

Disciplina: Redes de Computadores

**Nível de Aplicação**  
**DNS, Correio Eletrônico, WWW**

Profa. Débora Muchalut Saade  
debora@midiacon.uff.br

**Protocolos de Nível de Aplicação**



- Incorporam a funcionalidade das camadas de Sessão, Apresentação e Aplicação do modelo OSI
- As aplicações trocam dados através dos serviços providos pela camada de transporte
- Utilizam em grande parte o paradigma cliente-servidor e a interação por troca de mensagens
  - Clientes solicitam serviços
  - Servidores atendem os pedidos de serviço solicitados

**Protocolos de Nível de Aplicação TCP/IP**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resolução de Nomes                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• DNS (Domain Name System)</li> </ul> </li> <li>➤ Transferência de arquivos e documentos                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• FTP (File Transfer Protocol)</li> <li>• TFTP (Trivial FTP)</li> <li>• HTTP (HyperText Transfer Protocol)</li> <li>• NFS (Network File System)</li> </ul> </li> <li>➤ Emulação de terminal                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• TELNET</li> <li>• RLOGIN</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Correio Eletrônico                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)</li> <li>• POP (Post Office Protocol)</li> <li>• IMAP (Internet Message Access Protocol)</li> </ul> </li> <li>➤ Gerência                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNMP (Simple Network Management Protocol)</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;">...</p> |
|---|---|

**DNS**  
**Domain Name System**

**DNS**

- Utilização de uma estrutura hierárquica para mapear nomes em recursos
  - máquinas (end. IP), caixas de correio, servidores, ...
  - Um nome é um conjunto de rótulos separados por “.”
  - Em um nome, cada nível de hierarquia é descrito por um sufixo (conjunto de rótulos) precedido de “.”
  - Nomes são case-insensitive (edu ou EDU ou Edu)
- Exemplos de nomes no DNS:
  - odeon.csd.nasa.gov
  - mail.iis.com.br
  - www.cursos.telemidia.puc-rio.br

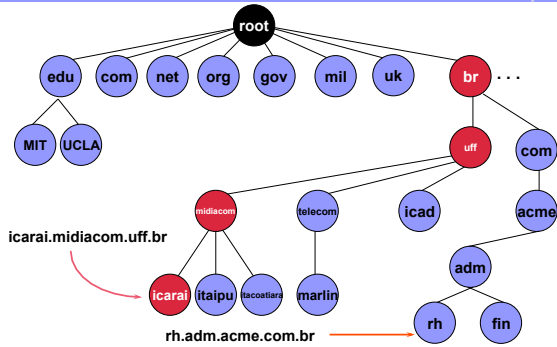


**Nomes Hierárquicos**

- Domínio é um conjunto de rótulos que especifica um nome. Ex.: serv1.acme.com.br
- Cada rótulo tem no máximo 63 caracteres e nomes completos 255
- Um domínio é responsável por uma parte do espaço de nomes (espaço que define todos os nomes possíveis no DNS)
  - acme.com.br, com.br, br também são domínios
  - A responsabilidade pelas partes do espaço de nomes é delegada entre domínios
- Domínio principal: “ ” (branco), “.” (raiz)
- Domínios secundários: com, gov, net, br, fr, uk, ...
- Domínios terciários: nasa.gov, puc-rio.br, com.br, net.br, co.uk, co.jp, ...

## Nomes de Domínio

Redes de Computadores



## DNS

Redes de Computadores

- **DNS abrange:**
  - as regras de sintaxe para os nomes de domínio e a delegação de autoridade sobre nomes
  - o mecanismo de mapeamento de nomes em end. IP
- **DNS é implementado como um sistema distribuído**
  - Paradigma cliente-servidor (servidor na porta TCP 53 e UDP 53)
  - Resolução de nomes usa UDP
  - Replicação da base de dados em servidores secundários usa TCP
- **DNS possui três componentes:**
  - Base de dados distribuída
  - Servidores de nomes
  - Clientes (resolvedores)

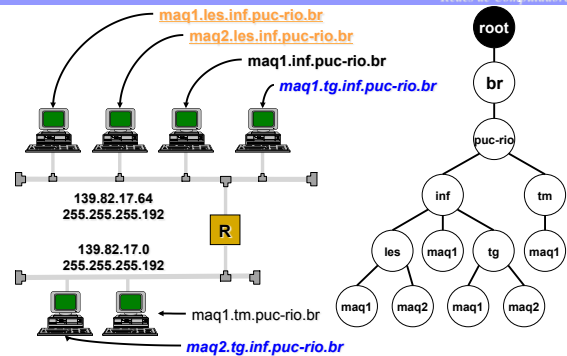
## Organização do DNS

Redes de Computadores

- Nomes são completamente independentes da organização de redes físicas e de endereços IP
- É possível ter:
  - mais de uma rede em um mesmo domínio
  - Uma rede com máquinas em domínios diferentes
  - mais de um nome para uma mesma máquina (podendo ser nomes de domínios diferentes)

