

Sistemas Distribuídos

Características de um Sistema Distribuído

Conceitos relacionados com Paralelismo

- **Multiprocessor** systems

- Memória Partilhada
- **Bus**-based interconnection network
- E.g. SMPs (symmetric multiprocessors) with two or more CPUs

- **Multicomputer** systems

- Memória Não Partilhada
- Tipicamente homogéneos em hardware e software
- Massively Parallel Processors (MPP)
 - Tightly coupled high-speed network
- PC/Workstation clusters
 - High-speed networks/switches based connection.
 - A extensibilidade dos clusters dá lugar a alguma heterogeneidade
 - Introdução de PCs comuns, de características diversas...

Conceitos relacionados com Paralelismo

- Computação Paralela
 - Uso simultâneo de múltiplos recursos computacionais para resolver um problema
- Programação Paralela
 - Concepção de um programa para executar computação paralela
 - OpenMP, MPI, GPU programming...
- Sistemas Distribuídos
 - Escalam mais que sistemas convencionais (de Memória Partilhada)
 - Menos dependentes de hardware especializado
 - A programação destes sistemas é complexa
 - A performance pode degradar-se seriamente se não houver cuidados e se a arquitetura não for tida em consideração

Características de um Sistema Distribuído

- Uma definição:
 - Um sistema distribuído (SD) é aquele em que os seus componentes estão distribuídos por uma rede de computadores, comunicam e coordenam as suas ações através de troca de mensagens, e funciona para o utilizador como se de um sistema elementar se tratasse.
 - Um SD é uma coleção de elementos computacionais autónomos que interagem/colaboram, e que aparentam aos seus utilizadores ser um único sistema coerente.
- Motivação
 - *porquê construir ou usar um SD?*
 - a necessidade de partilhar recursos
- Recurso: hardware, periféricos ou software

Características de um Sistema Distribuído

- Os componentes de um SD encontram-se dispersos (por salas, edifícios, cidades ou países), como tal:
 - pode haver concorrência
 - não existe um relógio global
 - podem surgir falhas isoladas
 - Em qualquer aspecto do funcionamento de um dos componentes do sistema
 - Detetável??

Características de um Sistema Distribuído

- Falhas

- Discos têm problemas, mais tarde ou mais cedo

- Ex: uma empresa com 16.000 discos observa 1 falha a cada 6 horas

Tendências

- Cloud e dispositivos móveis

- Serviços que dependem de sistemas distribuídos

Sistema Distribuído: exemplos em vários domínios

<i>Finance and commerce</i>	eCommerce e.g. Amazon and eBay, PayPal, online banking and trading
<i>The information society</i>	Web information, search engines , Wikipedia; Social networking: Facebook , MySpace...
<i>Creative industries and entertainment</i>	online gaming , music and film in the home, user-generated content, e.g. YouTube, Flickr
<i>Healthcare</i>	health informatics, on online patient records, monitoring patients
<i>Education</i>	e-learning, virtual learning environments; distance learning
<i>Transport and logistics</i>	GPS in route finding systems, map services : Google Maps, Google Earth
<i>Science</i>	The Grid as an enabling technology for collaboration between scientists
<i>Environmental management</i>	sensor technology to monitor earthquakes, floods or tsunamis

