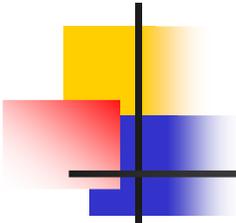


# Sistemas Operacionais

---

Alexandre Meslin

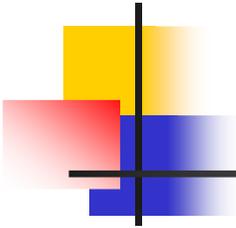
meslin@inf.puc-rio.br



# Ementa

---

- Apresentação do curso
- Cap1 - Visão Geral
- Cap2 - Conceitos de Hardware e Software
- Cap3 - Concorrência
- Cap4 - Estrutura do Sistema Operacional
- Cap5 - Processos
- Cap6 - Threads
- Cap8 - Gerência do Processador
- Cap7 - Sincronização e Comunicação entre Processos
- Cap10 – Memória Virtual



# Referências

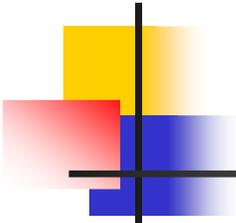
---

- Bibliografia

- Arquitetura de Sistemas Operacionais  
Francis Machado Berenger e Luiz Paulo Maia  
LTC ISBN 978-85-216-1548-4

- Internet

- <http://www.inf.puc-rio.br/~meslin/SO>



# Plano de Aula

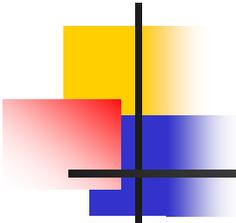
Data	Descrição
08/08	Apresentação do curso
	Cap1 - Visão Geral (presencial)
13/08	Cap2 - Conceitos de Hardware e Software (presencial)
	Cap1 - Visão Geral (estudos)
15/08	Cap2 - Conceitos de Hardware e Software (estudos)
20/08	Cap1 e Cap2 - debate presencial
22/08	Cap3 - Concorrência (estudos)
27/08	Cap3 - debate presencial
29/08	Cap4 - Estrutura do Sistema Operacional (estudos)
03/09	Cap4 - debate presencial
05/09	Cap5 - Processos (estudos)
07/09	Feriado de Independência
10/09	Abertura do PUC Online para lançamento de G1
10/09	Cap5 - debate presencial
12/09	Cap6 - Threads (estudos)
17/09	Cap6 - debate presencial
19/09	Revisão
24/09	1a avaliação
26/09	Cap8 até 8.7 (estudos)
01/10	Cap8 até 8.7 - debate presencial
03/10	Cap8 até o final (estudos)
08/10	Cap8 até o final - debate presencial
10/10	Cap7 até 7.5.1 (estudos)

Data	Descrição
12/10	Feriado de Nossa Senhora de Aparecida
15/10	Feriado do Dia do Mestre
17/10	Cap7 até 7.5.1 - debate presencial
22/10	Cap7 até 7.7.4 (estudos)
24/10	Cap7 até 7.7.4 - debate presencial
29/10	Cap7 até o final (estudos)
31/10	Cap7 até o final - debate presencial
02/11	Feriado de Finados
05/11	Cap10 até 10.4.3 (estudos)
07/11	Cap10 até 10.4.3 - debate presencial
12/11	Cap10 (estudos)
14/11	Cap10 - debate presencial
15/11	Feriado da Proclamação da República
19/11	Enforcado da Consciência Negra
20/11	Feriado da Consciência Negra
21/11	Apresentação do Trabalho
26/11	Abertura do PUC Online para entrada de graus finais
26/11	Revisão
28/11	2a avaliação
03/12	Revisão de prova
14/12	Término das atividades acadêmicas

# Sistema de Avaliação

- G1
  - Prova
  - Debate
- G2
  - Prova
  - Debate
  - Trabalho
- Cálculo da Média
  - MÉDIA =  $((G1 * 2) + (G2 * 3)) / 5$
  - se  $G2 < 3$ ,
    - então MÉDIA =  $((G1) + (G2 * 3)) / 4$





# Perguntas?

---

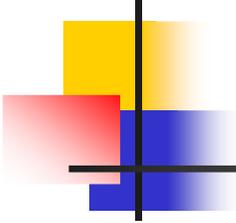




# Aula 1

---

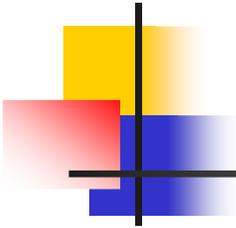
- Introdução



# O que é um Sistema Operacional

---

- Um programa que atua como um intermediário entre um usuário e um hardware de um computador
- Objetivos
  - Executar programas e facilitar as tarefas dos usuários
  - Permitir que o usuário utilize convenientemente o computador
  - Permitir o uso eficiente do hardware do computador

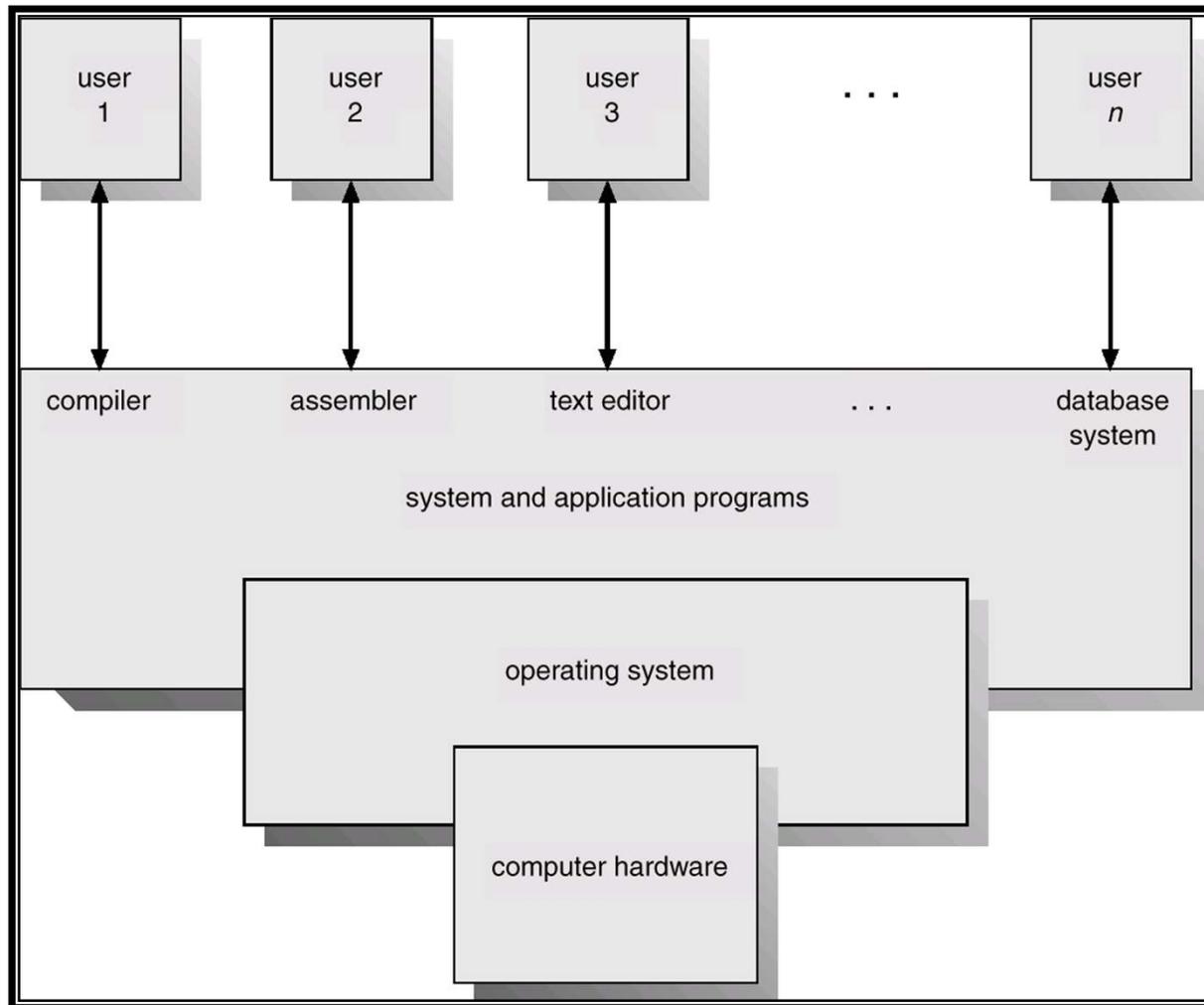


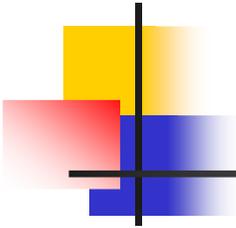
# Componentes de um Sistema Computacional

---

- Hardware
  - Fornece recursos básicos (CPU, memória, dispositivos de IO, etc.)
- Sistema operacional
  - Controla e coordena o uso do hardware por vários programas e por vários usuários
- Programas (aplicativos)
  - Define como os recursos são utilizados para solucionar problemas computacionais do usuário (compilador, banco de dados, jogos, programas de negócios, etc.)
- Usuários
  - Pessoas, máquinas, outros computadores, etc.

