

Computação Distribuída

Odorico Machado Mendizabal



Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Departamento de Informática e Estatística – INE



Arquiteturas de Sistemas Distribuídos

Componentes e seus relacionamentos

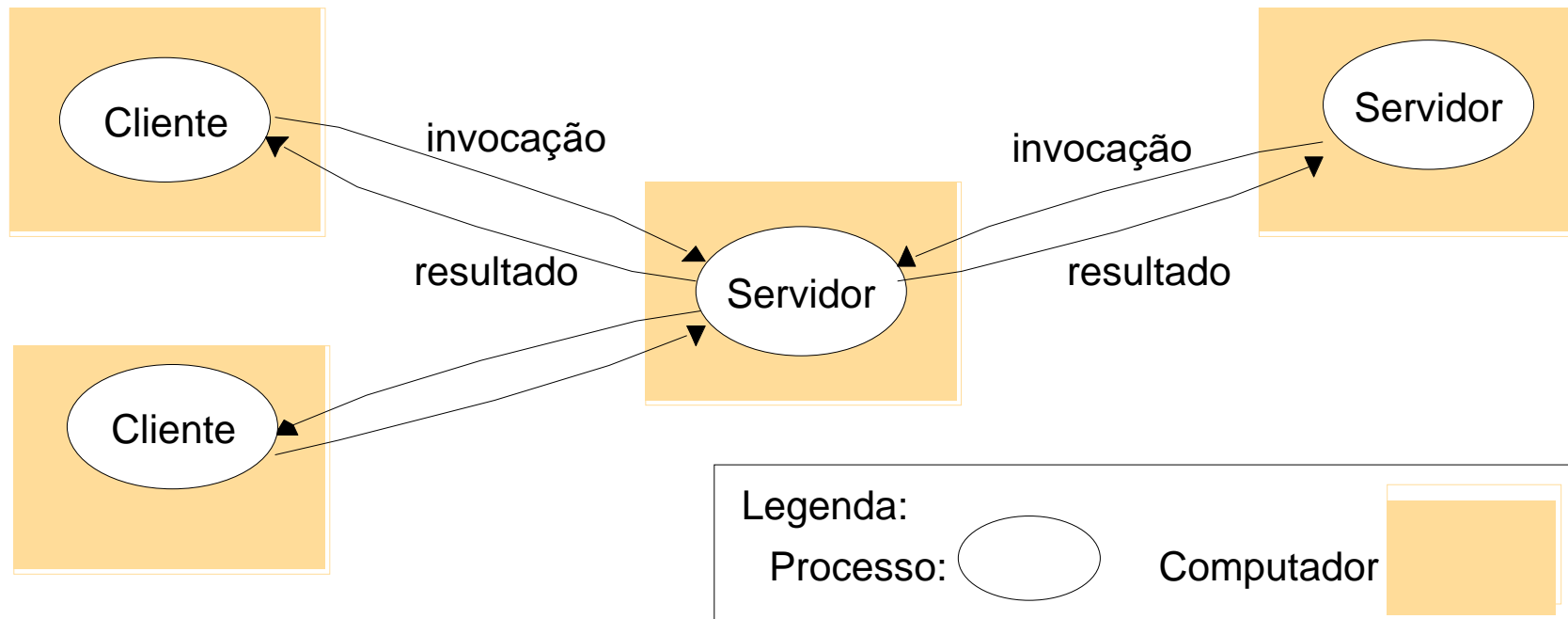
- Componentes em computação distribuída:
 - Processos, recursos compartilhados (objetos, componentes)
- Relação entre os componentes
 - Invocação de serviço, coordenação entre componentes, compartilhamento, replicação
- Requisitos comuns em SD:
 - Desempenho, escalabilidade, concorrência, extensibilidade, heterogeneidade, etc.
- **Paradigmas de comunicação**
 - Comunicação entre processos
 - Invocação remota
 - Comunicação indireta

Paradigmas de comunicação

- Comunicação entre processos
 - Suporte de baixo nível de comunicação: API oferecida por protocolos de Internet (ex. programação com *sockets*)
- Invocação remota
 - Baseada na invocação e resposta: protocolos *request-reply*
 - *Remote Procedure Calls* (Birrell e Nelson, 1984)
 - *Remote Method Invocation*
- Comunicação indireta
 - Maior grau de abstração e garantias extras são oferecidas
 - Comunicação em grupo
 - Sistema *publish-subscribe*
 - Filas de mensagens
 - Espaço de tuplas
 - Memória compartilhada distribuída

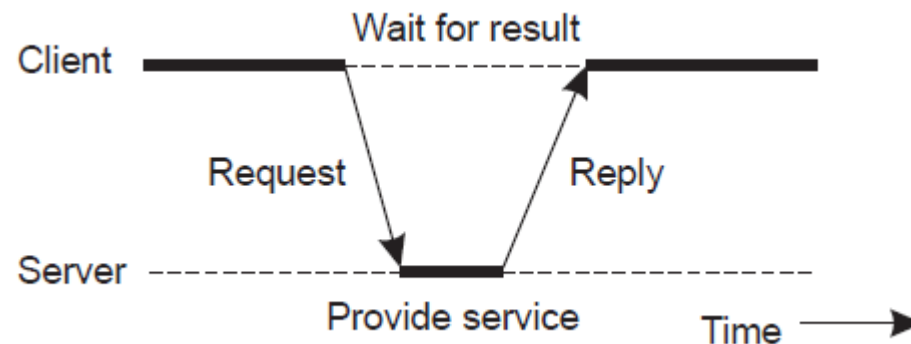
Arquitetura Cliente-Servidor

- Computadores executam processos servidores que oferecem algum serviço
- Outros computadores executam processos clientes que podem enviar requisições aos servidores
- Servidores podem enviar requisições a outros servidores (atuando como clientes)



Fluxo de Execução em modelo Cliente-Servidor

- Cliente envia requisição para o servidor
- Servidor atende a requisição, processando a mensagem através de um serviço específico
- Servidor envia o retorno para a requisição ao cliente