## Exemplo de Organização do DNS

Redes de Computadores



## Resource Records

Redes de Computadores

Tipos mais importantes: A e MX

Type	Meaning	Value
SOA	Start of Authority	Parameters for this zone
A	IP address of a host	32-Bit integer
MX	Mail exchange	Priority, domain willing to accept e-mail
NS	Name Server	Name of a server for this domain
CNAME	Canonical name	Domain name
PTR	Pointer	Alias for an IP address
HINFO	Host description	CPU and OS in ASCII
TXT	Text	Uninterpreted ASCII text

The principal DNS resource records types.

## Resource Records (2)

Redes de Computadores

```

: Authoritative data for cs.vu.nl
cs.vu.nl.      86400  IN  SOA  star boss (852771,7200,7200,2419200,86400)
cs.vu.nl.      86400  IN  TXT  "Divisie Wiskunde en Informatica."
cs.vu.nl.      86400  IN  TXT  "Vrije Universiteit Amsterdam."
cs.vu.nl.      86400  IN  MX   1 zephyr.cs.vu.nl.
cs.vu.nl.      86400  IN  MX   2 top.cs.vu.nl.

flits.cs.vu.nl. 86400  IN  HINFO Sun Unix
flits.cs.vu.nl. 86400  IN  A    130.37.16.112
flits.cs.vu.nl. 86400  IN  A    192.31.231.165
flits.cs.vu.nl. 86400  IN  MX   1 flits.cs.vu.nl.
flits.cs.vu.nl. 86400  IN  MX   2 zephyr.cs.vu.nl.
flits.cs.vu.nl. 86400  IN  MX   3 top.cs.vu.nl.
www.cs.vu.nl.  86400  IN  CNAME star.cs.vu.nl
ftp.cs.vu.nl.  86400  IN  CNAME zephyr.cs.vu.nl

rowboat        IN  A    130.37.56.201
               IN  MX   1 rowboat
               IN  MX   2 zephyr
               IN  HINFO Sun Unix

little-sister  IN  A    130.37.62.23
               IN  HINFO Mac MacOS

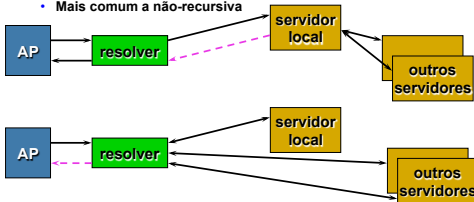
laserjet       IN  A    192.31.231.216
               IN  HINFO "HP Laserjet IIIIS" Proprietary
    
```

Exemplos de registros de uma base de dados de DNS para cs.vu.nl.

## Resolução de Nomes

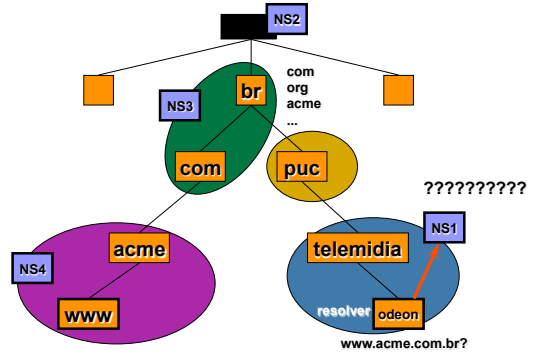
Redes de Computadores

- ▶ Clientes podem fazer dois tipos de consulta:
  - recursiva: servidor de nomes se encarrega da consulta (mais comum)
  - não-recursiva: clientes realizam a consulta a cada servidor
- ▶ Servidores também podem fazer os dois tipos de consulta
  - Mais comum a não-recursiva



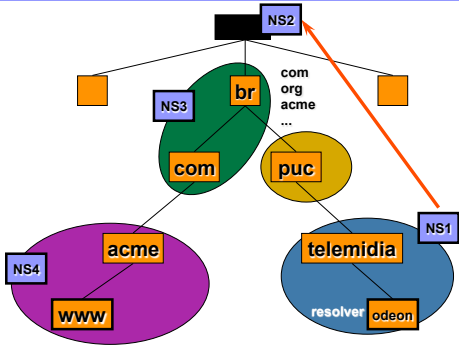
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



