

# Características de um Sistema Distribuído

## Sistemas Distribuídos e Mobile

Prof. Gustavo Custodio

[gustavo.custodio@anhembi.br](mailto:gustavo.custodio@anhembi.br)

# Agenda

- Definição
- Vantagens do Sistema Distribuído
- Desvantagens do Sistema Distribuído
- Características do Sistema Distribuído
- Aspectos do Projeto

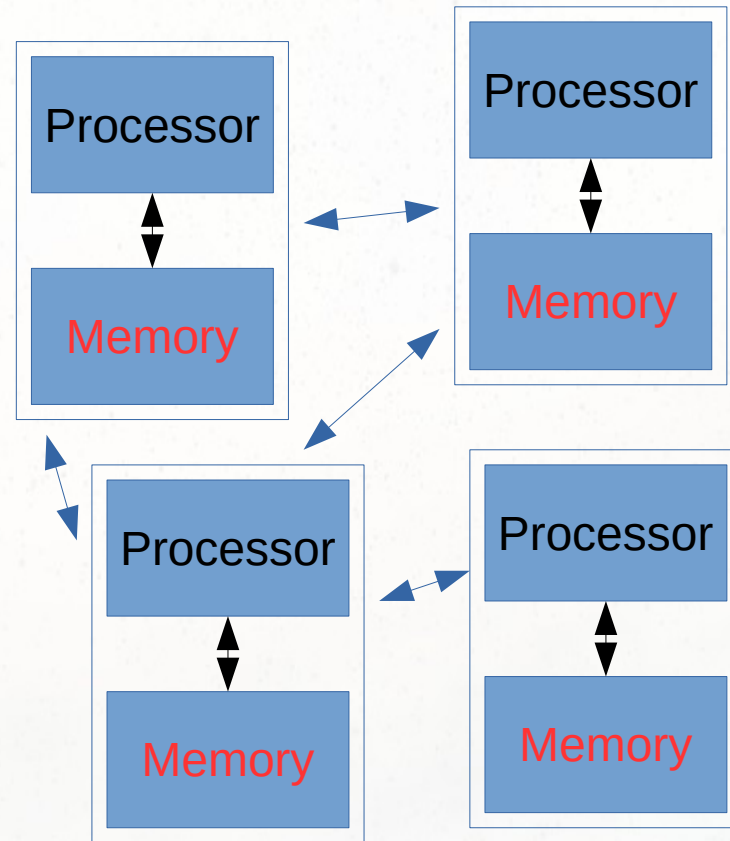
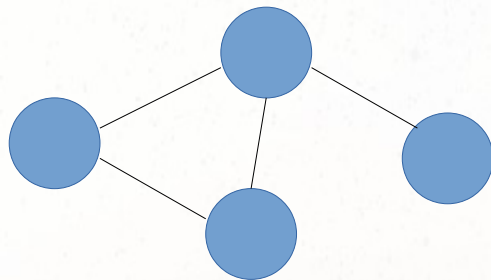


# Definição

# Definição

- Sistema no qual os componentes (hardware e software) estão conectados em rede e se comunicam apenas por meio de troca de mensagens
- Consequências da definição:
  - Concorrência
  - Inexistência de um relógio global
  - Falhas independentes

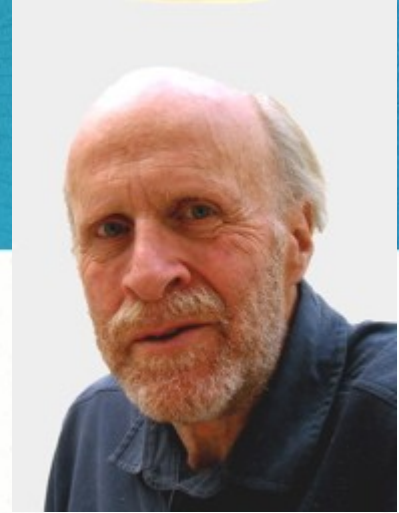
# Sistemas Distribuídos





# Conceitos

# Conceito



- Definição de Coulouris enfatiza:
  - Devem estar conectados através de uma rede
  - Não precisam estar localizados em uma única sala, ou mesmo próximos entre si
  - Não há limite para a área abrangida por um sistema desse tipo;
  - Computadores devem estar equipados com software de sistemas distribuídos
    - Usuários veem o sistema como uma entidade única, integrada
    - Embora esteja funcionando em computadores diferentes, situados em locais diversos.

# Conceito



- Definição de Tanenbaum
  - aperfeiçoada por Mullender:
  - Um sistema distribuído é aquele que se apresenta aos seus usuários como um sistema centralizado, mas que, na verdade, funciona em diversas CPUs independentes;
  - Além disso, um sistema distribuído não deve ter pontos críticos de falha, ou seja, se um componente quebrar, isto não deve fazer com que o sistema como um todo falhe;
  - Essa característica de estabilidade é uma de suas principais vantagens em relação a um sistema centralizado.



# Evolução dos Sistemas Distribuídos

# Evolução dos Sistemas Distribuídos

- De 1945 até 1985 temos computadores caros e grandes (microcomputadores custando dezenas de milhares de dólares)



ENIAC



SSEC

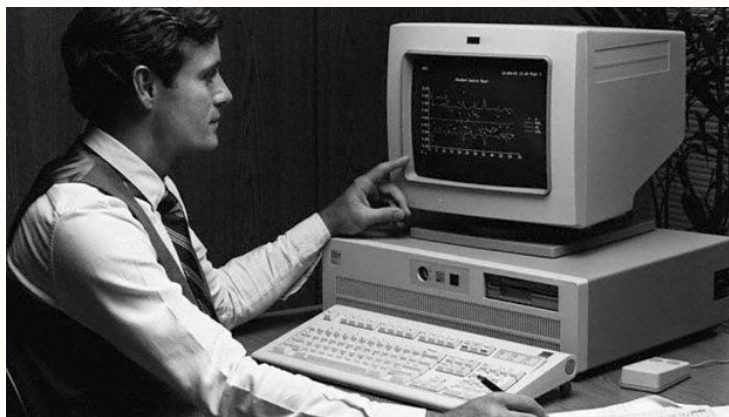


MADDIDA



# Evolução dos Sistemas Distribuídos

- De 1985 em diante
  - Desenvolvimento de poderosos microcomputadores (CPUs 8, 16, 32, 64 bits) custando uma fração do preço (1000 U\$ -- 10 milhões de instruções por segundo)