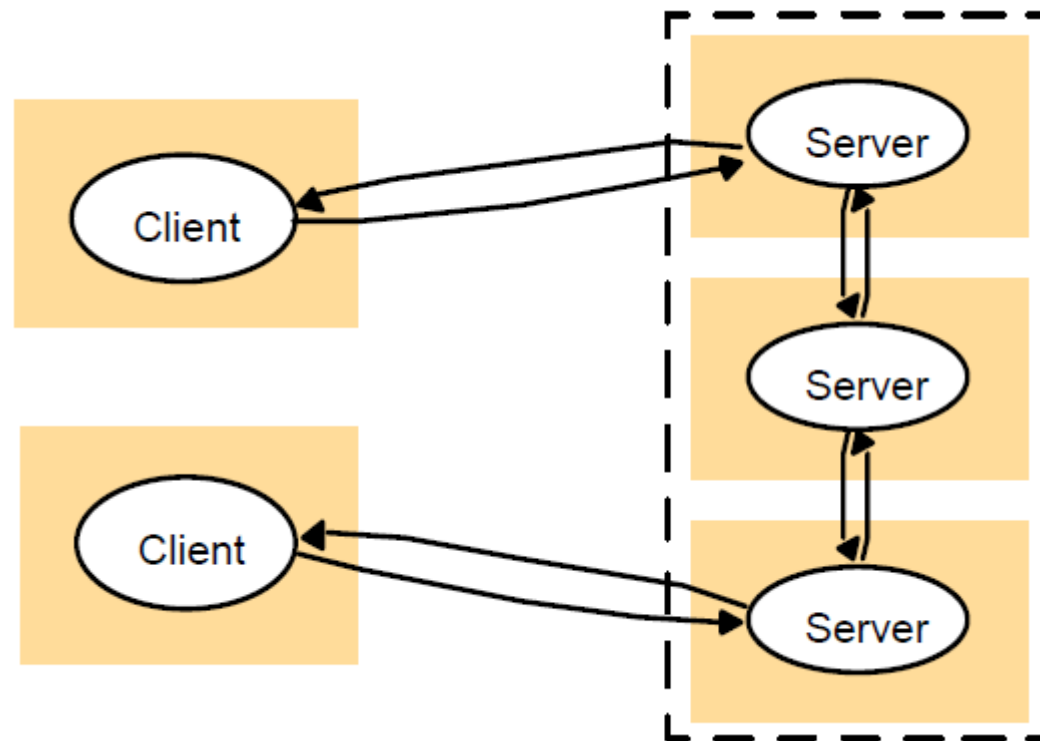


Exemplo de serviço:

- Cliente solicita o hora correta no fuso horário UTC -03:00 (*timezone*)
- Servidor recebe requisição e faz conversão necessária para atender a requisição
- Servidor envia o horário correto para o cliente

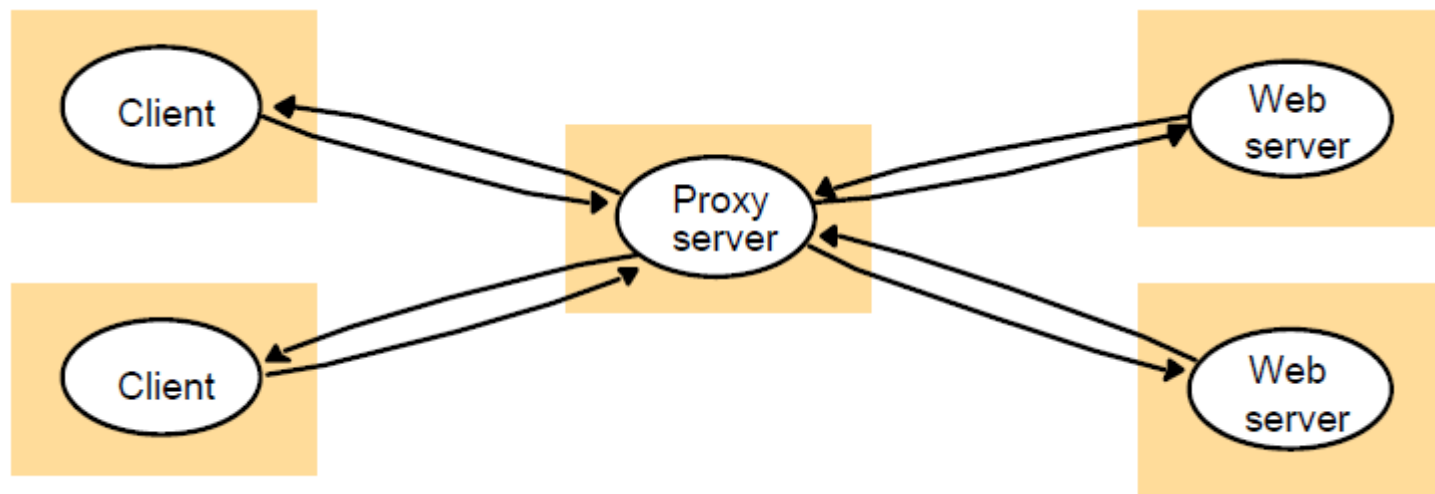
Arquitetura Cliente-Servidor com Múltiplos Servidores

- Múltiplos servidores podem implementar as mesmas funções ou funções diferentes
 - Se implementam mesmas funções, podem estar presentes na arquitetura por questões de desempenho ou redundância
 - Se implementam funções diferentes, a solução é proposta de forma modular e servidores podem inclusive prover serviços para outros servidores



Servidores Proxy e Cache

- Servidores podem atuar como *proxies* entre clientes e servidores
 - Proxy implementa um serviço intermediário (entre o remetente e destinatário)
 - Exemplo: os *proxies* podem aplicar políticas de segurança, fazer cache de conteúdo, etc.
- Servidores ou dispositivos responsáveis por balanceamento de carga podem ser posicionados entre os clientes e servidores
 - Objetivo é equilibrar o número de requisições entre os servidores disponíveis, de modo a não sobrecarregar nenhum deles