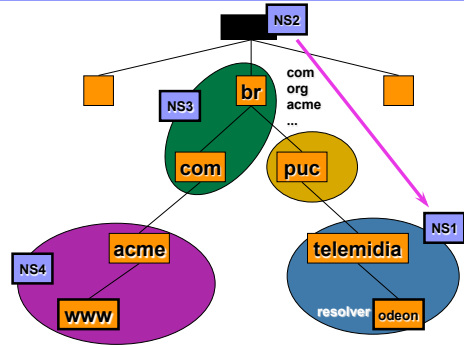
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



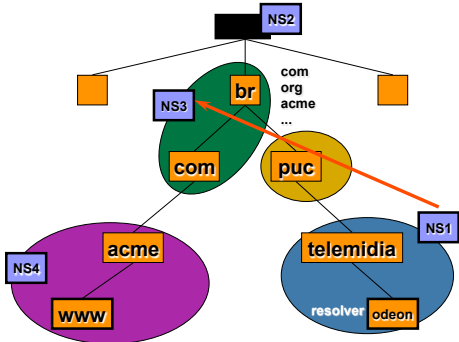
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



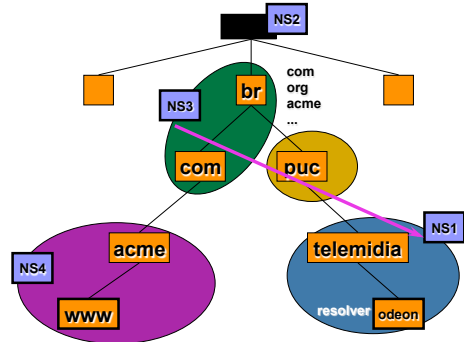
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



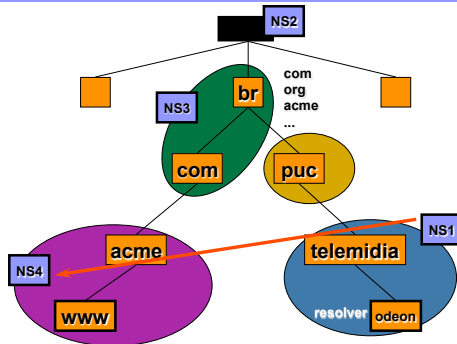
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



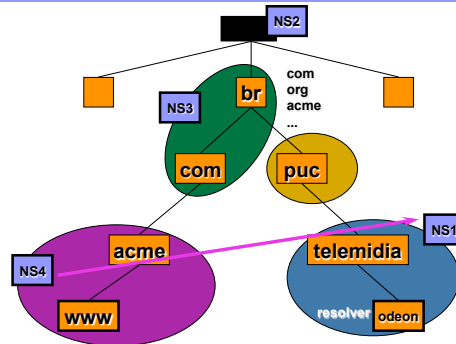
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



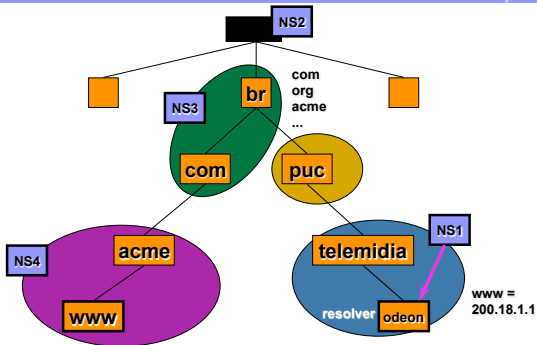
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



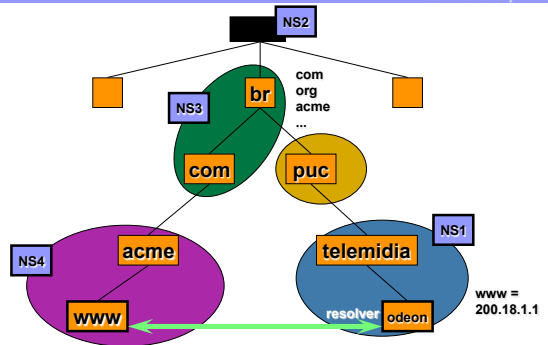
## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