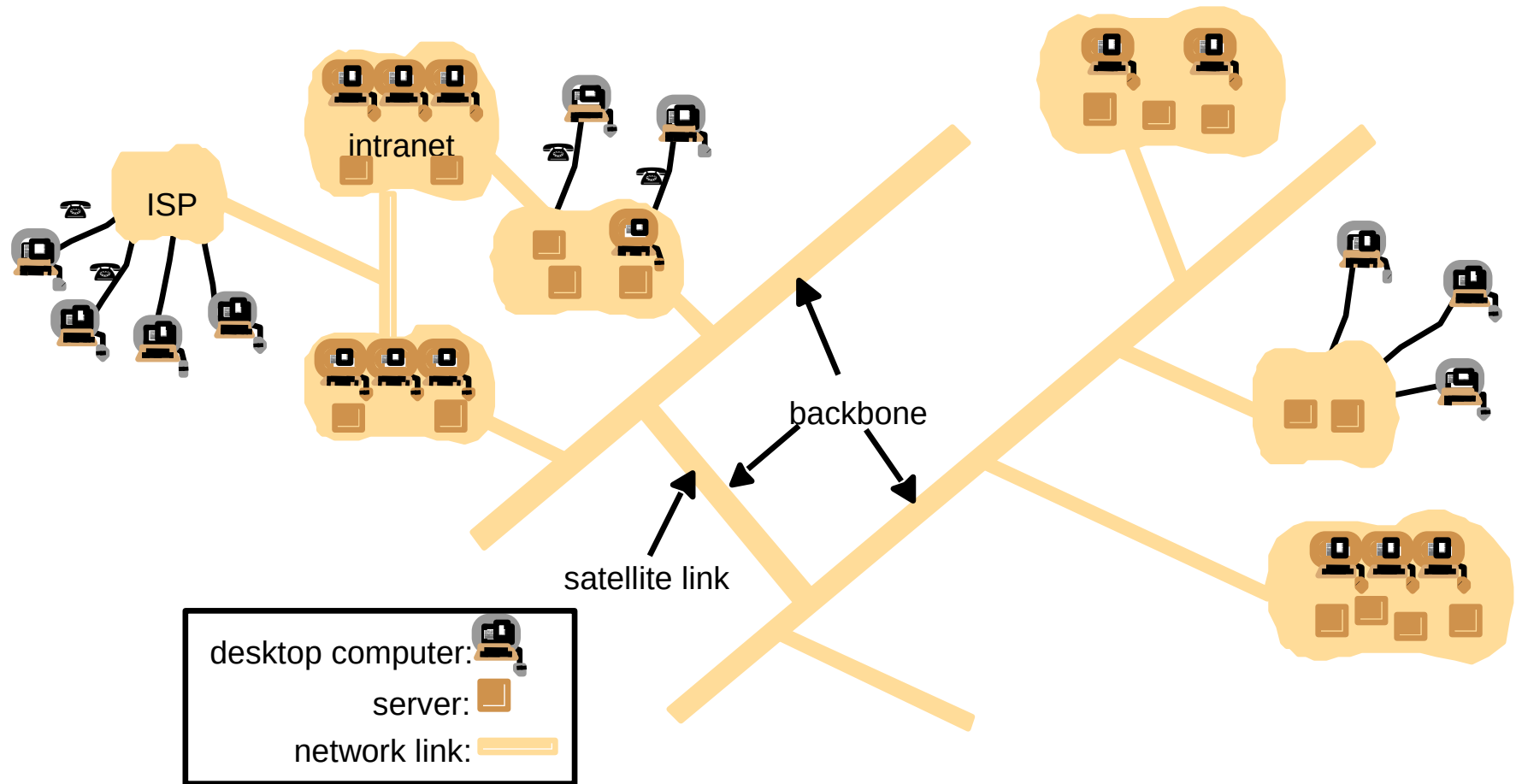
Exemplo de Sistema Distribuído

exemplo de SD: **Internet**

- Milhões de Aparelhos Terminais* interligados
 - * PCs, servidores, laptops, tablets, smartphones
- Equipamentos de rede
 - Canais de comunicação
 - Routers
- Normas da Internet
 - RFC: *Request for comments*
 - desde 1969
 - IETF: *Internet Engineering Task Force*
 - 1994: Português escreve o RFC 1713: *Tools for DNS debugging*

Exemplo de Sistema Distribuído

exemplo de SD: **Internet**



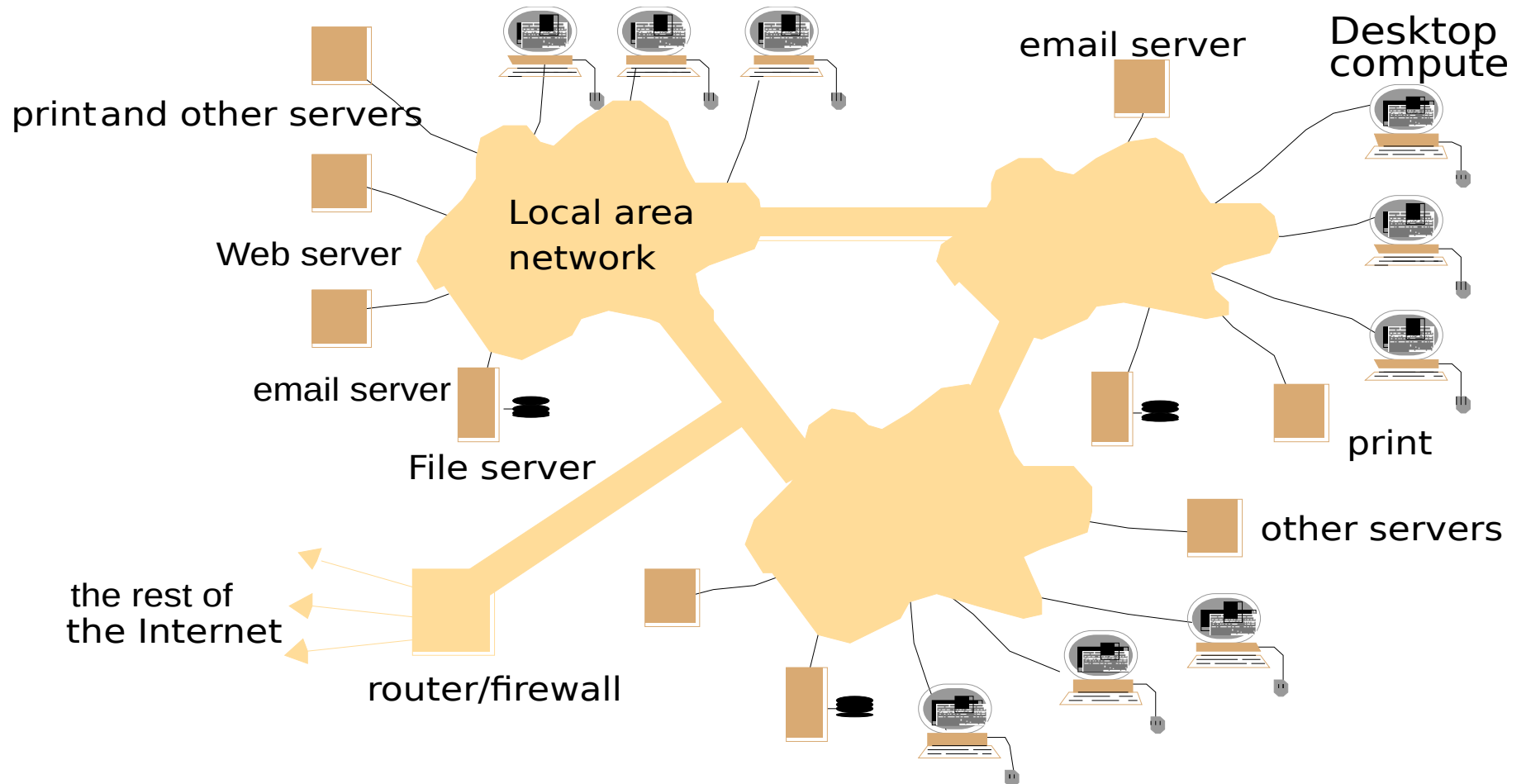
Exemplo de Sistema Distribuído

exemplo de SD: **Intranet**

- porção da internet com administração própria, com limites que permitem a aplicação de políticas locais de segurança
 - Firewall
 - Controlar o tráfego de e para o exterior

