Redes de Computadores

Capítulo 2 - Camada de Aplicação

Prof. Jó Ueyama

Março/2014

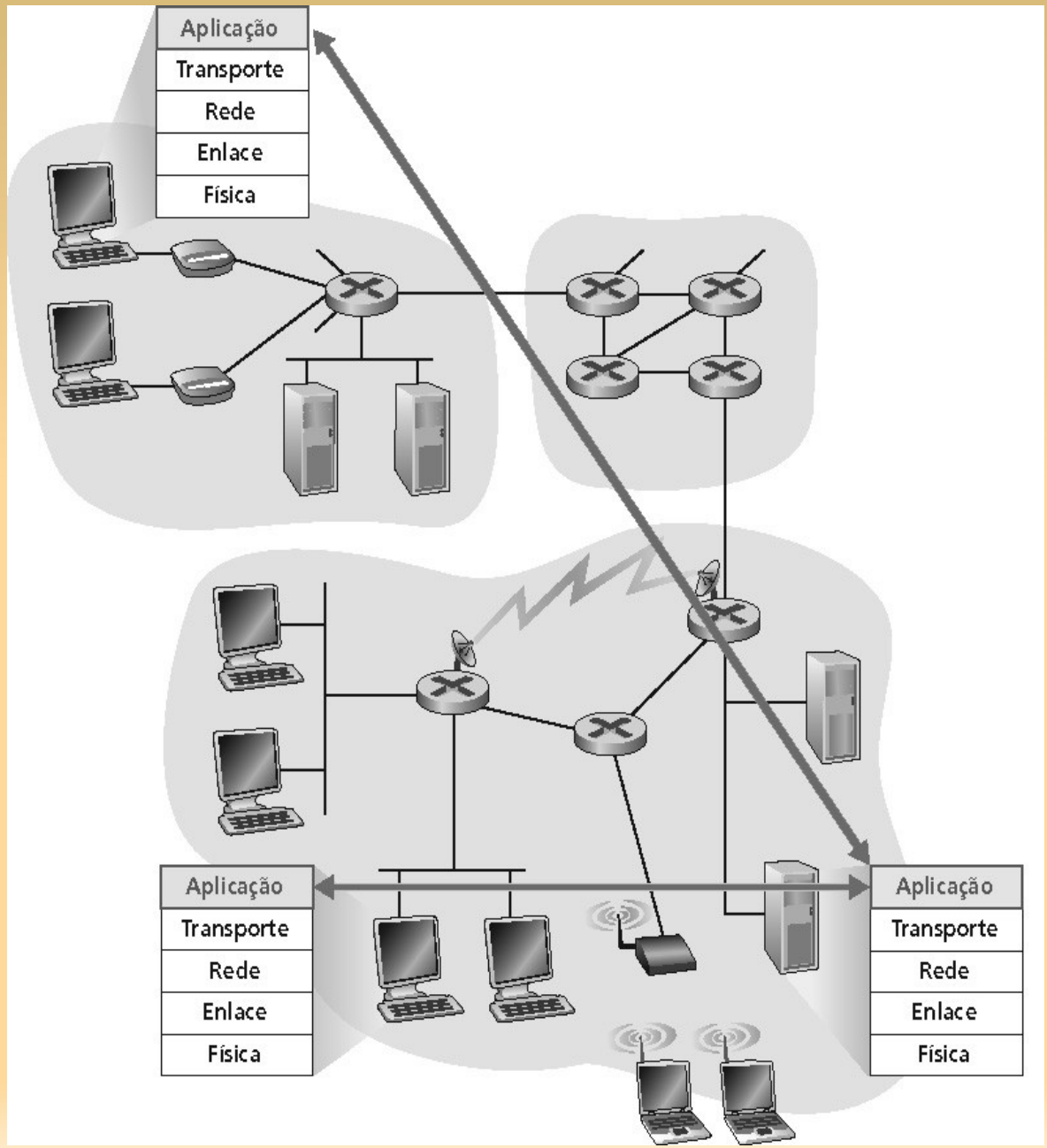
Cap. 2: Camada de Aplicação

- 2.1. Princípios de aplicações de rede
- 2.2. Web e HTTP
- 2.3. FTP
- 2.4. Correio eletrônico
  - SMTP, POP3, IMAP
- 2.5. DNS
- 2.6. Compartilhamento de arquivos P2P
- 2.7. Programação de socket com TCP
- 2.8. Programação de socket com UDP
- 2.9. Construindo um servidor Web

Exemplos de aplicações de rede

- E-mail
- Web
- Mensagem instantânea
- Login remoto (telnet e ssh)
- Compartilhamento de arquivos P2P
- Jogos de rede multiusuário
- Streaming de videoclipes armazenados
- Telefonia via Internet
- Videoconferência em tempo real
- Computação paralela massiva

Criando uma nova aplicação



Criando uma nova aplicação

Escrever programas que:

- executem sobre diferentes sistemas finais;
- se comuniquem através de uma rede.
  - Ex.: Web – software de servidor Web se comunicando com software do browser.

