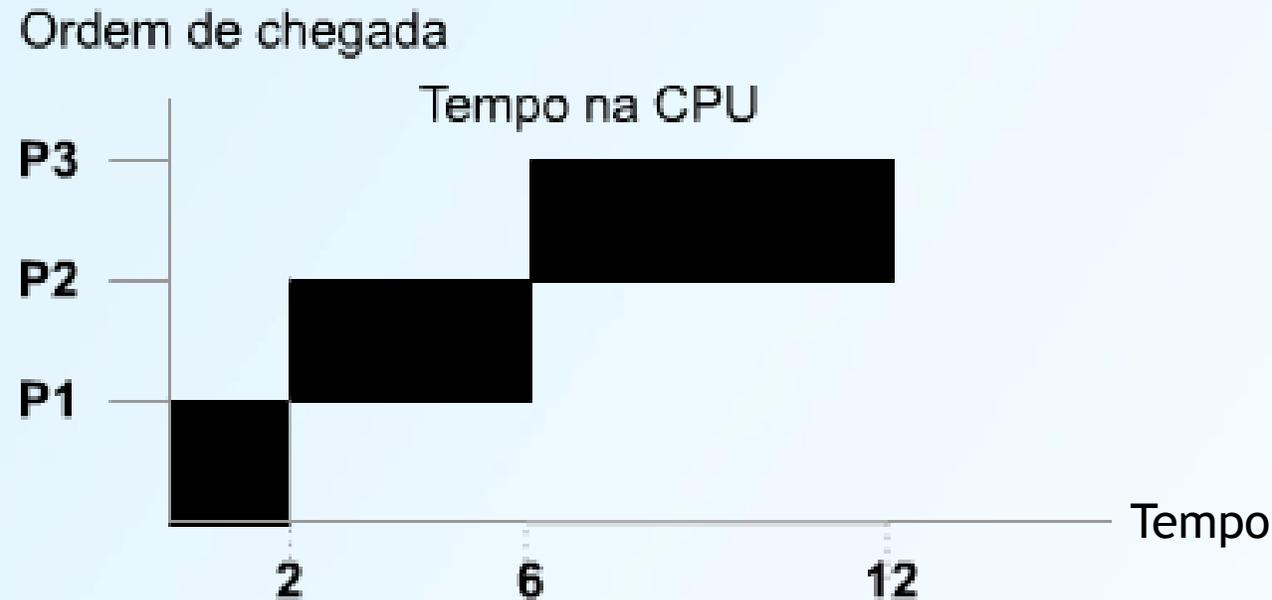
- Duas maneiras de compartilhar recursos: **no tempo e no espaço**
  - No tempo: diferentes programas ou usuários se revezam usando-o

# Exemplo de com compartilhamento no tempo



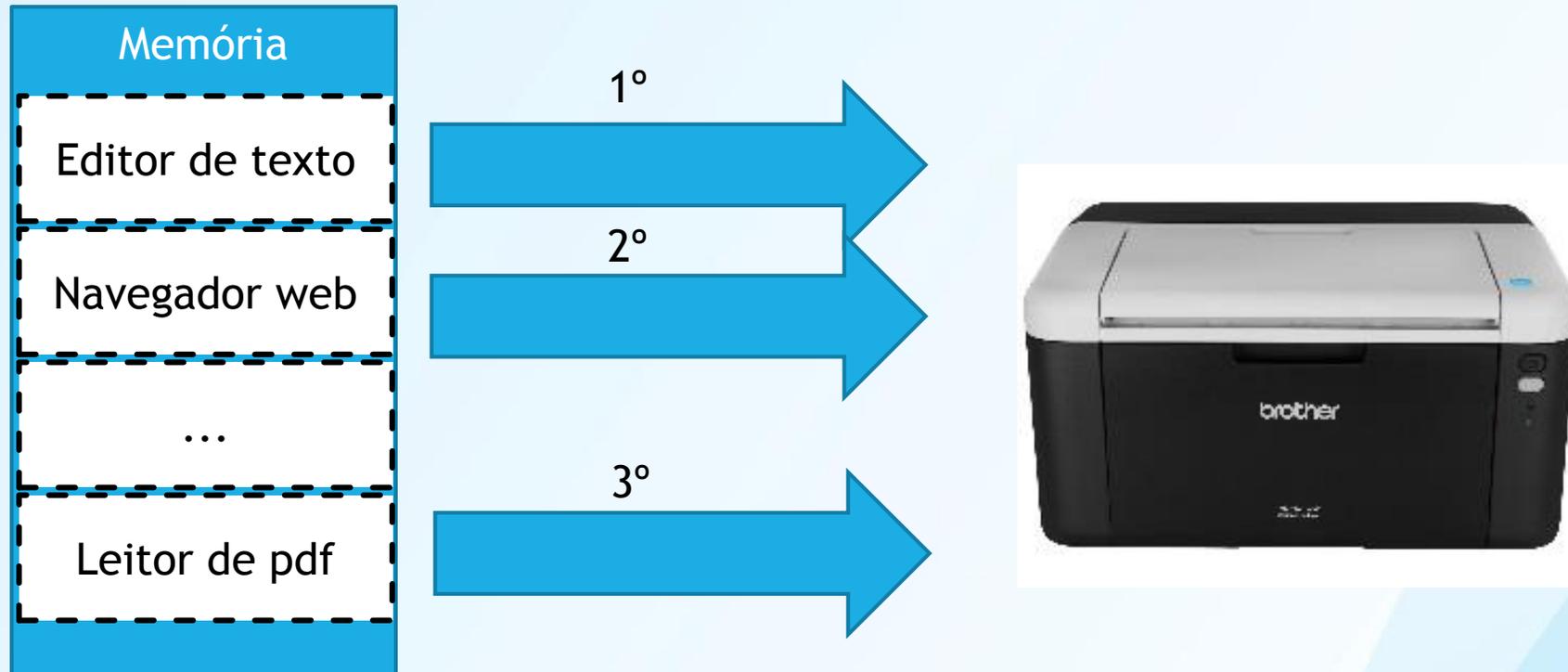
# Exemplo de com compartilhamento no tempo

- Determinar como o recurso é multiplexado no tempo – quem vai em seguida e por quanto tempo é a tarefa do sistema operacional.



# Outro exemplo de com compartilhamento no tempo

- Quando múltiplas saídas de impressão estão na fila para serem impressas em uma única impressora, uma decisão tem de ser tomada sobre qual deve ser impressa em seguida



# Gerenciamento dos programas em execução

Gerenciador de tarefas do Windows

Arquivo Opções Exibir Desligar Ajuda

Aplicativos Processos Desempenho Rede Usuários

Nome da imagem	Nome de usuário	CPU	Uso de memória
AcroRd32.exe	marcio	00	4.620 K
PSNGive.exe	marcio	00	328 K
jusched.exe	marcio	00	76 K
sndvol32.exe	marcio	00	336 K
thunderbird.exe	marcio	00	1.188 K
msnmsgr.exe	marcio	00	3.000 K
PsnLite.exe	marcio	00	1.816 K
wuauclt.exe	marcio	00	260 K
taskmgr.exe	marcio	00	2.212 K
firefox.exe	marcio	00	3.704 K
USRWLANG.exe	marcio	00	3.512 K
HOTSYNC.EXE	marcio	00	540 K
ApntEx.exe	marcio	00	356 K
ctfmon.exe	marcio	00	508 K
lxbbbmon.exe	marcio	00	348 K
avgupsvc.exe	SYSTEM	00	200 K
avgamsvr.exe	SYSTEM	00	1.524 K
LEXPPS.EXE	SYSTEM	00	460 K
avgemc.exe	marcio	00	876 K

Mostrar processos de todos os usuários

Finalizar processo

Processos: 55    Uso de CPU: 0%    Confirmar carga: 467M / 1245

Gerenciador de tarefas do Windows

Arquivo Opções Exibir Desligar Ajuda

Aplicativos Processos Desempenho Rede Usuários

Uso de CPU: 24 %

Histórico do uso de CPU

Uso do arq. de pag: 522 MB

Histórico do uso do arquivo de paginação

Totais		Memória física (KB)	
Identificadores	44984	Total	523248
Segmentos	504	Disponível	26064
Processos	58	Cache do sistema	145052

Carga comprometida (KB)		Memória usada pelo núcleo (KB)	
Total	534608	Total	72532
Limite	1275632	Paginada	53116
Pico	534632	Não-paginada	19416