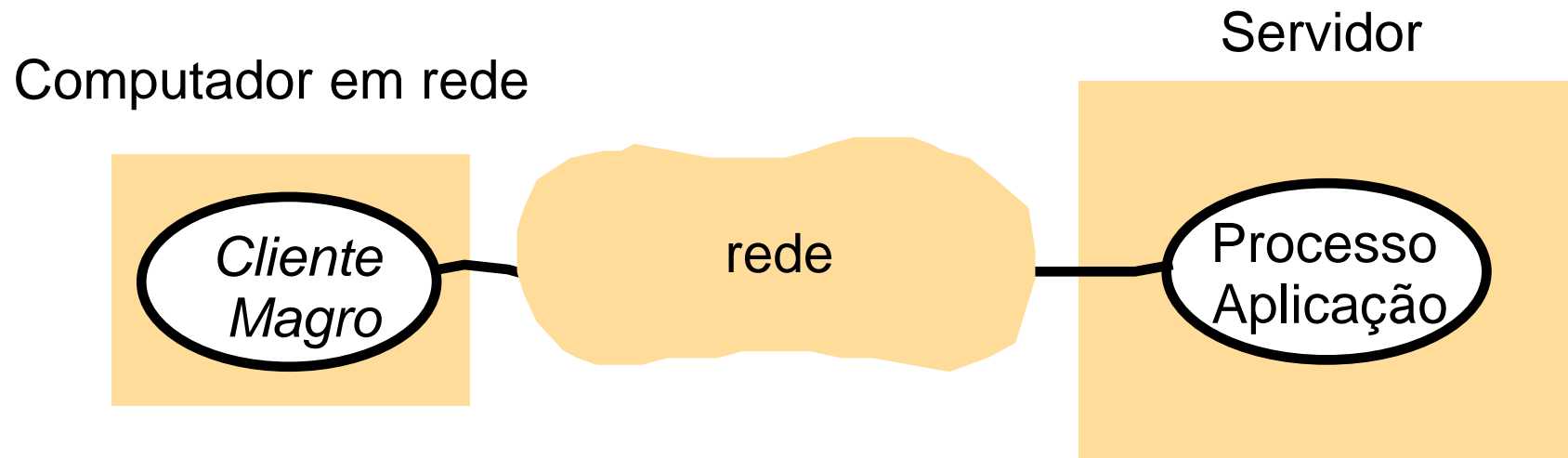


Código Móvel e migração

- O código migra de uma máquina para outra:
 - Código é transferido de A para B e é executado em B
 - Após migração, código pode estabelecer contato com servidor de origem
 - Exemplos: Applets e ActiveX (depreciados), Javascript, Ajax, Worms, máquinas virtuais e contêineres
- Agentes móveis mantêm dados e código móveis, sendo comum a sucessivas migrações entre nodos distribuídos
 - Agentes monitores/inspetores em sistemas de manufatura ou redes de sensores
- Migração de máquinas virtuais em computação ambientes elásticos (ex. computação em nuvem)
- **Desafios:**
 - Segurança
 - Independência de plataforma (é importante que o código não necessite ser recompilado após a migração)
 - Complexidade de desenvolvimento perante os desafios dos ambientes distribuídos (no caso de agentes móveis e migração de VMs)

Cientes Magros (*Thin Client*)

Estação de trabalho em rede que segue o modelo cliente servidor. Esta estação tem poucos ou nenhum aplicativo instalado, sendo que aplicações executam sempre no servidor.



Vantagens:

- Baixo custo (HW e SW)
- Fácil manutenção
- Proteção

Desvantagens:

- Altamente dependente do servidor
- Exige boa largura de banda

Servidor Multicamadas

1 Camada (*Single-Tiered*)

Terminal burro – a máquina do cliente apenas faz *login* em um servidor remoto.
Toda a aplicação reside no servidor

2 Camadas (*Two-Tiered*)

Configuração cliente/servidor com servidor único (uma camada de serviço)

Multi-camadas (*Three-Tiered*)

Cada camada em servidores separados

Arquitetura *Single-Tier*

Vantagens

Segurança, controle, gerenciamento

Desvantagens

- Dificuldade de reutilização dos componentes de aplicação
- Servidor é ponto único de falha

Arquitetura *Two-Tier*

Vantagens

- Clientes são independentes, podendo apresentar camadas de aplicação diferentes.
- Aproveitamento do poder computacional da máquina cliente

Desvantagens

- Servidor precisa tratar conexões de vários clientes
- Lógica da aplicação “amarrada” aos dados

Servidor com Múltiplas Camadas

Primeira Camada

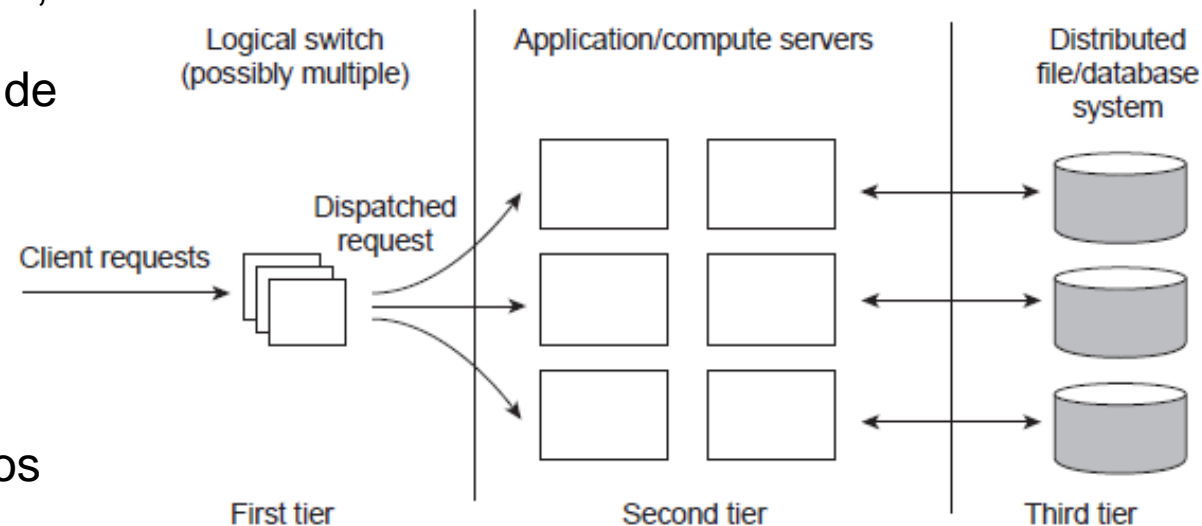
Interface com o usuário, esta camada é a camada de apresentação para o usuário, possivelmente replicada com vários servidores oferecendo balanceamento de carga.