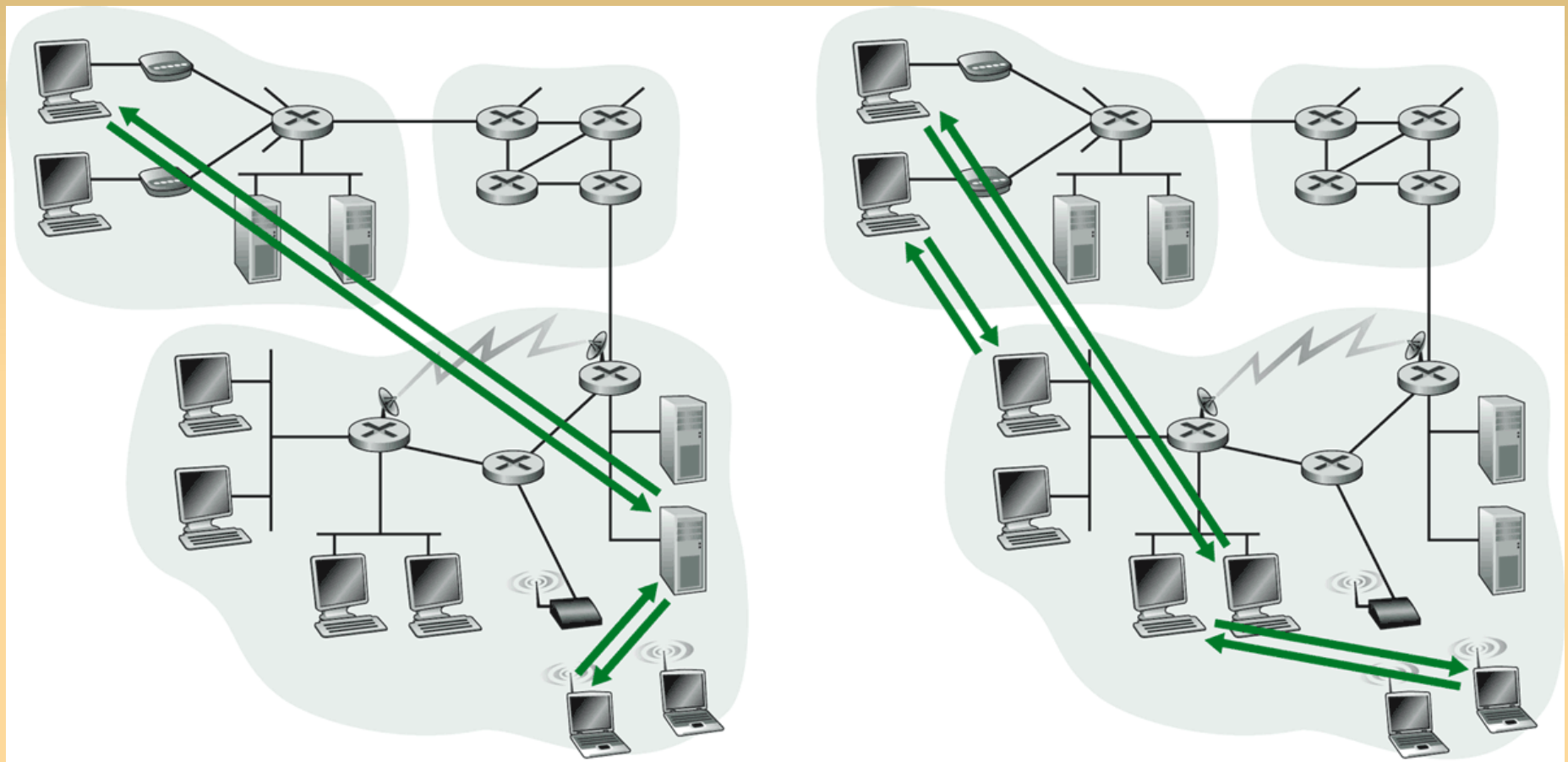
- Nenhum software é escrito para dispositivos no núcleo da rede!
  - não há camada de aplicação nos elementos de rede!

Arquiteturas de Aplicação

- Cliente-servidor
- **Peer-to-peer** (P2P)
- Híbrida de cliente-servidor e P2P

- Arquitetura da aplicação é diferente de arquitetura de rede!

Arquiteturas de Aplicação



a. Client-server application

b. Peer-to-peer application

Figure 2.2 ♦ (a) Client-server architecture; (b) P2P architecture.

Arquitetura Cliente-Servidor

Servidor:

- computador hospedeiro sempre ativo;
- endereço IP permanente;
- fornece serviços solicitados pelo cliente.

Clientes:

- comunicam-se com o servidor;
- podem ser conectados intermitentemente;
- podem ter endereço IP dinâmico;
- não se comunicam diretamente uns com os outros.

Arquitetura Cliente-Servidor (cont.)

- O que acontece se o servidor recebe muitas requisições?
  - escalabilidade?
  - servidores virtuais -> *server farms*.
    - Akamai.

Arquitetura P2P (pura)

- P2P: peer-to-peer, ou par-a-par.
- Sistemas finais arbitrários comunicam-se diretamente.
- Não há servidor.
- Pares são intermitentemente conectados e trocam endereços IP.
- Ex.: BitTorrent
- Altamente escalável, mas difícil de gerenciar.

Arquiteturas Híbridas: Napster

- Transferência de arquivo P2P.
- Busca centralizada de arquivos:
  - conteúdo de registro dos pares no servidor central;
  - consulta de pares no mesmo servidor central para localizar o conteúdo.

Arquiteturas Híbridas: IM

Instant messaging

- Bate-papo entre dois usuários é P2P.
- Detecção/localização centralizada de presença:
  - usuário registra seu endereço IP com o servidor central quando fica on-line;
  - usuário contata o servidor central para encontrar endereços IP dos vizinhos.

Comunicação entre processos

- Dentro do mesmo hospedeiro:
  - se comunicam usando comunicação interprocesso (definido pelo SO).
- Em diferentes hospedeiros:
  - se comunicam por meio de troca de mensagens.

Processos clientes e servidores

- Processo cliente: processo que inicia a comunicação.
- Processo servidor: processo que espera para ser contatado.

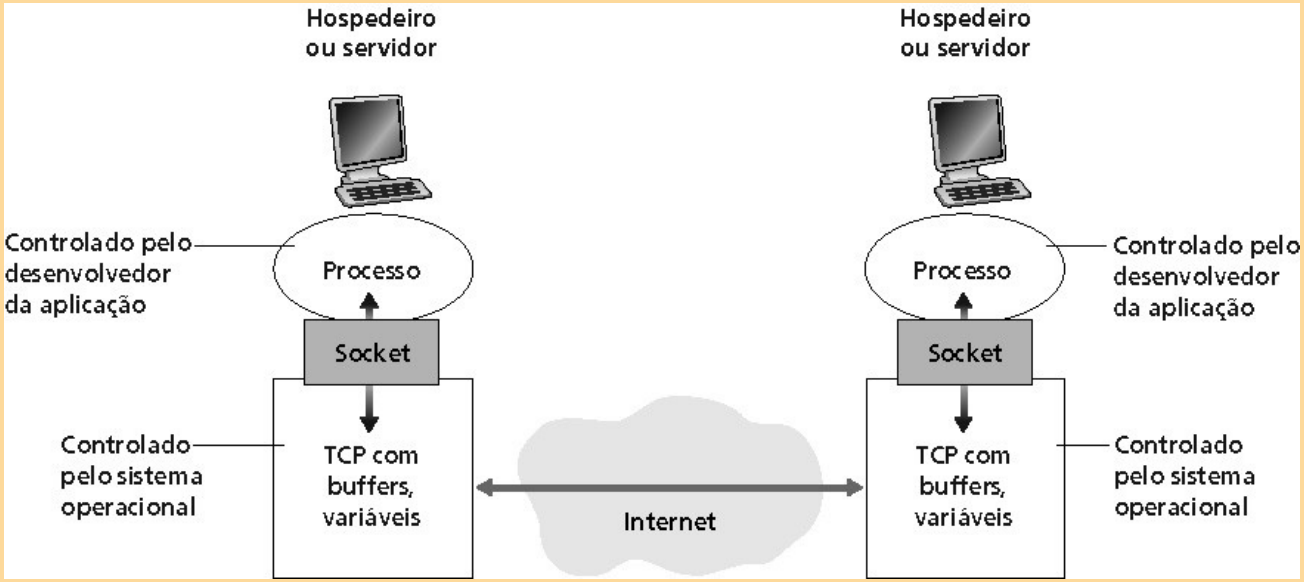
- E no caso de P2P?
  - aquele que inicia a sessão é o cliente.