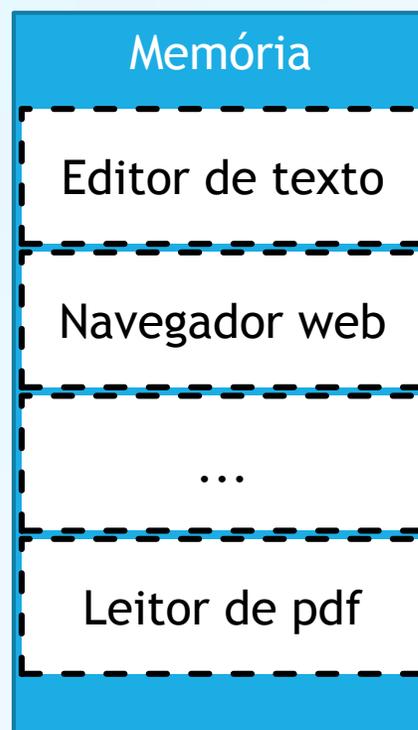
Processos: 58    Uso de CPU: 24%    Confirmar carga: 522M / 1245

# Gerenciador de recursos

- Duas maneiras de compartilhar recursos: **no tempo e no espaço**
  - **No Espaço:** Cada programa ocupa uma parte do recurso

# Exemplo de compartilhamento no espaço

- Alocação da memória entre os diferentes programas
- O sistema operacional deve gerenciar a memória disponível no computador
- Prevendo mecanismo de proteção da memória entre diferentes programas



# Outro exemplo de compartilhamento no espaço

- Em muitos sistemas um único disco pode conter arquivos de muitos usuários ao mesmo tempo.
- Alocar espaço de disco e controlar quem está usando quais blocos do disco é uma tarefa típica do sistema operacional.



# Um pouco de hardware

- Um sistema operacional está intimamente ligado ao hardware do computador no qual ele é executado.

# Um pouco de hardware

- Um sistema operacional está intimamente ligado ao hardware do computador no qual ele é executado.
- Ele estende o conjunto de instruções do computador e gerencia seus recursos.

# Definições de hardware

- Um sistema operacional está intimamente ligado ao hardware do computador no qual ele é executado.
- Ele estende o conjunto de instruções do computador e gerencia seus recursos.
- Para funcionar ele deve ter um grande conhecimento do hardware pelo menos do ponto de vista do programador

# O que é um programa?

É um conjunto de **instruções** que descrevem uma tarefa a ser realizada por um computador

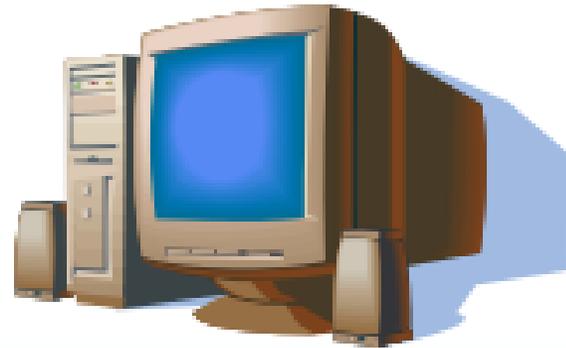
Por exemplo: **Receita de Bolo**

- 1 - Coletar os ingredientes.
- 2 - Misturar em uma tigela.
- 3 - Untar uma forma.
- 4 - Despejar a mistura na forma.
- 5 - Colocar a forma em um forno.
- 6 - Retirar a forma após 15 minutos

# Que Linguagem o Computador entende?

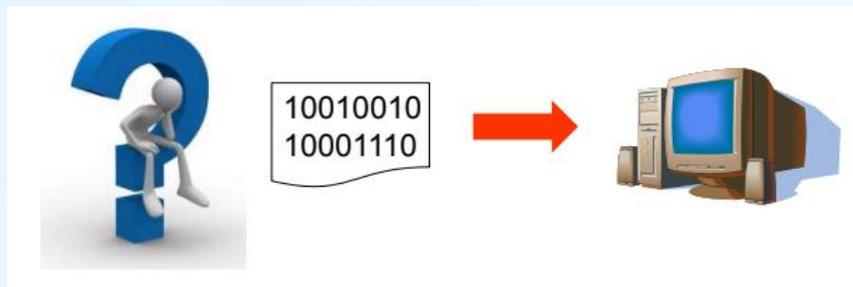
- Entende sinais elétricos
- Alfabeto da linguagem entendida por HW possui dois valores:
  - 0 e 1 (números binários)
- **Instruções** são sequências de números binários para que o computador realize uma determinada ação.

10010010  
10001110



# Abstraindo a Linguagem de Máquina

- Escrever um programa em linguagem de máquina é impraticável!
- Conceitos de HW foram abstraídos para que ser humano pudesse instruir o computador
- Criação de linguagens de programação

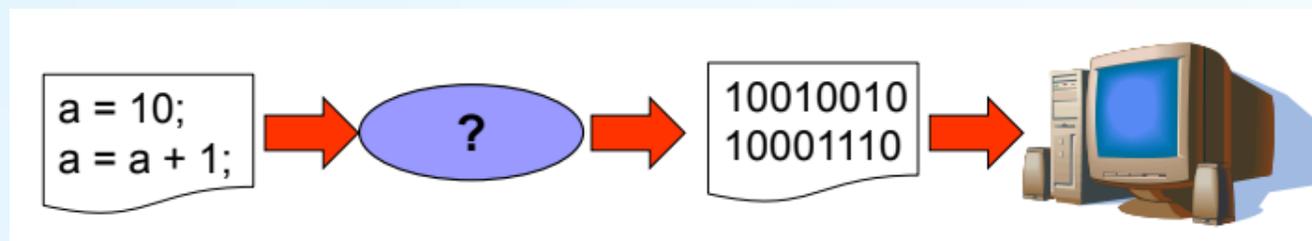


# Linguagens de Programação

- Os programas têm que ser escritos em uma linguagem de programação:
  - que possa ser entendida pelo computador