# Visão Abstrata dos Componentes de um Sistema



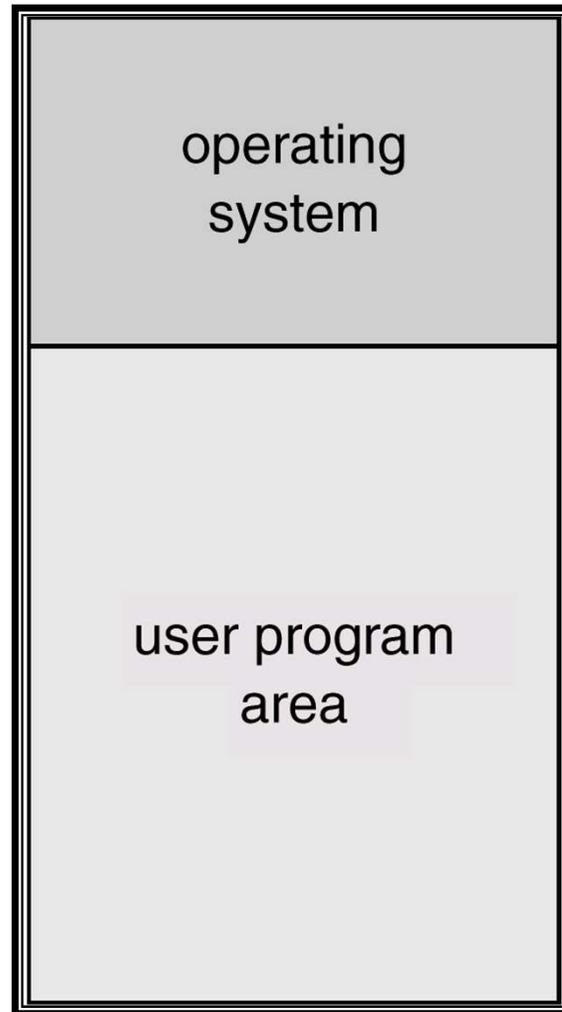


# Classificação de Sistemas Operacionais

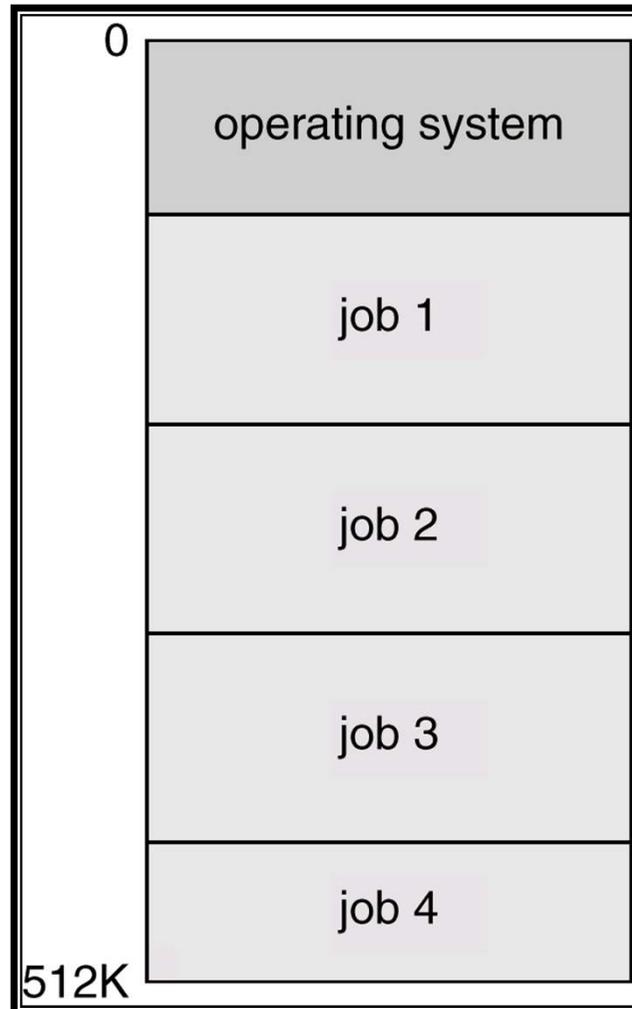
---

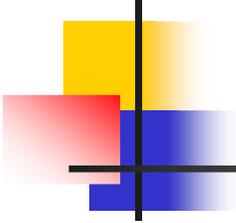
- **Processamento em Lotes (Batch)**
  - Não há interação com o usuário
- **Sistema de Tempo Compartilhado**
  - O SO aloca fatias de tempo para cada programa
- **Sistema de Tempo Real**
  - Programa executa até que apareça um mais prioritário

# Configuração da Memória para um Sistema Tipo Batch Monoprogramado



# Configuração da Memória para um Sistema Tipo Batch Multiprogramado

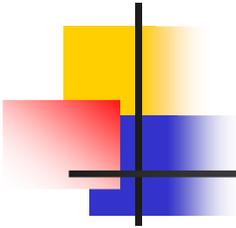




# Sistemas de Tempo Real

---

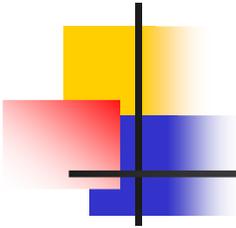
- Geralmente utilizado para controle de dispositivos em aplicações dedicadas como experimentos científicos, controle de sistemas industriais
- Requerimento de temporização bem definido



# Classificação de Sistemas Operacionais

---

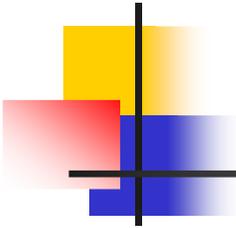
- Monotarefa ou monoprocessados
  - Executa uma única tarefa de cada vez
  
- Multitarefa ou multiprogramáveis
  - Compartilha recursos entre diversos programas simultaneamente



# Características Necessárias para Multiprogramação

---

- Procedimentos de I/O com suporte no sistema
- Gerência de memória – o sistema precisa alocar e gerenciar memória para os diversos programas
- Escalonamento do processador – o sistema precisa escolher qual programa rodar por quanto tempo
- Alocação de dispositivos

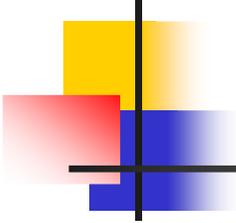


# Sistemas de Tempo Compartilhado

## Computação Interativa

---

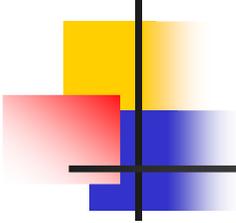
- O tempo de CPU é distribuído entre os diversos programas em execução
  - A CPU somente é alocada para um programa que esteja armazenado em memória naquele instante
- Um programa pode ser transferido da memória para o disco e vice-versa
- Comunicação em tempo real entre o usuário e o sistema. Quando o sistema termina a execução de um comando do usuário, deverá aguardar (ou estar pronto) para o próximo comando



# Classificação de Sistemas Operacionais

---

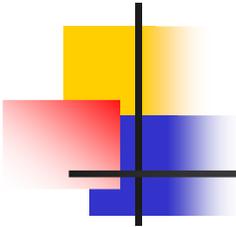
- Monoprocessados
  - Um único processador
  
- Multiprocessados
  - Mais do que um processador



# Características de um Sistema Paralelo

---

- Sistema com mais do que uma CPU
- Vantagens:
  - Aumento do throughput (quantidade de programas executados por unidade de tempo)
  - Economia (compartilhamento de recursos)
  - Confiabilidade (redundância)



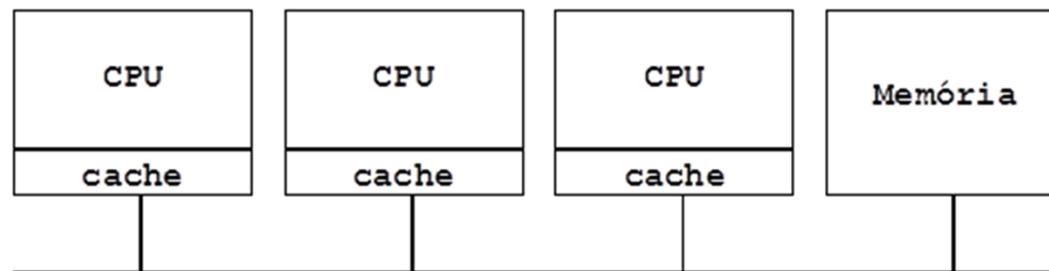
# Características de um Sistema Paralelo

---

- Multiprocessamento Simétrico (SMP)
  - Cada processador executa uma cópia idêntica do sistema operacional
  - Muitos processos podem ser executados concorrentemente sem degradação de desempenho
  - Muitos sistemas operacionais suportam SMP
- Multiprocessamento Assimétrico
  - Cada processador executa uma determinada tarefa
  - Um processador master aloca as tarefas para processadores slaves
  - Comumente encontrado em grandes sistemas