## Exemplo de Resolução de Nomes

Redes de Computadores



## Exemplo de Resolução de Nomes (Resumo)

Redes de Computadores

- Cliente requisita mapeamento ao seu resolvidor
  - Ex. resolução de www.acme.com.br, tipo A, a partir da máquina odeon.telemidia.puc-rio.br
- Resolvidor consulta servidor de DNS do seu domínio
  - domínio .telemidia.puc-rio.br (servidor NS1)
- Não possuindo a informação, servidor NS1 consulta o servidor do domínio “ ” - ROOT SERVER - (servidor NS2)
- Servidor NS2 informa ao servidor NS1 o servidor do domínio .br (servidor NS3)
- Servidor NS3 também é servidor do domínio .com.br, por isso já informa ao servidor NS1 o servidor do domínio .acme.com.br (servidor NS4)
- Servidor NS1 consulta servidor NS4 e retorna ao resolvidor o endereço IP de www.acme.com.br (200.18.1.1)

## Exemplo de Resolução de Nomes (Uso de Cache)

Redes de Computadores

- Servidor do domínio telemidia.puc-rio.br mapeou endereço IP de www.acme.com.br
- Durante o processo, foram armazenados no cache desse servidor informações a respeito dos servidores de .br, .com.br e .acme.com.br, além do end. IP de www.acme.com.br
- Se um resolvidor nesse domínio pedir o end. IP de aloha.acme.com.br, o servidor desse domínio não precisa iniciar a consulta a partir do ROOT SERVER, mas sim a partir do servidor de .acme.com.br

## DNS

Redes de Computadores

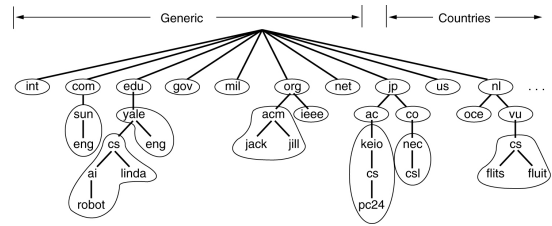
- Os servidores que definem uma validade em cache (TTL) de seus registros de recursos em outros servidores

- default: 2 dias

- A escolha do endereço IP do servidor raiz é feita usando round robin entre os endereços existentes (atualmente são 13 máquinas espalhadas pelo mundo)

## Name Servers

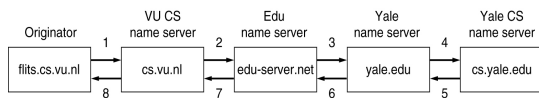
Redes de Computadores



- Parte do espaço de nomes DNS mostrando a divisão em zonas.
- Uma zona representa uma parte da árvore e o conjunto de servidores com informações sobre a zona

## Name Servers (2)

Redes de Computadores

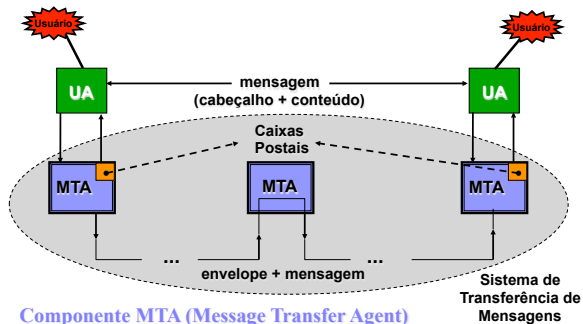


How a resolver looks up a remote name in eight steps (linda.cs.yale.edu??).

## Correio Eletrônico

## Arquitetura dos Sistemas de Correio Eletrônico

Redes de Computadores



Componente MTA (Message Transfer Agent)  
Componente UA (User Agent)

## Componentes de um Sistema de Correio Eletrônico

Redes de Computadores

- UA - User Agent:
  - permite composição, envio e recebimento de mensagens
  - permite manipular caixas postais
- MTA - Message Transfer Agent:
  - encaminha mensagem até o destinatário com base nas informações do envelope usando o protocolo SMTP

## Identificação do Destinatário

Redes de Computadores

➤ Destino da mensagem é identificado por:

- o nome da máquina de destino (*domain-name*) e
- a caixa postal do usuário de destino (*local-part*)

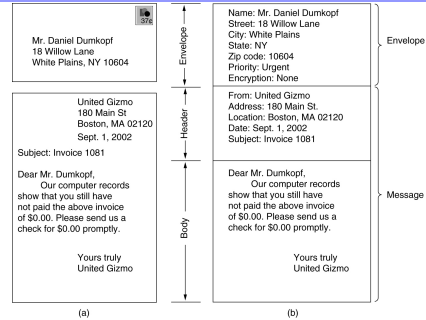
`local-part@domain-name`

- Exemplo: joao@acme.com.br

➤ Existe um registro especial no servidor DNS (MX) para possibilitar a resolução do nome da máquina de destino (servidor de mails) em endereço IP

## The User Agent

Redes de Computadores



Envelopes and messages.