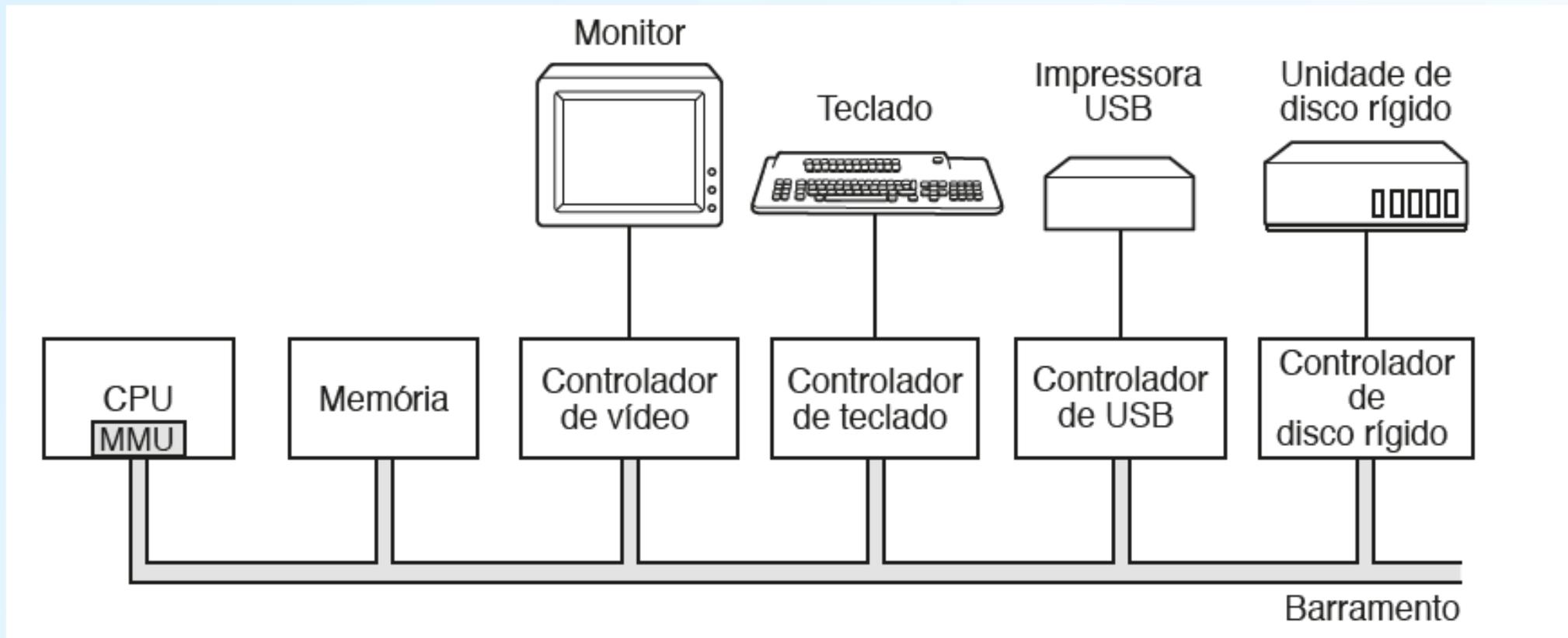


- que possa ser **traduzida** para a linguagem entendida pelo computador



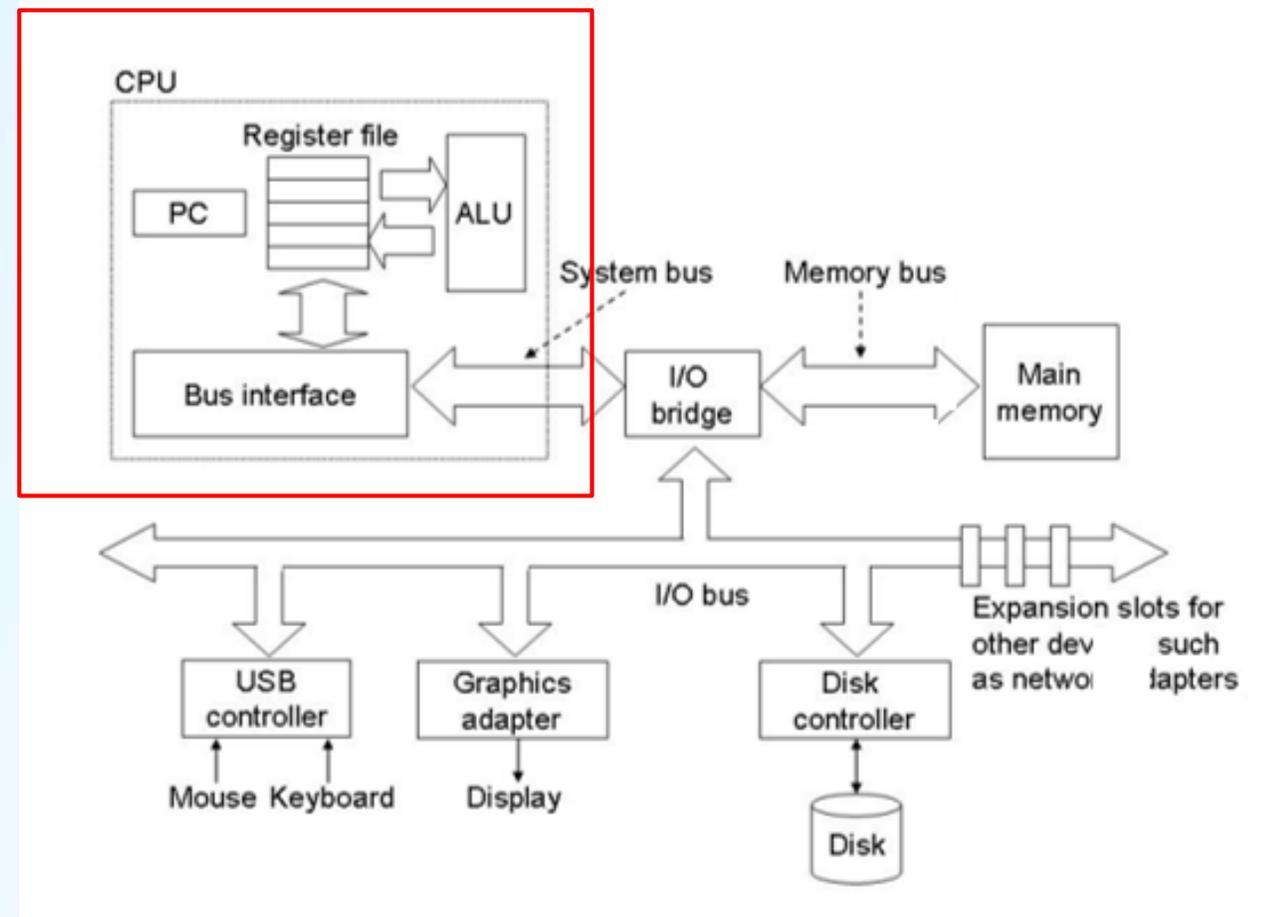
# Um computador típico

- 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



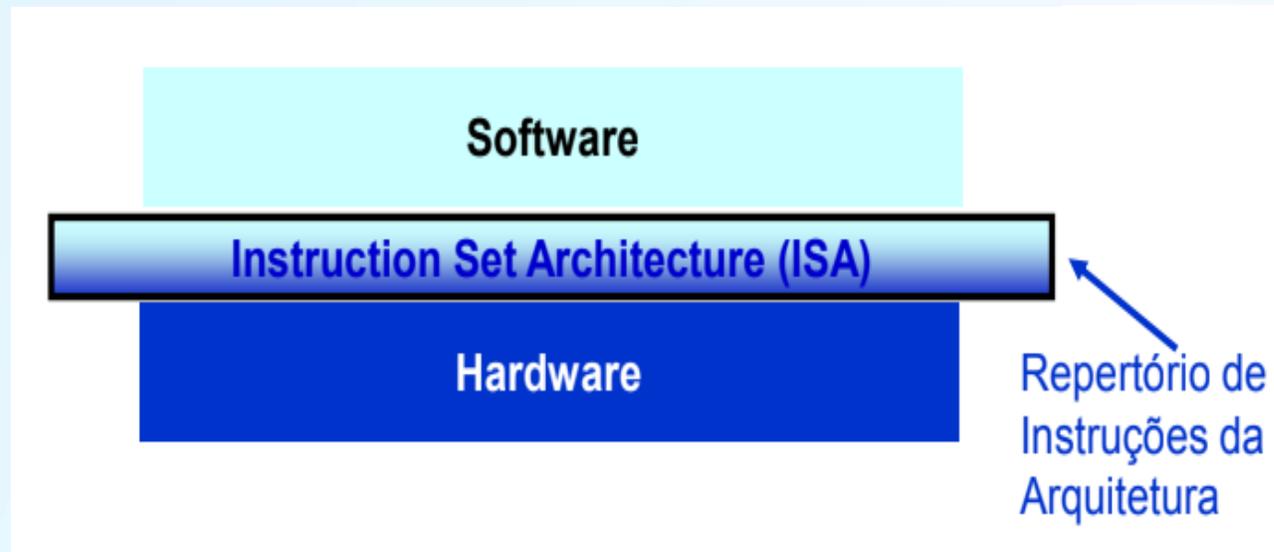
# CPU: Central Processing Unit

- É o “cérebro” do computador
- Controla a operação do computador e realiza suas funções de **processamento de dados**;
- Normalmente é chamado apenas de *processador*
- Ela busca instruções da memória e as executa.



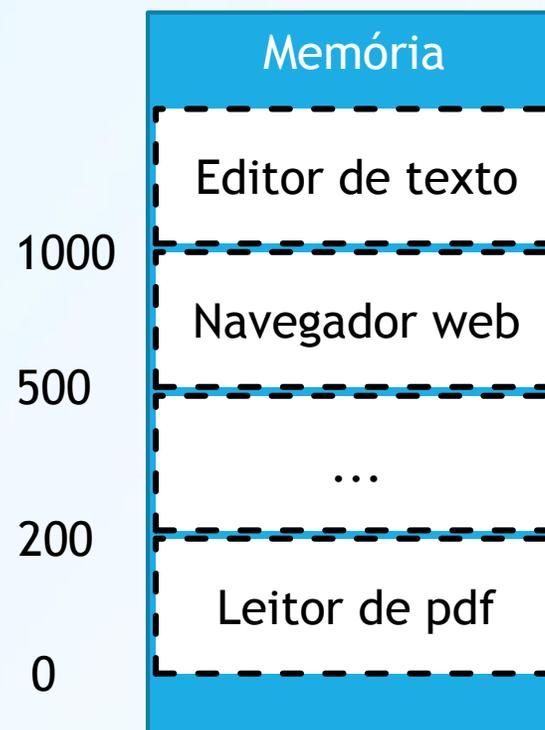
# CPU: Central Processing Unit

- Cada CPU tem um conjunto específico de instruções que ela consegue executar.
- Desse modo, um processador x86 não pode executar programas ARM e um processador ARM não consegue executar programas x86.