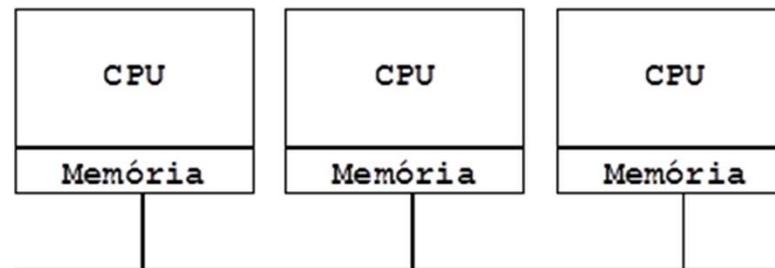
# Sistemas com Múltiplos Processadores

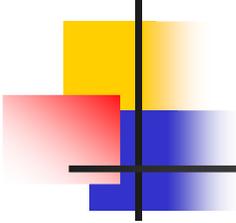
- Fortemente Acoplados – Multiprocessadores
  - Barramento
    - Sequent
  - Chaveamento
    - Ultracomputer



# Sistemas com Múltiplos Processadores

- Fracamente Acoplados - Multicomputadores
  - Barramento
    - Rede de Computadores
  - Chaveamento
    - Transputer

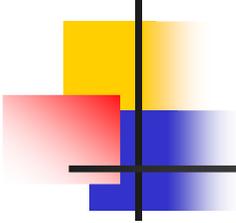




# Sistemas Fortemente Acoplados

---

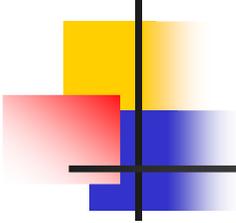
- Memória Compartilhada entre Processadores
- Apenas uma cópia do SO



# Sistemas Fracamente Acoplados

---

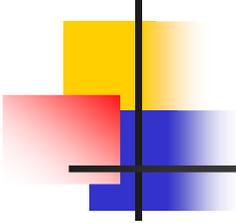
- Memória privada em cada processador
- Um SO em cada nó
- Comunicação através de troca de mensagens



# Cluster

---

- Distribuição de carga
- Fornece alta confiabilidade
- Permite que 2 ou mais sistemas compartilhem armazenamento
- Cluster assimétrico
  - Um servidor funciona como interface (front-end) e distribui para outro servidor
- Cluster simétrico
  - Todos os servidores executam a mesma aplicação com prioridades iguais

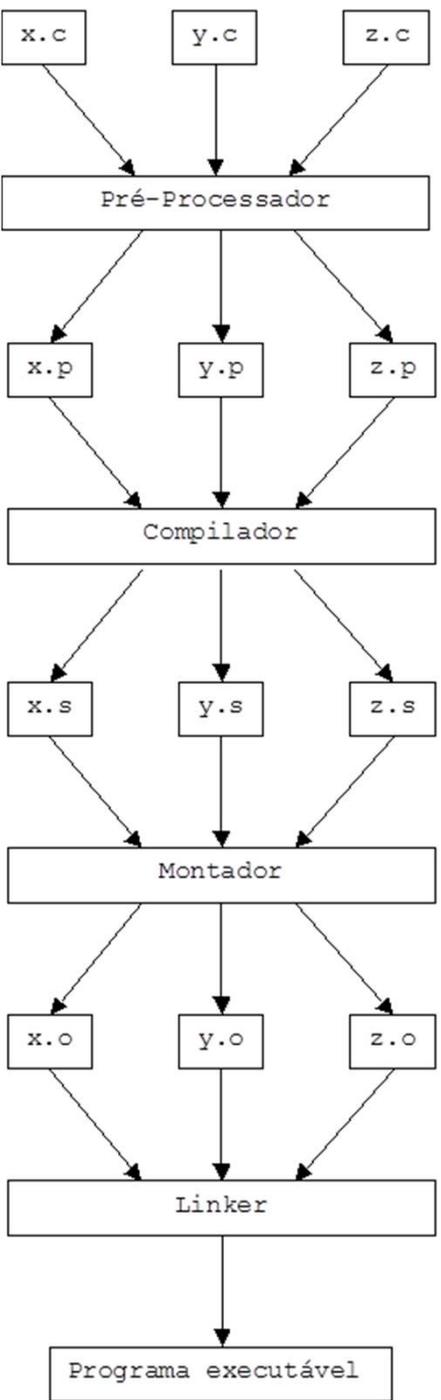


# Software – Processo de Geração

---

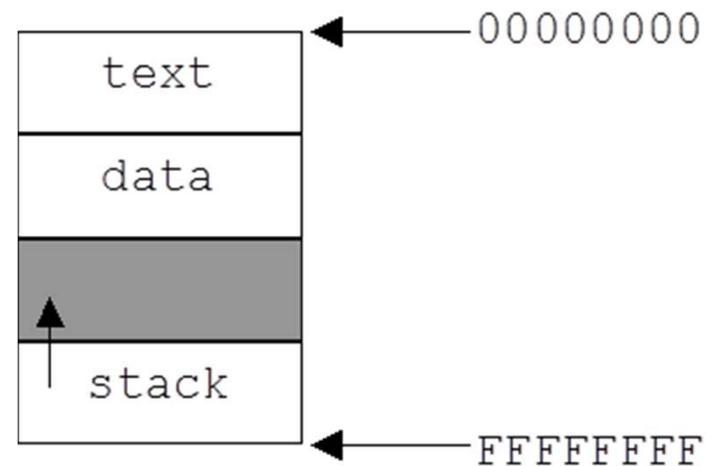
- Interpretador
  - Lê e executa linha a linha do programa fonte
- Montador
  - Converte de mnemônico para binário
- Compilador
  - Converte de linguagem de programação para linguagem de máquina
- Linker ou linkeditor
  - Gera um programa de um ou mais módulos objetos e bibliotecas

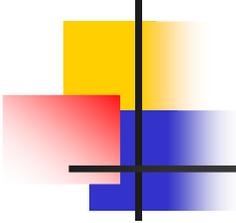
# Compilação de um Programa C



# Regiões de um Programa em Execução

- Text
  - Código executável
- Data
  - Variáveis estáticas
  - Variáveis globais
- Stack
  - Pilha (endereço de retorno)
  - Variáveis dinâmicas

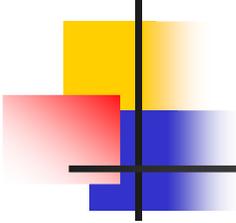




# Características de Sistemas Desktop

---

- Computadores pessoais: computador dedicado a um único usuário
- Dispositivos de I/O: teclado, mouse, monitor, impressora, etc.
- Pode executar diferentes tipos de sistemas operacionais
  - Windows
  - MacOS
  - Unix
  - Linux