Sockets

- Analogia:
  - processo = casa;
  - socket = porta.
- Para enviar mensagem:
  - o processo empurra a mensagem para fora da porta.
  - confia na infra-estrutura de transporte no outro lado da porta.

Sockets (cont.)

- Infra-estrutura de transporte: TCP e UDP.
- API:
  - escolha do protocolo (TCP e UDP);
  - parâmetros de configuração.



Endereçamento de Processos

- Para um processo receber mensagens, ele deve ter um identificador!
- endereço IP de 32 bits (único). Mas é suficiente?
  - Não, muitos processos podem estar em execução no mesmo hospedeiro!

Endereçamento de Processos (cont.)

- O identificador inclui o endereço IP e o número da porta associada ao processo no hospedeiro!
- Conceito de multiplexação – camada de transporte do Modelo OSI.
- Exemplos de números de porta:
  - Servidor HTTP: 80
  - Servidor de Correio (SMTP): 25
  - Alocação de portas: http://www.iana.org

Protocolos de Camada de Aplicação

- Definem:
  - tipo das mensagens trocadas.
    - Ex.: mensagens de requisição e resposta.
  - sintaxe dos tipos de mensagem:
    - os campos nas mensagens e como são delineados.
  - semântica dos campos:
    - significado da informação nos campos.
  - regras para quando e como os processos enviam e respondem às mensagens.

Protocolos de Camada de Aplicação (cont.)

- Dois tipos de protocolos:
  - Domínio público: definidos nas RFCs.
  - recomendados para interoperabilidade.
    - Ex.: HTTP, SMTP
  - Proprietários:
    - Ex.: KaZaA

- O protocolo é parte da aplicação

Quais serviços uma aplicação necessita?

- Transferência confiável de dados:
  - aplicação tolerará perda?
    - sim: áudio.
    - não: transferência de arquivos, telnet.
- Temporização:
  - aplicações exigem baixos atrasos?
  - ex.: telefonia via Internet, jogos interativos.

Quais serviços uma aplicação necessita?

- Largura de banda:
  - aplicações exigem banda mínima?
    - ex.: multimídia.
    - “aplicações elásticas” melhoram quando a banda disponível aumenta (transferência de arquivos).

Requisitos de Aplicações de Rede

Aplicação	Perda de Dados	Largura de banda	Sensibilidade ao atraso
transferência de arquivos	sem perda	elástica	não
e-mail	sem perda	elástica	não
documentos web	sem perda	elástica (alguns kbps)	não
áudio/vídeo em tempo real	tolerante à perda	áudio: kbps – 1Mbps vídeo: 10Kbps – 5Mbps	sim: décimos de segundos
áudio/vídeo armazenado	tolerante à perda	áudio: kbps – 1Mbps vídeo: 10Kbps – 5Mbps	sim: alguns segundos
jogos interativos	tolerante à perda	alguns Kbps – 10Mbps	sim: décimos de segundos
mensagem instantânea	sem perda	elástica	sim e não

Aplicações e seus protocolos

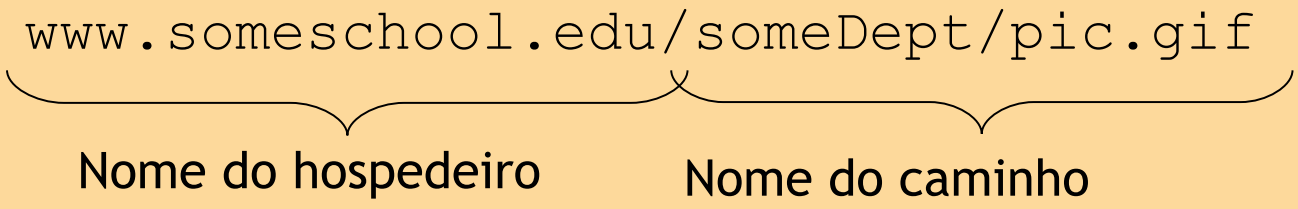
Aplicação	**Protocolo de Camada de Aplicação**	**Protocolo de transporte**
transferência de arquivos	FTP (RFC959)	TCP
e-mail	SMTP (RFC2821)	TCP
web	HTTP (RFC2616)	TCP
Multimídia em tempo real	RTP ou proprietário	UDP

Web e HTTP

Web e HTTP

Terminologia:

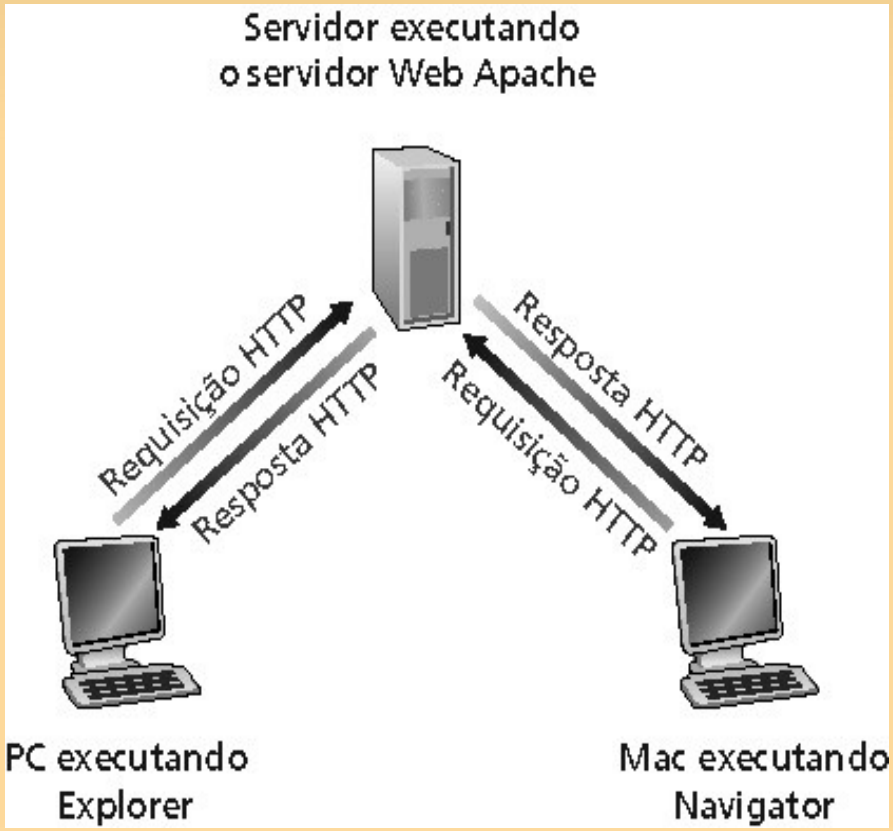
- Página Web consiste de objetos
- Objeto pode ser arquivo HTML, imagem JPEG, Java applet, arquivo de áudio,...
- A página Web consiste de arquivo-HTML base, que inclui vários objetos referenciados
- Cada objeto é endereçado por uma URL
- Exemplo de URL:



HTTP - Visão Geral

HTTP: hypertext transfer protocol

- Protocolo da camada de aplicação da Web.