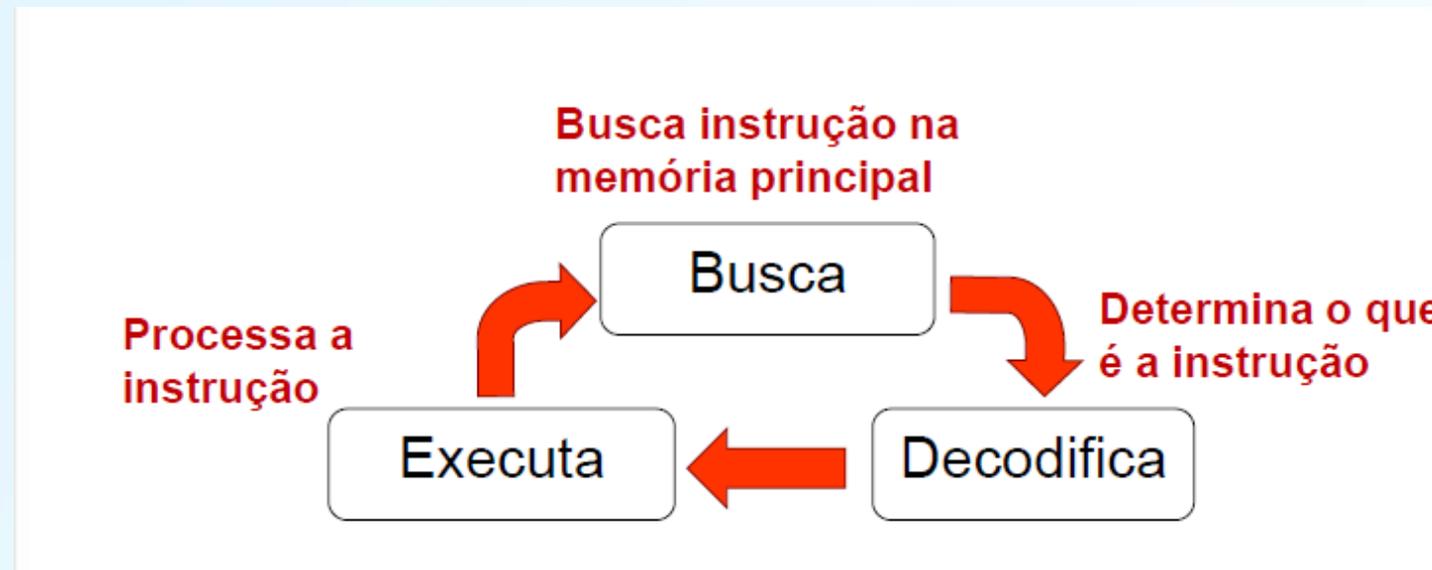
# Conceitos básicos

- Programas são armazenados na memória
- Conteúdo da memória é acessado através de um endereço, não importando o tipo de dado armazenado
- Execução ocorre de maneira sequencial (a não ser que seja explicitamente especificado), uma instrução após a outra



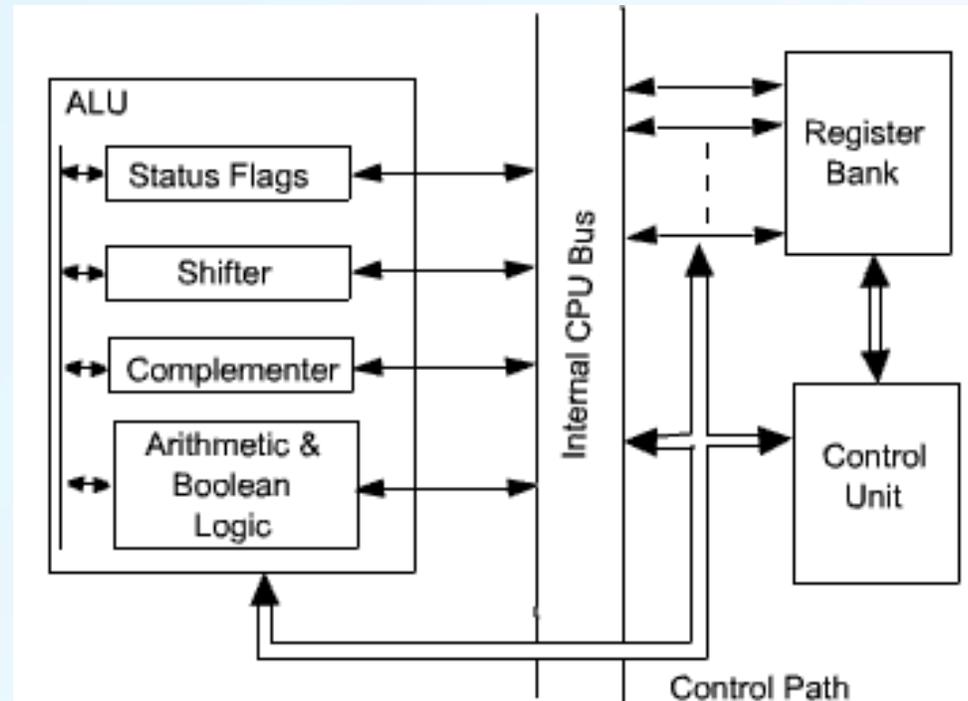
# CPU: Central Processing Unit

- O ciclo básico de toda CPU é buscar a primeira instrução da memória, decodificá-la para determinar o seu tipo e operandos, executá-la, e então buscar, decodificar e executar as instruções subsequentes