(a) Paper mail. (b) Electronic mail.

## Formato de Mensagem: RFC 822

Redes de Computadores

➤ Cabeçalho seguido de linha em branco e corpo da msg

To:	Destinatários principais
Cc:	Destinatários em cópia
Bcc:	Destinatários em cópia invisível
From:	Criador da mensagem
Received:	Adicionado por MTAs no caminho
Date:	Data e hora do envio da mensagem
Reply-To:	E-mail para enviar respostas
References:	Outros identificadores relevantes
Subject:	Descrição do assunto da mensagem

➤ Exemplo de msg

```
Date: Wed, 29 Nov 1999 18:49:35 -200 (EDT)
From: Joao da Silva <joao@acme.com.br>
To: Antonio Tadeu Azevedo Gomes <atagomes@telemidia.puc-rio.br>
Cc: l-tcpip@engenho.com.br
Subject: Teste de e-mail

Testando e-mail
```

## Formato de Mensagem: RFC 822

Redes de Computadores

➤ Envelope: linhas inseridas no cabeçalho pelos MTAs

- Exemplo de msg "envelopada":

```
Received: from acme.com.br (mail.acme.com.br [200.250.30.3])
  by telemidia.puc-rio.br (8.8.8+Sun/8.8.8)
  with ESMTMP id TAA16860
  for <atagomes@telemidia.puc-rio.br>;
  Wed, 29 Nov 1999 19:32:57 -200 (EDT)
Received: from modem1.acme.com.br [200.250.28.1]
  by acme.com.br with SMTP (Eudora Internet Mail Server 1.2)
  id LAA04471; Wed, 29 Nov 1999 18:50:01 - 200 (EDT)
Date: Wed, 29 Nov 1999 18:49:35 -200 (EDT)
From: Joao da Silva <joao@acme.com.br>
To: Antonio Tadeu Azevedo Gomes <atagomes@telemidia.puc-rio.br>
Cc: l-tcpip@engenho.com.br
Subject: Teste de e-mail

Testando e-mail
```

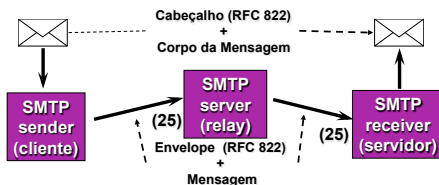
## Protocolo SMTP

Redes de Computadores

➤ Protocolo textual para comunicação entre MTAs

- Utiliza padrão ASCII de 7 bits

➤ servidor SMTP usa porta TCP 25



Sistemas de correio que usam entrega fim-a-fim garantem que a mensagem permanece armazenada na máquina transmissora até que ela seja copiada com sucesso para a máquina receptora.

## Principais Comandos SMTP

Redes de Computadores

- HELO <domain> - identifica o cliente SMTP
- MAIL FROM: <remetente@domínio> - Identifica o originador
- RCPT TO: <destino@domínio> - Identifica o destinatário
- DATA - Início dos dados, terminados por uma linha com um "."
- VRFY <nome> - Confirma a existência do usuário <nome>
- TURN - Reverte papéis e permite ao destino enviar mensagens
- QUIT - Termina a conexão SMTP

## Principais Respostas SMTP

Redes de Computadores

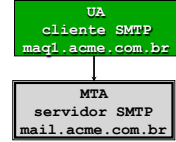
- 220 - Serviço pronto
- 221 - Encerrando conexão
- 250 - Ação completada corretamente
- 354 - Início entrada da mensagem
- 500, 501 - Erro de sintaxe
- 502 - Comando não implementado

## Protocolo SMTP

Redes de Computadores

```

... (abertura de conexão TCP com servidor mail.acme.com.br)
220 mail.acme.com.br Eudora Internet Mail Server 1.2 ready
>>> HELO maql.acme.com.br
250 mail.acme.com.br Hello maql.acme.com.br, pleased to meet you
>>> MAIL From: joao@acme.com.br
250 <joao@acme.com.br> Sender OK
>>> RCPT To: atagomes@telemidia.puc-rio.br
250 <atagomes@telemidia.puc-rio.br> Recipient OK
>>> RCPT To: l-tcpip@engenho.com.br
250 <l-tcpip@engenho.com.br> Recipient OK
>>> DATA
354 Enter mail, end with "." on a line by itself
>>> [ cabeçalho + conteúdo ]
>>> .
250 Mail accepted
>>> QUIT
221 mail.acme.com.br closing connection
... (encerramento de conexão TCP)
    
```



```

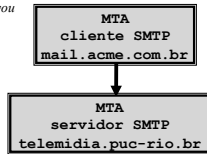
From: joao@acme.com.br
To: atagomes@telemidia.puc-rio.br
Cc: l-tcpip@engenho.com.br
Subject: Teste de e-mail
Testando e-mail
    
```