Exemplo de Sistema Distribuído

exemplo de SD: **Intranet**



Exemplo de Sistema Distribuído

exemplo de SD: **Web**

ou *World Wide Web*, ou WWW, ou W3

- 1991/1992: Tim Berners-Lee
 - na altura no CERN, Suíça

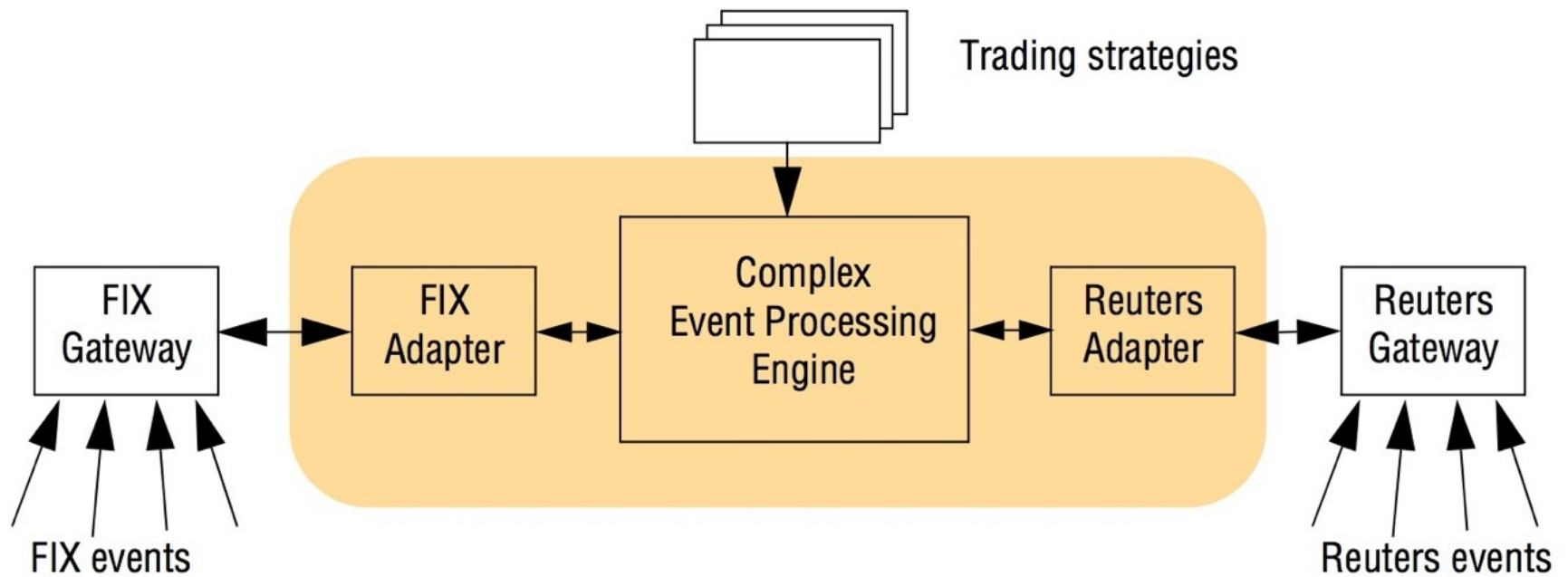
- Um dos serviços da Internet
 - Para publicar e aceder a recursos
 - Documentos multimédia com referências cruzadas (hipertexto)



1º Web Server

Exemplo de Sistema Distribuído

Trading – sistema de transações financeiras



Características de um Sistema Distribuído

Alguns conceitos:

- serviço
 - uma funcionalidade a disponibilizar, que normalmente envolve o uso de alguns recursos
- servidor
 - um programa em execução num computador
 - aceita pedidos de outros computadores para prestar um serviço
- cliente
 - programa que faz pedidos ao servidor

Características de um Sistema Distribuído

Alguns conceitos:

