

Sistemas Operacionais e Multiprogramação

Programação Concorrente

Prof. Ilo Rivero

ilorivero@live.com

Material da Disciplina

<http://goo.gl/FsZIMw>

Sistemas Operacionais

- Camada intermediária entre o software aplicativo e o hardware
- Responsável pelo gerenciamento e integração de software e hardware
- Software básico – indispensável para o funcionamento do computador
- Exemplo de recursos gerenciados pelo S.O.
 - Tempo de CPU
 - Espaço de memória
 - Espaço em disco
 - Periféricos ou I/O

O que é um Sistema Operacional?

- É a parte de software que estende os recursos de hardware da máquina
 - Torna a utilização do equipamento mais fácil, mais eficiente e mais confiável
- O objetivo do SO é permitir o uso do computador de forma fácil e eficiente
 - Cria um sistema computacional usável

SO como Software de Controle

- Controla dispositivos de Entrada e Saída
 - Através de *drivers* de dispositivos
- Controla os programas que resolvem os problemas dos usuários (aplicativos)
 - As aplicações possuem necessidades em comum que são atendidas pelo SO: alocação e controle de recursos
- Controla os usuários que utilizam o computador
- Previne erros e o uso impróprio do computador

SO como Gerenciador de Recursos

- As principais atribuições de um SO são:
 - Gerenciamento de Processos
 - Gerenciamento de Memória
 - Gerenciamento de Entrada/Saída
 - Gerenciamento de Arquivos

SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Processos
 - Multiprogramação:
 - Mais de um programa sendo executado ao mesmo tempo
 - Diversos programas são mantidos na memória (um executando e vários esperando para executar)
 - Torna mais eficiente o aproveitamento dos recursos computacionais

SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Processos
 - O próprio SO é composto de vários programas
 - O escalonador é o componente do SO responsável por selecionar um processo apto para executar no processador
 - O objetivo é dividir o tempo do processador de forma justa entre todos processos aptos

SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Memória
 - São rotinas do SO que controlam o uso da memória
 - Controle de quais partes da memória encontram-se livres e quais estão em uso
 - Alocação da memória de acordo com as necessidades dos processos
 - Liberação da memória alocada após o término de um processo
 - Transferência do processo, ou parte dele, entre a memória principal e a memória secundária

SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Entrada e Saída – I/O
 - Uma das principais e mais visíveis funções do SO é controlar os dispositivos de I/O:
 - Emitir comandos para os dispositivos
 - Tratar interrupções
 - Tratar erros
 - Prover uma interface entre os dispositivos e o resto do sistema

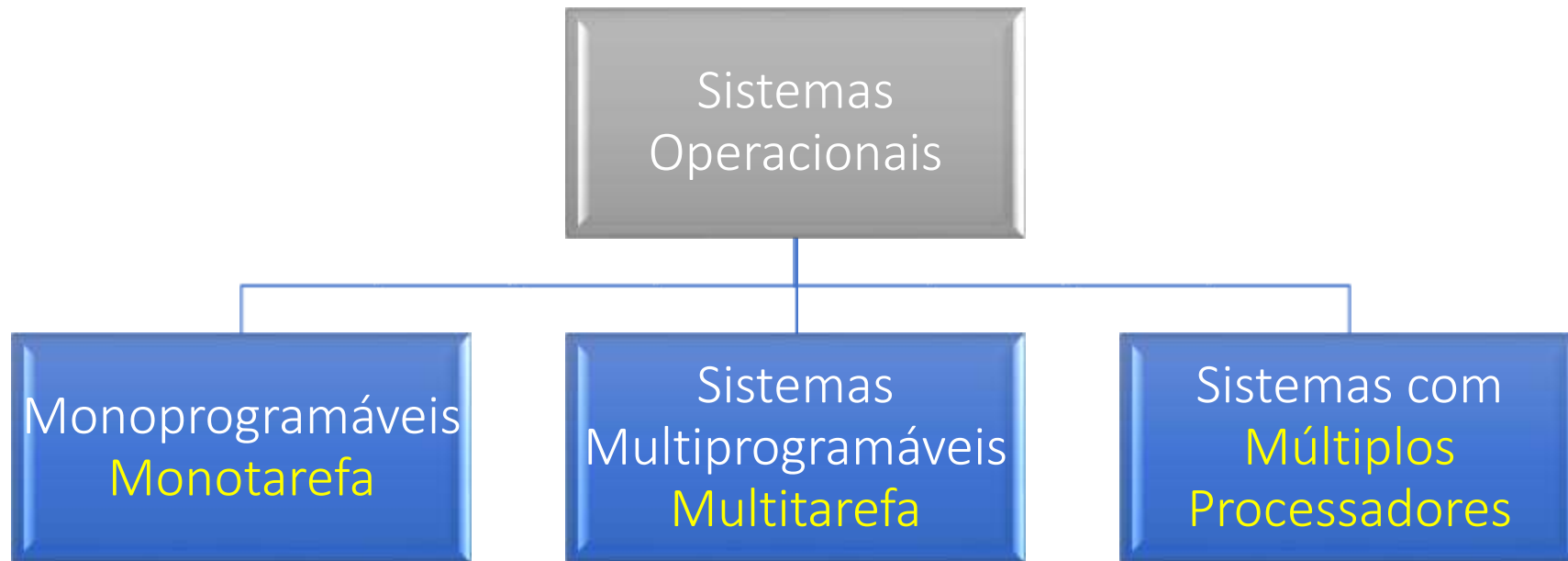
SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Arquivos
 - Deve ser possível armazenar uma quantidade muito grande de informação
 - A informação deve sobreviver ao término do processo que a usa
 - Múltiplos processos devem ser capazes de acessar a informação concorrentemente