HTTP - Visão Geral

Modelo cliente/servidor:

- Cliente: browser que solicita, recebe e apresenta objetos da Web;
- Servidor: envia objetos em resposta a pedidos.

- Padrões:
  - HTTP 1.0: RFC 1945
  - HTTP 1.1: RFC 2616

HTTP - Funcionamento

- Utiliza TCP.
- Sequência de ações:
  - cliente inicia conexão TCP (cria socket) para o servidor na porta 80.
  - servidor aceita uma conexão TCP do cliente.
  - mensagens HTTP são trocadas entre o browser (cliente HTTP) e o servidor Web (servidor HTTP).
  - conexão TCP é fechada.

HTTP - Visão Geral

- HTTP é “stateless”
  - O servidor não mantém informação sobre os pedidos passados pelos clientes.
- **Protocolos que mantêm informações de “estado” são complexos!**
  - Histórico do passado (estado) deve ser mantido.
  - Se o servidor/cliente quebra, suas visões de “estado” podem ser inconsistentes, devendo ser reconciliadas.
  - Cookies driblam o “stateless”

Tipos de conexões HTTP

HTTP não persistente:

- no máximo, um objeto é enviado sobre uma conexão TCP.
- HTTP/1.0 utiliza HTTP não persistente.

HTTP persistente:

- múltiplos objetos podem ser enviados sobre uma conexão;
- TCP entre o cliente e o servidor;
- HTTP/1.1 utiliza conexões persistentes em seu modo padrão.

HTTP não-persistente

URL: `www.someSchool.edu/someDepartment/home.index`

(contém texto, referências a 10 imagens jpeg)

1a. Cliente HTTP inicia conexão TCP ao servidor HTTP em www.someSchool.edu.

1b. Servidor HTTP no computador www.someSchool.edu esperando pela conexão TCP na porta 80. "Aceita" conexão, notificando o cliente.

2. Cliente HTTP envia HTTP request message (contendo a URL) para o socket da conexão TCP

3. Servidor HTTP recebe mensagem de pedido, forma response message contendo o objeto solicitado, envia mensagem para o socket

4. Servidor HTTP fecha conexão TCP

5. Cliente HTTP recebe mensagem de resposta contendo o arquivo html, apresenta o conteúdo html. Analisando o arquivo html, encontra 10 objetos jpeg referenciados

6. Passos 1-5 são repetidos para cada um dos 10 objetos jpeg

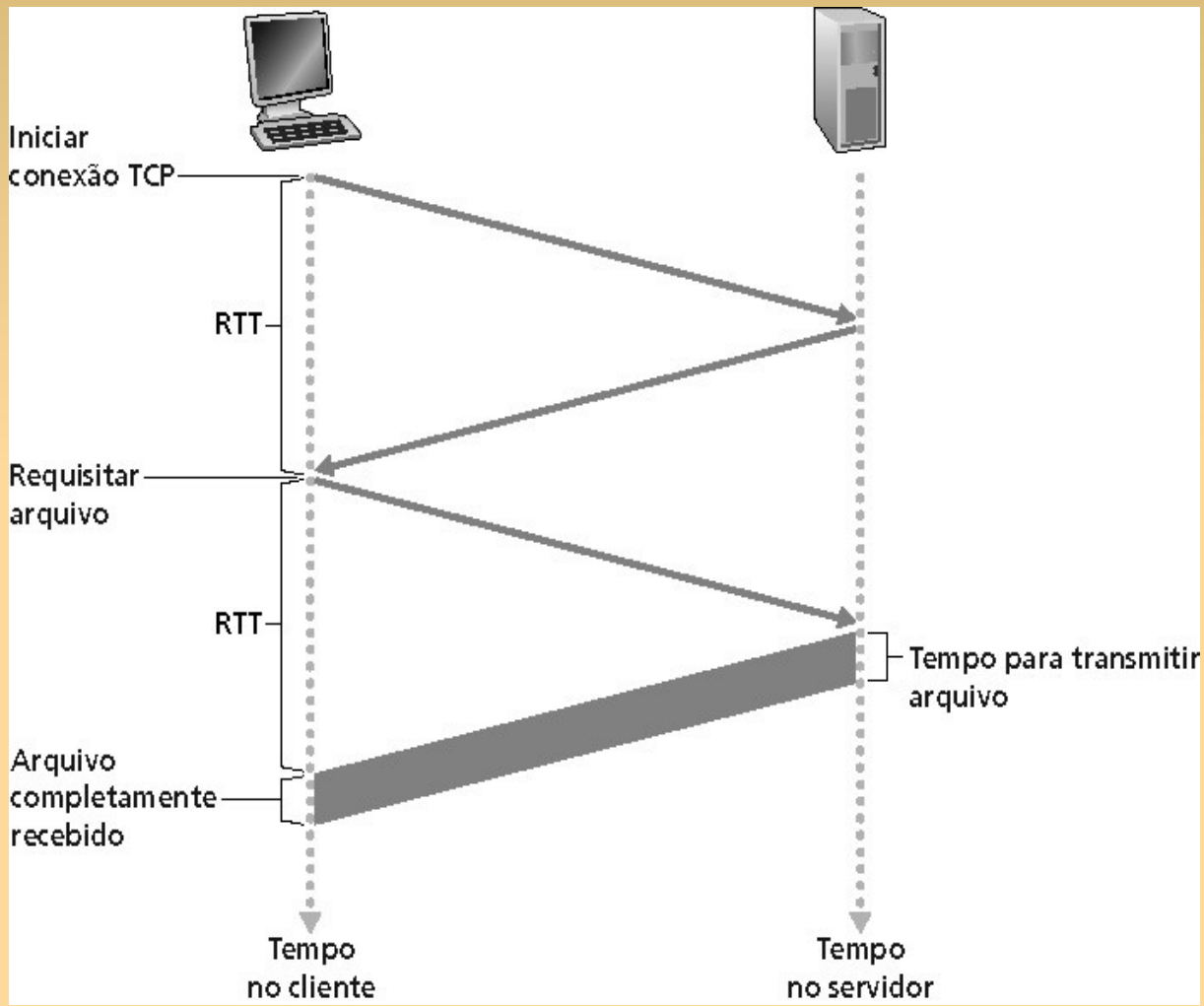
Tempo

Tempo de resposta

Definição de RTT: tempo para enviar um pequeno pacote que vai do cliente para o servidor e retorna.