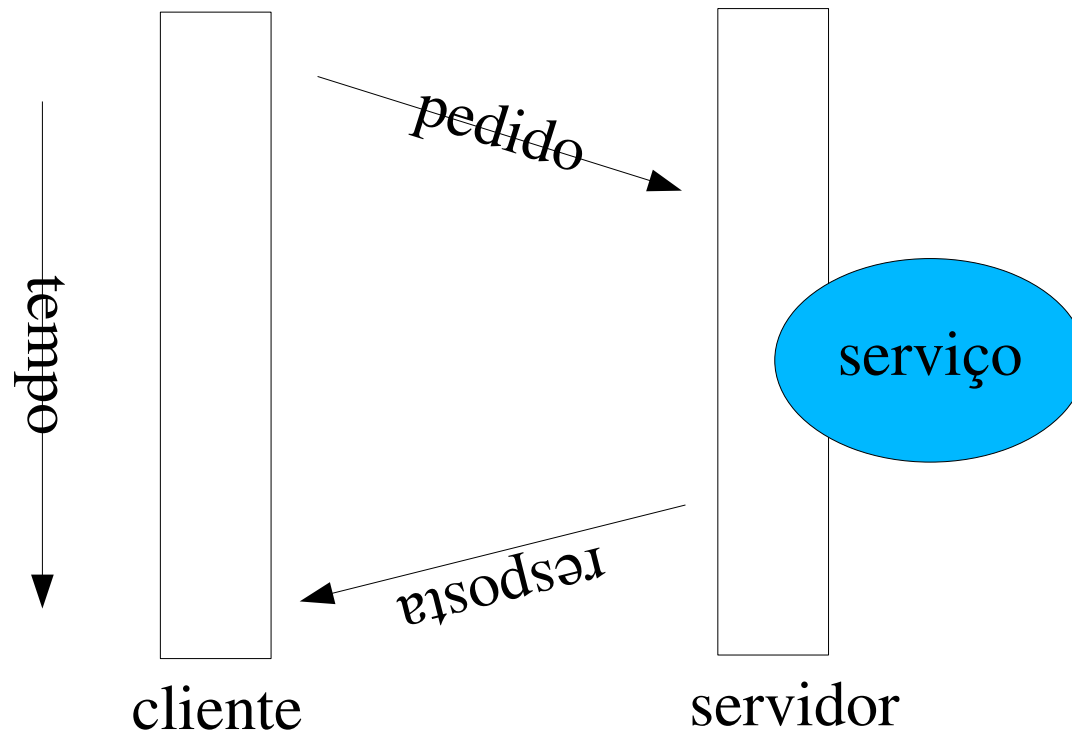
- processo

uma instância de um programa em execução. Compreende um ambiente de execução e uma ou mais *threads*.

- *thread*

uma abstração do SO para uma tarefa ou atividade

Características de um Sistema Distribuído



Características: abertura

Sistema Aberto:

- um sistema que pode ser estendido em termos de componentes ou funcionalidades sem perturbação da operações existentes

A Web é um sistema aberto

Facilidade de publicação de documentos

Servidores Web vs terminais, até 2005

<i>Date</i>	<i>Computers</i>	<i>Web servers</i>	<i>Percentage</i>
1993, July	1,776,000	130	0.008
1995, July	6,642,000	23,500	0.4
1997, July	19,540,000	1,203,096	6
1999, July	56,218,000	6,598,697	12
2001, July	125,888,197	31,299,592	25
2003, July	~200,000,000	42,298,371	21
2005, July	353,284,187	67,571,581	19

Internet e as normas

Internet

comunicação baseada em normas ou standards (IP, TCP, UDP)

A **Web** baseia-se fundamentalmente em 3 normas:

- HTML
- URL

esquema : localização

- HTTP

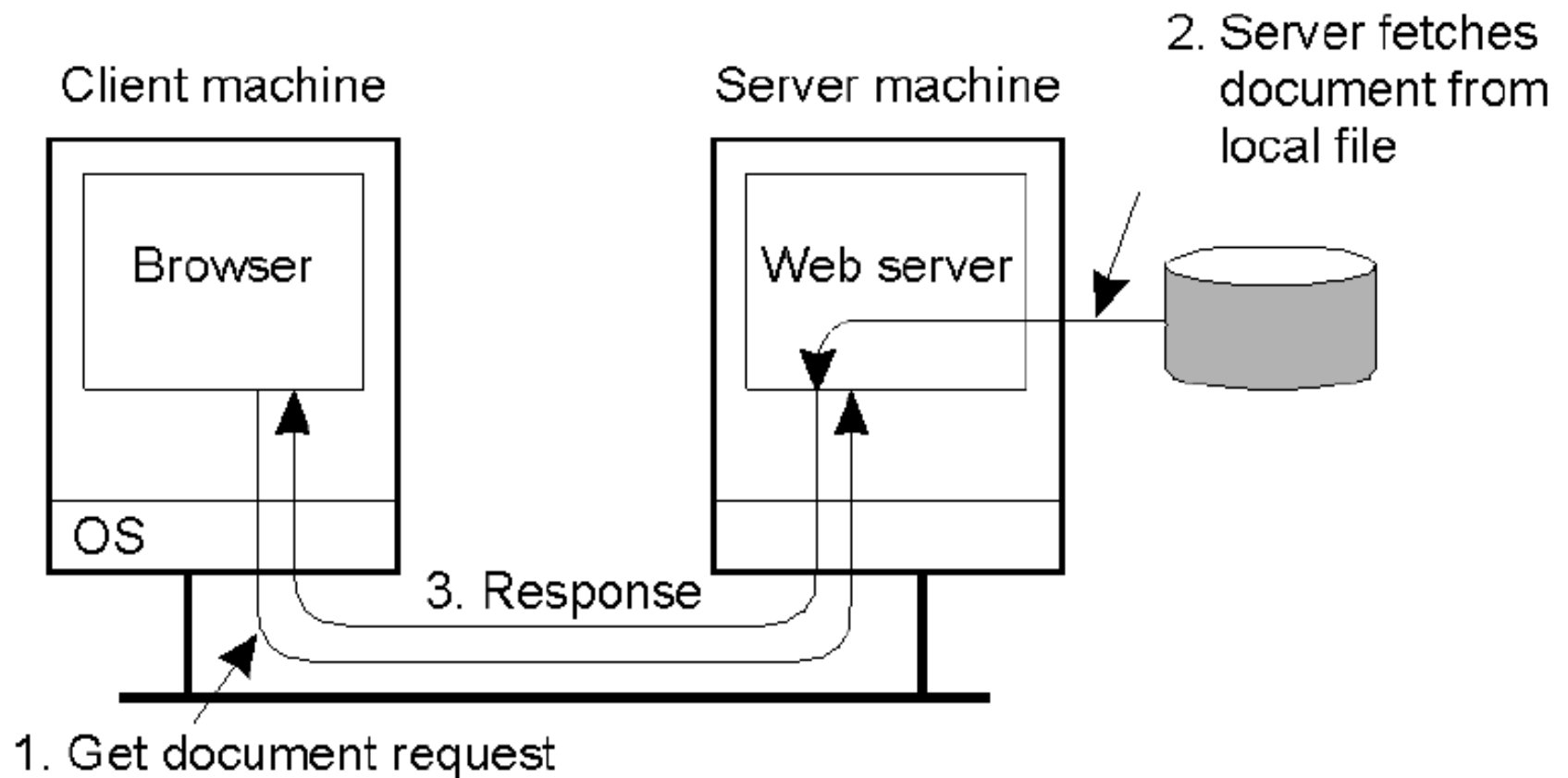
Outros conceitos relacionados com Web:

- server side: CGI, Servlets
- client side: javascript, applet
- XML, XSL, JSON
- Semantic Web**: RDF, OWL

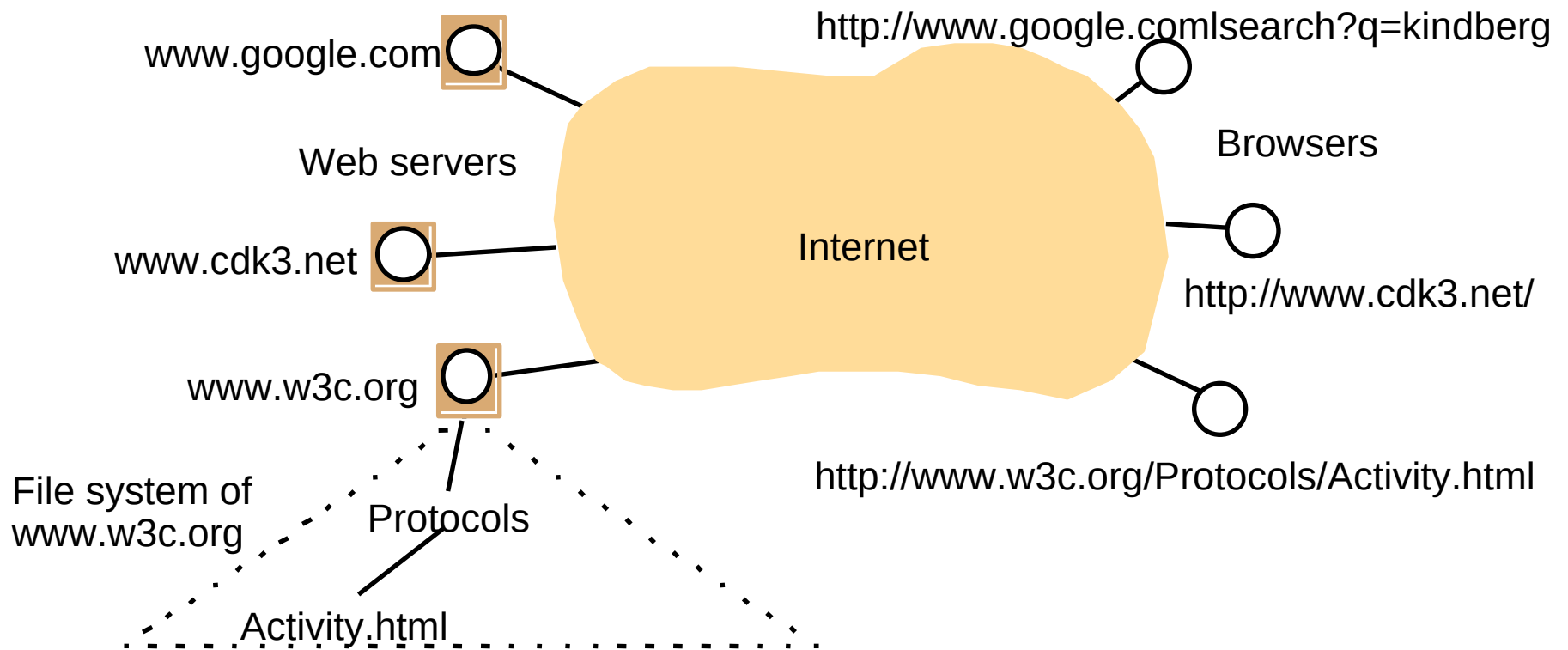
http:// host[:port][/path][?arguments]
ftp://[user[:password@]]host[:port][path]
file://host/path
mailto:aluno@uevora.pt