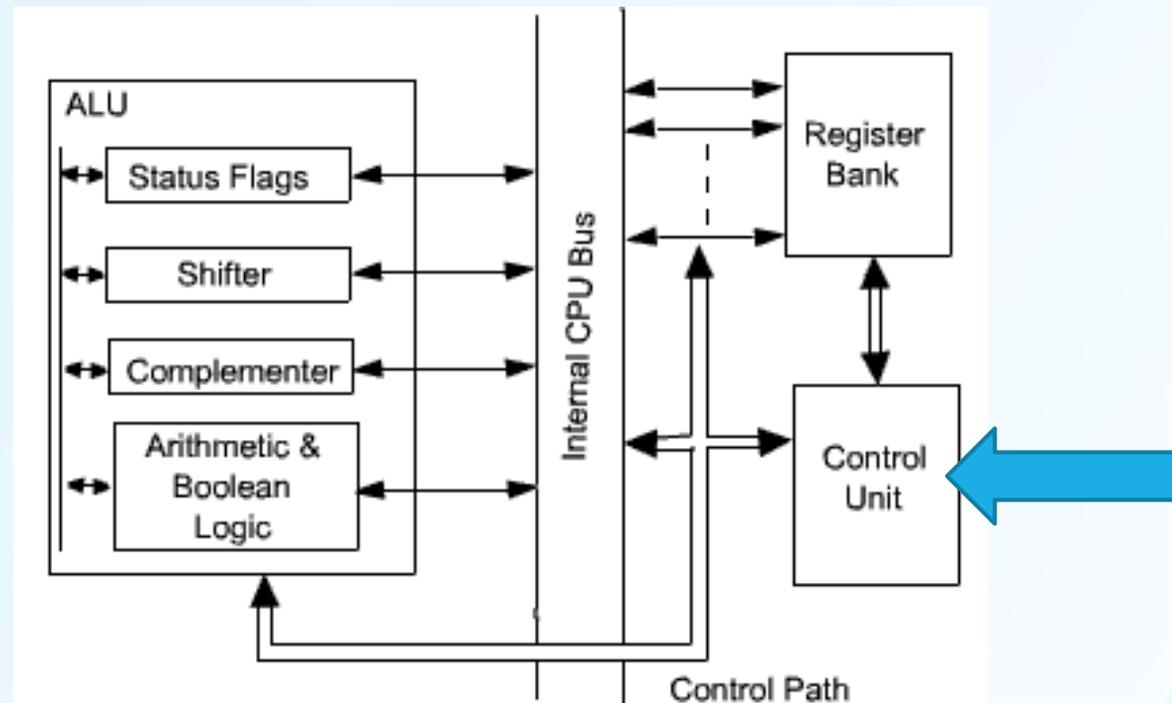
# Estrutura do processador

- Unidade de controle
- Unidade lógica e aritmética (ALU)
- Registradores



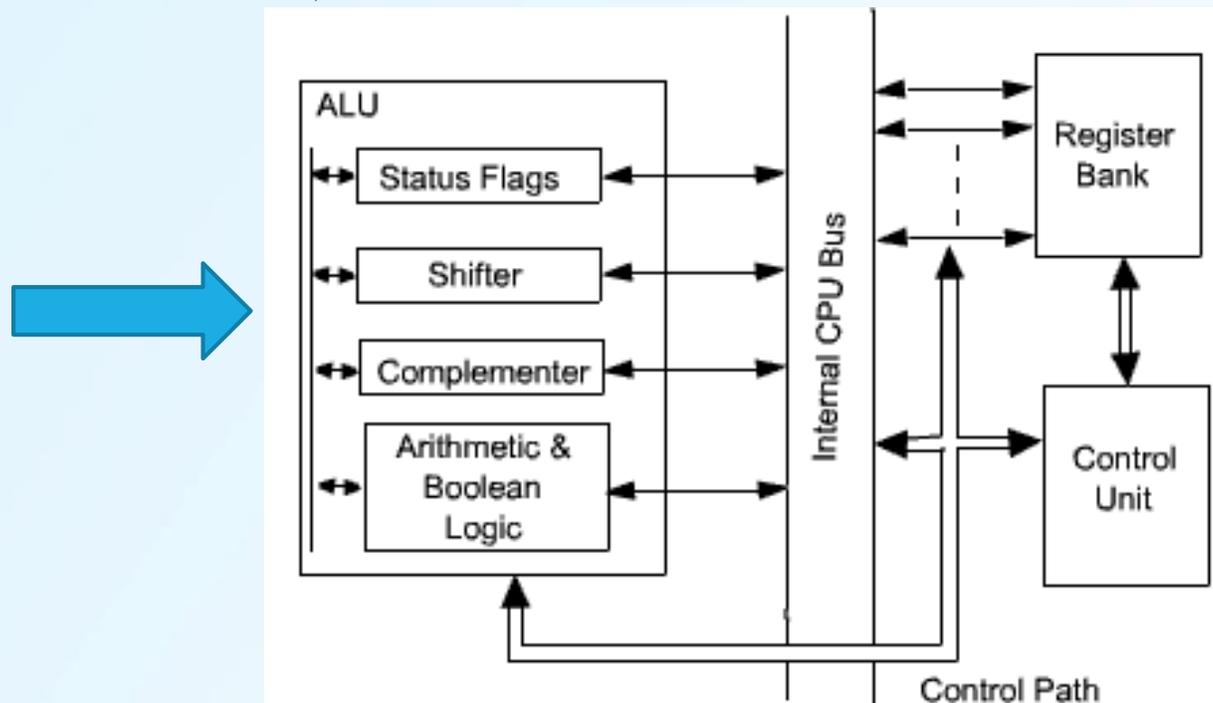
# Estrutura do processador

- Unidade de controle:
  - controla a operação da CPU e, portanto, do computador.



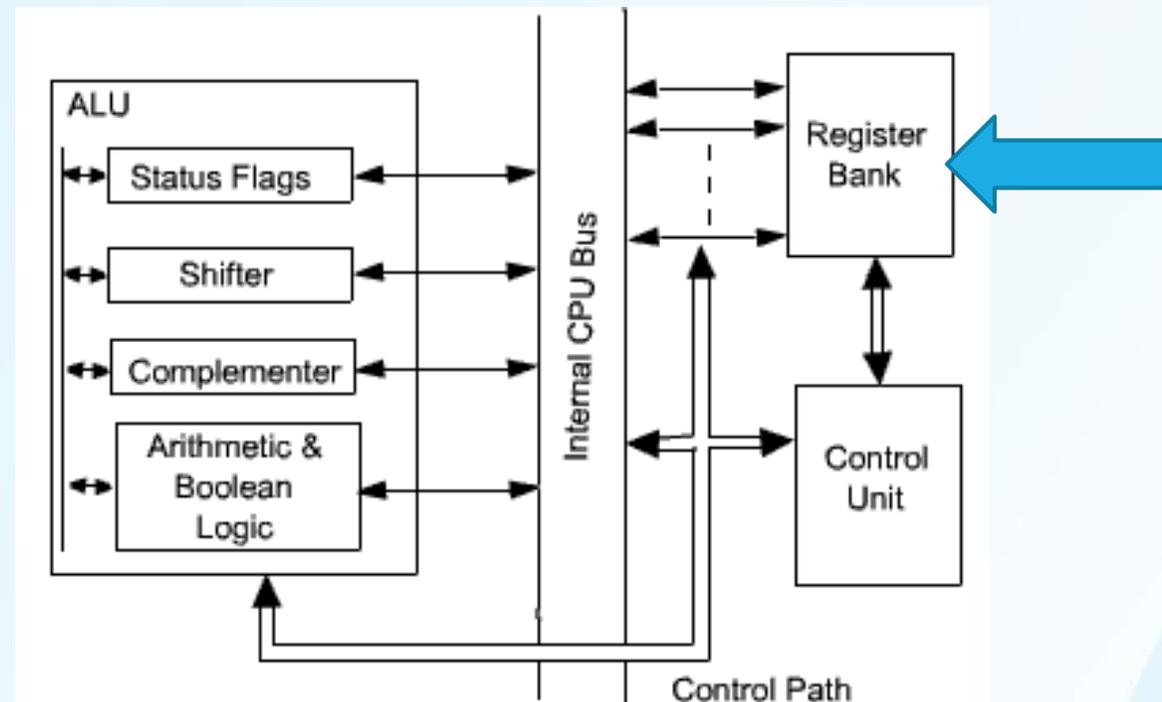
# Estrutura do processador

- **Unidade lógica e aritmética (ULA):**
  - realiza as funções de processamento de dados do computador.
  - operações lógicas (ou, e, negação, etc.) e aritméticas (adições, subtrações, etc...)



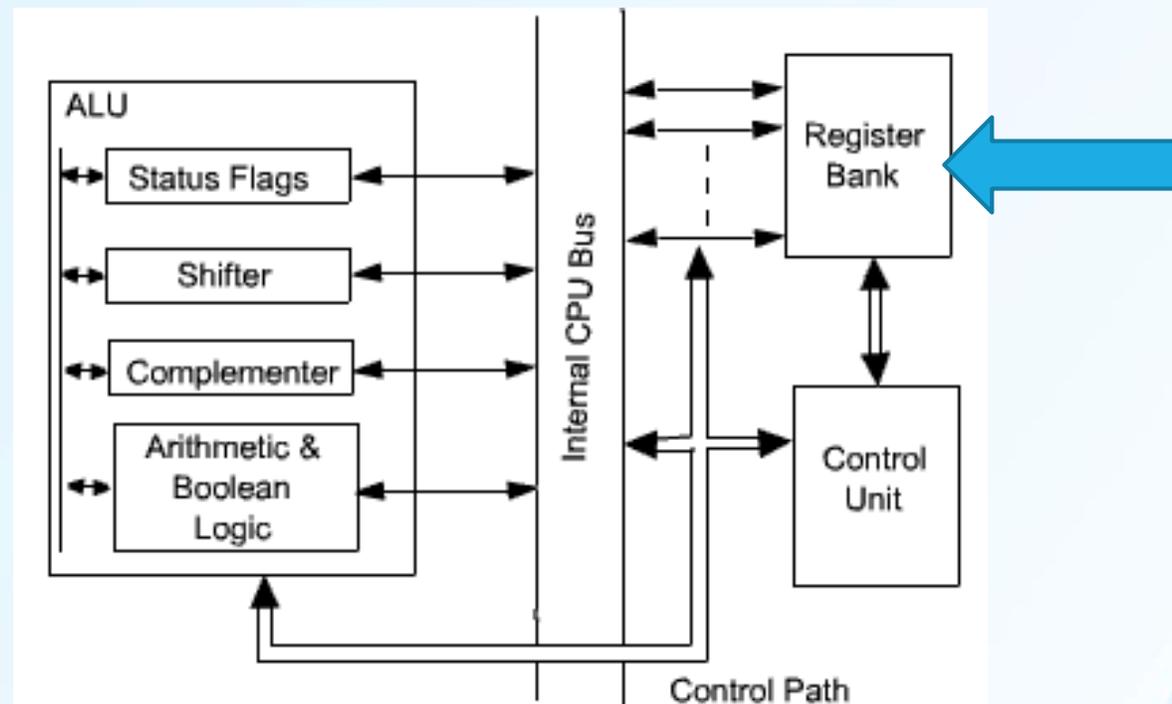
# Estrutura do processador

- **Registradores:** oferece armazenamento interno a CPU.
  - Necessários para o processamento de uma dada instrução.
  - Funcionam como uma memória de acesso extremamente rápido
  - Baixa capacidade de armazenamento



# Estrutura do processador

- **Registradores:** oferece armazenamento interno a CPU.
  - Baixa capacidade de armazenamento
  - Alguns têm funções especiais



# Estrutura do processador

- **Exemplo de Registradores:**
  - Registradores de propósito geral
  - PC (program counter): contém o endereço de memória da próxima instrução a ser executada. Após essa instrução ter sido buscada, o contador de programa é atualizado para apontar para próxima instrução
  - Registrador de instrução: onde é copiada cada instrução a ser executada
  - etc ...