IBM PC-RT



BeBox Computer



OLPC XO Laptop



# Curiosidade

- Computer History Museum
  - <http://www.computerhistory.org/timeline/year/>



# Aplicações

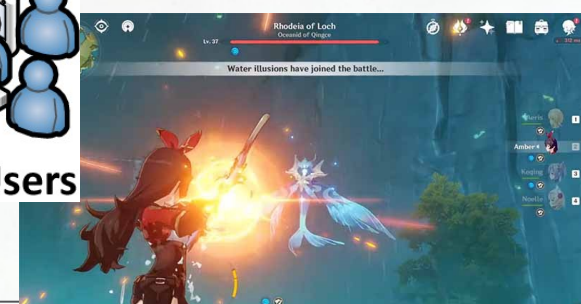
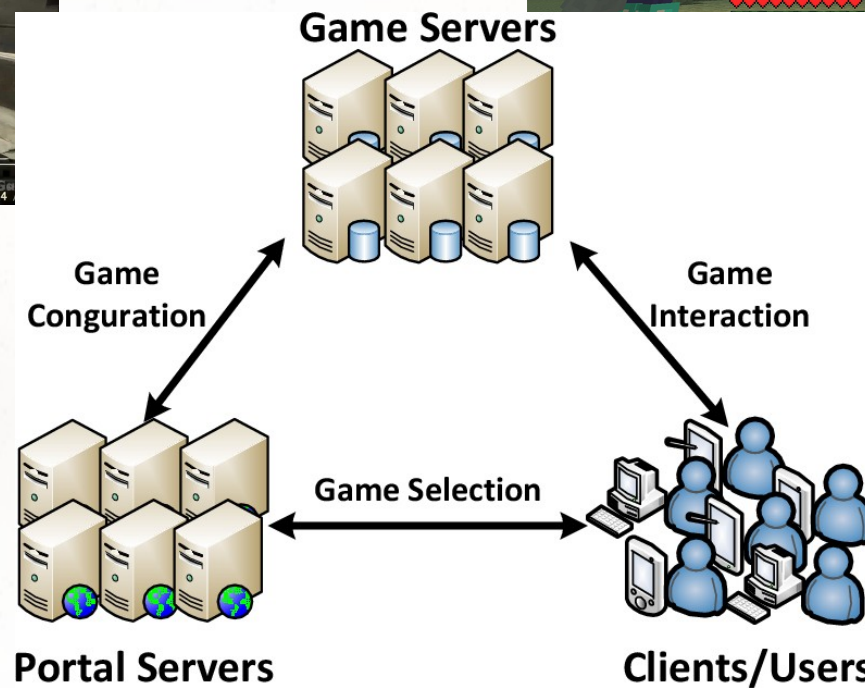
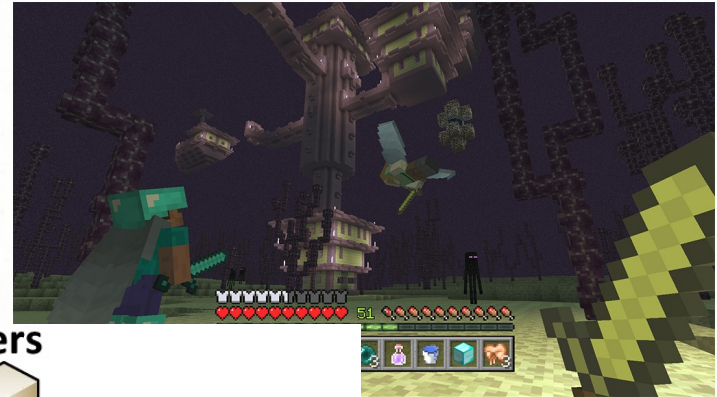
# Aplicações

Finanças e Comércio	E-Commerce (ex. Amazon, eBay) , PayPal, online banking
Sociedade da Informação	Repositório de informação na web (Wikipedia), mecanismos de busca, livros, redes sociais
Criação e Entretenimento	Games online, música e filmes, conteúdo gerados pelos usuários(YouTube, Flickr)
Assistência Médica	Informação sobre saúde, registros de pacientes, monitoramento de pacientes
Educação	e-learning; aprendizado remoto
Transporte e Logística	GPS para traçar rotas, serviços de mapa (Google Maps, Google Earth)
Ciências	Computação em Grid auxiliando os pesquisadores a executar milhões de cálculos científicos
Gerenciamento Ambiental	Sensores espalhados por todo o globo ajudando a estudar e mapear o ambiente