Fluxos de dados

Web: fluxo de dados

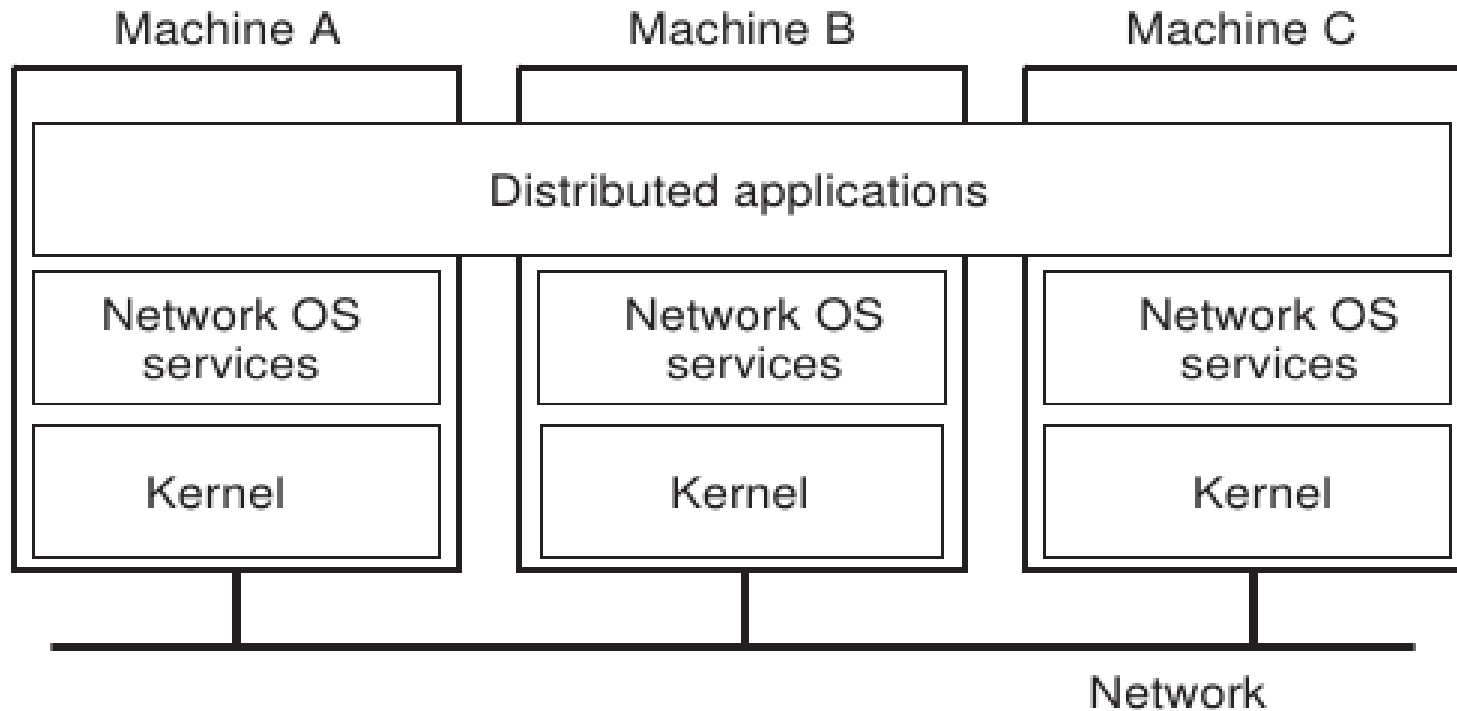


Os nomes na comunicação



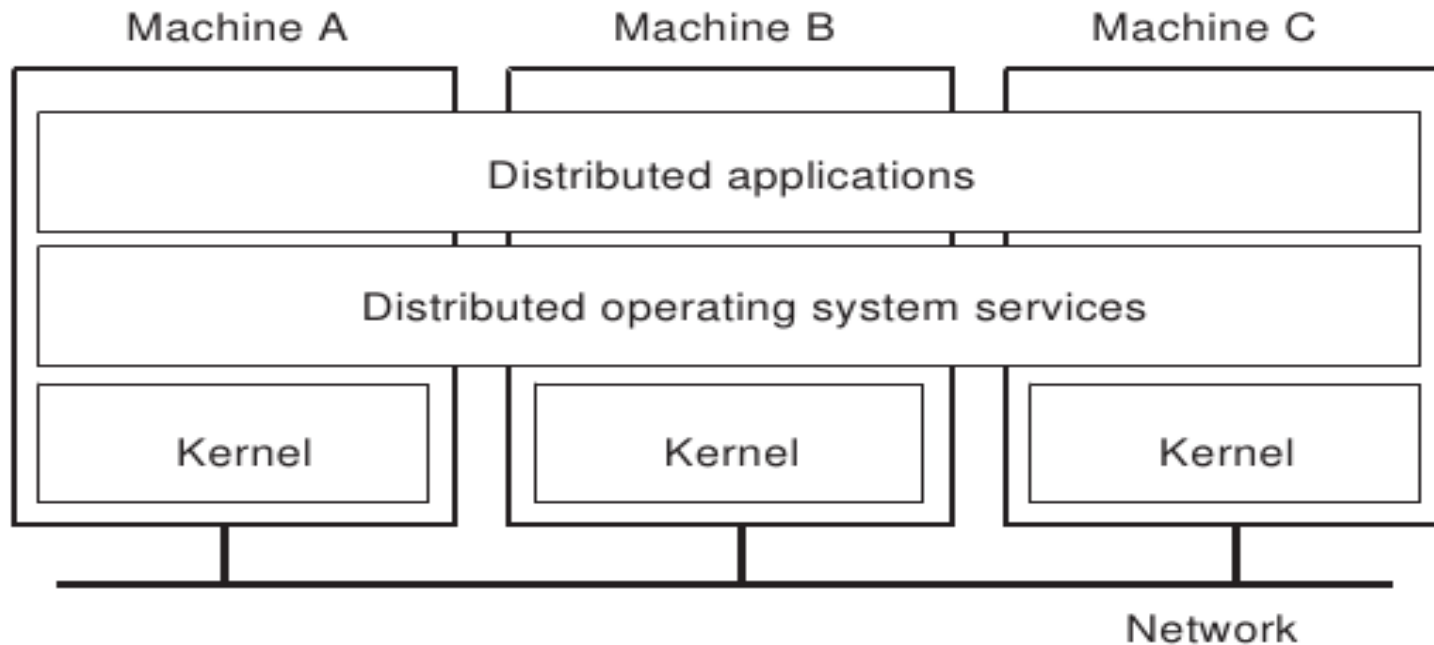
Aplicações Distribuídas: 1

- Diretamente sobre os serviços de rede do Sistema Operativo
 - distribuição **explicitamente controlada** pelo utilizador...