# Estrutura do processador

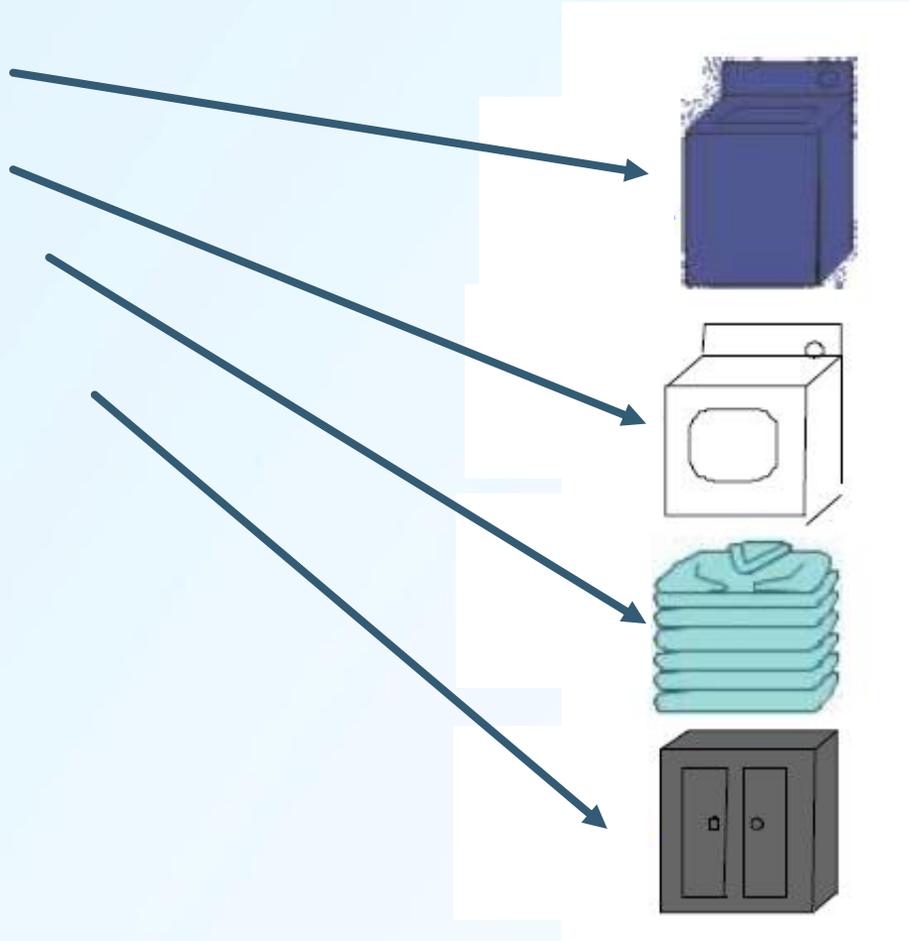
- O SO deve estar absolutamente ciente do que está gravado nos registradores
- Toda vez que ele para um programa em execução, o sistema operacional tem de **salvar todos os registradores** de maneira que eles possam ser restaurados quando o programa for executado mais tarde.

# Pipeline

- Para melhorar o desempenho, os projetistas de CPU há muito tempo abandonaram o modelo simples de buscar, decodificar e executar uma instrução de cada vez.
- Muitas CPUs modernas têm recursos para executar mais de uma instrução ao mesmo tempo.

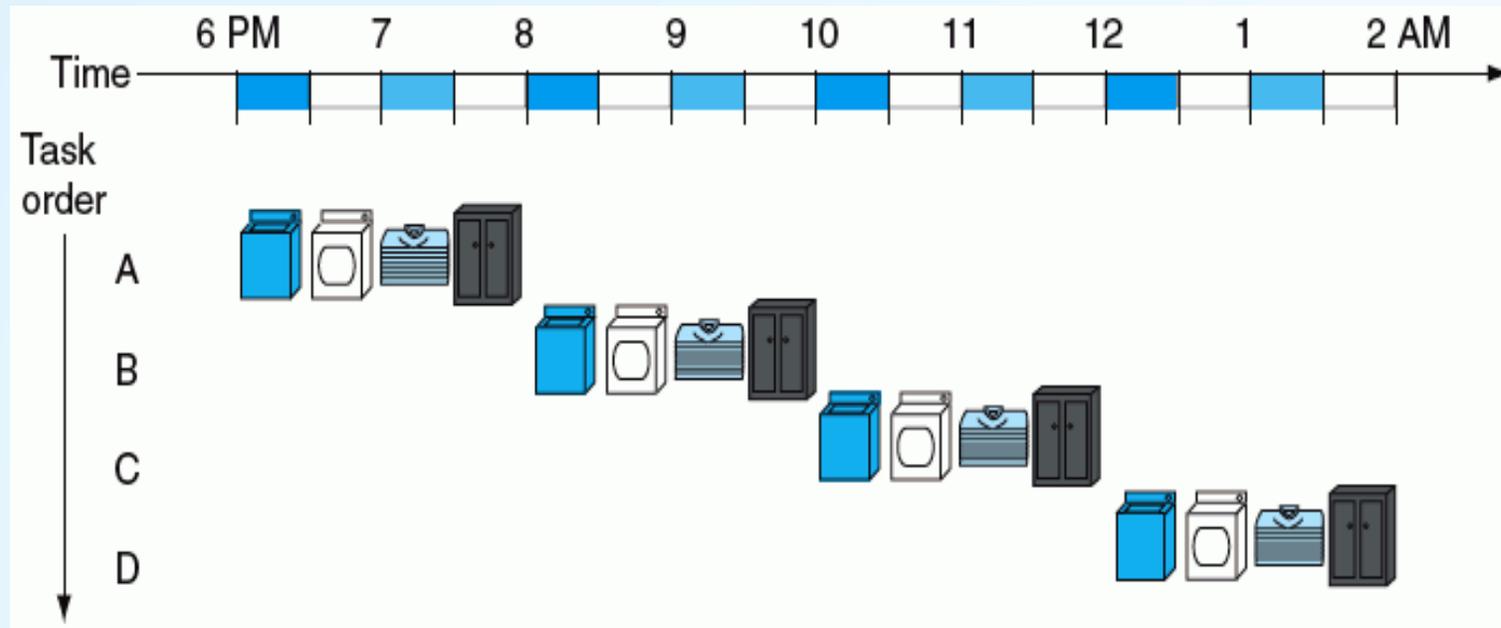
# Conceito de Pipeline: Lavanderia

- Podemos dividir a tarefa de lavar roupa em 4 etapas:
  - Lavar: 30 min
  - Secar: 30 min
  - Dobrar: 30 min
  - Guardar : 30 min