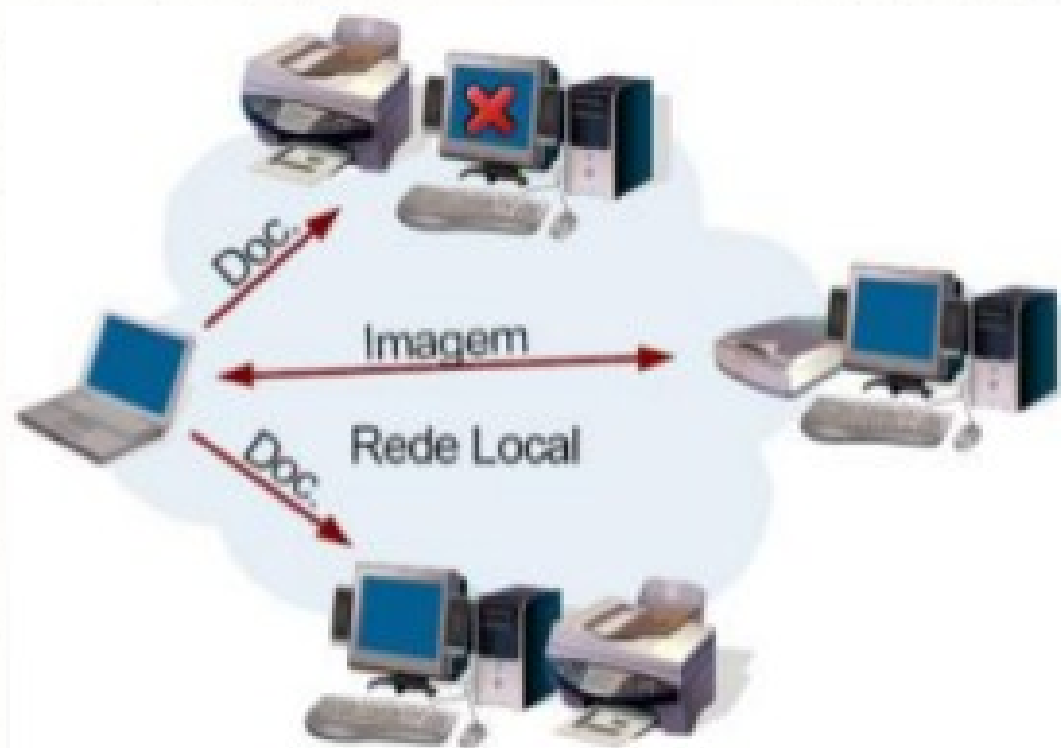
# Aplicações

- Jogos Online



# Aplicações

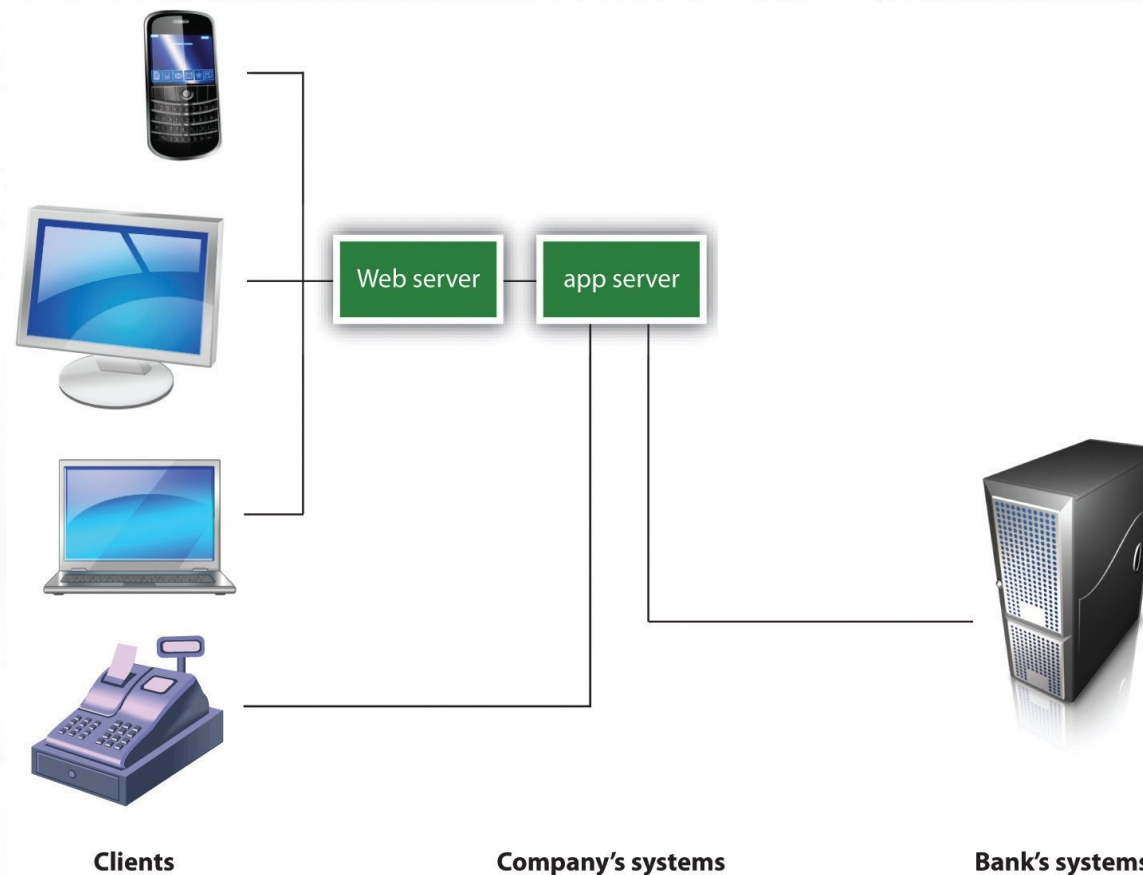
- Compartilhamento de Periféricos





# Aplicações

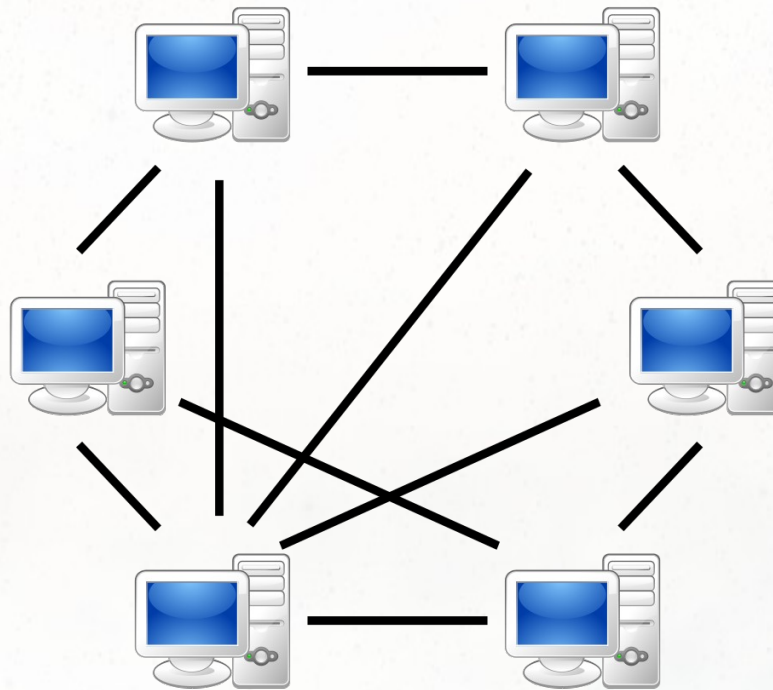
- Bancos





# Aplicações

- Compartilhamento de Arquivos (Peer-to-Peer)