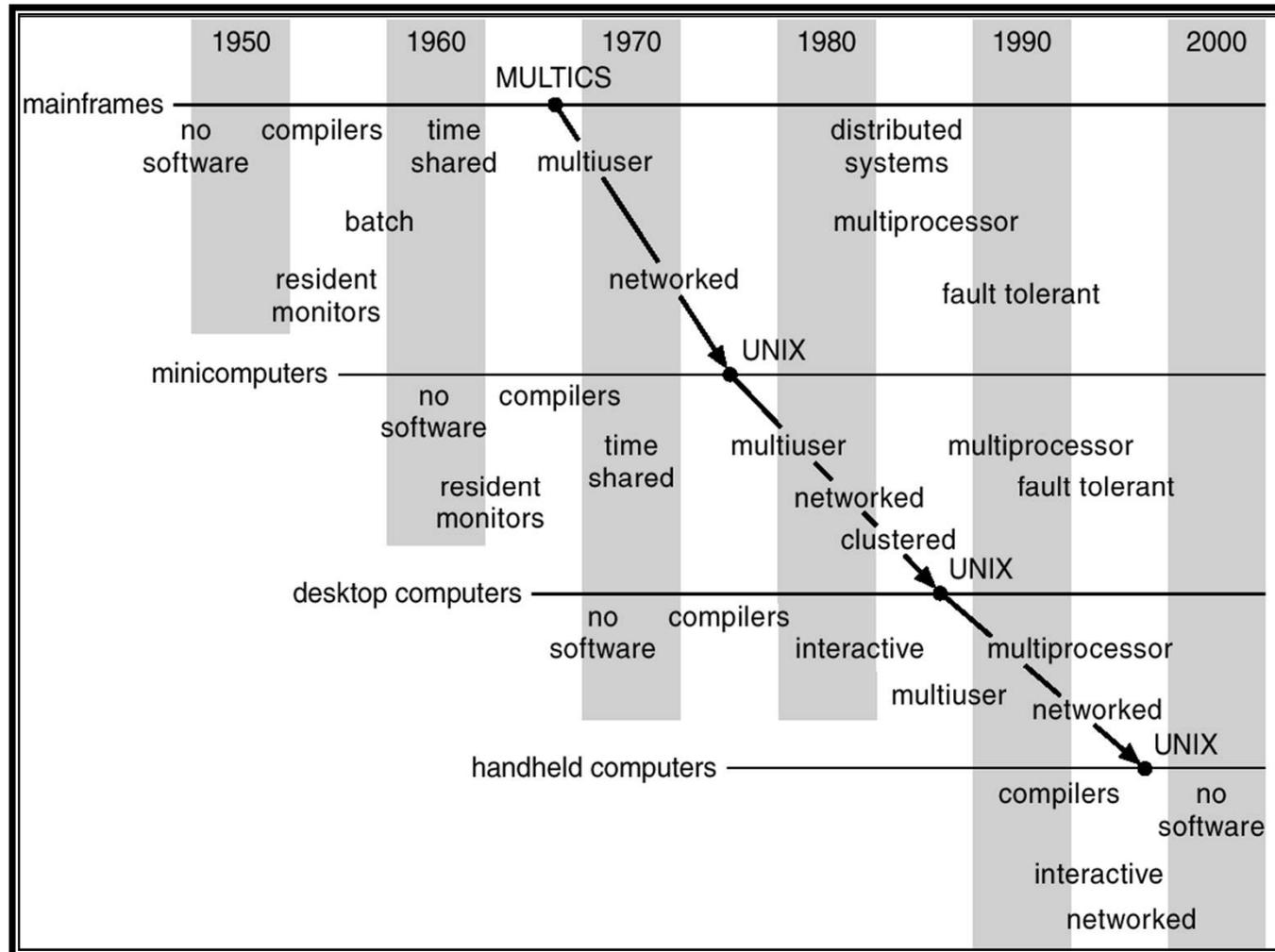
# Sistemas Handheld

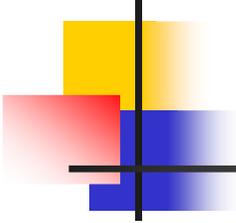
---

- PDA's (Personal Digital Assistants)
- Telefone celular
  
- Problemas:
  - Pouca memória
  - Processadores lentos
  - Telas pequenas

# Migração dos Sistemas Operacionais

## Conceitos e Características



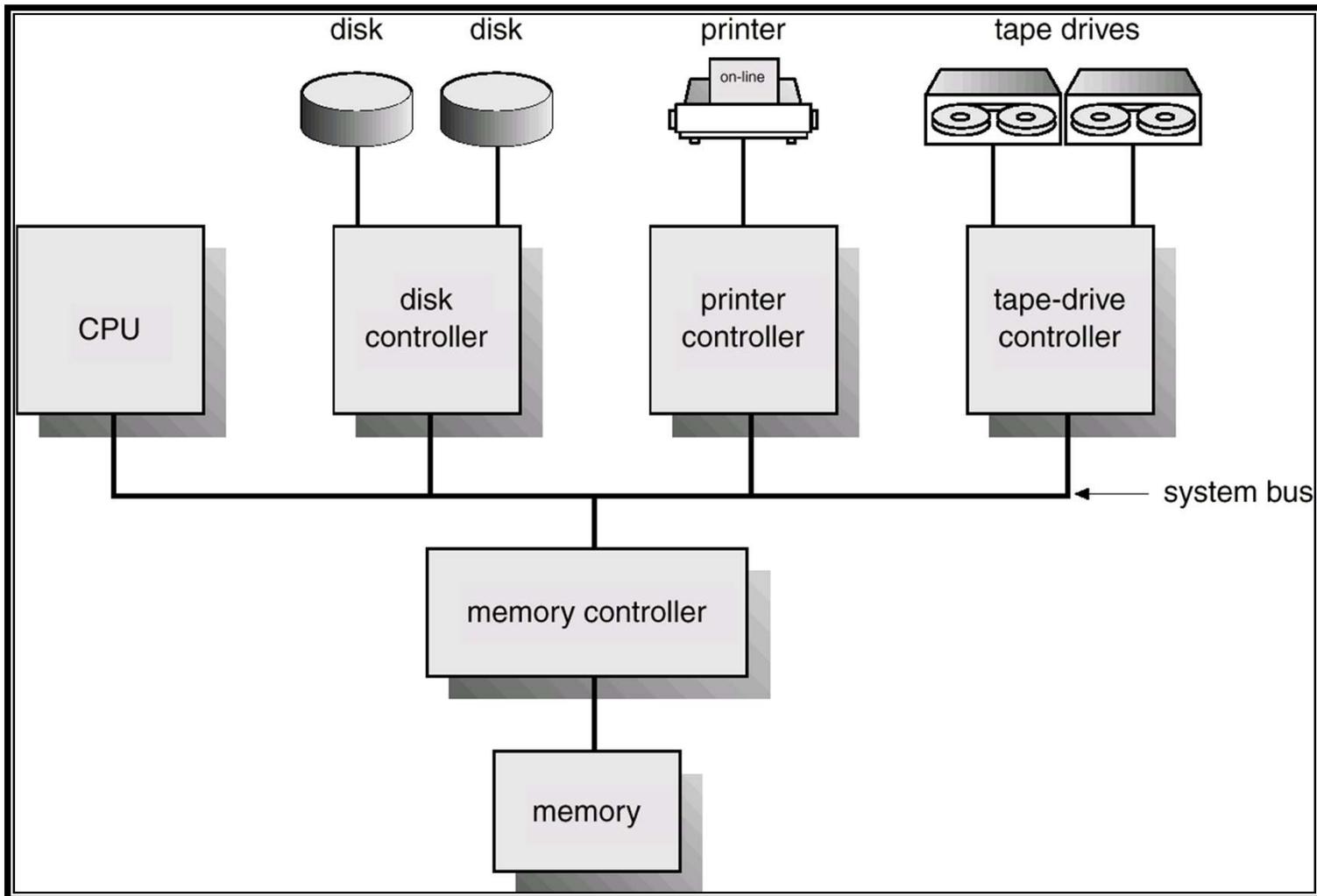


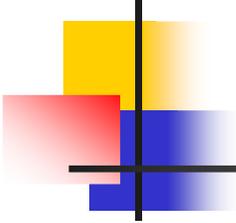
# Estrutura de um Sistema Computacional

---

- Operação de um Sistema Computacional
- Estrutura de I/O
- Estrutura de Armazenamento
- Hierarquia de Armazenamento
- Proteção de Hardware
- Arquitetura Geral

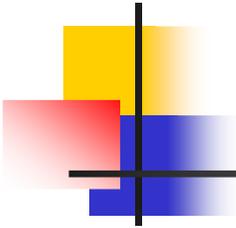
# Arquitetura de um Sistema Computacional





# Operação de um Sistema Computacional

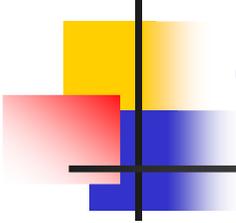
- Processador e dispositivos de I/O trabalham em paralelo
- Cada controlador é responsável por um determinado dispositivo
- Cada controlador de dispositivo tem o seu buffer local
- Processador move dados de/para a memória principal e de para os buffers locais
- A operação de I/O é realizada entre o dispositivo e o buffer local do controlador
- Controlador informa à CPU o término da operação através de interrupção



## Funcionalidades Comuns de Interrupções

---

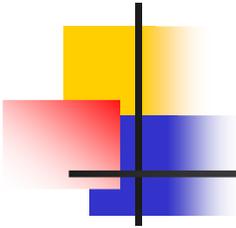
- Interrupção transfere controle para o serviço de tratamento de interrupção
- O endereço da instrução interrompida deve ser salva automaticamente pelo hardware do sistema
- Um trap é uma interrupção gerada por software causada por um erro ou pedido do usuário
- Um sistema operacional tem como base interrupções



# Tratamento de Interrupções

---

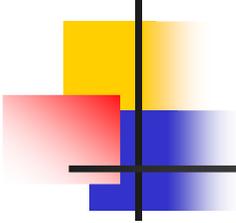
- O sistema operacional preserva o estado da CPU armazenando registradores, incluído o PC
- Determinação do tipo de interrupção:
  - Polling
  - Vetor de interrupção
- Cada rotina de tratamento de interrupção determina a ação que deve ser realizada por cada interrupção



## Estrutura de Acesso Direto a Memória (DMA)

---

- Utilizado para operações de I/O de alta velocidade
- Controlador tranfere blocos de dados do buffer diretamente para a memória principal sem a intervenção da CPU
- Somente uma interrupção é gerada por bloco no lugar de uma interrupção por byte