SO como Gerenciador de Recursos

- Gerenciador de Arquivos
 - Chamadas de sistema permitem as seguintes operações sobre arquivos:
 - Criar um arquivo
 - Escrever no arquivo
 - Ler o arquivo
 - Remover o arquivo

Tipos de Sistemas Operacionais



Tipos de Sistemas Operacionais

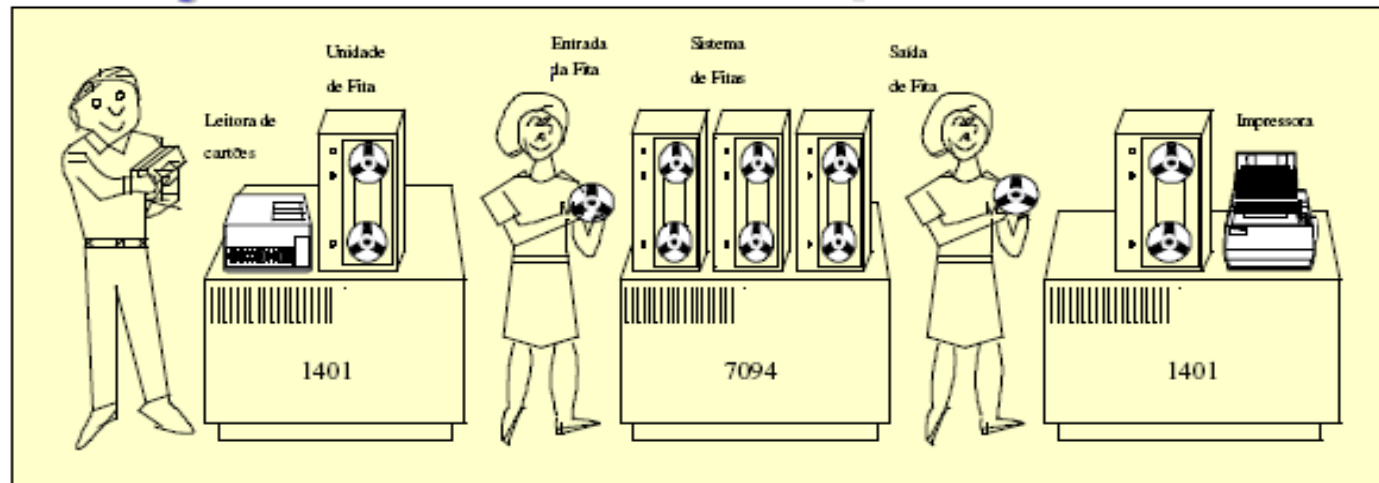
- Monoprogramação / Monotarefa
 - Os primeiros sistemas operacionais eram tipicamente voltados para a execução de um único programa
 - Qualquer outra aplicação, para ser executada, deveria aguardar o término do programa corrente.
 - Os sistemas monoprogramáveis se caracterizam por permitir que o processador, a memória e os periféricos permaneçam exclusivamente dedicados à execução de um único programa

Tipos de Sistemas Operacionais

- Monoprogramação / Monotarefa
 - Neste tipo de sistema, enquanto um programa aguarda por um evento, como a digitação de um dado, **o processador permanece ocioso**, sem realizar qualquer tipo de processamento
 - **A memória é subutilizada**, caso o programa não a preencha totalmente e
 - Os periféricos, como discos e impressoras, estão dedicados a um único usuário, nem sempre utilizados de forma integral

Tipos de Sistemas Operacionais

- Monoprogramação / Monotarefa
 - Dedicção exclusiva de todos os dispositivos a um único programa;
 - Ociosidade dos dispositivos
- Surgimento do processamento “batch” (em lote):



Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa
 - Os sistemas multiprogramáveis ou multitarefa são uma evolução dos sistemas monoprogramáveis.
 - Enquanto um programa espera por uma operação de leitura ou gravação em disco, outros programas podem estar sendo processados neste mesmo intervalo de tempo

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa
 - Existe o compartilhamento da memória e do processador
 - O sistema operacional se preocupa em gerenciar o acesso concorrente aos seus diversos recursos:
 - Memória
 - Processador
 - Periféricos
 - Esse acesso é realizado de forma ordenada e protegida, entre os diversos programas

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa
 - A principal vantagem dos sistemas multiprogramáveis é a redução de custos em função da possibilidade de compartilhamento dos diversos recursos entre as diferentes aplicações
 - Além disso, sistemas multiprogramáveis possibilitam na média a redução total do tempo de execução das aplicações
 - Apesar de mais eficientes que os monoprogramáveis, tem implementação muito mais complexa

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa
 - A partir do número de usuários que interagem com o sistema operacional, podemos classificar os sistemas multiprogramáveis como **monousuário** ou **multiusuário**
 - Sistemas multiprogramáveis **monousuário** são encontrados em computadores pessoais e estações de trabalho, onde há apenas um único usuário interagindo com o sistema.
 - Neste caso, existe a possibilidade de execução de diversas tarefas ao mesmo tempo, como a edição de um texto, uma impressão e o acesso à Internet

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário**
 - Sistemas multiprogramáveis **multiusuário** são ambientes interativos que possibilitam a diversos usuários conectarem-se ao sistema simultaneamente
 - Os sistemas multiprogramáveis ou multitarefa podem ser classificados pela forma com que suas aplicações são gerenciadas, podendo ser divididos em **sistemas batch**, de **tempo compartilhado** ou de **tempo real**.
 - Um sistema operacional pode suportar um ou mais desses tipos de processamento, dependendo de sua implementação.

