



Sistemas Distribuídos: Evolução Histórica e Desafios Atuais

Prof. Dr. Julio Cezar Estrella

jcezar@icmc.usp.br

Conteúdo

- Definições
- Evolução Histórica
- Características
- Vantagens e Desvantagens
- Desafios
- Exemplos de Infraestruturas
- Conclusão

Definição

- Definir sistemas distribuídos não é trivial, na verdade existem diversas definições na literatura.

Definição

- **Lampport:** *É um sistema no qual o usuário é impedido de acessar o serviço que deseja quando uma máquina que ele nem imaginava que existisse falha.*

Definição

- **Tanenbaum:** *É um sistema que parece ser um sistema centralizado mas, na realidade, o S.O é executado em diversas CPUs independentes.*

Definição

- **Coulouris et. al.:** *É um sistema no qual os componentes de hardware ou software, localizados em computadores interligados em rede, se comunicam e coordenam suas ações apenas enviando mensagens entre si.*

Definição

- **Estado da Arte**

- *É relativamente fácil agrupar um grande número de CPUs, conectando-as por uma rede de alta velocidade.*
- *O software para sistemas distribuídos é completamente diferente do software para sistemas centralizados e está apenas começando a se desenvolver.*

Evolução Histórica

Evolução Histórica

- Monousuário (Década 50)



IBM 650

Evolução Histórica

- Processamento em lote (batch) (Década 60)



IBM System/360

Evolução Histórica

- Multiusuário (Time Sharing) (Década 70)
 - Exemplos de Sistemas Operacionais:
 - TSS/360
 - MS-DOS
 - OS/2

Evolução Histórica

- Computador Pessoal - PC (Década 80)



Apple I



Apple II



IBM PC 5150v

Evolução Histórica

- Computação Distribuída (Década 90)
 - Exemplos:
 - AVANÇA A INTERNET
 - WEB



Evolução Histórica

- Computação Distribuída (2000 ...)
 - Computação Embarcada



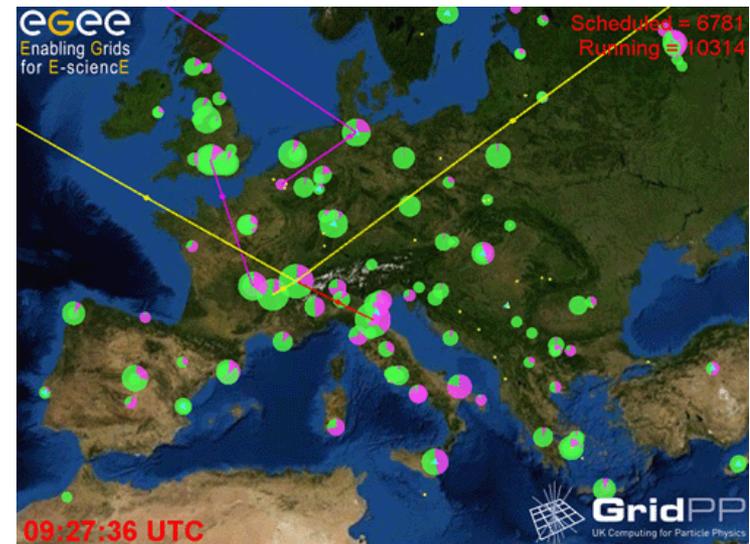
Evolução Histórica

- Computação Distribuída (2000 ...)
 - Computação Pervasiva/Ubíqua



Evolução Histórica

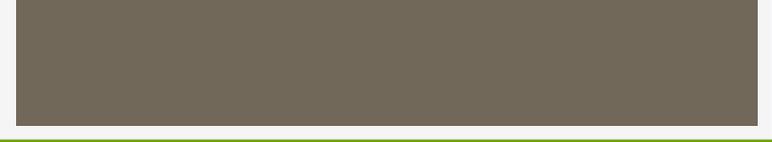
- Computação Distribuída (2000 ...)
 - Computação em Grade (Grid Computing)



Evolução Histórica

- Computação Distribuída (2000 ...)
 - Computação em Nuvem (Cloud Computing)