## Protocolo SMTP

Redes de Computadores

```

... (abertura de conexão TCP com
servidor telemidia.puc-rio.br)
220 telemidia.puc-rio.br Sendmail 8.8.5 ready
>>> HELO mail.acme.com.br
250 telemidia.puc-rio.br Hello mail.acme.com.br, pleased to meet you
>>> MAIL From: joao@acme.com.br
250 <joao@acme.com.br> Sender OK
>>> RCPT To: atagomes@telemidia.puc-rio.br
250 <atagomes@telemidia.puc-rio.br> Recipient OK
>>> DATA
354 Enter mail, end with "." on a line by itself
>>> [ cabeçalho + conteúdo ]
>>> .
250 Mail accepted
>>> QUIT
221 telemidia.puc-rio.br closing connection
... (encerramento de conexão TCP)
    
```



```

From: joao@acme.com.br
To: atagomes@telemidia.puc-rio.br
Cc: l-tcpip@engenho.com.br
Subject: Teste de e-mail
Testando e-mail
    
```

## Características do SMTP

Redes de Computadores

- RFC 821 define que SMTP só suporta caracteres ASCII de 7 bits
  - Não suporta caracteres acentuados, arquivos binários, ...

Como transportar outros formatos?

## MIME (Multi-Purpose Internet Mail Extensions) - RFC 1521

Redes de Computadores

- MIME estende SMTP especificando:
  - Novos campos para o cabeçalho RFC 822
  - Novos formatos de conteúdo
  - Técnicas de codificação desses formatos em ASCII 7 bits
- Principais campos MIME

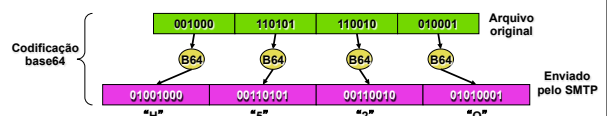
MIME-Version:	Identifica a versão MIME
Content-Description:	Descreve o conteúdo da mensagem
Content-Id:	Identificador único
Content-Transfer-Encoding:	Como o corpo é codificado para TX
Content-Type:	Tipo da mensagem

- Funcionamento básico:
  - UA remetente acrescenta campos MIME ao cabeçalho da msg, identificando mídia e codificação usada
  - UA destino usa campos para recuperar conteúdo (decodificação)
  - SMTP não toma conhecimento do uso de MIME

## MIME

Redes de Computadores

- Alguns tipos de mensagem:
  - text/plain: texto sem formatação (ASCII ou ISO 8859)
  - image/gif, image/jpeg, video/mpeg
  - multipart/mixed: permite envio de submensagens
  - application/octet-stream: arquivos genéricos
- Algumas codificações:
  - Texto: 7-bit (ASCII), 8-bit, quoted-printable
  - Binário: base64, user-defined



## Submensagens MIME

Redes de Computadores

```
Date: Wed, 29 Nov 1999 18:49:35 -200 (EDT)
From: Joao da Silva <joao@acme.com.br>
To: Antonio Tadeu Azevedo Gomes <atagomes@telemidia.puc-rio.br>
MIME-Version: 1.0
Content-Type: multipart/mixed; Boundary=0011separator
Subject: Teste de e-mail
```

```
--0011separator
Content-Type: text/plain; charset=iso-8859-1
Content-Transfer-Encoding: quoted-printable
S=F3 testando e-mail com acentua=E7=A5o.
```

Mensagem  
"Só testando e-mail  
com acentuação."  
codificado em quoted-printable

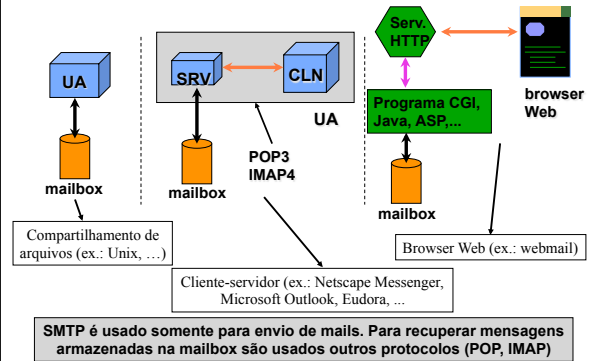
```
--0011separator
Content-Type: application/octet-stream; name="relat.doc"
Content-Transfer-Encoding: base64
```

```
OM8R4KGxGUEAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAGADAP7
/////////////////////////////////
/////////////////////////////////
--0011separator
```