Tempo de resposta:

- Um RTT para iniciar a conexão TCP
- Um RTT para requisição HTTP e primeiros bytes da resposta HTTP para retorno.
- Tempo de transmissão de arquivo.



Total = 2RTT+ tempo de transmissão

HTTP persistente

- Servidor deixa a conexão aberta após enviar uma resposta.
- Mensagens HTTP subseqüentes entre o mesmo cliente/servidor são enviadas pela conexão.
- Dois modos de operação:
  - sem paralelismo;
  - com paralelismo.

HTTP persistente

- Persistente sem **paralelismo:**
  - cliente emite novas requisições apenas quando a resposta anterior for recebida;
  - tempo de resposta: um RTT para cada objeto referenciado.
- Persistente com **paralelismo:**
  - padrão no HTTP/1.1;
  - cliente envia requisições assim que encontra um objeto referenciado;
  - tempo de resposta: tão pequeno como um RTT para todos os objetos referenciados.

Mensagens HTTP

- Dois tipos de mensagens:
  - request (requisição);
  - response (resposta).

Mensagem de requisição HTTP

- formato ASCII;
- linhas separadas por CR/LF;
- linha obrigatória: linha de requisição;
- linhas de cabeçalho são opcionais.

Linha de requisição
(comandos GET, POST, HEAD)

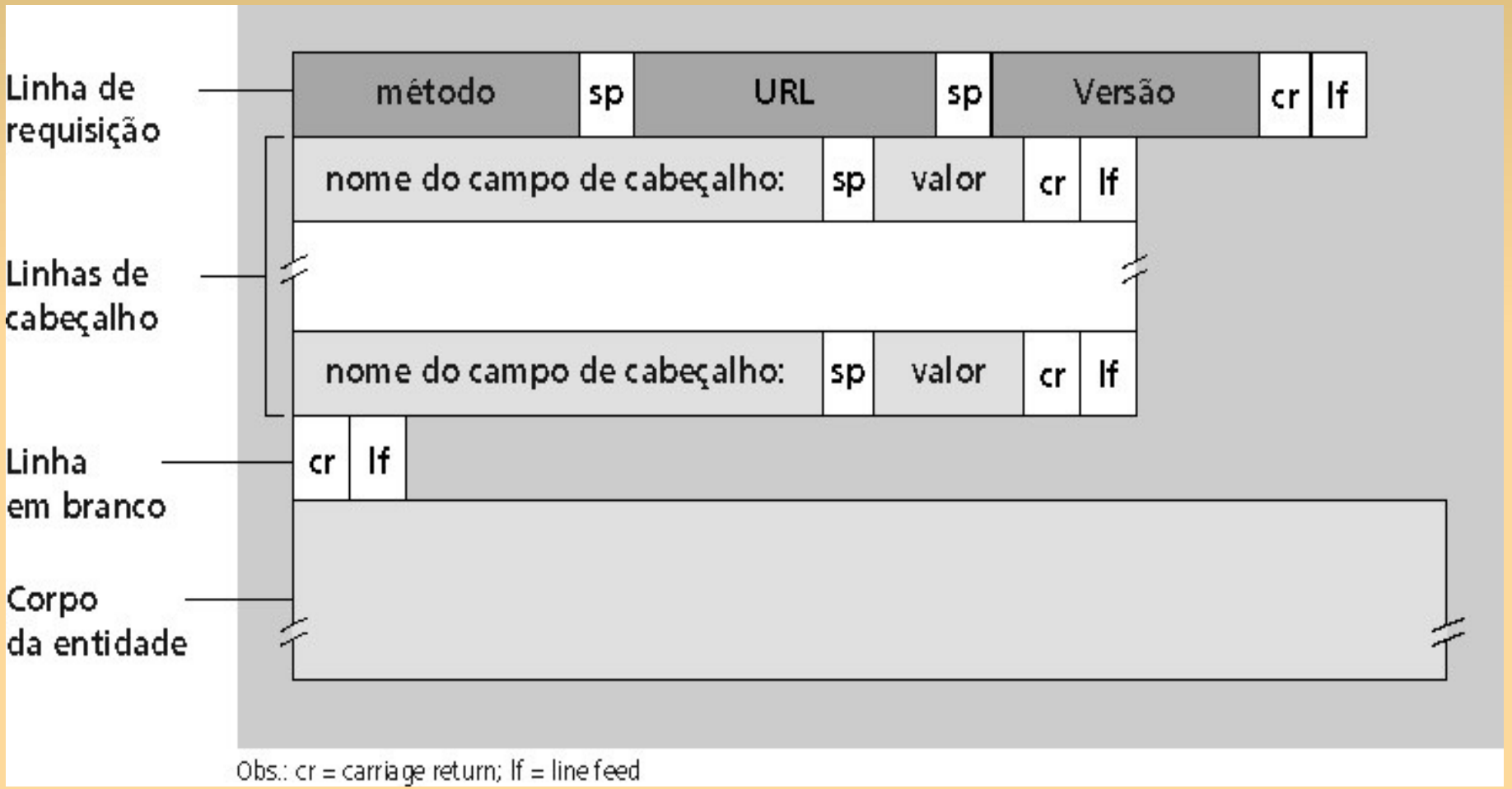
Linhas de cabeçalho

indica fim da mensagem

```
GET /somedir/page.html HTTP/1.0
Host: www.someschool.edu
Connection: close
User-agent: Mozilla/4.0
Accept-language:fr
```

(carriage return, line feed adicional)