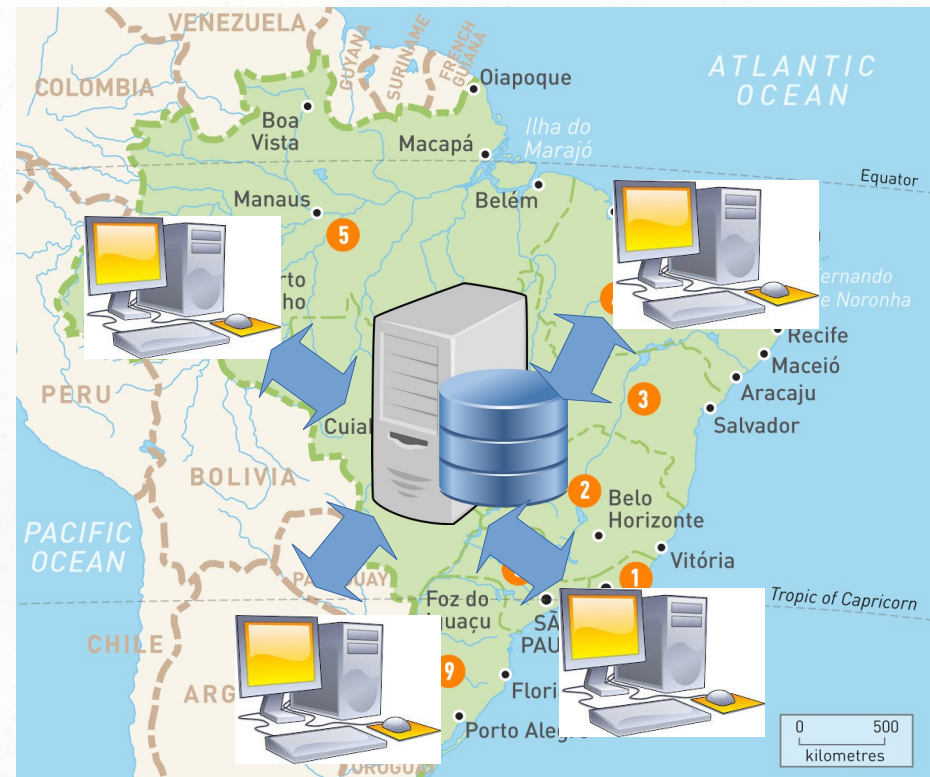


# Vantagens



# Vantagens

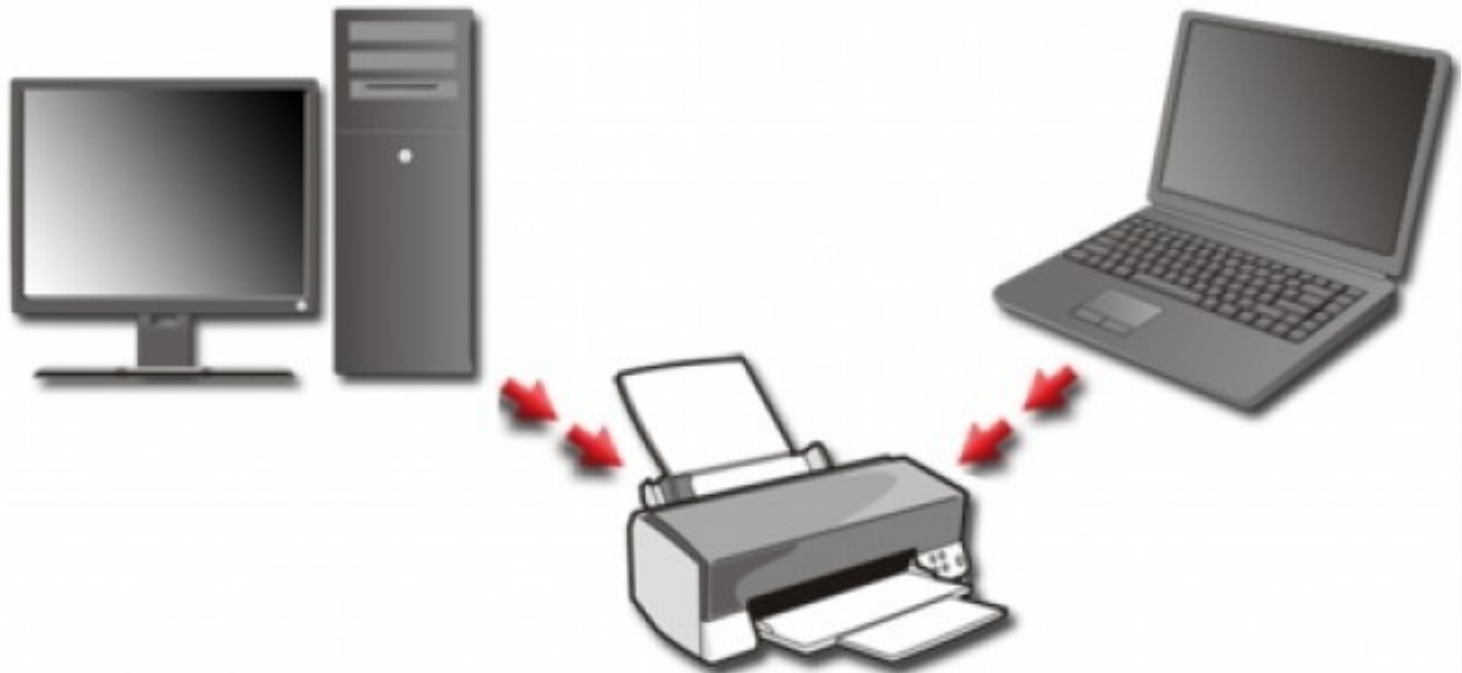
- Compartilhamento de dados: base de dados comum
- Exemplos:
  - Sistemas de compras de passagens
  - Sistemas de compras de produtos