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Batch**
 - Sistemas Batch
 - Os sistemas batch foram os primeiros tipos de sistemas operacionais multiprogramáveis a serem implementados na década de 1960.
 - Os programas, também chamados de jobs, eram submetidos para execução através de cartões perfurados e armazenados em disco ou fita, onde aguardavam para ser processados.
 - Posteriormente, em função da disponibilidade de espaço na memória principal, os jobs eram executados, produzindo uma saída em disco ou fita.

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Batch**
 - Sistemas Batch
 - O processamento batch tem a característica de não exigir a interação do usuário com a aplicação
 - Todas as entradas e saídas de dados da aplicação são implementadas por algum tipo de memória secundária, geralmente arquivos em disco
 - Alguns exemplos de aplicações originalmente processadas em batch são programas envolvendo cálculos numéricos, compilações, ordenações, backup e todos aqueles onde não é necessária a interação com o usuário

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Batch**
 - Sistemas Batch
 - Esses sistemas, quando bem projetados, podem ser bastante eficientes, devido à melhor utilização do processador, entretanto, podem oferecer tempos de resposta longos
 - Atualmente, os sistemas operacionais implementam ou simulam o processamento batch, não existindo sistemas exclusivamente dedicados a este tipo de processamento

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Compartilhado**
 - Sistemas de Tempo Compartilhado
 - Os sistemas de tempo compartilhado (time-sharing) permitem que diversos programas sejam executados a partir da divisão do tempo do processador em pequenos intervalos, denominados fatia de tempo (time-slice)
 - Caso a fatia de tempo não seja suficiente para a conclusão do programa, ele é interrompido pelo sistema operacional e substituído por um outro, enquanto fica aguardando por uma nova fatia de tempo
 - O sistema cria para cada usuário um ambiente de trabalho próprio, dando a impressão de que todo o sistema está dedicado exclusivamente a ele

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Compartilhado**
- Sistemas de Tempo Compartilhado
 - Geralmente, sistemas de tempo compartilhado permitem a interação dos usuários com o sistema, através de terminais que incluem vídeo, teclado e mouse.
 - Esses sistemas possuem uma linguagem de controle que permite ao usuário comunicar-se diretamente com o sistema operacional através de comando,s sendo possível verificar arquivos armazenados em disco ou cancelar a execução de um programa

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Compartilhado**
- Sistemas de Tempo Compartilhado
 - O sistema, normalmente, responde em poucos segundos à maioria desses comandos. Devido a esse tipo de interação, os sistemas de tempo compartilhado também ficaram conhecidos como **sistemas on-line**
 - A maioria das aplicações comerciais atualmente é processada em sistemas de tempo compartilhado, pois elas oferecem tempos de respostas razoáveis a seus usuários e custos mais baixos, em função da utilização compartilhada dos diversos recursos do sistema

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Real**
- Sistemas de Tempo Real
 - Os sistemas de tempo real (real-time) são implementados de forma semelhante aos sistemas de tempo compartilhado
 - O que caracteriza a diferença entre os dois tipos de sistemas é o tempo exigido no processamento das aplicações.
 - Enquanto em sistemas de tempo compartilhado o tempo de processamento pode variar sem comprometer as aplicações em execução, nos sistemas de tempo real os tempos de processamento devem estar dentro de limites rígidos, que devem ser obedecidos, caso contrário, poderão ocorrer problemas irreparáveis

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Real**
- Sistemas de Tempo Real
 - Nos sistemas de tempo real não existe a ideia de fatia de tempo, implementada nos sistemas de tempo compartilhado
 - Um programa utiliza o processador o tempo que for necessário ou até que apareça outro mais prioritário
 - A importância ou prioridade de execução de um programa é definida pela própria aplicação e não pelo sistema operacional

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Multiusuário: Tempo Real**
- Sistemas de Tempo Real
 - Esses sistemas, normalmente, estão presentes em aplicações de controle de processos, como:
 - Monitoramento de refinarias de petróleo
 - Controle de tráfego aéreo
 - Usinas termoelétricas e nucleares
 - Em qualquer aplicação onde o tempo de processamento é fator fundamental

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Múltiplos Processadores
 - Os sistemas com múltiplos processadores caracterizam-se por possuir duas ou mais CPUs interligadas e trabalhando em conjunto.
 - A vantagem deste tipo de sistema é permitir que vários programas sejam executados ao mesmo tempo ou que um mesmo programa seja subdividido em partes, para serem executadas simultaneamente em mais de um processador