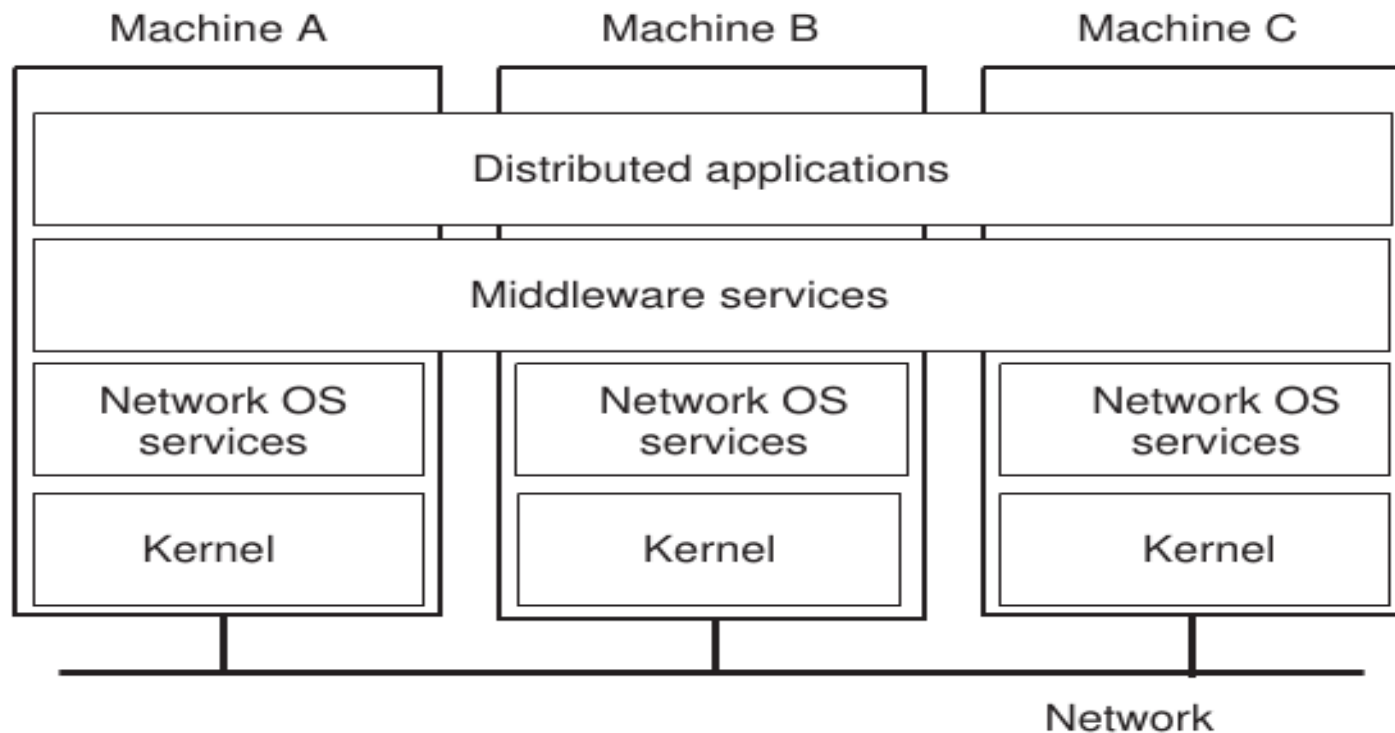
Aplicações Distribuídas: 2

- Sobre um **Sistema Operativo Distribuído***
 - * exemplo: *Amoeba*
 - hardware homogêneo, transparência



Aplicações Distribuídas: 3

- Aplicações Distribuídas sobre o *Middleware*
 - Maior abstração
 - Permite utilização de diferentes máquinas, de fácil acesso
 - Esconde heterogeneidade



Características de um Sistema Distribuído

Questões a considerar ao desenvolver aplicações e serviços em SD:

- heterogeneidade
- abertura
- segurança
- escalabilidade
- resolução de falhas ou problemas
- concorrência
- transparência

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: **heterogeneidade**

- o SD pode conter elementos de natureza diferente:

- sistemas operativos
- redes de computadores
- hardware
- linguagens de programação
- algoritmos de diferentes programadores, com protocolos próprios