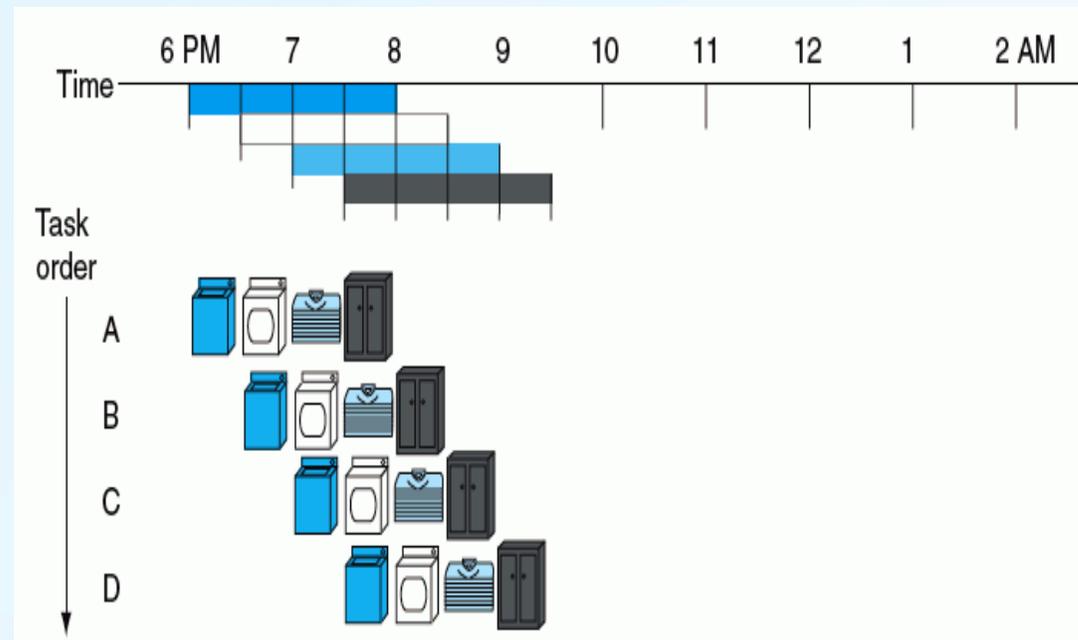
# Lavanderia: Execução Sequencial de Tarefas

- Para 4 lavagens de roupa:
  - 8 horas



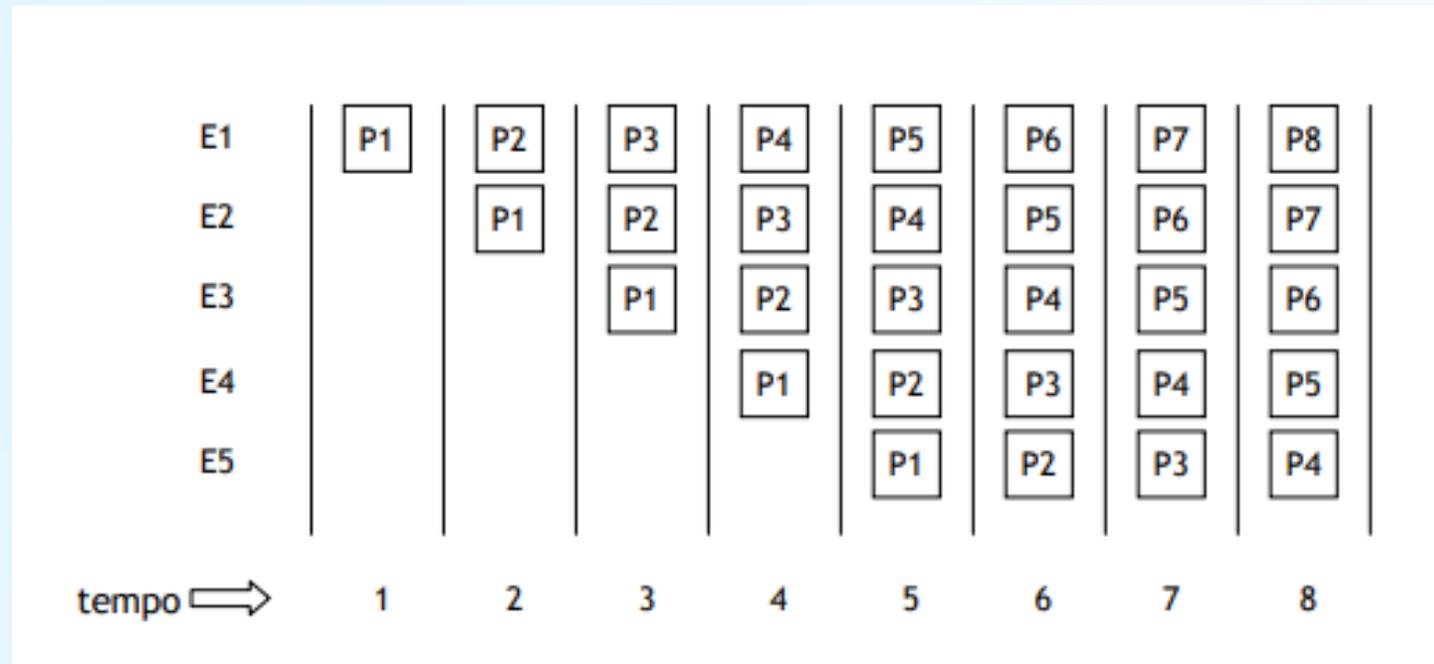
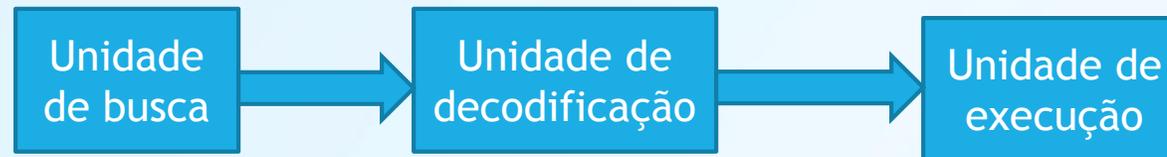
# Lavanderia: Execução Pipeline de Tarefas

- Para 4 lavagens de roupa:
  - 3,5 horas
- Diferentes lavagens podem ser executadas simultaneamente, desde que não utilizem o mesmo recurso em um mesmo período de tempo



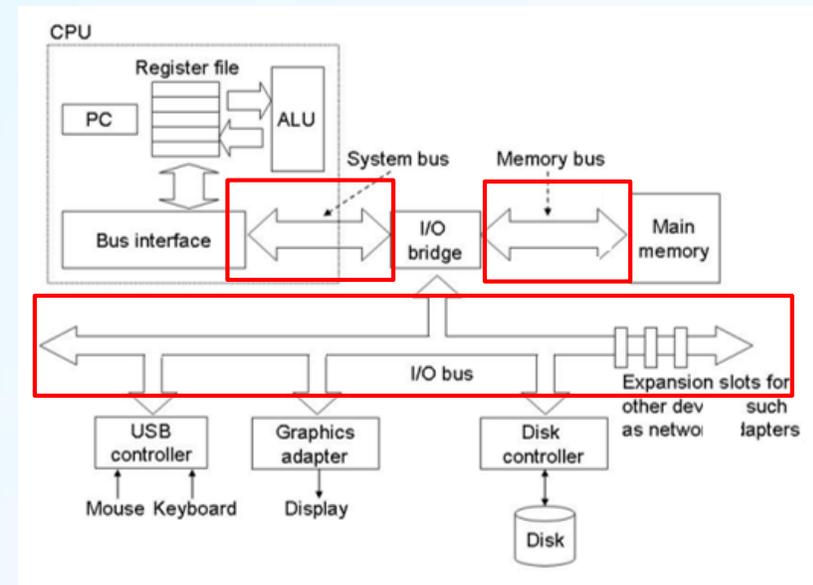
# CPU: Central Processing Unit

- Pipeline



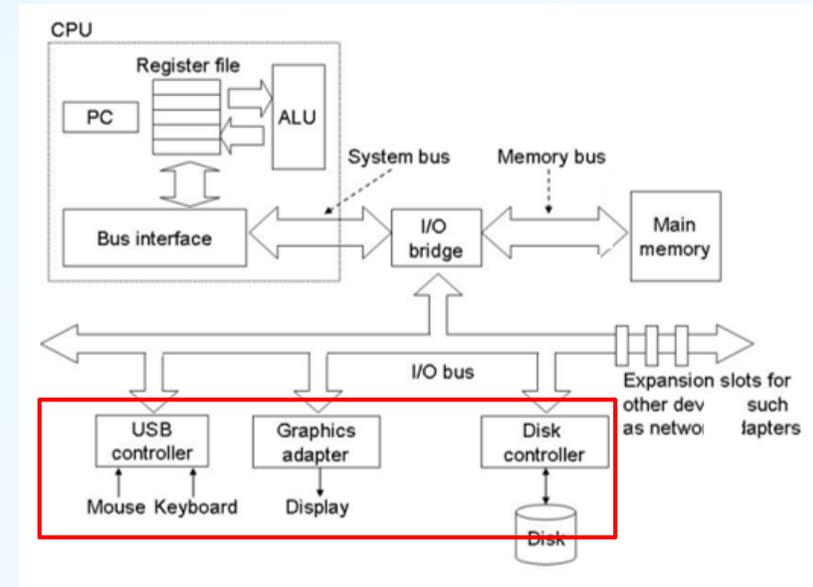
# Barramentos e Dispositivos de E/S

- “conduítes” elétricos que carregam a informação entre os vários componentes da máquina