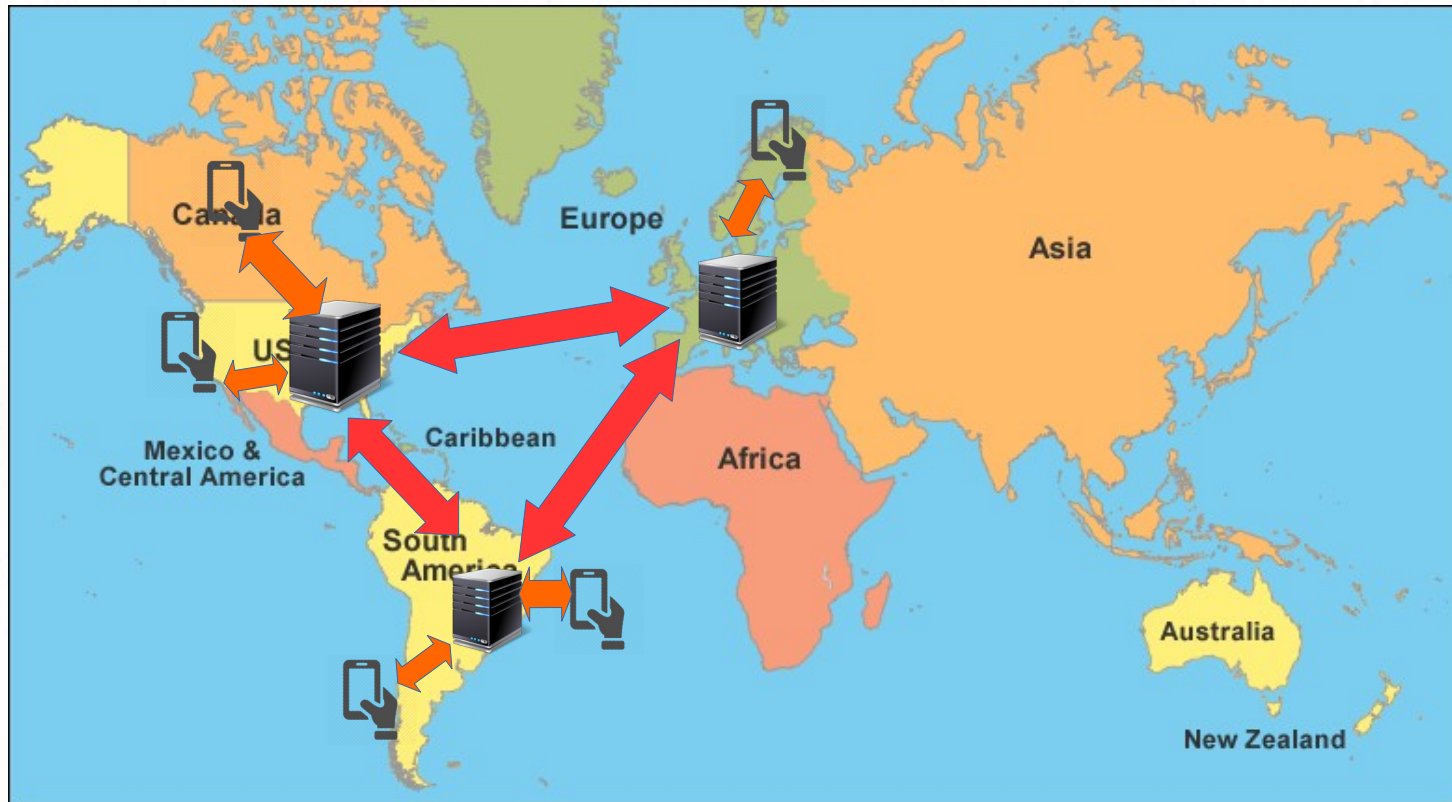
# Vantagens

- Compartilhamento de dispositivos: acesso compartilhado a periféricos



# Vantagens

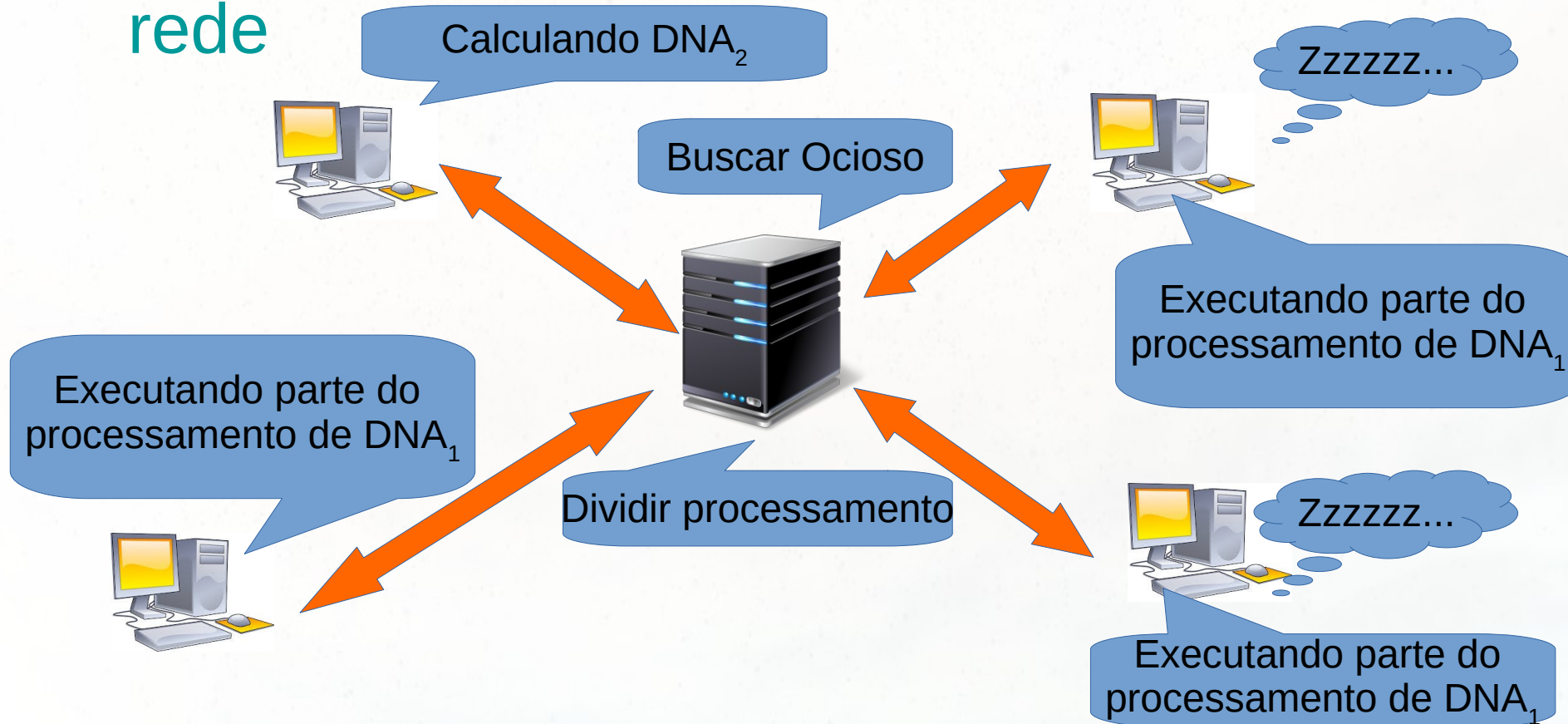
- Comunicação: torna-se mais simples e mais rápida a comunicação entre pessoas.





# Vantagens

- Flexibilidade e Velocidade de computação: dividir a carga de trabalho entre os nós da rede



# Vantagens

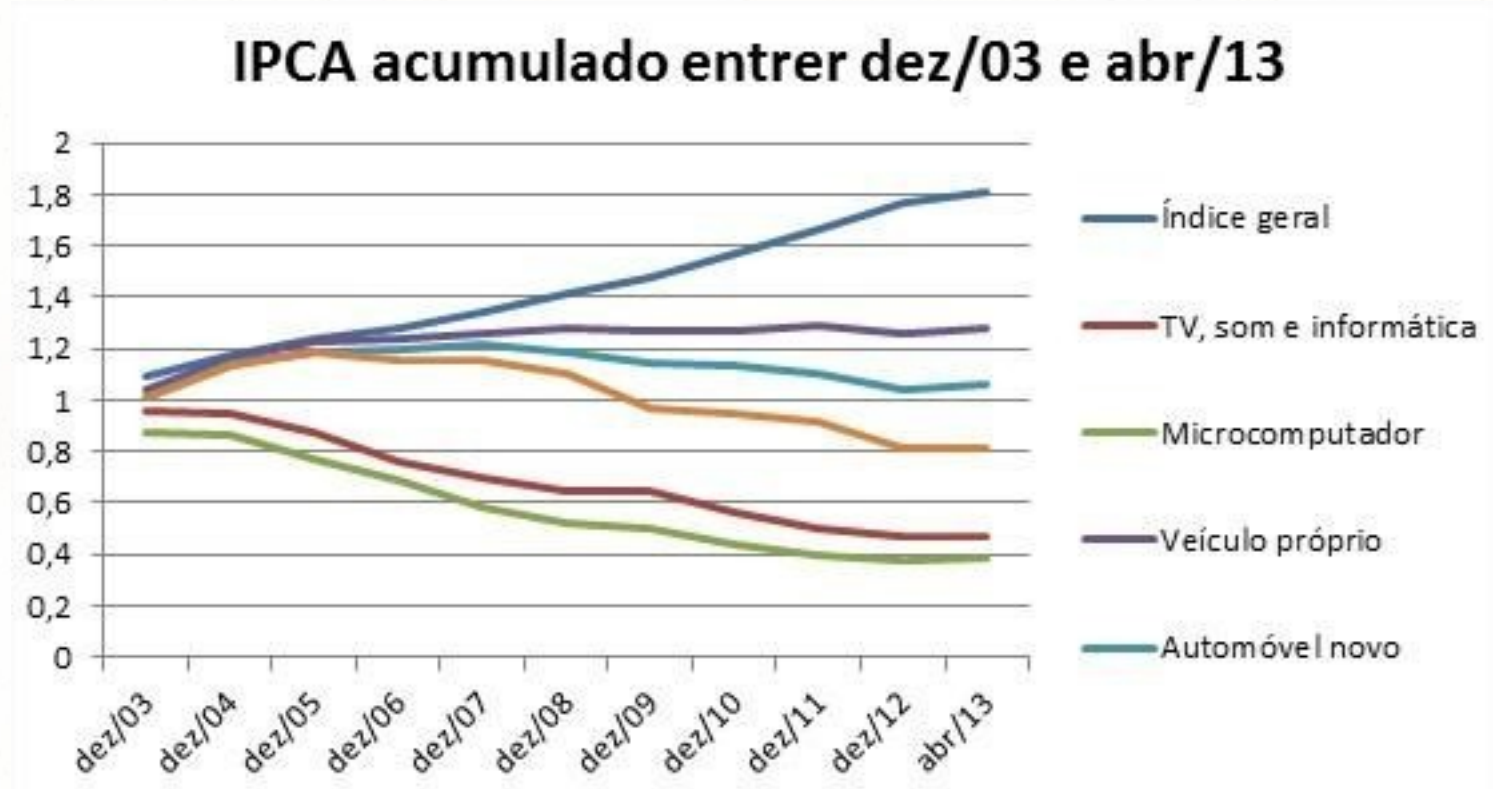
- Confiabilidade: se um nó falha os demais poderão continuar operando