- *Middleware*

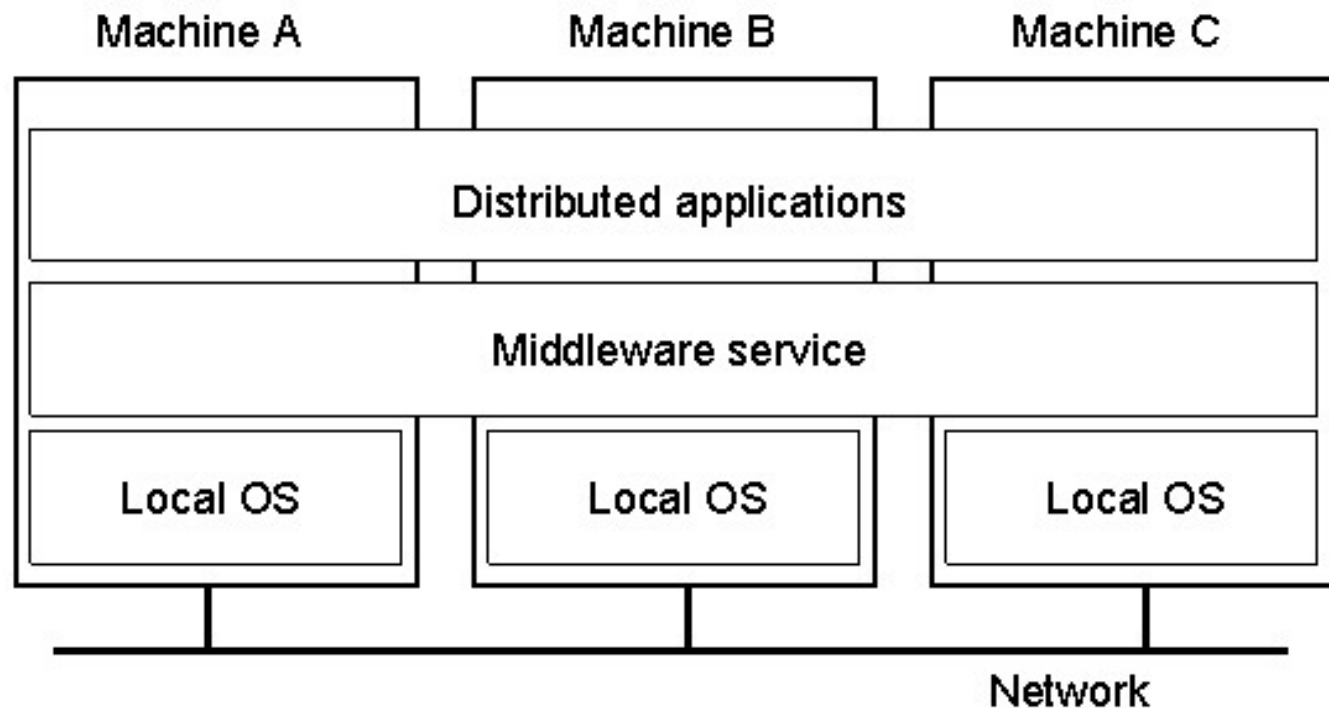
uma camada de software que fornece uma abstração, esconde a heterogeneidade dos vários componentes (hardware, rede, SO, LP) e oferece um modelo computacional uniforme para programadores e aplicações

- ex: CORBA, Java RMI

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: **heterogeneidade**

... Ainda o **Middleware**



Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: abertura

- a abertura num sistema caracteriza-se pela possibilidade de o estender, em termos de componentes ou funcionalidades, sem perturbação dos serviços existentes

- Necessidade: documentar as interfaces de software para disponibilizar aos *developers*

protocolos de comunicação da Internet: publicados em *request for comments* (RFCs)

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: segurança

Aspectos:

- confidencialidade
- integridade
- autenticação
- não repúdio

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: escalabilidade

Um sistema é escalável se permanece funcional quando há um aumento significativo no nº de recursos e no nº de utilizadores.

Aspectos relevantes do ponto de vista da escalabilidade:

- custo dos recursos (físicos ou lógicos)
- perda de performance
- prevenir o esgotamento de recursos (ex: ipV4)
- evitar afunilamentos ou *bottleneck*

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: resolução de falhas ou problemas

- As falhas em SD são parciais (de uma ou várias componentes)
- detetar falhas
- tolerância a falhas, esconder falhas, se possível (associado à replicação)
- recuperação de um estado de erro (*rollback*)
- redundância

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: concorrência

- execução de várias tarefas em simultâneo
- pode originar conflitos

Características de um Sistema Distribuído

preocupações em SD: **transparência**

- manter alguns aspectos da distribuição invisíveis para o programador ou utilizador, para que o sistema seja visto como um todo
- Porquê?
 - para que o utilizador ou programador possa focar a sua atenção na sua aplicação (cliente do sistema) sem depender de aspectos específicos da distribuição
 - modularidade

Características de um Sistema Distribuído: transparência

acesso: permitir o acesso a recursos locais e remotos com operações idênticas

localização: permitir a utilização de recursos sem o conhecimento da sua localização exata

concorrência: permitir a execução simultânea de vários processos com recursos partilhados sem que surjam interferências entre eles

replicação: utilização de múltiplas instâncias de recursos para aumentar a fiabilidade e performance, mas sem que o utilizador ou aplicações cliente tenham conhecimento das réplicas, da sua quantidade ou substituição

Características de um Sistema Distribuído: transparência

falhas: permitir o tratamento de falhas, para que utilizadores e aplicações completem a sua tarefa, independentemente da ocorrência de um problema de hardware ou software

mobilidade: permitir a mobilidade de recursos e clientes dentro de um sistema sem afetar as operações de utilizadores e programas

performance: permitir o ajuste ou reconfiguração do sistema para aumentar o desempenho à medida que as solicitações (carga) variam, de modo transparente para o utilizador

escala: permitir a expansão das componentes do sistema sem alterar a estrutura do mesmo ou os algoritmos das aplicações

Leitura complementar

<http://book.mixu.net/distsys/intro.html>

Livros recomendados

- Distributed Systems - Concepts & Design
George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg and Gordon Blair
5th Edition, Addison Wesley, May
- Distributed Systems
M. van Steen & A.S. Tanenbaum
3rd ed., distributed-systems.net