Mensagem de requisição HTTP: Formato Geral



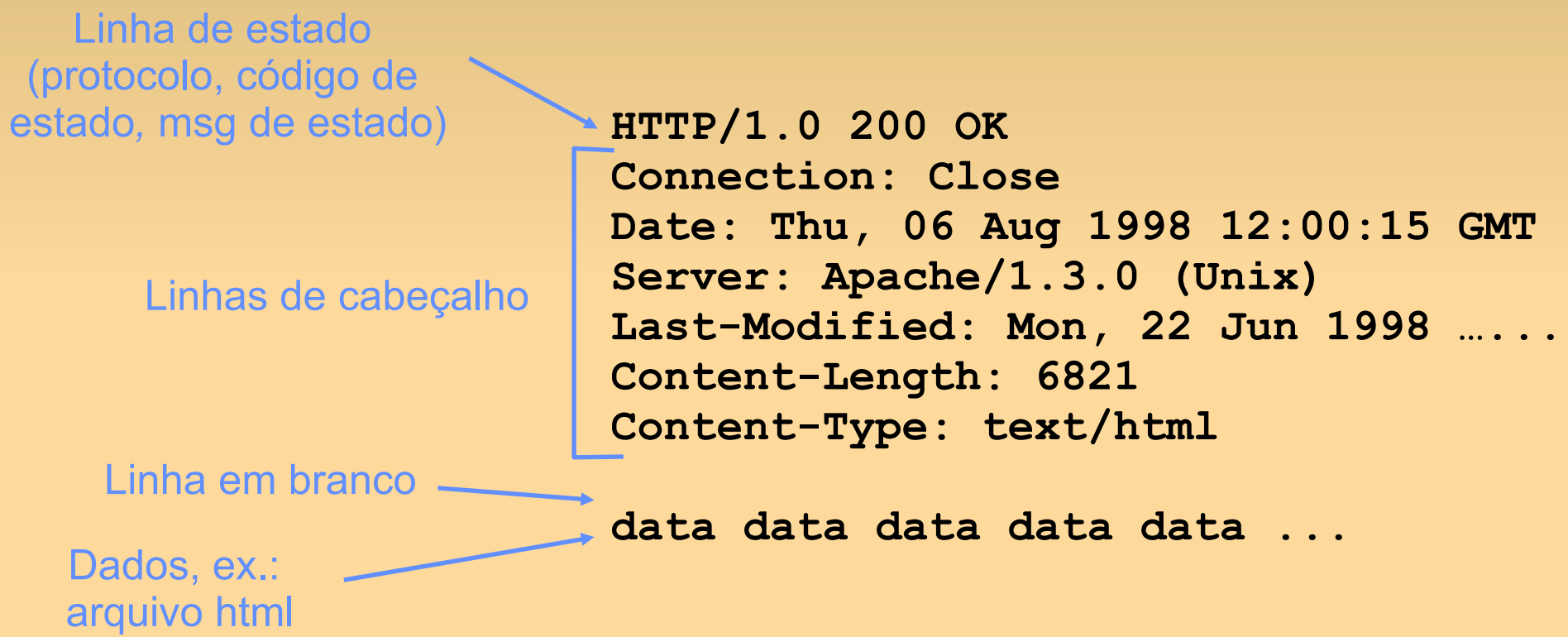
Tipos de Métodos – HTTP/1.0

- GET:
  - requisita obejtos ao servidor web.
- POST:
  - usado para enviar dados ao servidor;
  - “corpo da entidade” contém dados fornecidos pelo usuário.
- HEAD:
  - similar ao GET;
  - porém o servidor deixa o objeto requisitado fora da resposta;
  - usado por desenvolvedores para *debugging*.

Tipos de Métodos - HTTP/1.1

- GET, POST, HEAD.
- Outros métdos, entre eles:
  - PUT:
    - envia o arquivo no corpo da entidade para o caminho especificado no campo de URL.
  - DELETE:
    - apaga o arquivo especificado no campo de URL.
  - usados por ferramentas de edição para enviar/remover arquivos no servidor.

Mensagem de resposta HTTP



Mensagem de resposta HTTP

`Content-Type: text/html`

- Como saber o tipo de arquivo?
  - http://www.iana.org/assignments/media-types/
- Alguns exemplos:

  text/html

  image/gif

  image/jpeg

Códigos de Estado

- 200 OK: requisição bem-sucedida, objeto requisitado a seguir nesta mensagem.
- 301 Moved permanently: objeto requisitado foi movido, nova localização especificada a seguir nesta mensagem (Location:).
- 400 Bad request: mensagem de requisição não compreendida pelo servidor.
- 404 Not Found: documento requisitado não encontrado neste servidor.
- 505 HTTP version not supported

Simulando um cliente HTTP...

1. Telnet para um servidor Web:

```
telnet www.uol.com.br 80
```

Abre conexão TCP para a porta 80 (porta default do servidor HTTP) em www.uol.com.br
Qualquer coisa digitada é enviada para a porta 80 em www.uol.com.br

2. Digite um pedido GET HTTP:

```
GET / HTTP/1.1
host: www.uol.com.br
```

Digitando isso (tecle carriage return duas vezes), você envia este pedido HTTP GET mínimo (mas completo) ao servidor HTTP

3. Examine a mensagem de resposta enviada pelo servidor HTTP!

```
iMac-de-Jo-Ueyama:~ joueyama$ telnet www.uol.com.br 80
Trying 200.147.67.142...
Connected to homeuol.ipv6uol.com.br.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.1
host: www.uol.com.br

HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 11 Mar 2014 23:05:35 GMT
Server: Apache
Content-Type: text/html
Cache-Control: no-store
Pragma: no-cache
Set-cookie:  UOL_VIS=A1143.107.183.17811394579155.926268l; domain=.uol.com.br; path=/; expires=Wed, 12-Mar-2014 06:00:00 GMT
Vary: Accept-Encoding,User-Agent
Connection: close
Transfer-Encoding: chunked

1df8
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
                <head>
                <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" />
                <meta name="description" content="O UOL é o maior provedor de acesso à Internet do Brasil. É também o maior provedor de conteúd
o em língua portuguesa do mundo." />
                <meta name="keywords" content="esporte, jornais, revistas, biblioteca, folha online, folha.com, classificados, compras, computa
dor, corpo, saúde, moda, carros, cinema, crianças, diversão, arte, economia, educação, internet, jogos, novelas, rádio, tv, tempo, mapas, trâns
ito, últimas notícias, viagem, jornalismo, informação, notícia, cultura, entretenimento, lazer, opinião, análise, internet, televisão, fotograf
ia, imagem, som, áudio, vídeo, fotos, tecnologia, gay, vestibular, empregos, humor, música" />
```