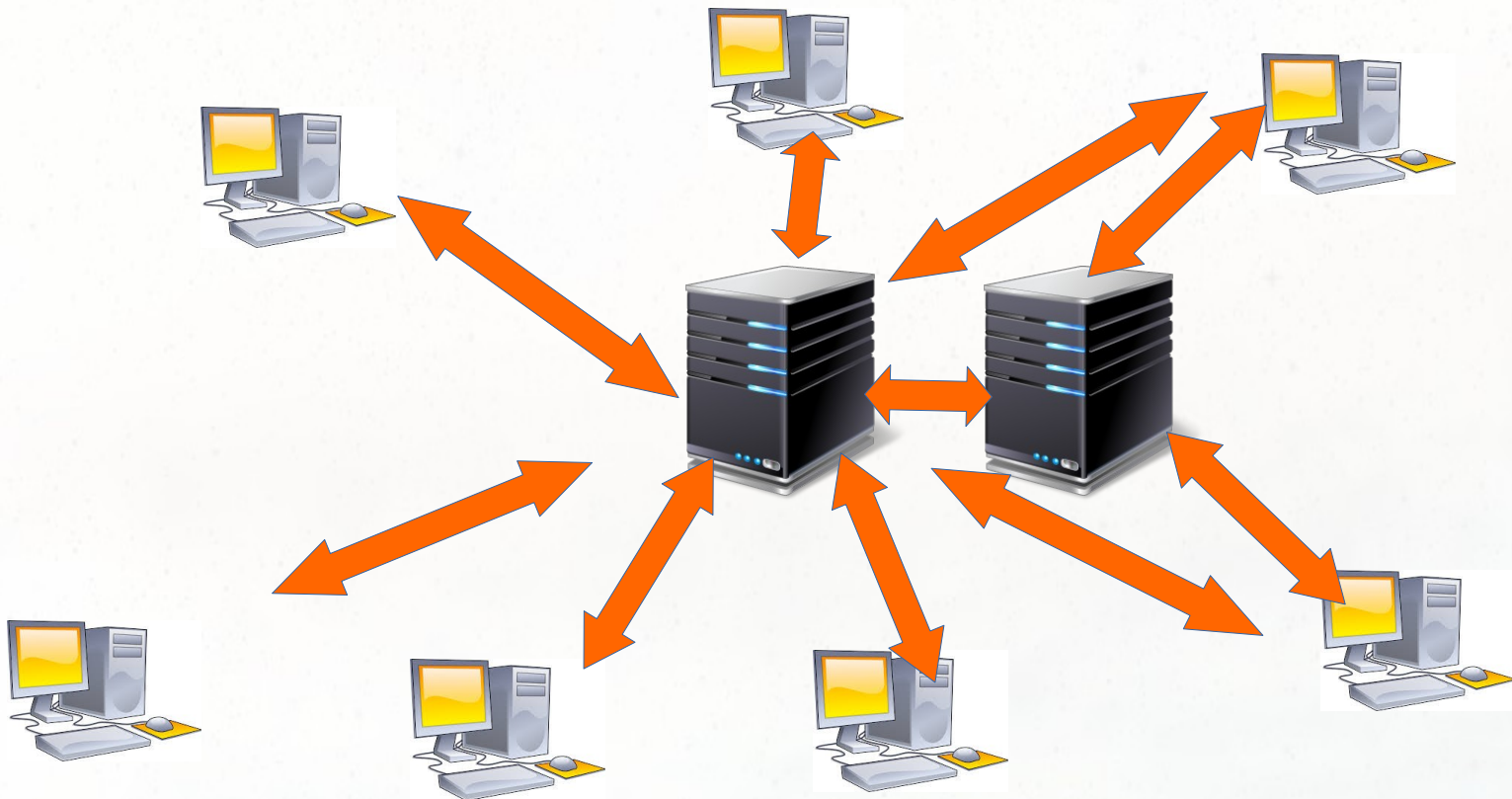
# Vantagens

- Performance a baixo custo: preço baixo dos PCs;



# Vantagens

- Escalabilidade: aumentar o número de nós





# Desvantagens

# Desvantagens

- Software
  - Falta de experiência
    - Como saber qual a linguagem melhor a ser utilizada?
  - Mudança de Paradigma
    - Centralizado vs Distribuído
  - Conhecimento sobre a distribuição
    - O quanto o usuário deve saber sobre a distribuição do sistema?
  - Quanto deve ser feito pelo sistema e quanto pelo usuário?



# Desvantagens

- Rede
  - Perda de mensagens
    - É necessário um software para recuperar as perdas
  - Sobrecarga na comunicação
    - É necessário repor um cabo ou até mesmo adicionar outro cabo
  - Dimensionamento da rede
    - Não sabemos ao certo qual pode ser o tamanho da rede

# Desvantagens

- Segurança
  - Autenticação, credenciais, bloqueios
    - Quem pode acessar os dados?
      - Todos?



# Características



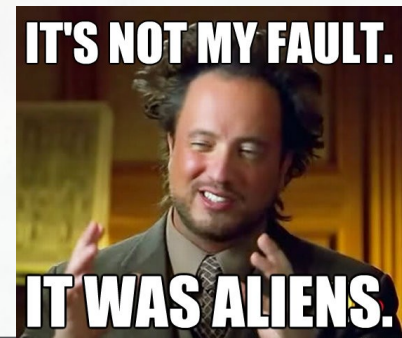
# Características dos Sistema Distribuídos

- Comunicação por Trocas de Mensagens:
  - A comunicação fica sujeita a um conjunto de fatores que podem afetar sua confiabilidade → perdas/interferências;
  - Protocolos
    - Garantir confiabilidade e ordem das mensagens ?
    - Não confundir confiabilidade com segurança
      - Confiabilidade – O resultado do processamento é garantido estar correto
  - Interligação de várias redes
    - Atraso
    - Falha na Transmissão
    - Tempo máximo de espera por uma mensagem



# Características dos Sistema Distribuídos

- Modelo de Falhas:
  - Maior probabilidade de falhas → maior quantidade de equipamentos
  - Falhas individuais não podem afetar o sistema como um todo
    - Algoritmos de detecção e recuperação de falhas
    - Replicações, Redundâncias
  - Fatores que levam a falhas
    - Elementos de interligação
      - Interferências, cabeamento mal estruturado, intempéries naturais
      - Falta de alimentação elétrica nos equipamentos
  - Nós (Nós) do sistema
    - Falhas de software (erro de programação)
    - Falhas físicas (crash em equipamento)



# Características dos Sistema Distribuídos

- Sincronismo:
  - Sistema centralizado
    - Sistema de sincronismo concentrado em um único núcleo com regras
  - Sistema Distribuído
    - Informação está necessariamente dividida por diversas máquinas e discos;
  - Problemas com cada Nó do sistema
    - Não compartilham relógio global → não possuem mesmos “horários”
    - Disputa por recursos → algoritmos mais complexos e que podem ser afetados pela comunicação entre os processadores



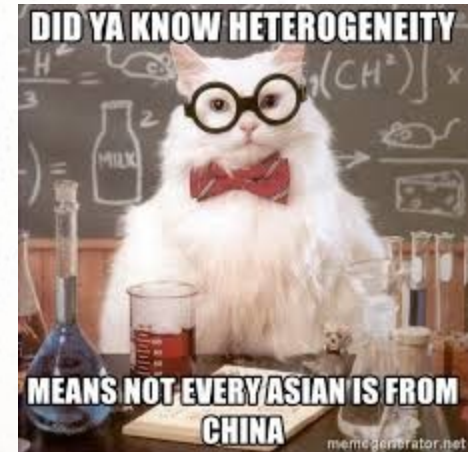
# Características dos Sistema Distribuídos