Arquivo  
"relat.doc"  
codificado em base 64

## Arquitetura do UA em TCP/IP

Redes de Computadores



## WWW World Wide Web

## WWW

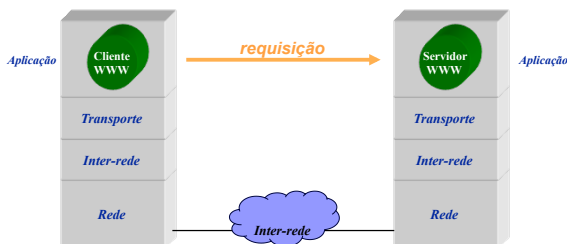
Redes de Computadores



- ▶ exemplo de aplicação TCP/IP
- ▶ utiliza o serviço confiável da camada de transporte (TCP)
- ▶ baseada no paradigma cliente/servidor

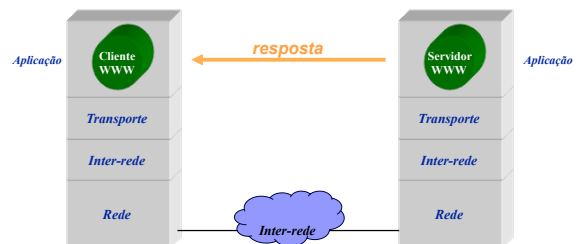
## Arquitetura WWW

Redes de Computadores



## Arquitetura WWW

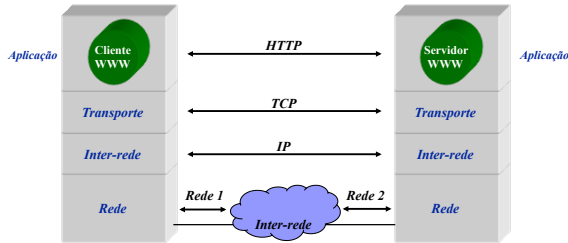
Redes de Computadores





## Arquitetura WWW

Redes de Computadores



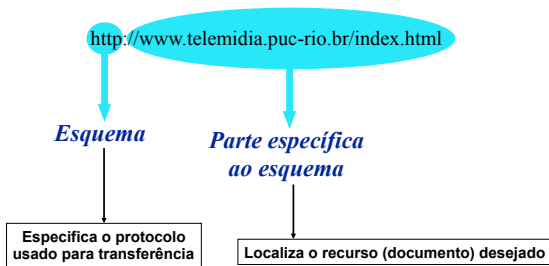
## Conceitos Básicos na Web

Redes de Computadores

- Como identificar os recursos (documentos)?
  - URL (Uniform Resource Locator)
- Como recuperar um documento?
  - HTTP (HyperText Transfer Protocol)
- Como definir o formato do conteúdo dos documentos?
  - HTML (HyperText Markup Language)

## Exemplo de URL

Redes de Computadores



## URL para esquema HTTP

Redes de Computadores

### ➤ Sintaxe

```
"http://" host [":"port] "/" [path ["?" query ]]
```

### ➤ Exemplos de URL (esquema HTTP)

```
http://www.dimap.ufrn.br:80/~sbmidia2000/  
http://www.telemidia.puc-rio.br/index.html  
http://www.altavista.com/cgi-bin/query?q=client  
%2Fserver  
http://139.82.95.14/index.html
```

## HTTP HyperText Transfer Protocol

## HTTP

Redes de Computadores

- Objetivo original
  - capacidade de recuperar de um servidor, documentos simples baseados na mídia texto
  - protocolo textual leve e rápido
- Utiliza um serviço de transporte confiável, orientado a conexão (TCP), onde o servidor HTTP usa a porta TCP 80

# HTTP

Redes de Computadores

- ▶ Baseado em um modelo simples de arquitetura cliente-servidor
  - requisição/resposta
- ▶ Protocolo sem estado: o servidor não mantém registro de requisições e respostas anteriores
- ▶ Permite transferências bidirecionais
- ▶ Permite negociações entre cliente e servidor (representação do documento e codificação usadas na transferência) - cabeçalho HTTP usa formato MIME para representar tipos dos dados
- ▶ suporte para *caching* no cliente
- ▶ suporte para intermediários na comunicação (*proxy server*)