Interação usuário-servidor: cookies

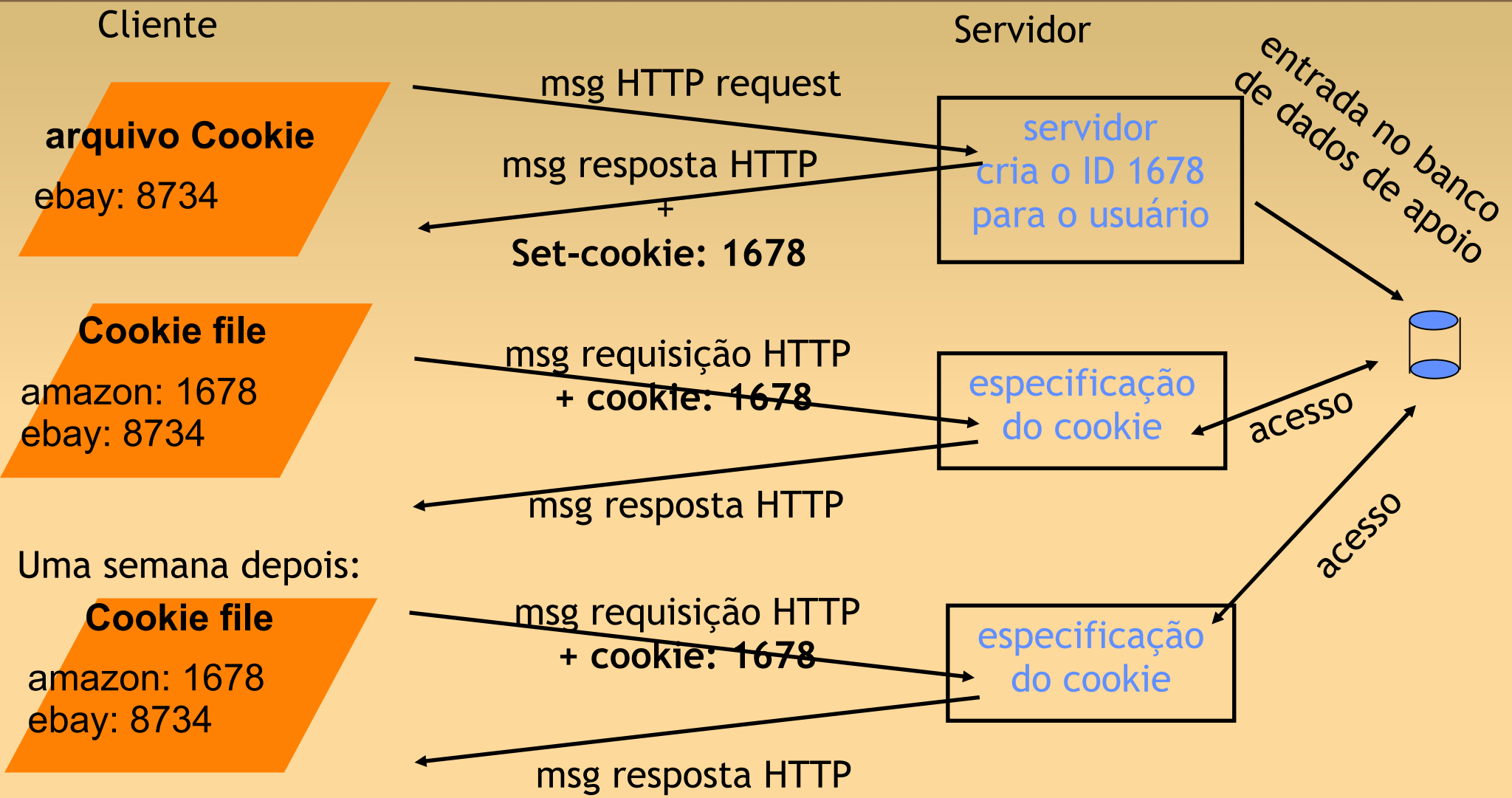
- Servidores http não possuem controle de estado.
- Uso de cookies permite que o usuário seja monitorado.
- A maioria dos grandes sites Web utiliza cookies:
  - Yahoo,
  - Amazon,
  - etc...

Interação usuário-servidor: cookies

Quatro componentes:

1) Linha de cabeçalho de cookie na mensagem de resposta HTTP.
2) Linha de cabeçalho de cookie na mensagem de requisição HTTP.
3) Arquivo de cookie mantido no computador do usuário e gerenciado pelo browser do usuário.
4) Banco de dados de apoio no website.

Cookies: mantendo o estado



Cookies

O que os cookies podem trazer:

- Autorização
- Cartões de compra
- Recomendações
- Estado de sessão do usuário (Web e-mail)