- Segurança:
  - Vulnerabilidade de Redes
    - Observação das Mensagens → sniffing
      - Sniffing é um tipo de software que captura todo o tráfego que entra e sai de um computador conectado a uma rede.
    - Ataques → DoS, DDoS, Buffer Overflow
      - Ataque DoS é feito por apenas um invasor que envia vários pacotes.
      - Ataque DDoS é distribuído entre várias máquinas.
      - Buffer overflow ocorre quando um programa tenta armazenar dados em uma área temporária, permitindo assim, alterar os dados, quebrar o código ou até mesmo executar um outro programa.
  - Validação da identidade dos usuários
    - Usuário válido
    - Credenciais para utilizar recursos
  - Interligação de serviços públicos e privados
    - Internet
    - Políticas de segurança diversas (níveis de acesso)
    - Sistemas Heterogêneos



# Características dos Sistema Distribuídos

- Heterogeneidade
  - Sistema amplo
  - Variedade de Arquiteturas
    - CISC, RISC, Vetoriais
    - 32, 64 bits
    - Intel, Mac, Sparc, Mainframes, etc
  - Variedade de Sistemas Operacionais
    - Linux, Windows, MacOS, Solaris, AIX, BSD, Android



# Características dos Sistema Distribuídos

- Desempenho:
  - Desempenho de um SD deve ser melhor do que em um Sistema Centralizado
  - Divisão do processamento entre os diversos nós
  - Custo da comunicação
  - Com SD é possível atingir desempenhos jamais imagináveis com Sistemas Centralizados





# Características dos Sistema Distribuídos

- Custo
  - Pode-se obter um SD com a mesma quantidade de processadores de um SC com um custo muito menor
  - Utilização de múltiplos processadores de baixo custo interligados em rede
  - Capacidade de se obter um desempenho muito maior com o mesmo investimento do que em um Sistema Centralizado



# Características dos Sistema Distribuídos

- Distribuição Geográfica:
  - Componentes fisicamente distantes uns dos outros
  - Aplicações Inerentemente Distribuídas
    - Venda de passagens aéreas
    - Sistema integrado de gestão empresarial
    - Internet...



# Características dos Sistema Distribuídos

- **Compartilhamento de Recursos:**
  - Periféricos de alto custo
    - Impressoras laser coloridas, discos RAID com interface SCSI
  - Dados em um ambiente centralizado
    - Base de dados de transações financeiras
  - Problema
    - Controle de acesso e concorrência
    - Mecanismos mais complexos





# Características dos Sistema Distribuídos

- Capacidade de Expansão (Scalability)
  - Sistema Centralizado
    - Limite físico para o número máximo de processadores
    - Limite para discos, memória
  - Sistema Distribuído
    - Necessidade de mais desempenho → acoplar mais máquinas
    - Em função da demanda, aumenta-se o número de nós do sistema
    - Problema → interligação → congestionamento



# Características dos Sistema Distribuídos

- Disponibilidade
  - Tempo em que o sistema é “utilizável”
  - Desejável = 100%
  - Máquinas independentes podem continuar mantendo o sistema em operação no caso de falhas em outras máquinas
  - Exemplos:
    - Sistema bancário
    - Web Servers
  - Garantia de Disponibilidade
    - Redundância (software, hardware)
    - Algoritmos de recuperação



# Características dos Sistema Distribuídos

- Concorrência
  - Mais complexo do que em um Sistema Centralizado
  - Mecanismos de controle de concorrência devem ser revistos (semáforos)
  - Maior número de máquinas → maior concorrência
  - Rede influencia o acesso aos recursos





# Características dos Sistema Distribuídos

- Transparência
  - Localização: o usuário não precisa saber onde estão os recursos
  - Replicação: não é necessário saber quantas cópias do recurso existem
  - Migração: recursos podem mudar de lugar sem a alteração de nomes
  - Concorrência: recursos podem ser disputados sem conhecimento do usuário
  - Paralelismo: várias atividades podem ocorrer simultaneamente sem o conhecimento dos usuário



# Aspectos do Projeto - SD

# Aspectos do Projeto - SD

- Desempenho
  - Não pode ser pior do que um sistema Centralizado
  - Medidas
    - Tempo de resposta dos processamentos
    - Throughput – número de jobs por intervalo de tempo
    - Quantidade de recursos consumidos na rede
    - Resultados de Benchmarks
      - Velocidade / preço



# Aspectos do Projeto - SD

- Desempenho
  - Comunicação
    - Paralelismo de Granularidade Fina
      - Pouca computação
      - Muita interação
      - Velocidade de troca de mensagem é alta
    - Paralelismo de Granularidade Grossa
      - Muita computação
      - Pouca interação
      - Processamento é alto

# Aspectos do Projeto - SD

- Disponibilidade
  - Fração do tempo em que o sistema é “usável”
  - Pode ser aumentada por meio de redundância
    - Partes de software ou hardware podem ser replicadas
    - Maior número de réplicas -> maior probabilidade de inconsistências
  - Segurança: integridade das informações
  - Tolerância a Falhas: capacidade do sistema se recuperar e esconder a falha do usuário

# Aspectos do Projeto - SD

- Escalabilidade
  - Com 10 processadores
    - Sistema OK
    - Desempenho proporcional à quantidade de máquinas
  - Com 50 processadores
    - Sistema OK
    - Desempenho começa a ficar comprometido
  - Com 100 processadores
    - Sistema falha
  - Desafio: Conciliar desempenho com escalabilidade