Segunda Camada

Camada de processamento, possui as funções (componentes) da aplicação, porém não mantém os dados persistidos nesta camada.

Terceira Camada

Camada de dados, onde os dados são armazenados e manipulados através dos componentes da segunda camada.



Exemplo de Servidor com 3 Camadas (*Three-Tiered*)

Primeira Camada

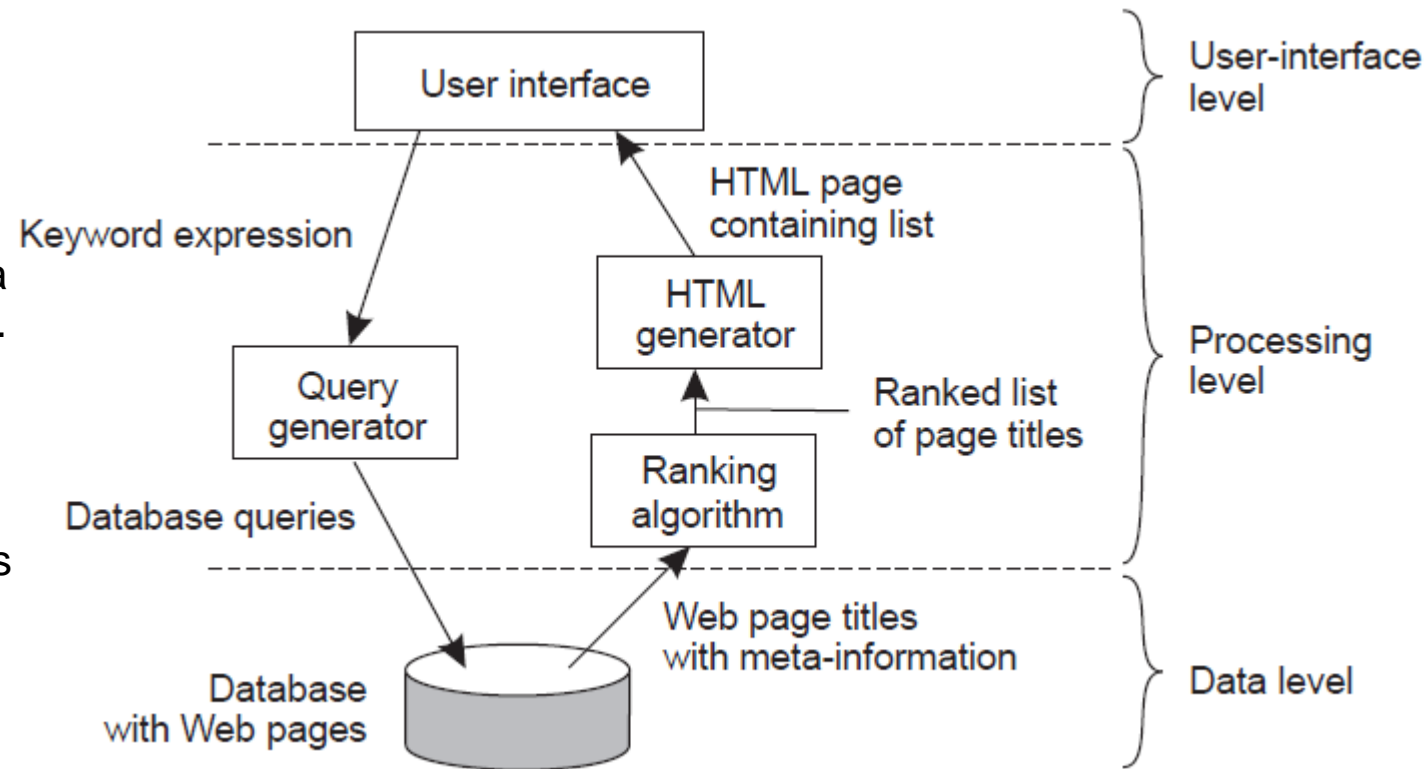
Oferece a interface de busca para o usuário que acessa a aplicação.

Segunda Camada

Contém métodos (ou componentes) para a geração das consultas e implementa funções de classificação dos resultados. Há também a implementação do mecanismo de geração de HTML dinâmico, baseado no resultado das buscas.

Terceira Camada

Mantém conteúdo das páginas Web da aplicação e mantém metadados com conteúdo usado nas pesquisas.



Exemplo de Servidor com 3 Camadas (*Three-Tiered*)