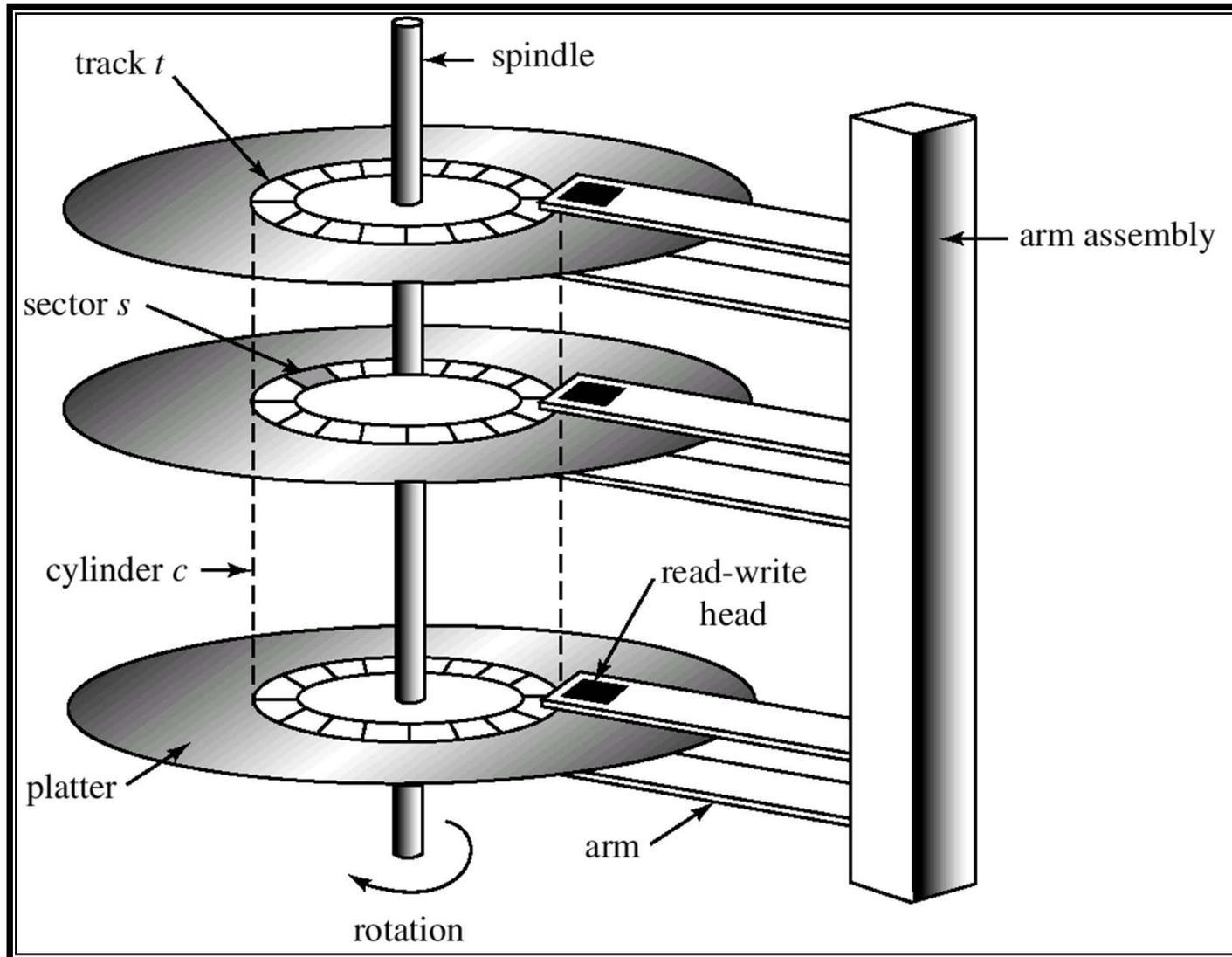


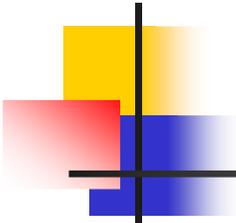
# Estrutura de Armazenamento

---

- Memória principal
  - Único tipo de armazenamento que a CPU pode acessar diretamente
- Memória secundária
  - Estensão da memória principal
  - Memória não volátil de alta capacidade
- Disco magnético
  - Superfície dividida logicamente em trilhas que são subdivididas em setores
  - O controlador do disco determina a interação lógica entre o dispositivo e o computador

# Mecanismo do disco



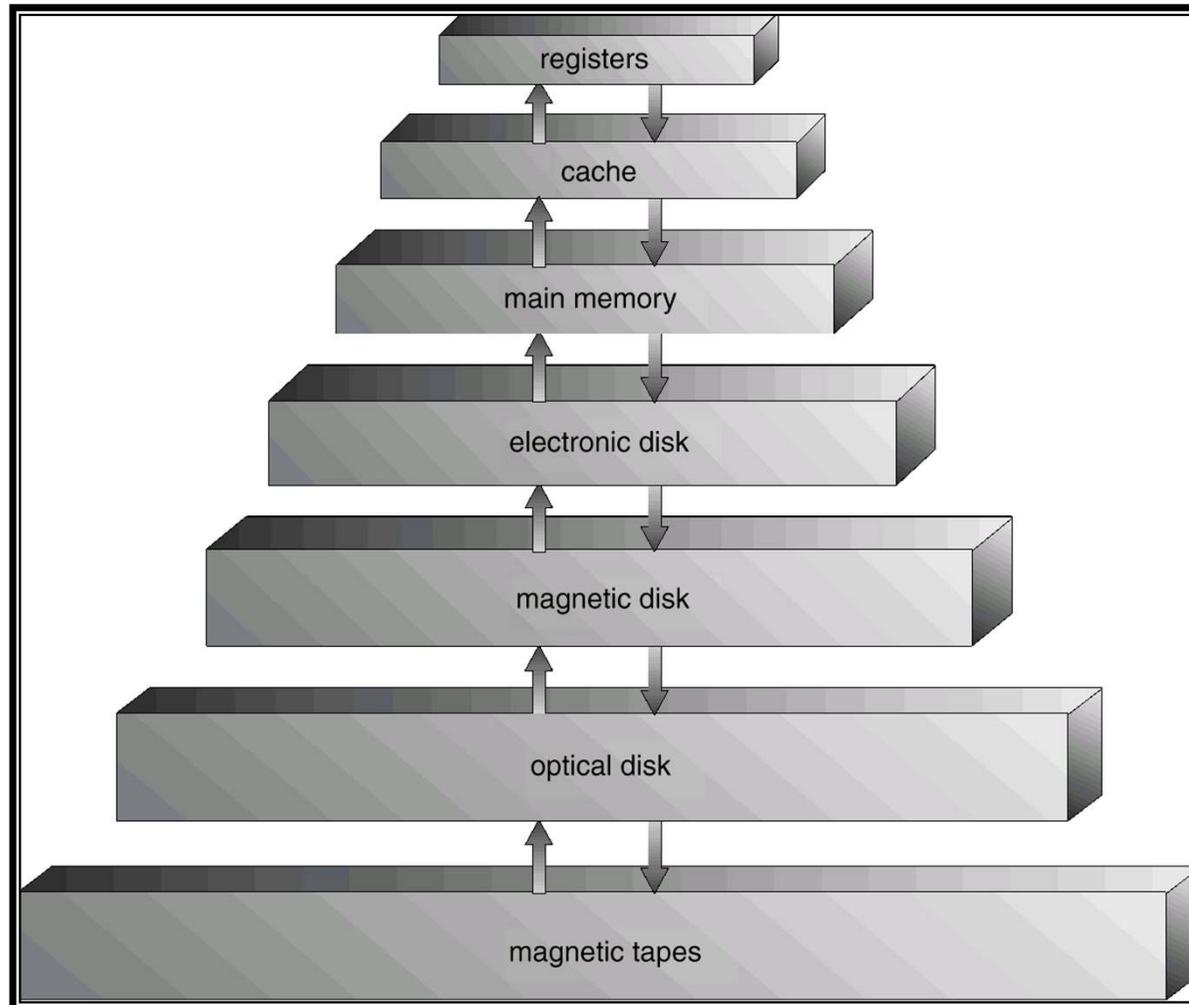


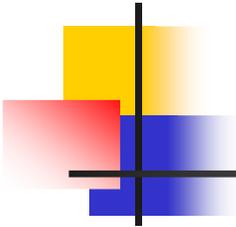
# Hierarquia de Armazenamento

---

- Sistema de armazenamento é organizado de forma hierárquica
  - Velocidade
  - Custo
  - Volatilidade
  
- Cache
  - Técnica de copiar a informação para um sistema de armazenamento mais rápido. A memória principal pode ser vista como um cache para o armazenamento secundário

# Hierarquia de Dispositivos de Armazenamento



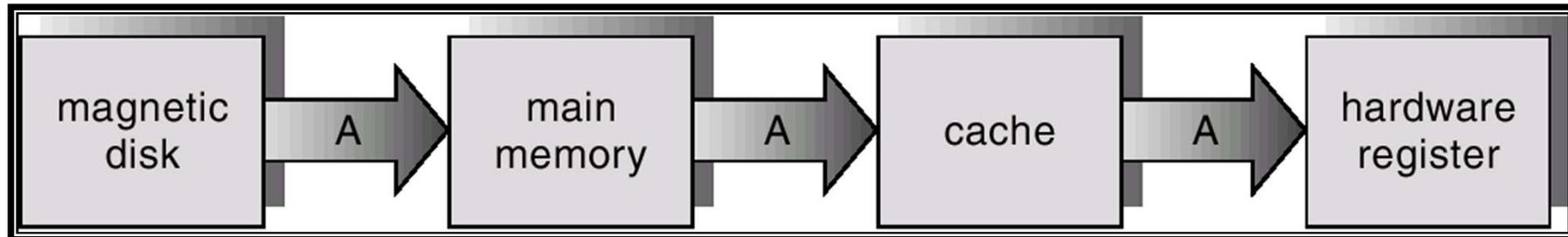


# Cache

---

- Uso de memória de alta velocidade para armazenar dados recentemente utilizados
- Necessita de uma política de gerenciamento de cache
  - Dados armazenados simultaneamente em pontos diferentes da hierarquia precisam estar consistentes
- Cache introduz um novo nível na hierarquia de armazenamento

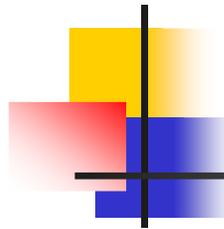
# Migração do Disco para o Registrador



Perguntas?