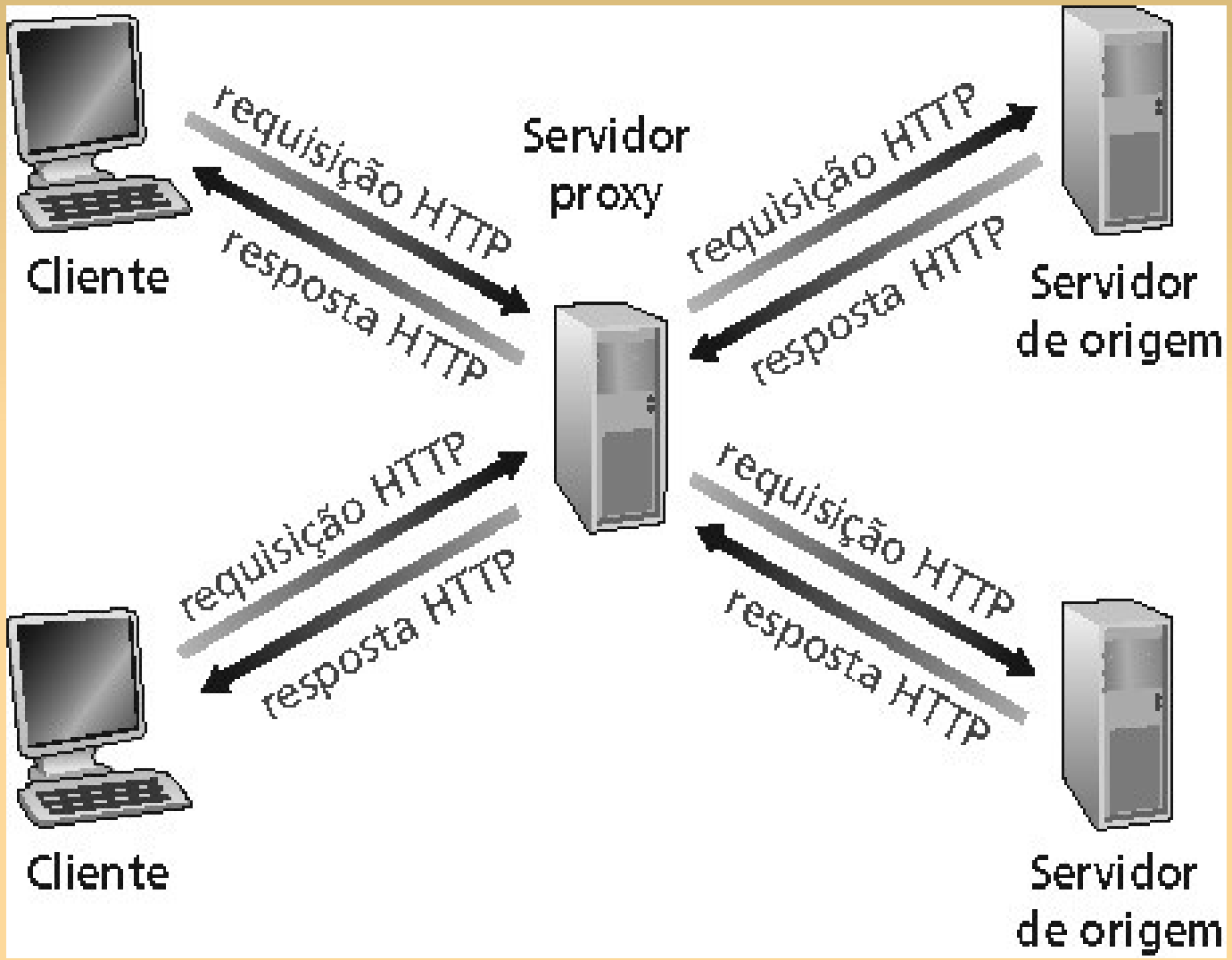
Cookies e privacidade

- Cookies permitem que sites saibam muito sobre você!
- Você pode fornecer nome e e-mail para os sites.
- Mecanismos de busca usam redirecionamento e cookies para saberem mais sobre você.
- Companhias de propaganda obtêm informações por meio dos sites.

Caches Web

- Objetivo: atender o cliente sem envolver o servidor Web originador da informação.
- Tipicamente, é instalado pelo ISP (universidade, empresa, ISP residencial).
- Por que?
  - reduz tempo de resposta;
  - reduz tráfego no enlace de acesso.

Caches Web


Cliente
requisição HTTP
resposta HTTP
Servidor
proxy
requisição HTTP
resposta HTTP
Servidor
de origem
Cliente
requisição HTTP
resposta HTTP
requisição HTTP
resposta HTTP
Servidor
de origem

Caches Web

- Caches reduzem tempo de resposta a requisição.
- Porém, as páginas armazenadas podem estar desatualizadas!!
- Como solucionar este problema?
  - HTTP possui o GET condicional.

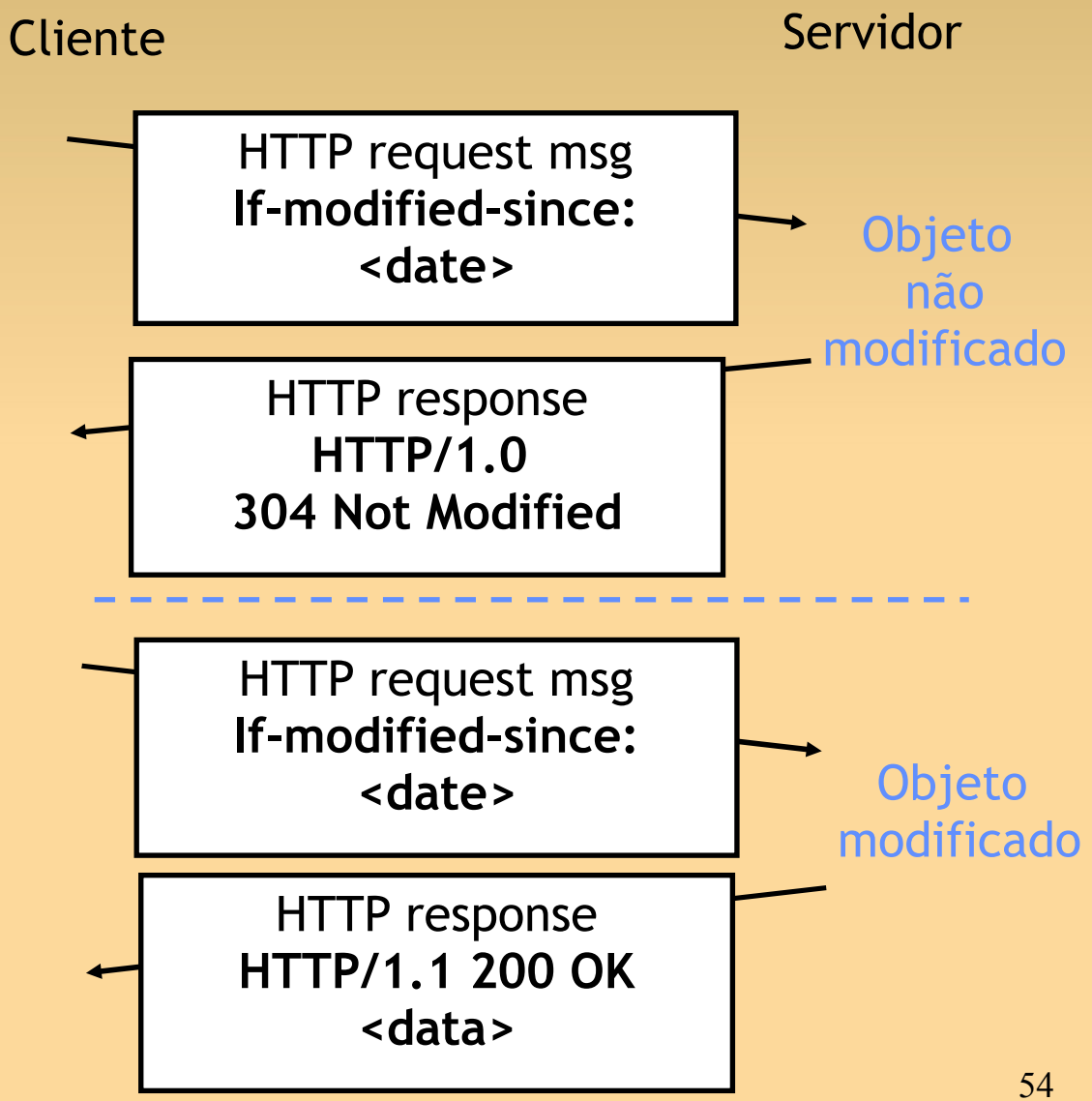
GET condicional

- Cliente: especifica data da versão armazenada no pedido HTTP:

If-modified-since: <date>

- Servidor: resposta não contém objeto se a cópia é atualizada:

HTTP/1.0 304 Not Modified



Perguntas???

- Próxima aula: DNS, Email, socket.