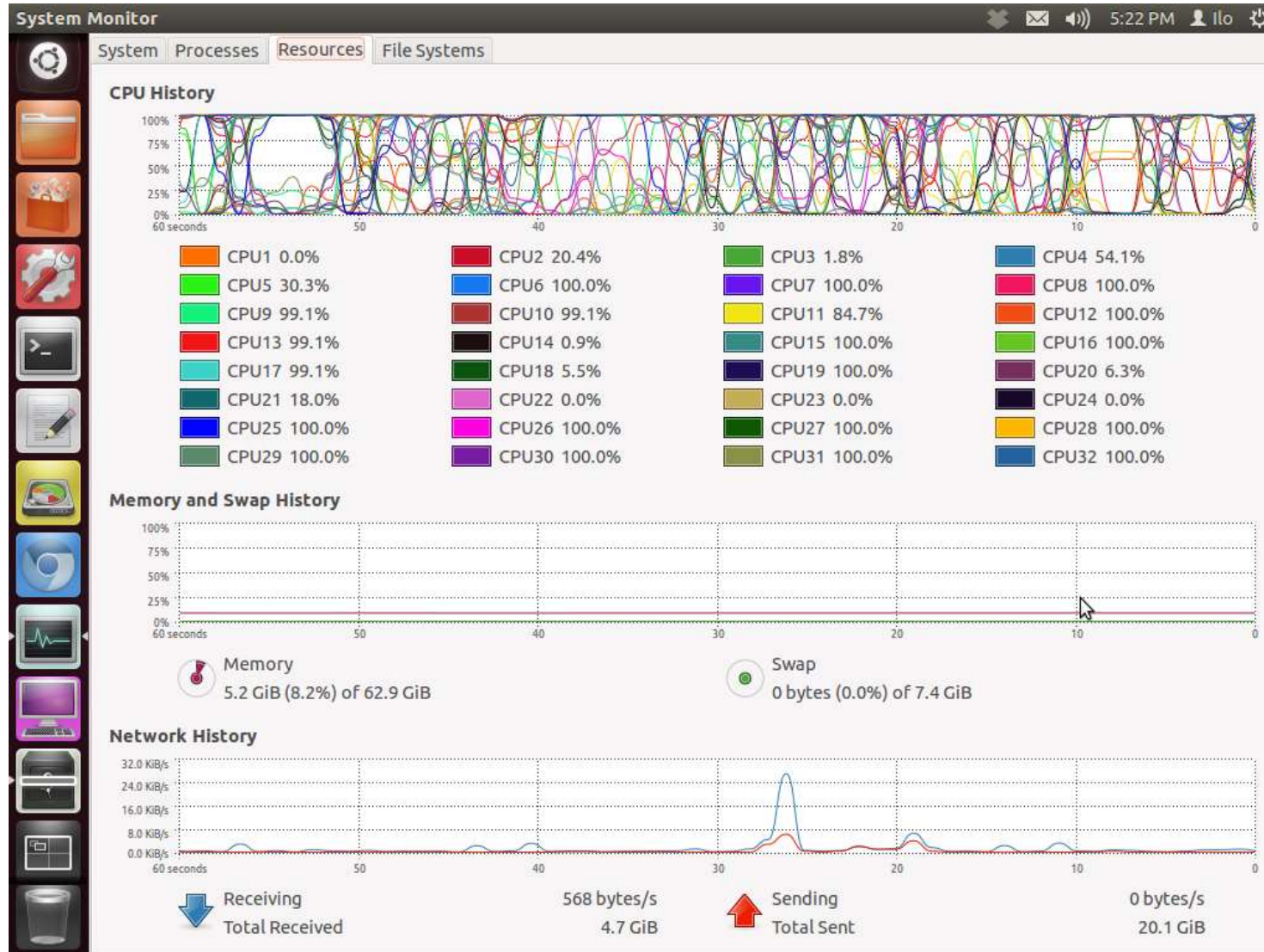
Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Múltiplos Processadores
 - Com múltiplos processadores, foi possível a criação de sistemas computacionais voltados, principalmente, para processamento científico, aplicado, por exemplo, no desenvolvimento aeroespacial, prospecção de petróleo
 - A princípio, qualquer aplicação que faça uso intensivo da UCP será beneficiada pelo acréscimo de processadores ao sistema.
 - A evolução desses sistemas deve-se, em grande parte, ao elevado custo de desenvolvimento de processadores de alto desempenho

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Múltiplos Processadores
 - Os conceitos aplicados ao projeto de sistemas com múltiplos processadores incorporam os mesmos princípios básicos e benefícios apresentados na multiprogramação, além de outras características e vantagens específicas como escalabilidade, disponibilidade e balanceamento de carga

Exemplo de SO com Multiprocessadores



Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Escalabilidade
 - É a capacidade de ampliar o poder computacional do sistema, apenas adicionando novos processadores.
 - Em ambientes com um único processador, caso haja problemas de desempenho, seria necessário substituir todo o sistema por uma outra configuração com maior poder de processamento
 - Com a possibilidade de múltiplos processadores, basta acrescentar novos processadores à configuração

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Disponibilidade
 - É a capacidade de manter o sistema em operação, mesmo em casos de falhas.
 - Neste caso, se um dos processadores falhar, os demais podem assumir suas funções de maneira transparente aos usuários e suas aplicações, embora com menor capacidade de computação