Primeira Camada

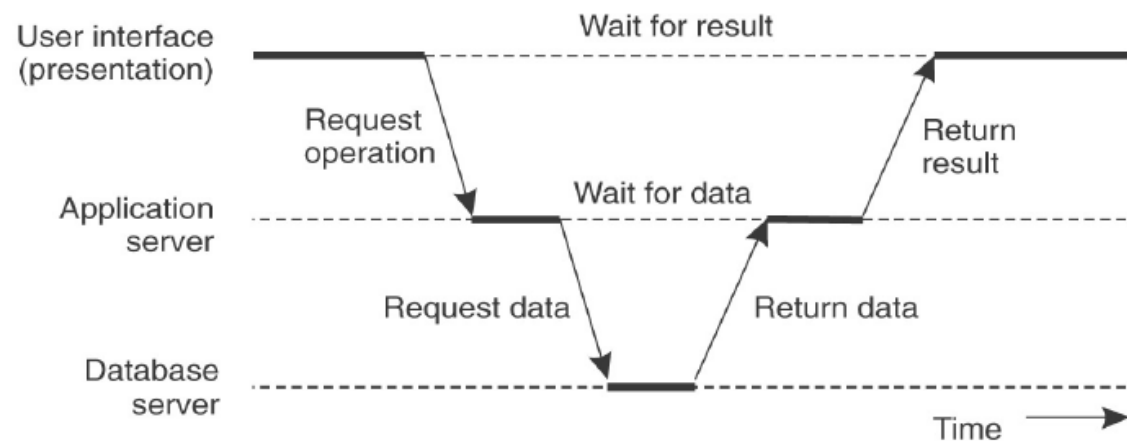
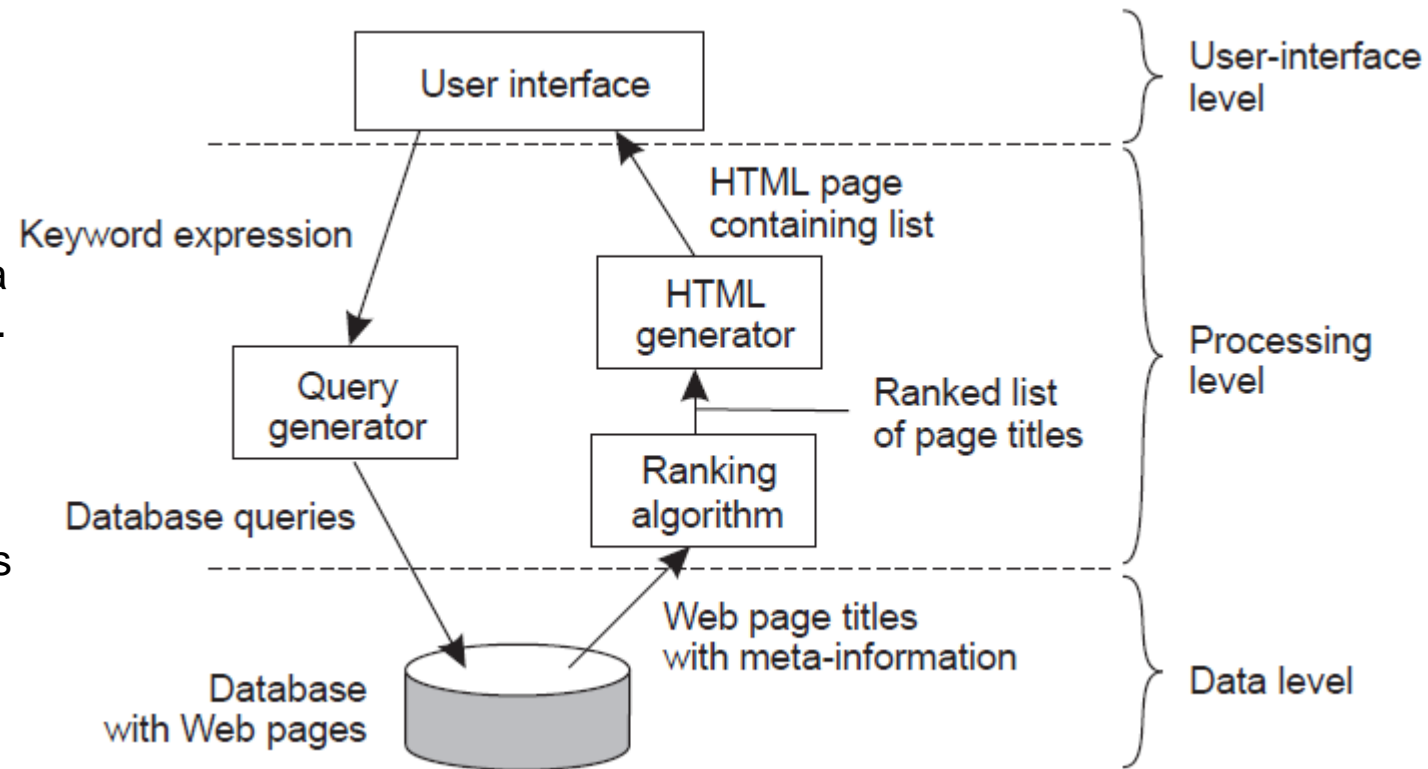
Oferece a interface de busca para o usuário que acessa a aplicação.

Segunda Camada

Contém métodos (ou componentes) para a geração das consultas e implementa funções de classificação dos resultados. Há também a implementação do mecanismo de geração de HTML dinâmico, baseado no resultado das buscas.