# Barramentos e Dispositivos de E/S

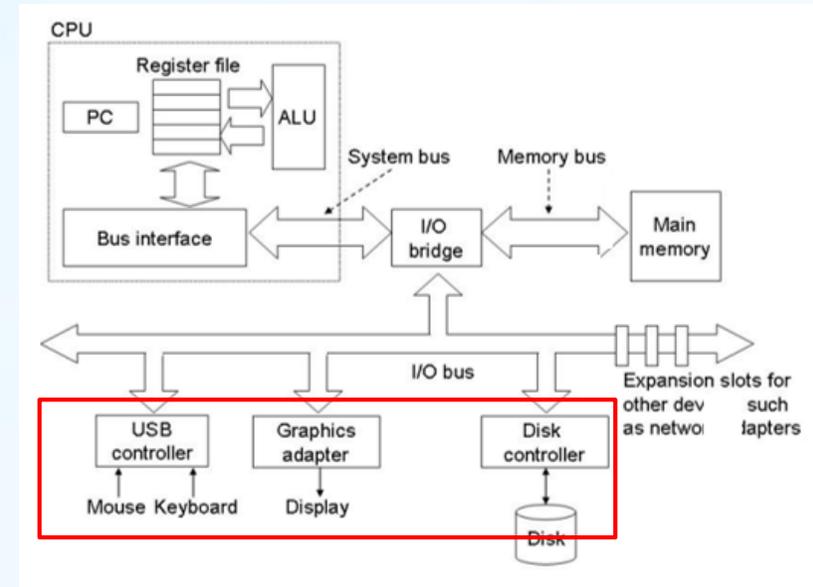
- Dispositivos de E/S:
  - Conexão da máquina com o mundo externo
  - Conectados ao barramento de E/S por
    - controladores (chips no próprio dispositivo ou na placa mãe) ou
    - adaptadores (quando placa separada)



- O SO controla os drivers, que controlam os controladores que controlam os dispositivos de E/S.

# Barramentos e Dispositivos de E/S

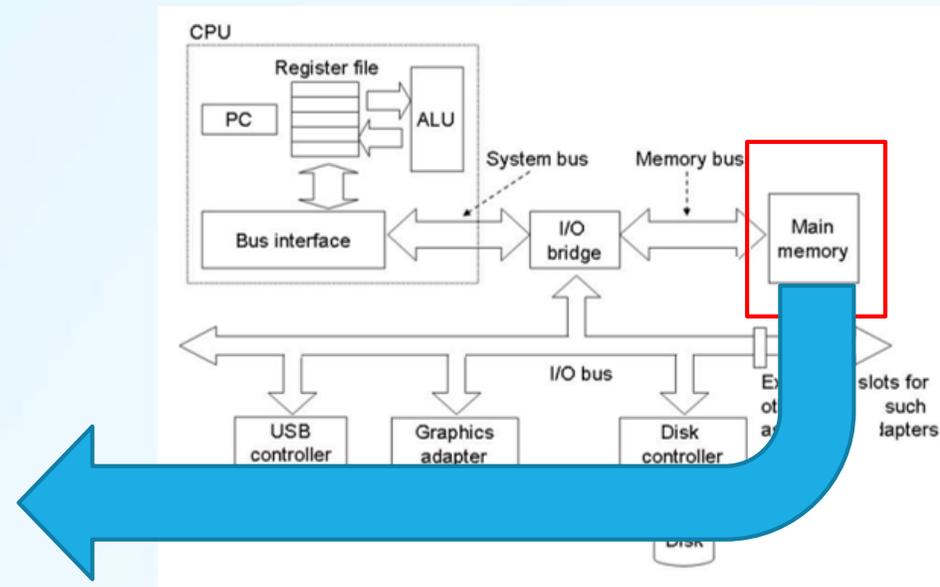
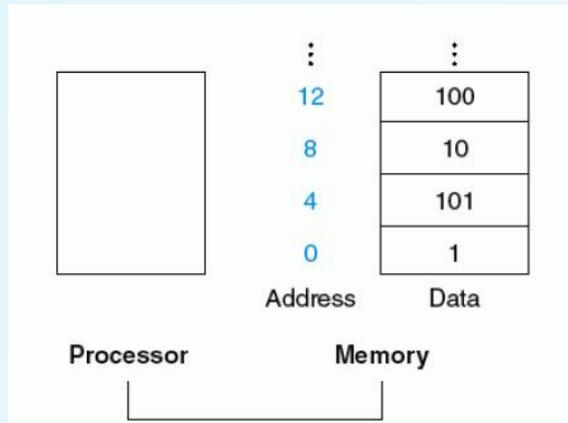
- Dispositivos de E/S:
  - Conexão da máquina com o mundo externo
  - Conectados ao barramento de E/S por
    - controladores (chips no próprio dispositivo ou na placa mãe) ou
    - adaptadores (quando placa separada)



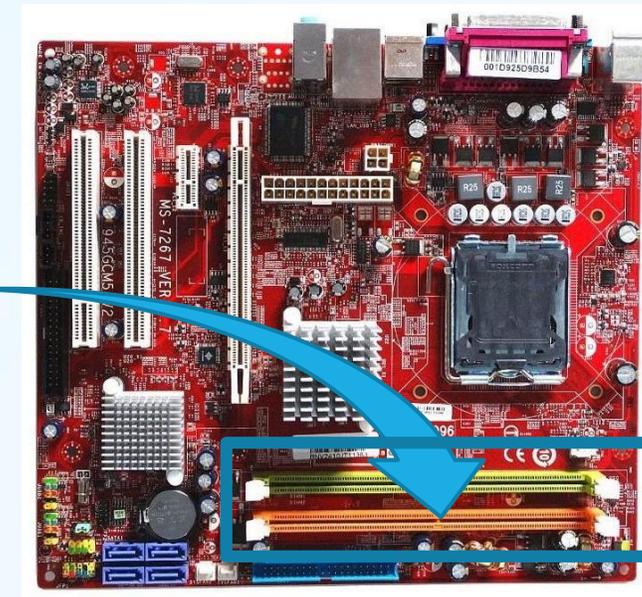
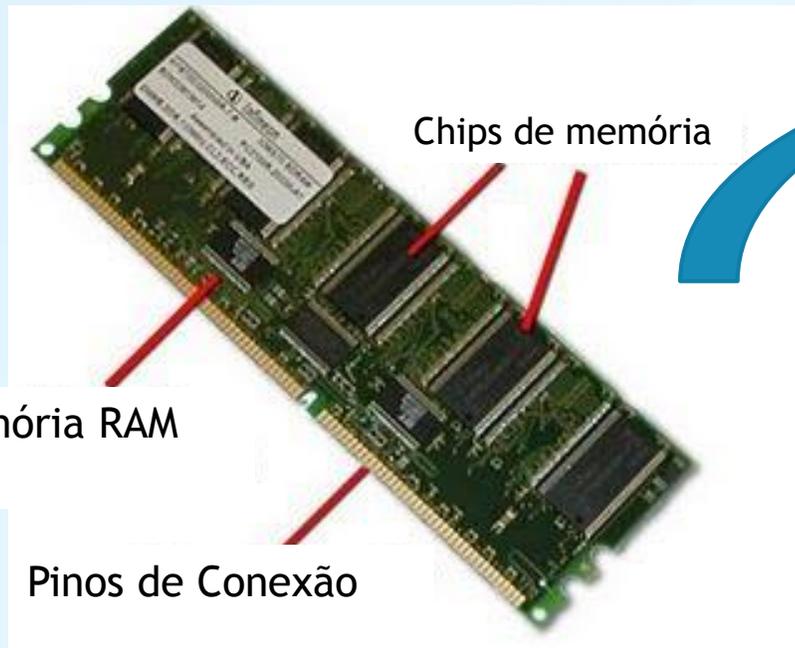
- O SO controla os drivers, que controlam os controladores que controlam os dispositivos de E/S.

# Memória

- Logicamente, a memória principal corresponde a uma enorme região no qual podemos gravar informações.
- Cada posição é localizada através de um endereço único (o índice)



# Memória



# Hierarquia de Memória

- Idealmente, uma memória deveria ser bastante rápida além de muito grande e barata.