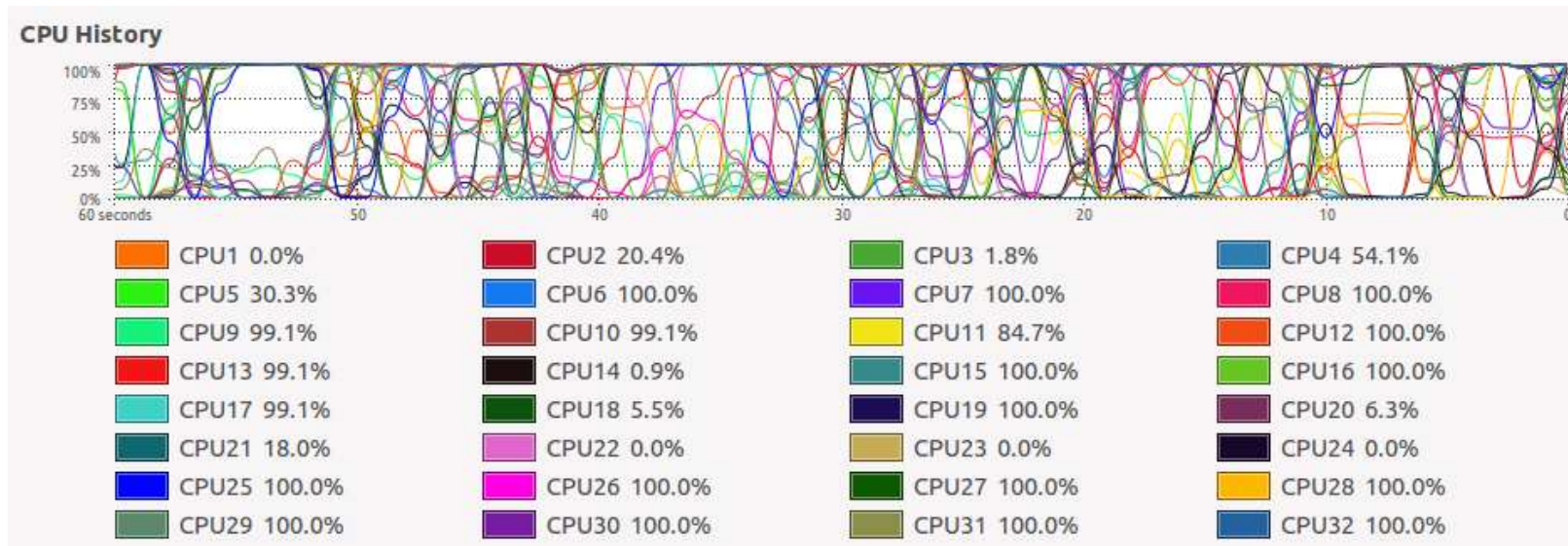
Indicador de falhas de Memória, CPU, Fonte e Redes

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Disponibilidade
 - É a capacidade de manter o sistema em operação, mesmo em casos de falhas.
 - Neste caso, se um dos processadores falhar, os demais podem assumir suas funções de maneira transparente aos usuários e suas aplicações, embora com menor capacidade de computação

Tipos de Sistemas Operacionais

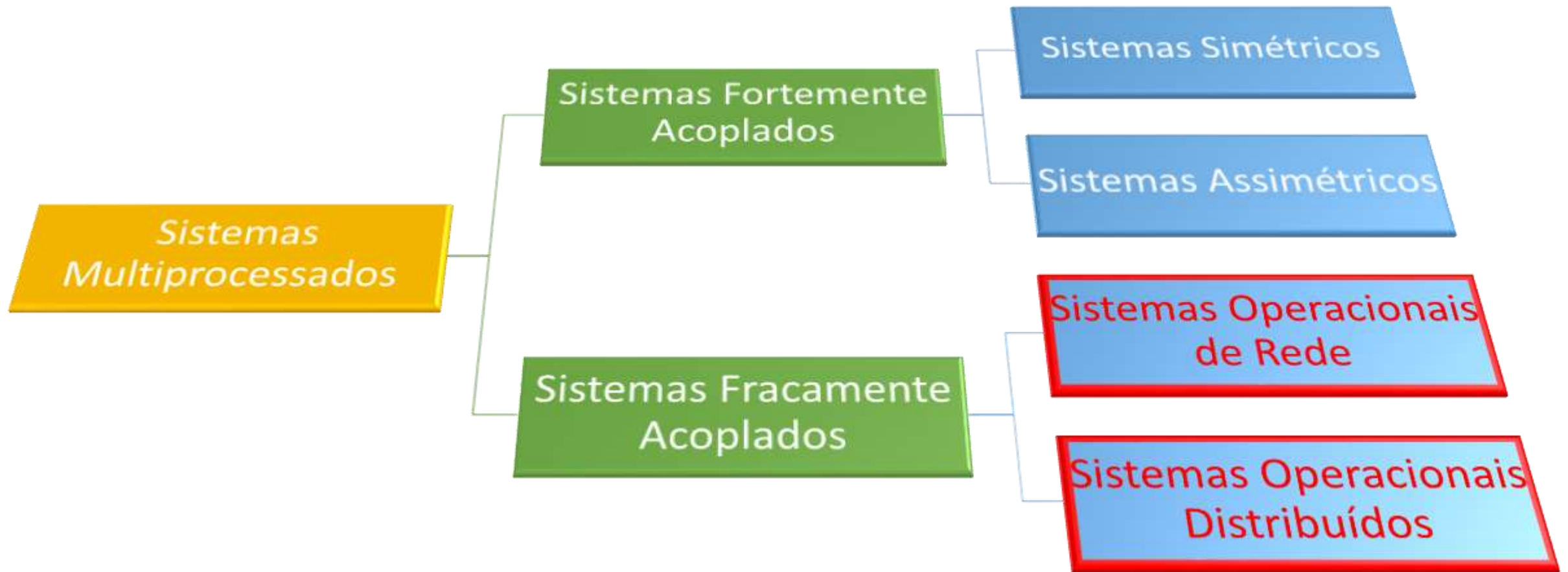
- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Balanceamento de carga
 - É a possibilidade de distribuir o processamento entre os diversos processadores da configuração, a partir da carga de trabalho de cada processador, melhorando, assim, o desempenho do sistema como um todo



Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Múltiplos Processadores
 - Um fator-chave no desenvolvimento de sistemas operacionais com múltiplos processadores é a forma de comunicação entre as UCPs e o grau de compartilhamento da memória e dos dispositivos de entrada e saída
 - Em função desses fatores, podemos classificar os sistemas com múltiplos processadores em fortemente acoplados ou fracamente acoplados

Tipos de Sistemas Operacionais

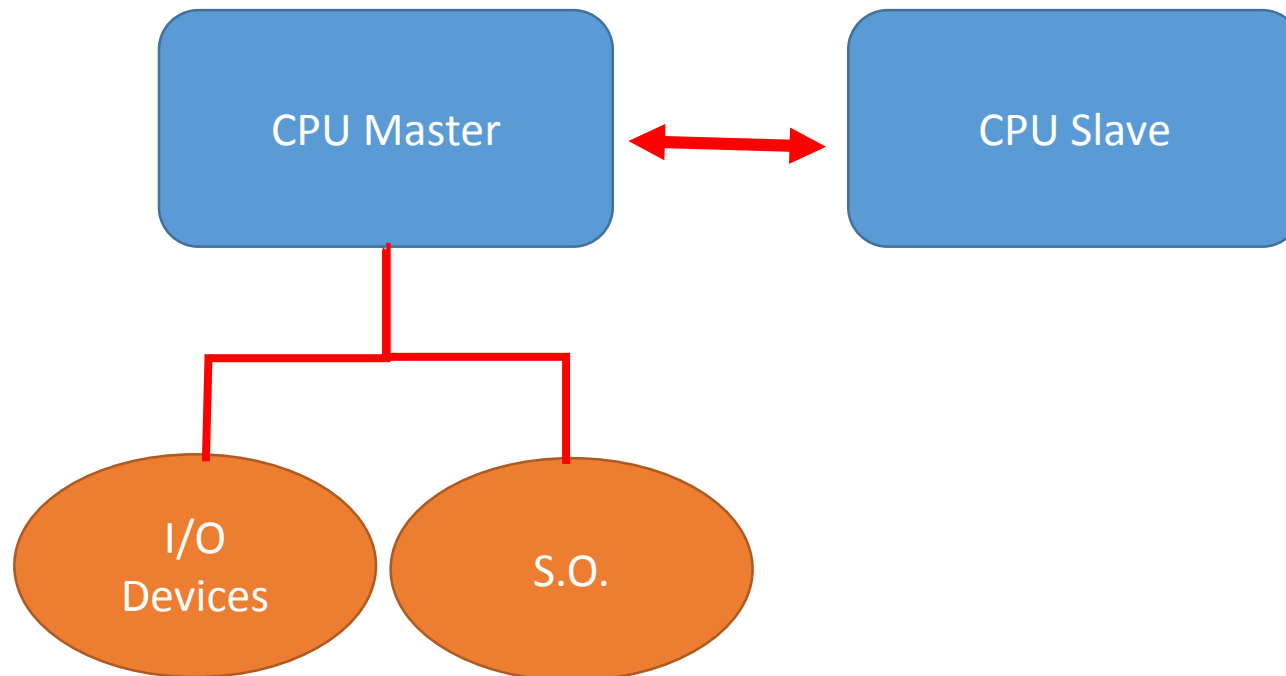


Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
 - Múltiplos Processadores
 - Sistemas Fortemente Acoplados – Assimétrico
 - Os sistemas fortemente acoplados podem ser divididos conforme a simetria existente entre seus processadores, ou seja todos os processadores podem ou não executar as mesmas tarefas
 - Os sistemas fortemente acoplados assimétricos, são definidos por terem uma CPU responsável por controlar as outras (Master/Slave)

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fortemente Acoplados – Assimétrico