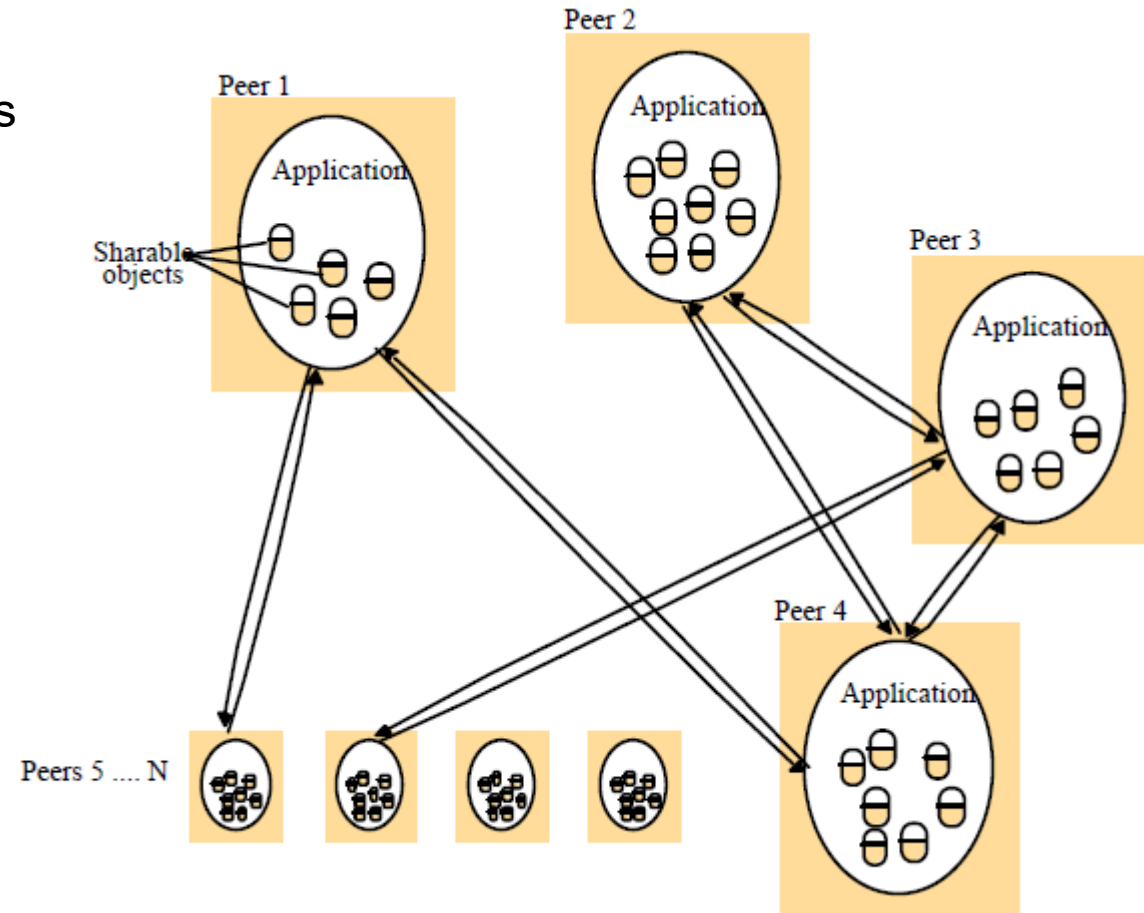
Terceira Camada

Mantém conteúdo das páginas Web da aplicação e mantém metadados com conteúdo usado nas pesquisas.



Arquiteturas Par a Par (P2P – *Peer-to-Peer*)

- Arquiteturas descentralizadas compostas de vários nodos capazes de compartilhar recursos
- Não há diferenciação entre clientes e servidores. Neste modelo de arquitetura, os nodos atuam como ambos.

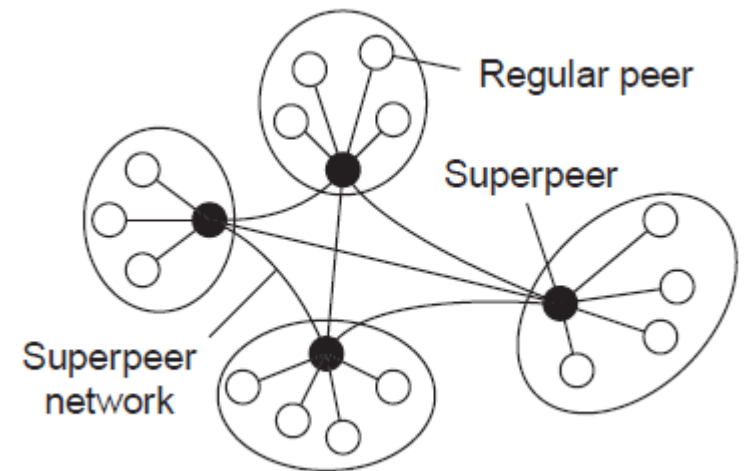


Super Peers

- Pode ser útil selecionar alguns nodos para desempenharem algum trabalho específico, os ***superpeers***

Exemplo de aplicação

- Nodos mantendo índices para busca
- Nodos monitorando o estado da rede



Arquiteturas P2P – Características

- Não há um elemento administrativo centralizado
 - Cada nodo pode adicionar ou remover recursos no sistema
 - Todos os nodos têm as mesmas capacidades e responsabilidades funcionais
- Arquiteturas amplamente distribuídas com recursos voláteis
 - Recursos podem deixar o sistema voluntariamente ou involuntariamente
- Por se tratar de um ambiente aberto, é necessário prover certo grau de segurança e anonimato para os provedores e usuários de serviços

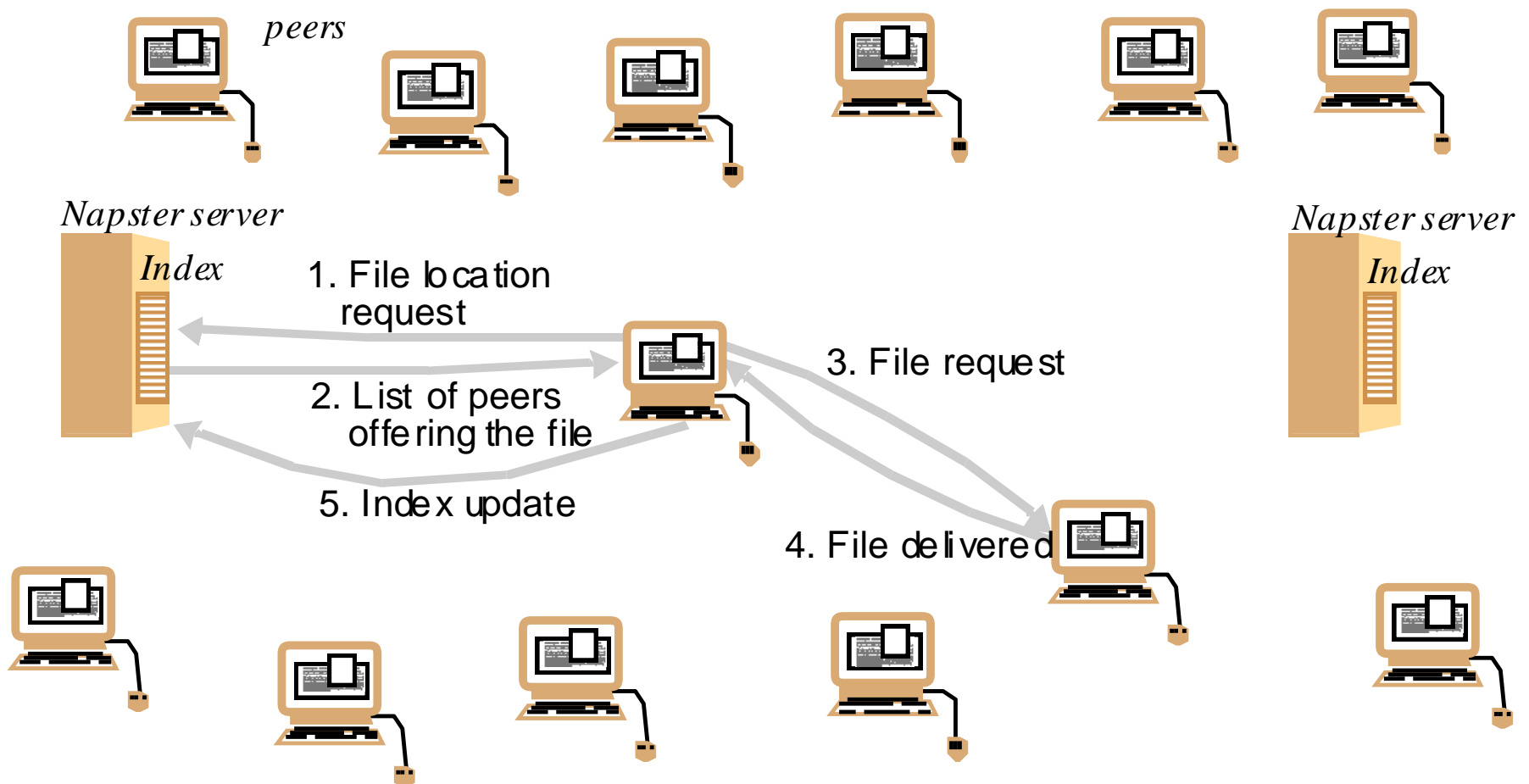
Arquiteturas P2P – Viabilidade de Implementação