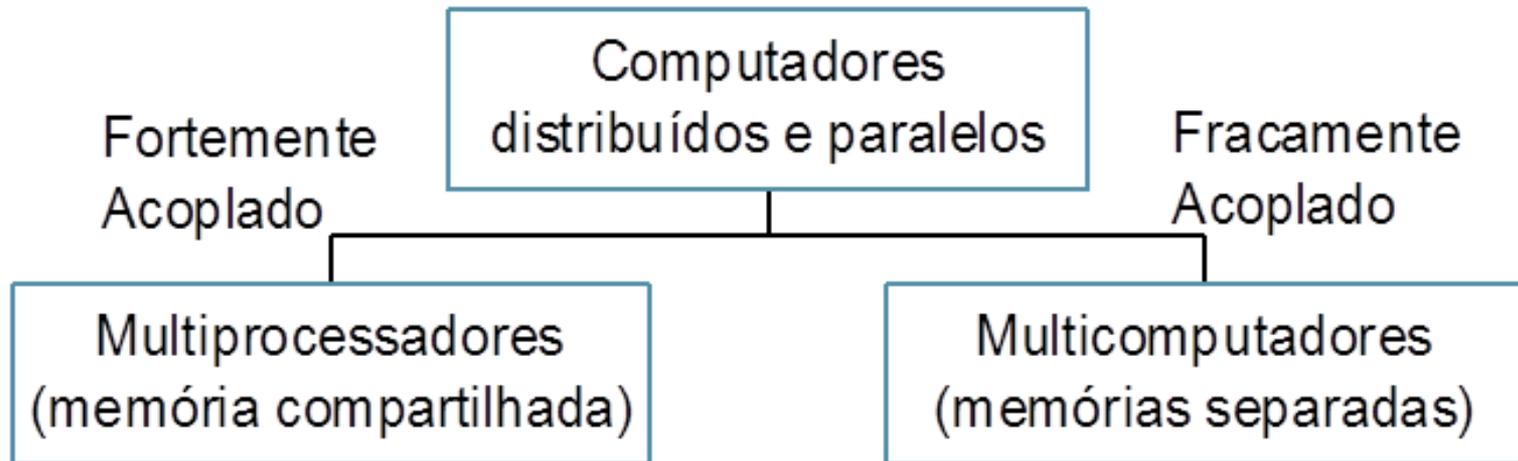
Características

Características

- Sistemas Distribuídos são compostos por:
 - Hardware
 - Software

Características

- Hardware:



Características

- Software:

	Acomplamento de Hardware	Acomplamento de Software
Sistemas operacionais de rede	Fraco	Fraco
Sistemas distribuídos	Fraco	Forte
Sistemas timesharing para multiprocessadores	Forte	Forte

Características

- Sistemas Operacionais de Rede:
 - Estações de trabalho conectadas por uma LAN.
 - Cada estação tem seu próprio sistema operacional.
 - Ferramentas para *login* remoto e cópia de arquivos entre estações.
 - Servidores de arquivos e ferramentas para causar aparência de arquivo local.

Características

- Sistemas Distribuídos:
 - A rede toda tem aparência de ser um único sistema *timesharing*: **virtual uniprocessor, single-system image**.
 - Mecanismo global para comunicação entre processos.
 - Gerenciamento de processos homogêneo.
 - Sistema de arquivos homogêneo.

Características

- Sistemas timesharing para multiprocessadores:
 - Fila única de processos prontos para execução.
 - CPUs especializadas em: executar processos, controlar periféricos, executar sistema operacional (gerenciar a memória global).
 - Sistema de arquivos comporta-se de maneira semelhante a um SC.

Características

○ Comparação:

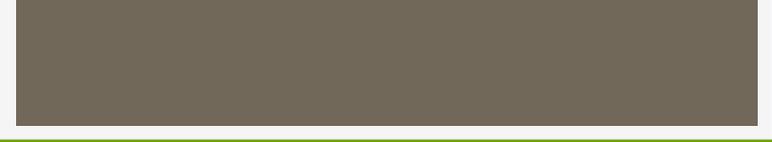
	SO de Rede	SO Distribuído	SO Multiproc.
Parece um SC	Não	Sim	Sim
Mesmo SO	Não	Sim	Sim
Cópias de SO	N	N	1
Comunicação	Arquivos Compartilhados	Mensagens	Memória Compartilhada
Protocolos Comuns	Sim	Sim	Não
Fila única de execução	Não	Não	Sim