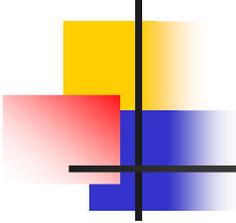


**PERGUNTAR NÃO OFENDE**



# Aula 2

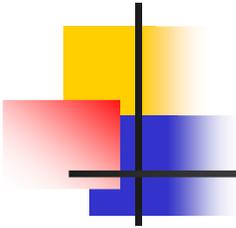
---



# Proteções por Hardware

---

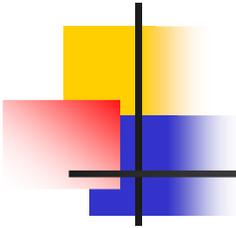
- Operação em 2 modos
- Proteção de I/O
- Proteção de Memória
- Proteção de CPU



## Operação em 2 Modos

---

- Compartilhamento de recursos necessita que o sistema operacional assegure que programas incorretos não interfiram em outros programas
- Hardware deve suportar, pelo menos, dois modos:
  - User Mode
  - Monitor ou supervisor



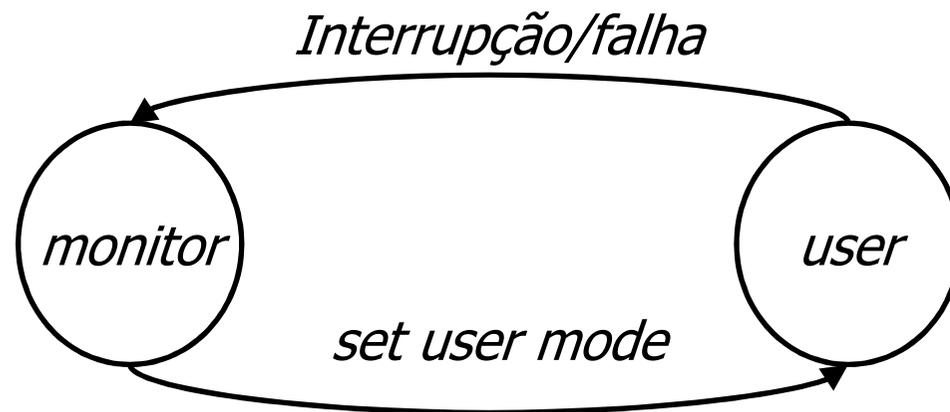
# Operação em 2 Modos

---

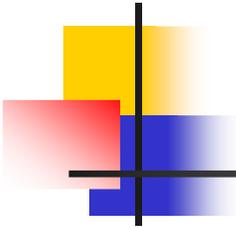
- Modo usuário
  - Acesso a suas instruções e dados
- Modo Supervisor
  - Acesso a instruções e dados privilegiados
  - Acesso a dispositivos de I/O
  - Acesso a registradores da CPU
- PSR → Processor Status Register

## Operação em 2 Modos

- Troca para o modo monitor ocorre através de uma interrupção ou falha
- Troca para o modo usuário ocorre através de uma instrução privilegiada



*Instruções privilegiadas somente podem ser executadas no modo monitor*

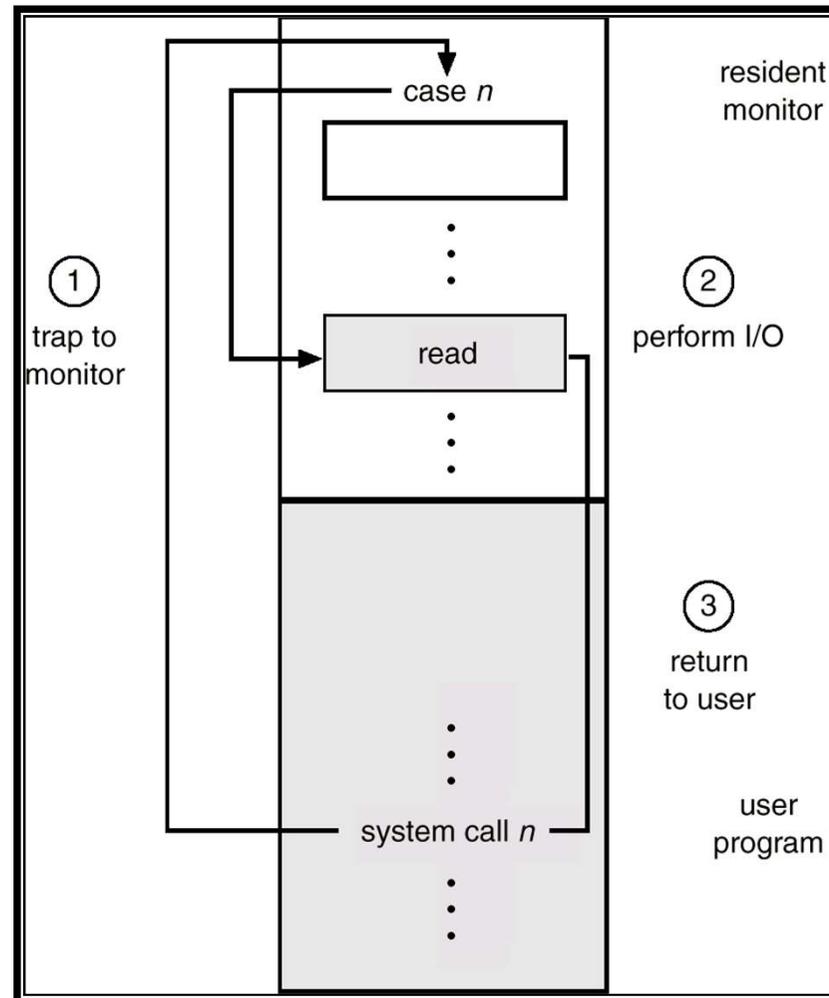


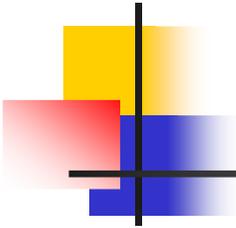
## Proteção de I/O

---

- Todas as operações de I/O são instruções privilegiadas
- O sistema operacional deve garantir que o usuário não tenha acesso a instruções de I/O
- Vetor de interrupções deve estar protegido contra escritas no modo usuário