- Sistema necessita alta conectividade entre nodos
- Nodos devem ter capacidade de processamento, armazenamento e comunicação adequada

Alguns Dados Históricos:

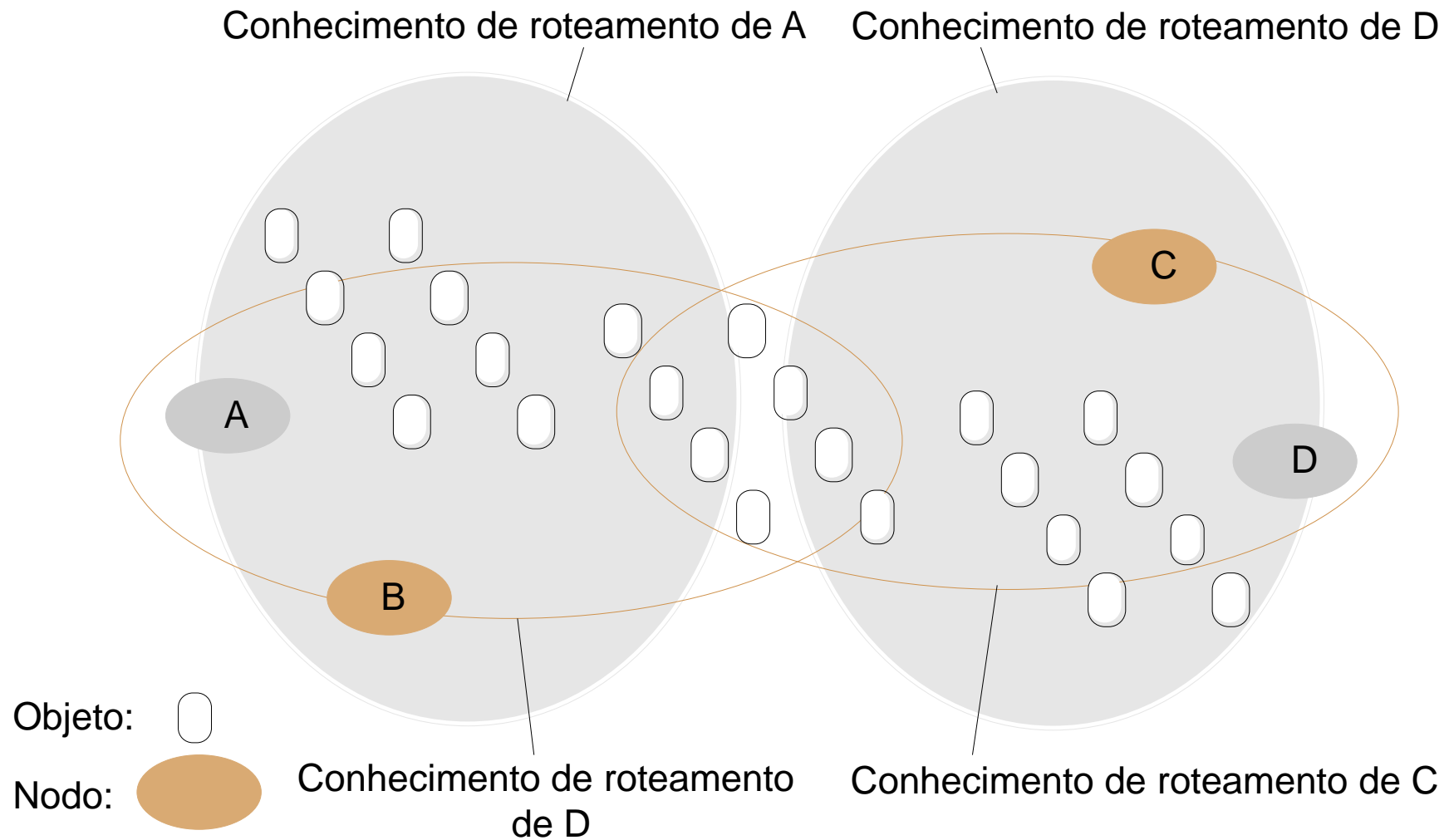
- Em 2004 o número de conexões de banda larga ultrapassou os 100 milhões
- Em 1 ano, 3,91 milhões de PCs participaram do projeto SETI@home, com o processamento de 221 milhões de unidades de trabalho (~27,36 teraflops)
- Surgimento de sistemas P2P com ampla utilização
 - 1ª geração: Napster (1999)
 - 2ª geração: Freenet, Gnutella, Kazaa (2000)
 - 3ª geração: Bit Torrent (2001)