Características

- Características Básicas:
 - Compartilhamento de recursos
 - Abertura/Extensibilidade (*openness*)
 - Concorrência
 - Escalabilidade (crescimento gradativo suave)
 - Tolerância a falhas
 - Transparência

Características

- Compartilhamento de Recursos:
 - Componentes de hardware: discos, impressoras, ...
 - Componentes de software: arquivos, bancos de dados, ...
 - Modelos básicos:
 - Modelo cliente-servidor
 - Modelo baseado em objetos



Vantagens e Desvantagens

Vantagens e Desvantagens

- Vantagens dos Sistemas Distribuídos:
 - Melhor relação custo/benefício.
 - Capacidade de processamento além dos limites práticos de SC.
 - Maior domínio de aplicações.
 - Maior confiabilidade e disponibilidade.
 - Crescimento gradativo da capacidade de processamento.

Vantagens e Desvantagens

- Vantagens dos Sistemas Distribuídos:
 - Compartilhamento de dados comuns entre usuários.
 - Compartilhamento de recursos de hardware e software.
 - Comunicação entre pessoas.
 - Flexibilidade na distribuição de tarefas de acordo com as aplicações.

Vantagens e Desvantagens

- Desvantagens dos Sistemas Distribuídos:
 - Falta de software adequado.
 - Falhas e saturação da rede de comunicação podem eliminar as vantagens de SD.
 - Segurança pode ser comprometida: fácil acesso a dados e recursos reservados.

Desafios

Desafios

- Heterogeneidade:
 - Redes
 - Hardwares de computador
 - Sistemas Operacionais
 - Linguagens de Programação
 - Implementação de diferentes desenvolvedores

Desafios

- Abertura/Extensibilidade:
 - Novos hardwares: máquinas, periféricos, memória, interfaces de comunicação, etc.
 - Novos softwares: funções de SO, protocolos de comunicação, etc.
 - Mecanismo uniforme de comunicação entre processos.

Desafios

- Escalabilidade:
 - Capacidade de aumentar o sistema resolvendo os seguintes desafios:
 - Controlar o custo dos recursos físicos.
 - Controlar a perda de desempenho.
 - Impedir que os recursos de software se esgotem.
 - Evitar gargalos de desempenho.

Desafios

- Transparência:

- Esconder do usuário e do programador de aplicações a separação de componentes em um sistema distribuído, tal que este seja visto como um sistema centralizado.
- Formas de transparência: acesso, localização, concorrência, replicação, falha, migração, desempenho e escala.

Desafios

- **Transparência de acesso:**
 - Operações de acesso a objetos de informação são idênticas para objetos locais e remotos.
 - Exemplo: Operação de envio de uma mensagem eletrônica especificando o destinatário através de seu endereço Internet.

Desafios

- **Transparência de localização:**
 - Acesso a um objeto ocorre sem que seja necessário o conhecimento de sua localização.
 - Exemplo: Operação de envio de uma mensagem eletrônica especificando o destinatário através de seu endereço Internet.

Desafios

- Outras formas de Transparência:
 - **Concorrência:** processos operam concorrentemente usando objetos de informação comuns sem interferência entre eles.
 - **Replicação:** várias instâncias de um objeto de informação são usadas sem requerer o conhecimento das réplicas pelos usuários e aplicações.

Desafios

- Outras formas de Transparência:
 - **Falha:** mascaramento de falhas de hardware e software.
 - **Migração:** movimento de objetos de informação dentro do sistema não afeta a operação de usuários e aplicações.

Desafios

- Outras formas de Transparência:
 - **Desempenho:** reconfiguração do sistema para melhorar desempenho conforme a carga varia.

Desafios

- Tratamento de Falhas:
 - Detecção de falhas.
 - Mascaramento de falhas (transparência).
 - Recuperação de falhas.
 - Redundância.