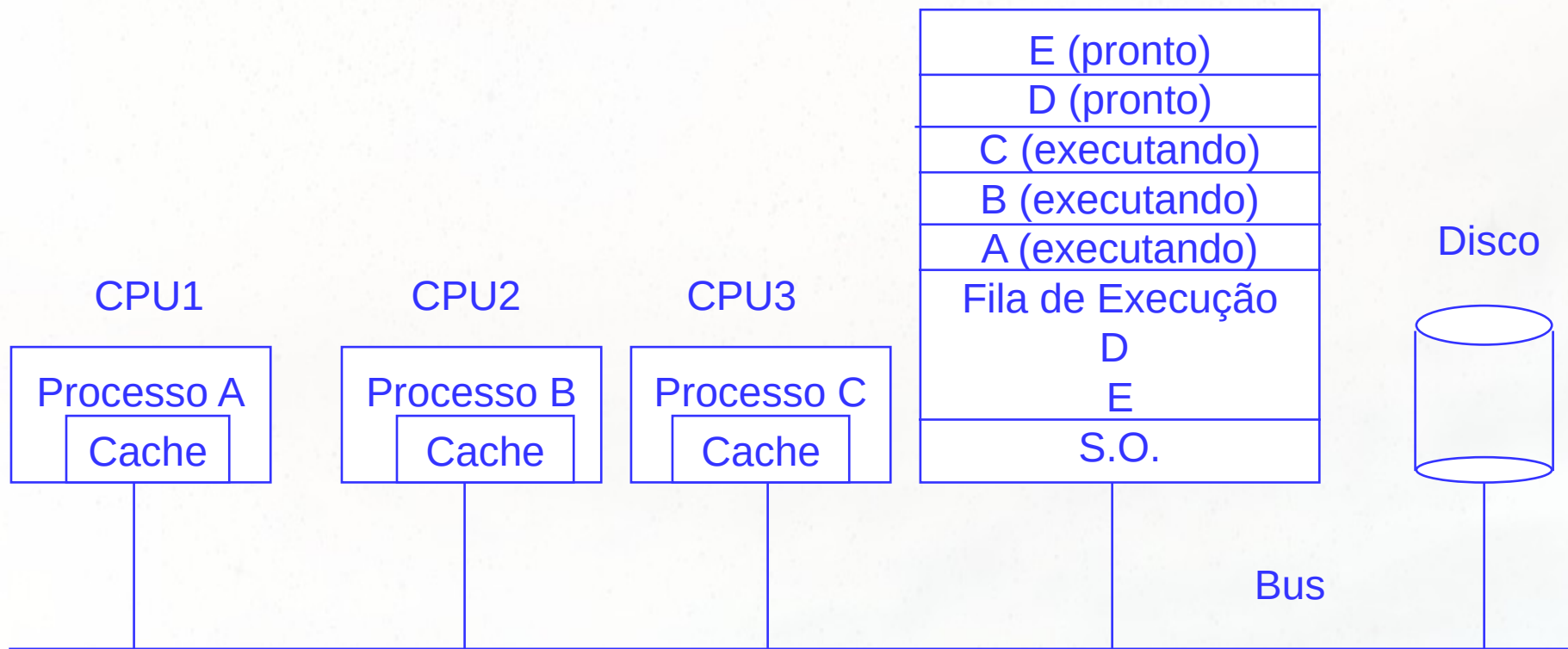
# Conceitos de Software

- Acoplamento
  - Grau de dependência entre os diversos componentes do sistema
  - Também define como o usuário vê o sistema
- Fortemente Acoplados
  - Os diversos processadores cooperam na execução de uma tarefa (processamento paralelo)
- Fracamente Acoplados
  - Máquinas independentes, com sua própria memória, HD, processador que se comunicam quando necessário

# Sistema Timesharing - Multiprocessadores

- Software Fortemente Acoplado
- Hardware Fortemente Acoplado
- Máquinas voltadas para propósitos específicos, como bases de dados dedicadas e processamento de imagens;
- Todo o projeto pode ser centralizado => visão de um único processador.
- Existência de uma única fila de espera (processos que não estão bloqueados e prontos para execução);
- Memória compartilhada por todos os processadores;
- Único sistema de arquivos;

# Sistema Timesharing - Multiprocessadores





# Sistema Distribuído

- Software Fortemente Acoplado
- Hardware Fracamente Acoplado
- Cada usuário tem a mesma imagem do sistema.
- Impressão de um único processador Virtual
- Um mecanismo de comunicação interprocesso único e global – qualquer processo pode se comunicar com qualquer outro;
- Gerenciamento de processos precisa ser o mesmo no sistema todo (criação, destruição, começo, interrupção de processos);
- Único conjunto de chamadas de sistema;
- Sistema de arquivo também precisa ter as mesmas características;
- Cópias idênticas do kernel executam em todas as CPUs do sistema (escalonamento, swapping, paginação, etc).

# Diferenças entre 2 tipos de Sistemas

	SO Distribuído	SO Multiprocessador
Ele se parece com um uniprocessador virtual?	Sim	Sim
Tem o mesmo SO?	Não necessariamente	Sim
Número de cópias do SO	N	1
Como é a comunicação	Mensagens	Memória Partilhada
Protocolos requeridos?	Sim	Não
Uma única fila de execução	Não	Sim
Arquivos tem a mesma semântica?	Sim	Sim

# Referências

- Capítulo 1 dos Livros:
  - COULOURIS, George, Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projeto [recurso eletrônico, Minha Biblioteca]. São Paulo, Bookman, 2013
  - TANENBAUM, Andrew S., Sistemas Distribuídos Princípios e Práticas [recurso eletrônico, Biblioteca Virtual]. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2007.



# Exercícios



computersciencelife

# Exercício 01

- (IADES – PG-DF/2011) Segundo Andrew Tanenbaum (2007) Sistema Distribuído é uma coleção de computadores independentes que se apresenta ao usuário como um sistema único e consistente. Assinale a alternativa correta a respeito de um sistema de informação distribuído.
  - a) Em um sistema de objetos distribuídos é possível invocar métodos de um objeto, ainda que este não esteja presente no computador do usuário.
  - b) A transparência de acesso é uma característica dos sistemas distribuídos que permite que recursos sejam acessados sem que sua localização seja determinada.
  - c) Todos os computadores de uma rede executam tarefas de cliente e servidor, quando se deseja integrá-los em uma arquitetura de sistemas distribuídos.
  - d) Em uma rede de computadores há servidores dedicados a atender pedidos dos clientes e estes, por sua vez, têm função exclusiva de requisitantes.
  - e) A distribuição de tarefas se dá a partir de requisições do usuário, que indica o endereço do servidor onde deseja executar tal tarefa.



# Exercício 02

- (CESGRANRIO – Petrobras/2006) Um sistema distribuído é definido como uma coleção de computadores independentes que se apresenta ao usuário como um sistema único e consistente. Baseado nos conceitos definidos para sistemas distribuídos, identifique a afirmativa ERRADA:
  - a) Um sistema distribuído fortemente acoplado provê um nível de integração e compartilhamento de recursos mais intenso e transparente ao usuário, onde vários processadores compartilham uma memória, e são gerenciados por apenas um sistema operacional.
  - b) Um sistema distribuído fracamente acoplado permite que máquinas e usuários do ambiente sejam fundamentalmente independentes, bem como a interação de forma limitada, quando isto for necessário, compartilhando recursos como discos e impressoras, entre outros.
  - c) Uma vantagem dos sistemas distribuídos sobre os sistemas centralizados é a disponibilidade de software para este tipo de ambiente.



# Exercício 03

- (CESGRANRIO- TJ-RO/2008) Analise as afirmativas a seguir, a respeito de sistemas distribuídos.
  - I. Uma das principais diferenças entre um sistema distribuído e um sistema em rede é que, do ponto de vista do usuário, o sistema distribuído se comporta como uma única máquina, enquanto que o sistema em rede expõe ao usuário as diversas máquinas separadamente.
  - II. Em um sistema distribuído, uma migração de processo entre nós do sistema pode ser feita para proporcionar balanceamento de carga ou aceleração da computação, sendo esta através da divisão do processo em subprocessos que executem em paralelo.
  - III. Os nós de um sistema distribuído podem executar diferentes sistemas operacionais.
- Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)
  - (a) II, apenas.
  - (b) I e II, apenas.
  - (c) I, II e III.
  - (d) II e III, apenas.
  - (e) I, apenas.

# Exercício 04

- Um sistema distribuído possui vantagens em relação a um sistema não distribuído. A característica que não se inclui nessa afirmativa é a:
  - a) velocidade
  - b) tolerância a falhas
  - c) segurança simplificada
  - d) crescimento incremental

# Agradecimentos

Prof. Bruno Iizuka pelos slides



# Conteúdo



<https://gustavotcustodio.github.io/sdmobile.html>

.....

# Obrigado!

.....

[gustavo.custodio@anhembi.br](mailto:gustavo.custodio@anhembi.br)