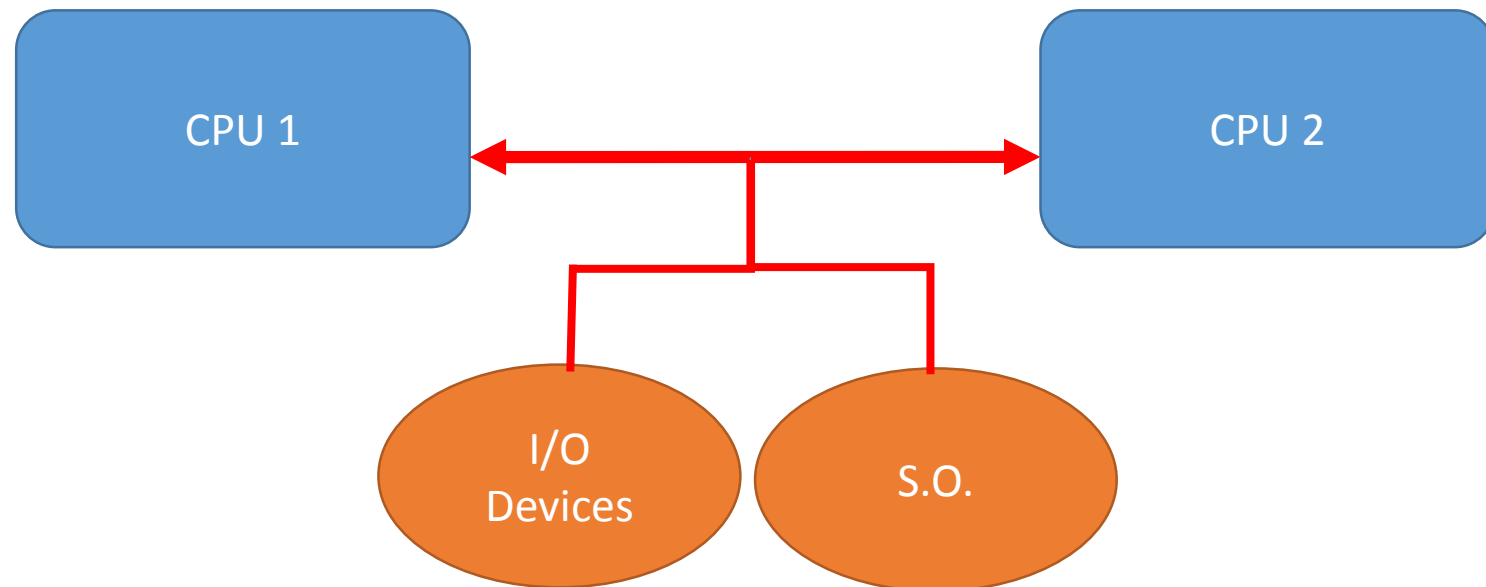


Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
 - Múltiplos Processadores
 - Sistemas Fortemente Acoplados - Simétrico
 - Nos sistemas fortemente acoplados Simétricos, diferentemente do assimétrico as CPUs executam as mesmas tarefas tendo acesso a todos os sistemas da mesma forma.
 - Os sistemas simétricos são mais poderosos , permitindo um melhor balanceamento do processamento e das operações de E/S, apesar de sua implementação ser bastante complexa

Tipos de Sistemas Operacionais

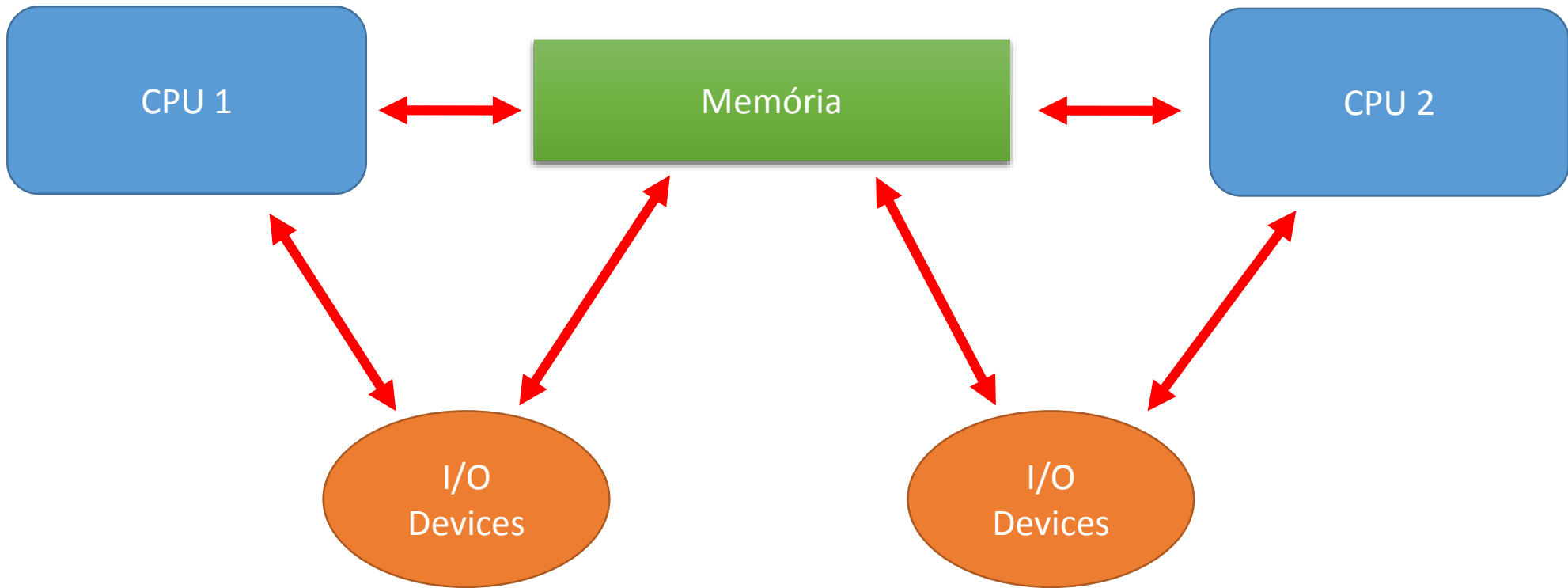
- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fortemente Acoplados - Simétrico



Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fracamente Acoplados
 - São compostos por 2 ou mais processadores compartilhando a mesma memória e controlados por apenas um único sistemas operacional
 - Utilizados em sistemas que fazem uso intensivo da CPU, o processamento é voltado para a solução de um único problema