Desafios

○ Segurança:

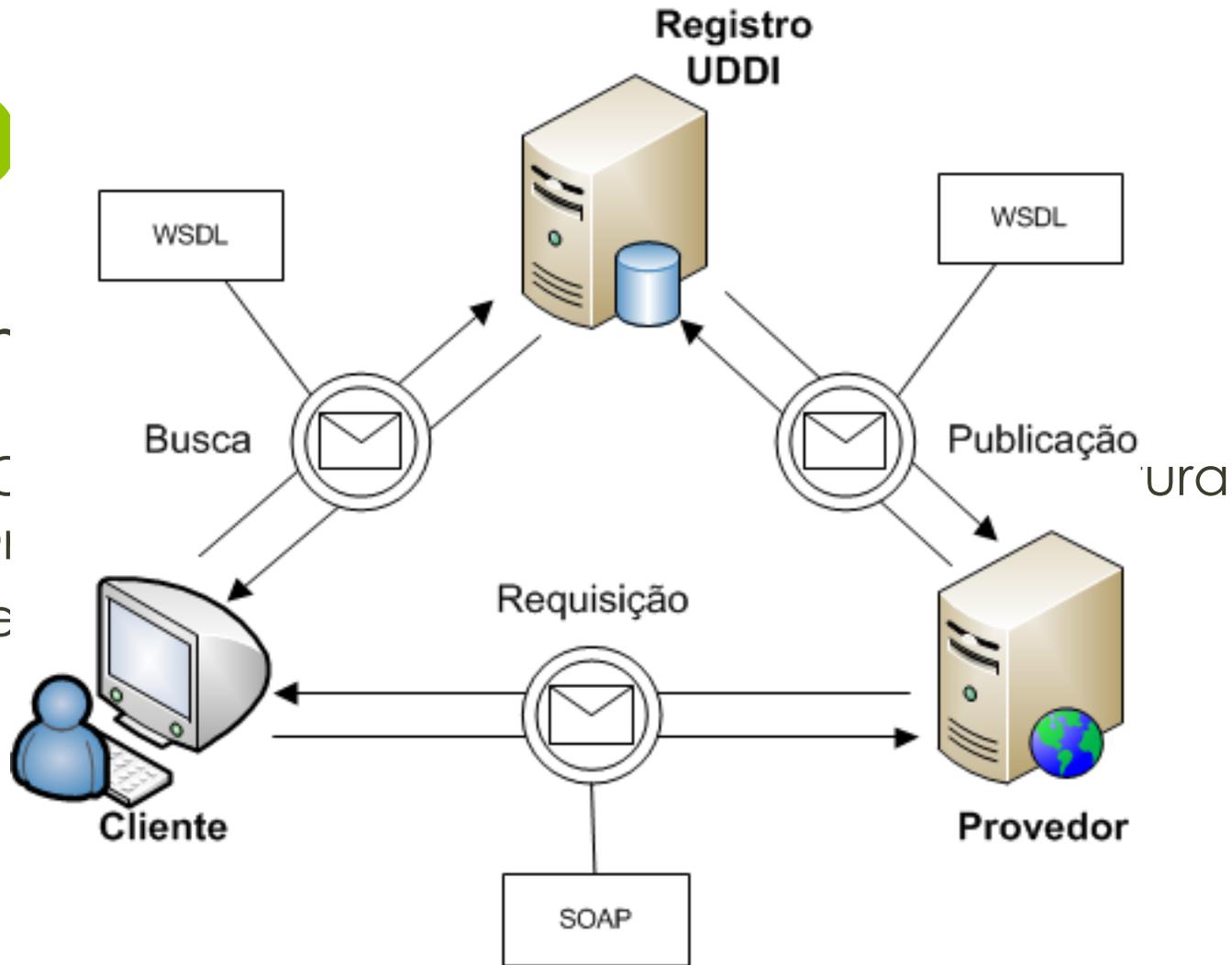
- Proteção contra interferência com os meios de acesso aos recursos.
- Proteção contra exposição para pessoas não autorizadas:
- Ou seja:
 - **Confidencialidade.**
 - **Integridade.**
 - **Disponibilidade.**

D

Urn

SC
OI

Se



Exemplos de Infraestruturas

Exemplos de Infraestruturas em SD

- UOL
- Facebook
- Google

Exemplos de Infraestruturas em SD

o UOL:



Exemplos de Infraestruturas em SD

○ UOL:



Exemplos de Infraestruturas em SD

o UOL:



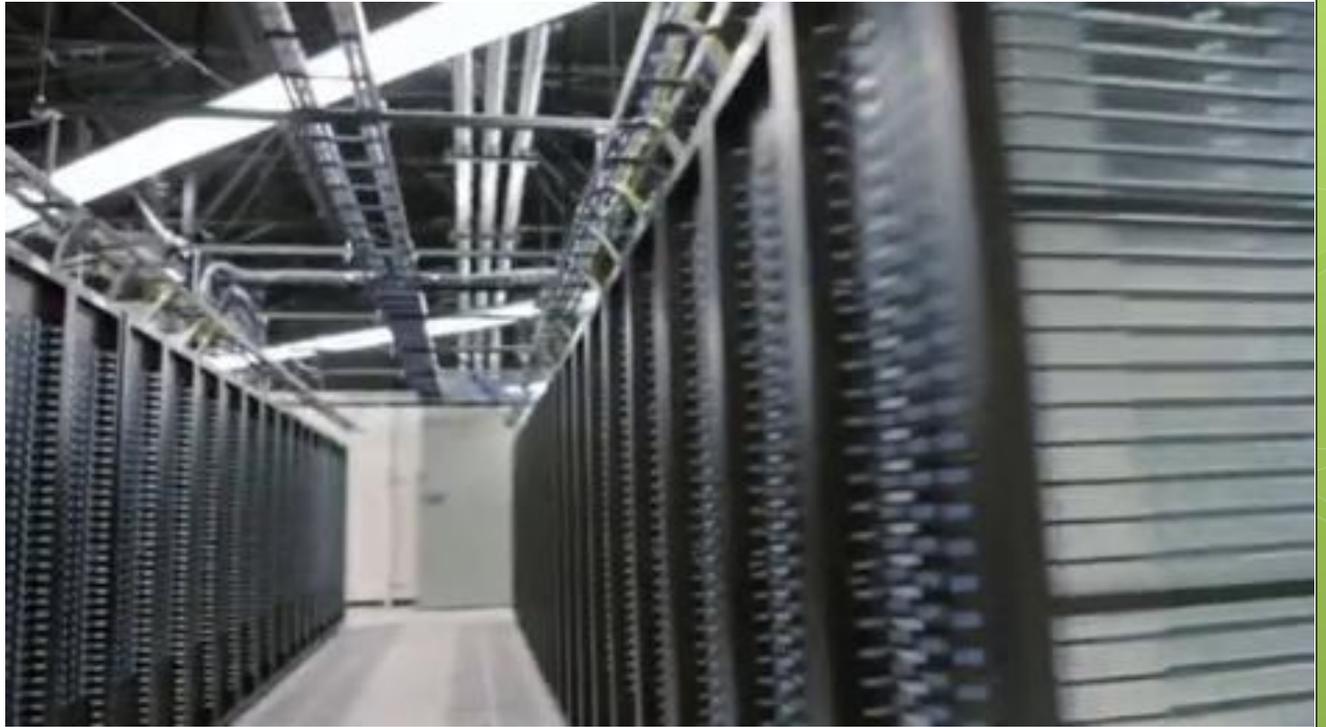
Exemplos de Infraestruturas em SD

UOL:



Exemplos de Infraestruturas em SD

- Facebook:



Exemplos de Infraestruturas em SD

- Facebook:

- <http://www.businessinsider.com/facebook-books-new-energy-efficient-data-center-2011-4>

Exemplos de Infraestruturas em SD

- Google Datacenter:
 - http://www.youtube.com/watch?v=zRwPSFpLX8I&feature=player_embedded#at=305

Exemplos de Infraestruturas em SD

● Outros:



Exemplos de Infraestruturas em SD

- Outros:



Conclusão

- Sistemas Distribuídos estão presentes em nossa vida e tendem a se estabelecer de forma mais efetiva em um futuro próximo.
- As vantagens proporcionadas pelos SDs são interessantes e levam ao atual sucesso.
- Os desafios na área de sistemas distribuídos são alvos de pesquisas tanto pela indústria de TI como pela Academia.

Referências Básicas

- **[C]** *Distributed Systems: Concepts and Design*. G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg. Addison-Wesley, 1994. ISBN 0-201-62433-8. (Capítulos 4 e 5)
- **[T]** *Distributed Operating Systems*. A. S. Tanenbaum. Prentice-Hall, 1995. ISBN 0-13-219908-4. (Seções 2.4 e 2.5)