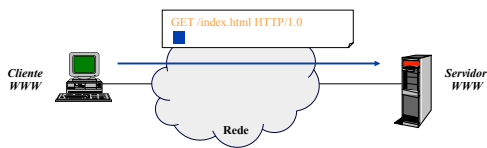
# HTTP

Redes de Computadores

- ▶ Versões anteriores: HTTP/0.9, HTTP/1.0
  - obrigam o uso de uma nova conexão TCP para cada requisição/resposta
- ▶ versão HTTP/1.1 - janeiro de 1997 (RFC 2068, RFC 2616)
- ▶ Principais modificações em relação a versão 1.0:
  - Melhora o modelo de uma conexão por requisição/resposta
    - HTTP persistente (P-HTTP): mantém uma conexão aberta durante várias requisições para um mesmo servidor
  - campo Host no cabeçalho
    - permite múltiplos hosts em um mesmo endereço IP (*virtual hosts*)
    - obrigatório (código de erro na sua ausência)

## Mensagens HTTP/1.0

Redes de Computadores



## Mensagens HTTP/1.0

Redes de Computadores



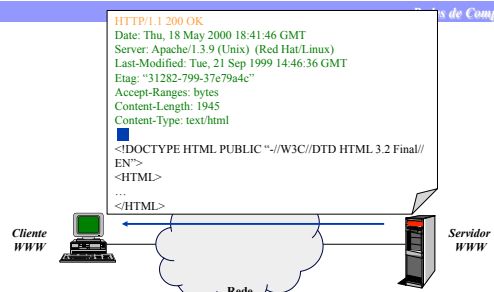
## Mensagens HTTP/1.1

Redes de Computadores



## Mensagens HTTP/1.1

Redes de Computadores



## Mensagens HTTP

Redes de Computadores

```
request =
  request-line
  *(general-header | request-header | entity-header)
  CRLF
  [message-body]
request-line =
  method SP request-URI SP HTTP-version CRLF
```

```
response =
  status-line
  *(general-header | response-header | entity-header)
  CRLF
  [message-body]
status-line =
  HTTP-version SP status-code SP reason-phrase CRLF
```

## Mensagens HTTP/1.1

Redes de Computadores

### ➤ Métodos de requisição

- GET, HEAD, POST, PUT, DELETE, TRACE, OPTIONS e CONNECT

### ➤ Códigos de retorno (3 dígitos)

- divididos em categorias em função do primeiro dígito
  - 1xx (informativo)
  - 2xx (sucesso)
  - 3xx (redireção)
  - 4xx (erro do cliente)
  - 5xx (erro do servidor)
- podem ser estendidos
- normalmente mensagens de erro são enviadas no formato HTML

## Críticas ao HTTP

Redes de Computadores

### ➤ Sem estado

- requisições em paralelo numa mesma conexão precisam ser enfileiradas

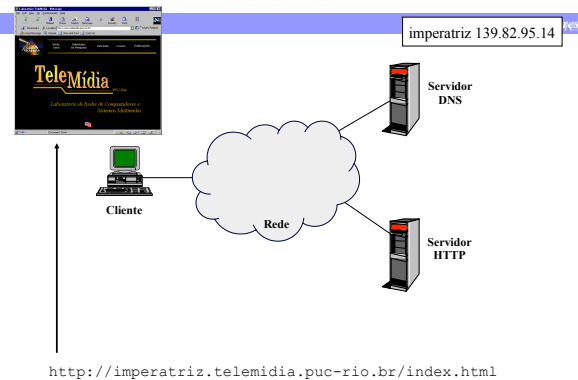
### ➤ Implementação integral complexa

### ➤ Fundamentado no TCP como protocolo de transporte

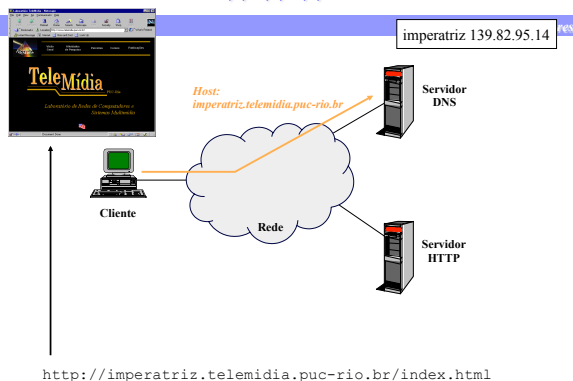
### ➤ Requisições em um único sentido

### ➤ Ausência de um padrão para definição de extensões

## WWW



## WWW



## WWW