# Use de uma System Call para Realizar I/O



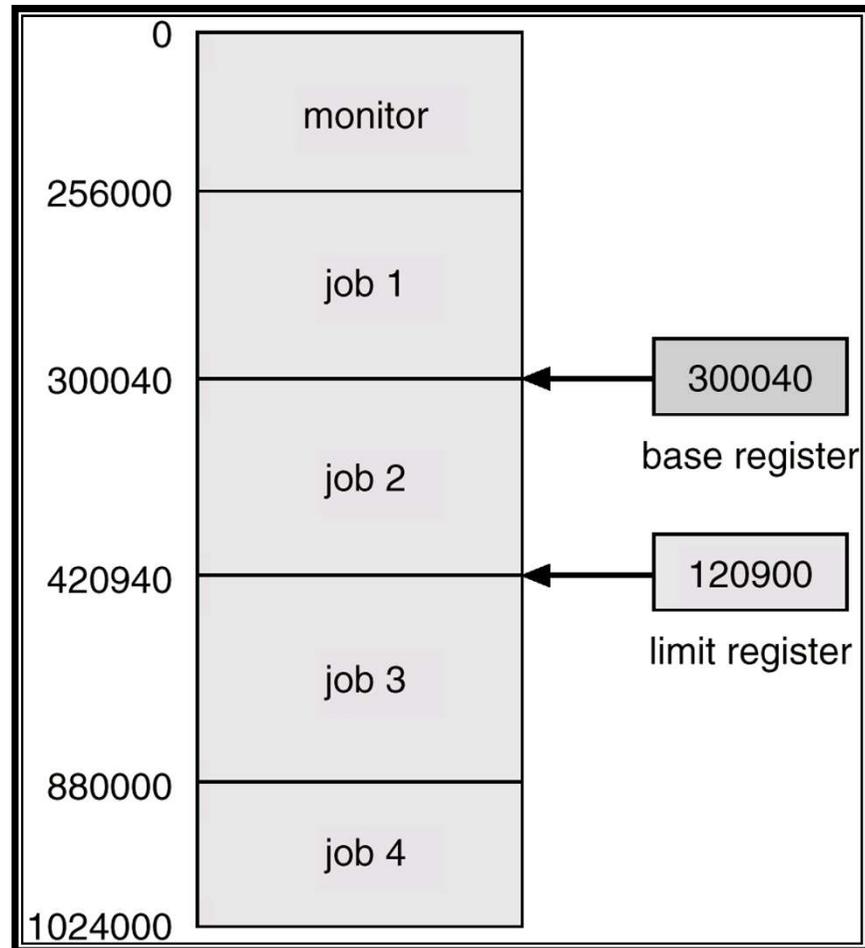


# Proteção de Memória

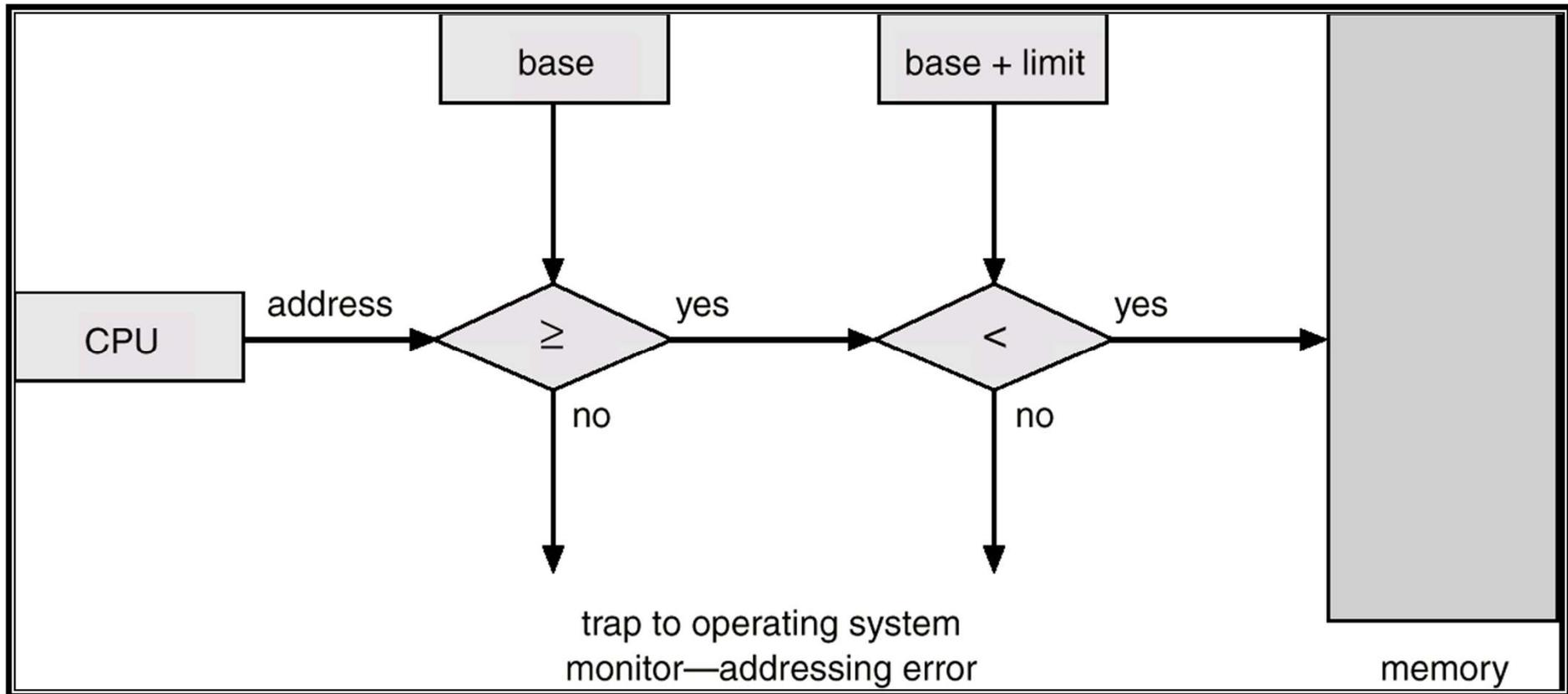
---

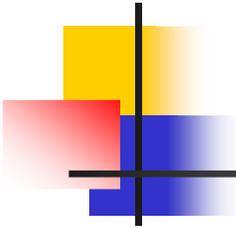
- O sistema operacional deve proteger, pelo menos, o vetor de interrupções e suas rotinas
- Para proteger a memória, são necessários 2 registradores para cada bloco protegido
  - Registro base (início da memória protegida)
  - Registro limite (tamanho da área protegida)
- Memória fora destas faixas não estão protegidas

# Uso dos Registradores Base e Limite



# Proteção de Endereço por Hardware

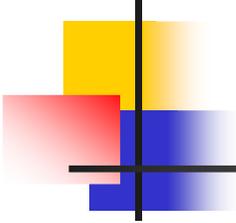




## Proteção por Hardware

---

- Quando executando no modo monitor, o sistema operacional tem acesso irrestrito a TODA memória do sistema
- O acesso (leitura/escrita) dos registradores de base e limite são instruções privilegiadas (monitor)

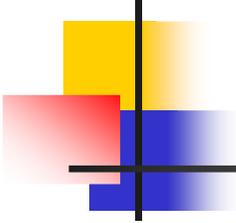


# Proteção da CPU

---

## ■ Timer

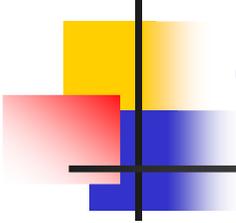
- Temporizadores interrompem o processador depois de um período de tempo pré-determinado
- Normalmente utilizados para implementar time sharing
- Pode ser utilizado também para manter relógio (calendário)
- Modificar o timer é uma instrução privilegiada



# Interrupções

---

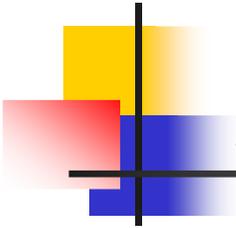
- Internas
  - Instrução inválida
  - Violação de privilégio
  - Divisão por zero
- Externas
  - Produzidas por periféricos
- Trap
  - Interrupção por software
  - Geralmente usada para realizar chamadas ao SO (System Call)
  - Muda o PSR para o modo supervisor



# Trap – System Call

---

- Parâmetros necessários:
  - Número do serviço
  - Nome do arquivo
  - Modo, etc
  
- Passagem de parâmetros
  - Por registradores
  - Na pilha (Stack)