Arquiteturas P2P – Exemplo Napster



Servidor de Indexação centralizado, replicado

Super Peers – Ex.: Sobreposição de Roteamento



Sobreposição de Roteamento

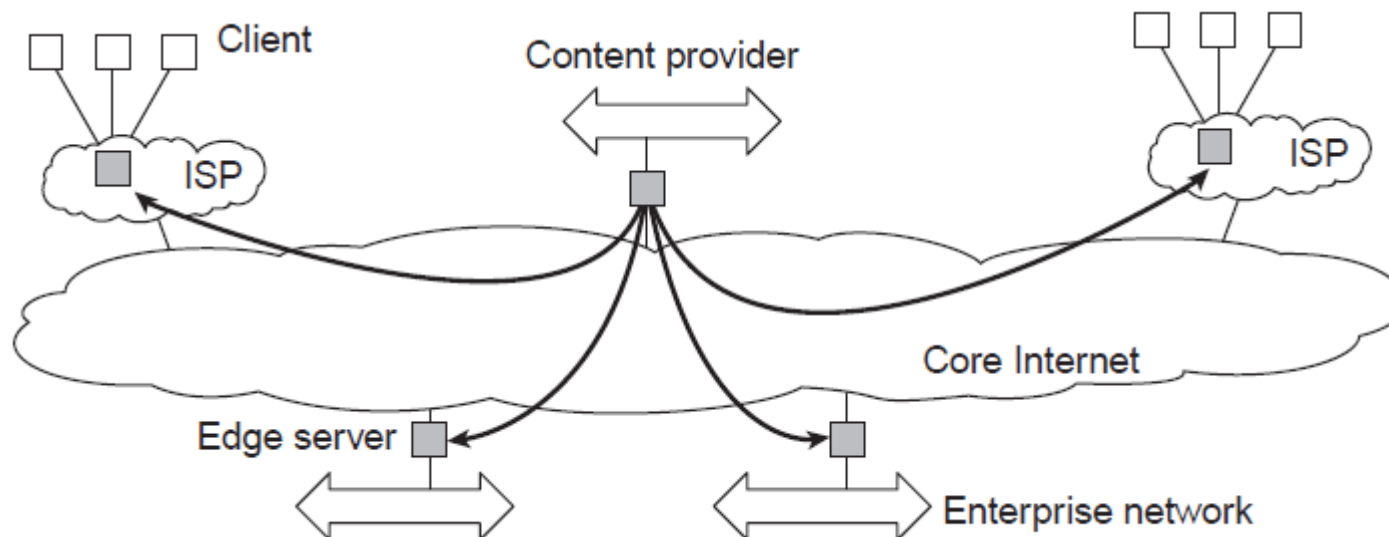
Comparação entre roteamento IP e roteamento em nível de aplicação

	<i>IP</i>	<i>Roteamento em nível de aplicação</i>
<i>Escala</i>	IPv4 limitado à 2^{32} nós endereçáveis. IPv6 amplia para 2^{128} nós. Ainda assim há uma política administrativa para a reserva dos endereços	Recursos endereçáveis por identificadores globais únicos (GUID – tamanho definido pela aplicação)
<i>Balanceamento de Carga</i>	Cargas sobre roteadores definidas pela topologia da rede e tráfego	Objetos podem posicionar-se aleatoriamente, tornando os padrões de tráfego independentes da topologia
<i>Identificação do destinatário</i>	Cada endereço IP é mapeado em exatamente 1 nodo destinatário	Mensagens direcionadas para a réplica mais próxima do objeto destino

Arquiteturas Híbridas – Cliente/Servidor + P2P

Redes de Entrega de Conteúdo (*Content Delivery Networks*)

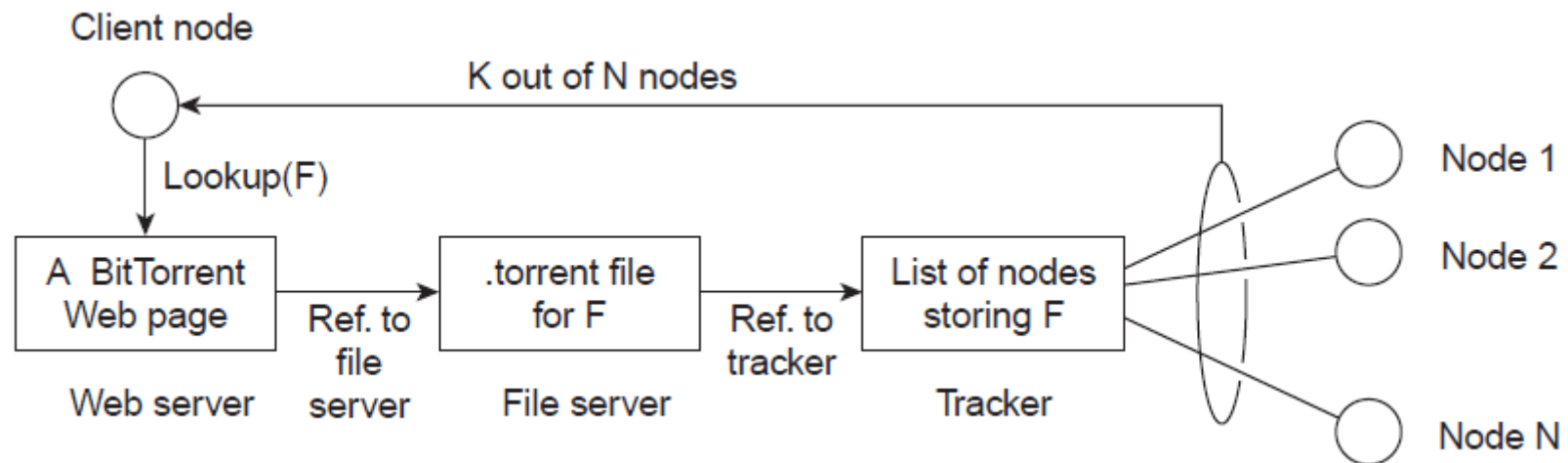
- Provedores de conteúdo ficam geograficamente distribuídos
- Cada provedor mantém o mesmo conteúdo dos demais replicado
- Cliente acessam aplicação através de uma mesma URL
- ISP irá estabelecer a conexão do cliente com o servidor mais próximo



Arquiteturas Híbridas – Cliente/Servidor + P2P

BitTorrent

- Uma vez que um nodo identifica onde encontra um arquivo para baixar, ele une-se a um conjunto de nodos interessados no mesmo arquivo
- Cada nodo baixa e mantém disponível para download partes do arquivo
- Dessa forma os nodos cooperam entre si para obter o máximo ou todas as partes de um arquivo.



Referências

Parte destes slides são baseadas em material de aula dos livros:

- *Coulouris, George; Dollimore, Jean; Kindberg, Tim; Blair, Gordon. Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projetos. Bookman; 5ª edição. 2013. ISBN: 8582600534*
- *Tanenbaum, Andrew S.; Van Steen, Maarten. Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas. 2007. Pearson Universidades; 2ª edição. ISBN: 8576051427*