Tipos de Sistemas Operacionais

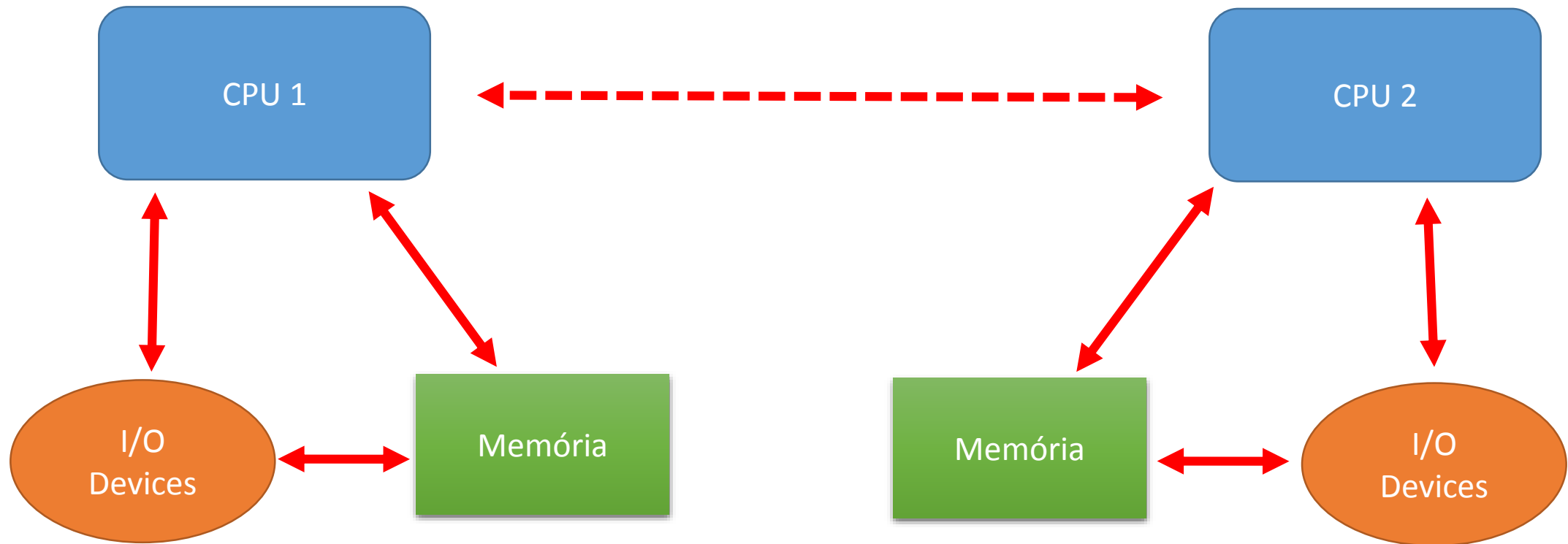


Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fracamente Acoplados em Rede
 - Caracterizam-se por possuir dois ou mais sistemas de computação, conectados através de linhas de comunicação
 - Cada sistema funciona de modo independente, possui seus próprios processadores, memória e dispositivos

Tipos de Sistemas Operacionais

- Sistemas Fracamente Acoplados em Rede



Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fracamente Acoplados em Rede
 - Sistemas Operacionais de Rede
 - Com a evolução da computação e a interligação de equipamentos podemos dizer que uma rede de computadores é um sistema Fracamente acoplado
 - Cada nó é totalmente independente do outro, podendo inclusive possuir sistemas operacionais diferentes.
 - Caso a conexão ou nó sofra qualquer problema, os sistemas podem continuar operando normalmente

Tipos de Sistemas Operacionais

- Multiprogramação / Multitarefa: **Múltiplos Processadores**
- Sistemas Fracamente Acoplados em Rede
 - Sistemas Operacionais Distribuídos
 - Os sistemas operacionais distribuídos possuem também seu próprio sistemas operacional, memória, e dispositivos.
 - O que define um sistema distribuído é uma maior dependência de cada sub sistema para o sistema como um todo. Geralmente os Sistemas Operacionais são de mesmo fabricante e versão
 - Para os usuários e suas aplicações é como se não existisse uma rede de computadores, mas sim um único sistema centralizado

Sistemas Operacionais

- No início dos tempos dos primeiros SOs, controlar I/O não podia ser feito concorrentemente com outra computação sobre um único processador
- Mas a evolução dos SOs fez surgir a concorrência
 - Retira da computação principal alguns microssegundos necessários para controlar I/O
- Entretanto, é mais simples programar os controladores de I/O como processos separados
 - São executados em paralelo com o processo de computação principal

Multiprogramação

- Multiprogramação
 - É a execução concorrente de diversos processos independentes sobre um processador
 - Ao invés de generalizar a sobreposição de I/O dentro de um único programa
 - Sobreposição a computação e I/O de diversos programas
 - A multiprogramação permite a execução concorrente de diversos processos independentes sobre um processador

Multiprogramação

- A base da multiprogramação é o compartilhamento do processador entre os processos.
- Em um sistema multiprogramado, é necessário interromper processos para continuá-los mais tarde.
- Essa tarefa é chamada de chaveamento de processo, ou chaveamento de contexto de execução.
- O local usado para salvar o contexto de execução de um processo é o seu próprio bloco descritor

Multiprogramação

- Bloco Descritor de Processo
 - Existem várias informações que o sistema operacional deve manter a respeito dos processos. No "programa" sistema operacional, um processo é representado por um registro.
 - Esse registro é chamado de bloco descritor de processo ou simplesmente descritor de processo. Nele, fica tudo que o sistema operacional precisa saber sobre o processo.
 - Um processo quase sempre faz parte de alguma fila e os próprios descritores de processo são utilizados como elementos dessas filas, implementadas como listas encadeadas.

Multiprogramação

- A ideia de multithreading é associar vários fluxos de execução (várias threads) a um único processo.
- Em determinadas aplicações, é conveniente disparar várias threads dentro do mesmo processo (programação concorrente).
- É importante notar que as threads existem no interior de um processo, compartilhando entre elas os recursos do processo, como o espaço de endereçamento (código e dados).
- Devido a essa característica, a gerência de threads (criação, destruição, troca de contexto) é "mais leve" quando comparada com processos.
- Threads são muitas vezes chamadas de processos leves.