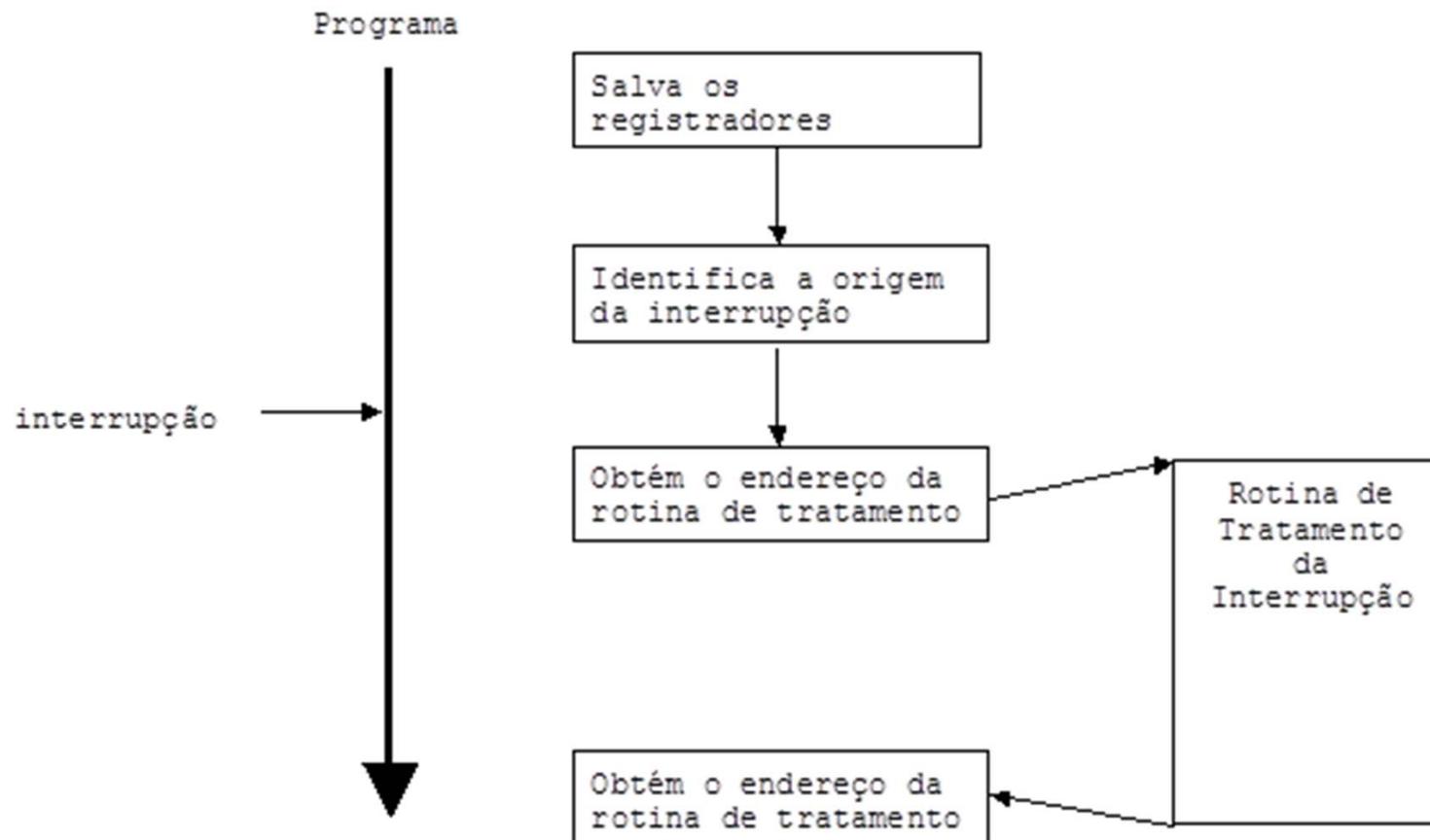


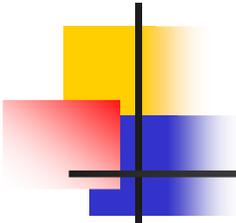
## Atendimento de Interrupção

---

1. Inibe interrupções de mais baixa prioridade
  2. Muda o modo de execução
  3. Salva o contexto do processador (registradores)
  4. Desvia para a rotina desejada
- Obs.: o Kernel deve se encarregar de restaurar o contexto e o modo usuário do processador ao final da interrupção

# Atendimento de Interrupção



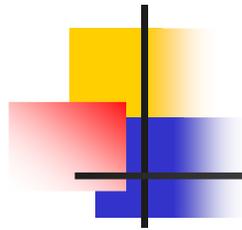


# Exemplo

---

```
void main (void)
{
    FILE *in;
    in = fopen ("teste.dat", "r");
    . . .
}
```

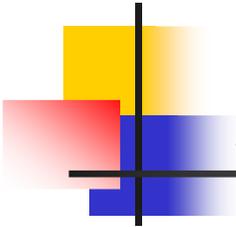
- fopen() → open()
- open() → trap
  1. mov 10,r0
  2. trap
- Retorno
  - ret



# Níveis de Interrupção

---

Erros de Hardware	← nível mais alto
Clock	
Disco	
Software	← nível mais baixo



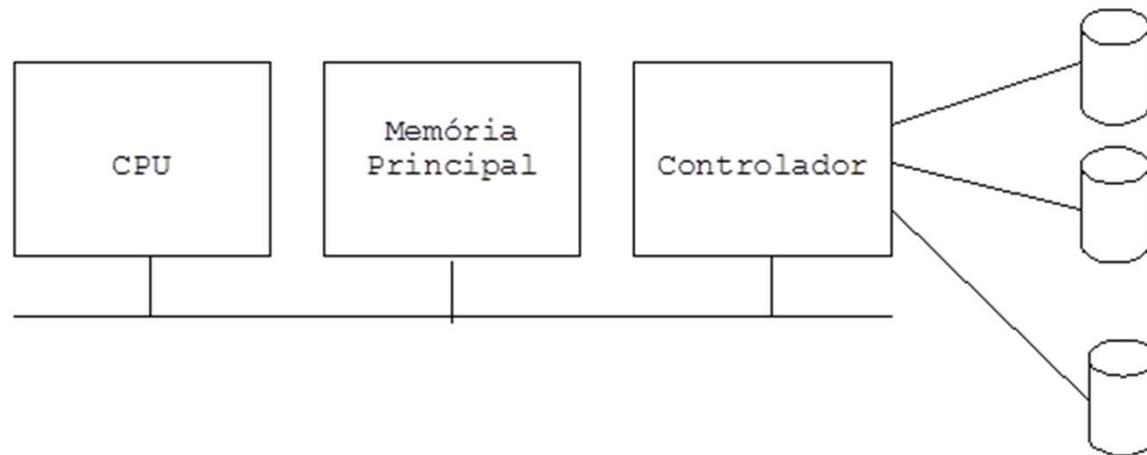
# Algumas Chamadas ao SO

---

- Controle de Processo
  - Término de programa
  - Executar programa
  - Obter e alterar atributos de processos
  - Sincronismo
  
- Manipulação de arquivos
  - Criar
  - Remover
  - Abrir
  - Fechar
  - Ler
  - Escrever
  
- Manutenção de informações do sistema
  - Obter e alterar data e hora
  - Obter e alterar dados do sistema

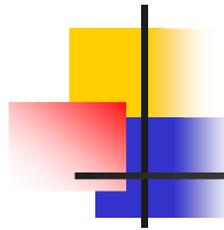
# Operações de Entrada e Saída

- Buffer
  - Esquema de produtor-consumidor
- Arquivo
  - I/O somente depois do arquivo fechado



# Perguntas?



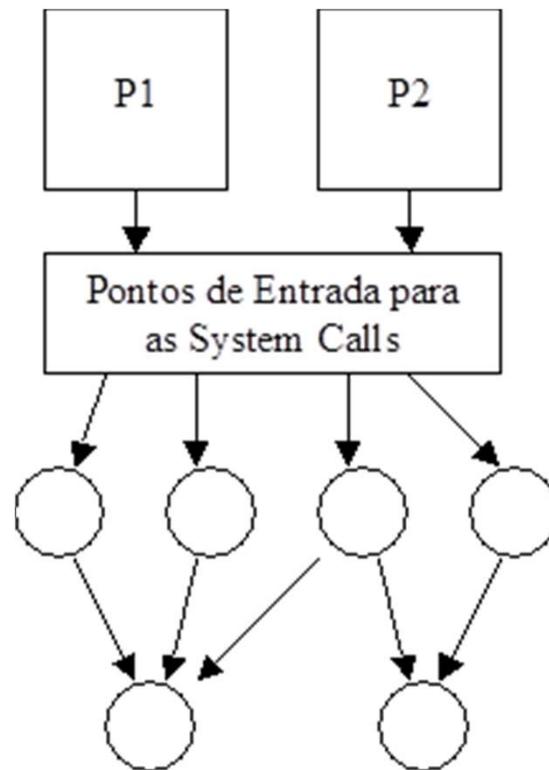


# Aula 3

---

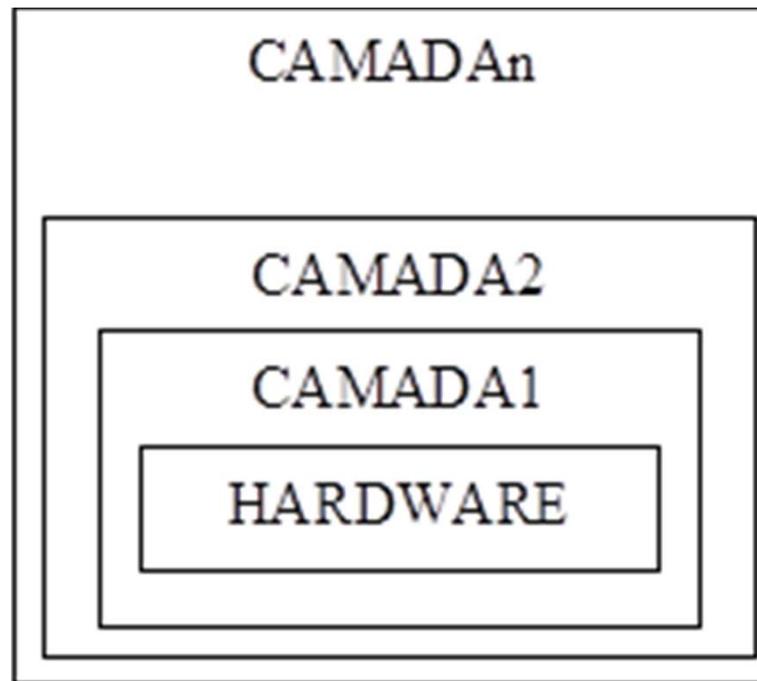
# Estrutura Interna de um SO

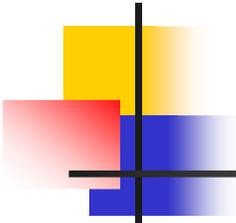
- Núcleo Monolítico
  - Composto por um conjunto de rotinas



# Estrutura Interna de um SO

- Núcleo em Camadas
  - Rotinas do SO em Hierarquia



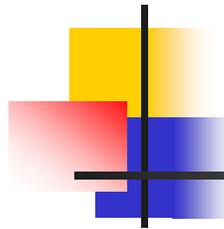


# Estrutura de um SO

---

- Microkernel
  - SO dividido em processos servidores
- Vantagens
  - Mais flexível
  - Altamente modular
  - Fácil de depurar, instalar e adicionar novos serviços
  - Tendência de sistemas distribuídos

Servidor de arquivo	Servidor de Memória	Servidor de Impressão
Microkernel		



# Perguntas

---

