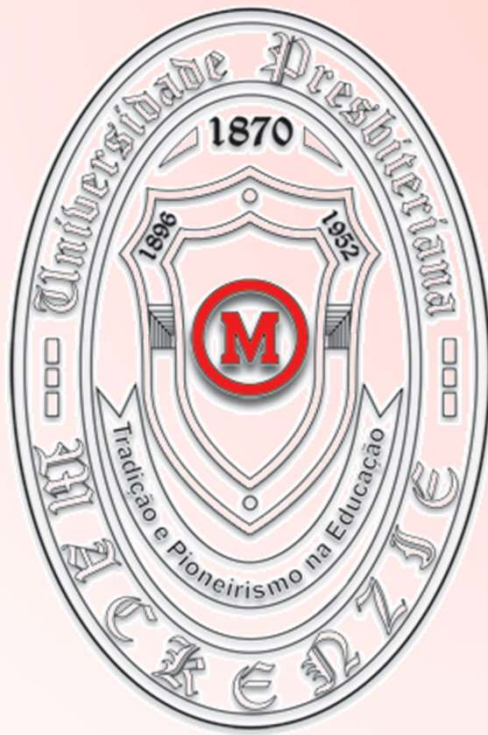


UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

FCI – FACULDADE DE COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA



Camada de aplicação

Prof: Dr. Bruno Rodrigues

Foco nos conteúdos



Por que falamos que o protocolo FTP a conexão de controle é “fora da banda” ?

Qual a função do protocolo SMTP?



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

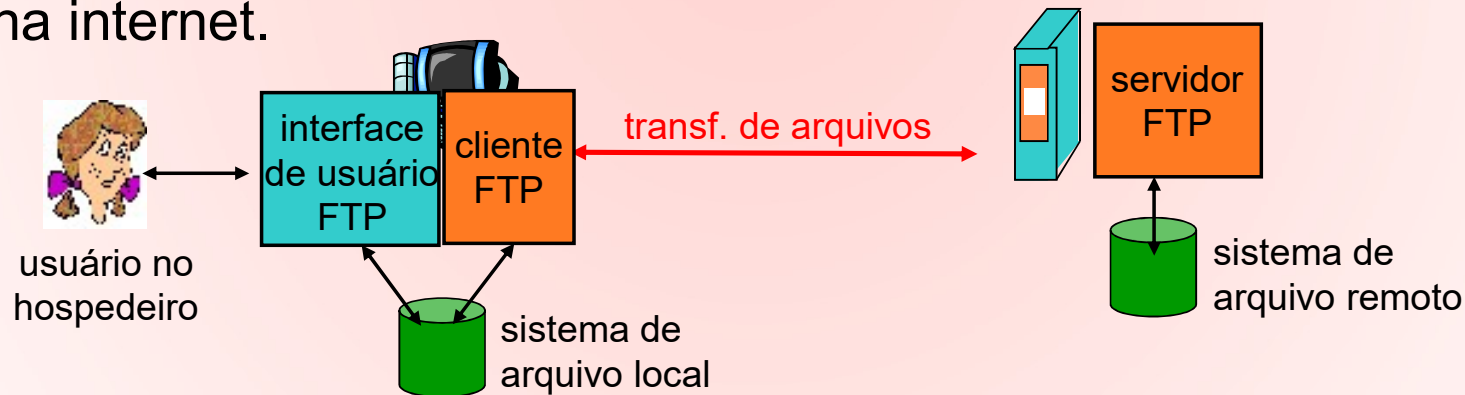
2.6 Compartilhamento de arquivos P2P



File Transfer Protocol - FTP



• File Transfer Protocol (FTP), é uma forma bastante rápida e versátil de transferir arquivos sendo uma das mais usadas na internet.



- ❖ Transfere arquivo de/para hospedeiro remoto
- ❖ Modelo cliente/servidor
 - ❖ *cliente*: lado que inicia transferência (de/para remoto)
 - ❖ *servidor*: hospedeiro remoto
- ❖ Servidor ftp: porta 21

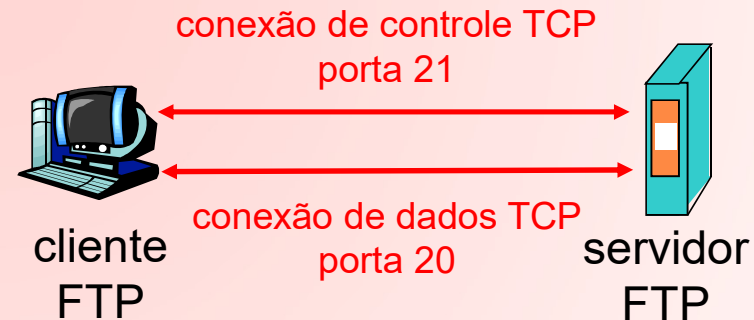
RFC 959

File Transfer Protocol - FTP



O FTP utiliza conexões separadas para dados e controle:

- ❖ cliente FTP contata servidor FTP na porta 21, TCP é protocolo de transporte
- ❖ cliente autorizado por conexão de controle
- ❖ cliente navega por diretório remoto enviando comandos por conexão de controle
- ❖ quando servidor recebe comando de transferência de arquivo, abre 2ª conexão TCP (para arquivo) com cliente
- ❖ após transferir um arquivo, servidor fecha conexão de dados



- ❖ servidor abre outra conexão de dados TCP para transferir outro arquivo
- ❖ conexão de controle: “fora da banda”
- ❖ servidor FTP mantém “estado”: diretório atual, autenticação anterior

File Transfer Protocol - FTP



Servidores FTP - Software produzido para promover o gerenciamento FTP

Para Windows podem-se citar :

- ✓ WarFTPD Server
- ✓ FileZilla Server
- ✓ Pure-FTPd
- ✓ Typsoft FTP server
- ✓ wzdftpd

Servidores FTP para Linux/Unix são :

- ✓ ftpd
- ✓ glftpd
- ✓ ProFTPd
- ✓ Pure-FTPd
- ✓ VsFTPd

The image features a light pink background with a subtle geometric pattern of overlapping triangles. In each of the four corners, there are decorative circuit-like lines in a reddish-brown color. These lines consist of straight segments connected by small circles, resembling a stylized electronic circuit board.

Comandos FTP

File Transfer Protocol - FTP



Os comandos em FTP são enviados como texto ASCII (7bits) pelo canal de controle

Exemplos de comandos:

- USER *nome-usuário*
- PASS *senha*
- LIST → Retorna lista de arquivos no diretório atual
- RETR *nome-arquivo* → Recupera (apanha) arquivo
- STOR *nome-arquivo* → Armazena (coloca) arquivo no hospedeiro remoto
- CD *diretório* → (Change directory) acesso aos diretórios
- DELE *nome-arquivo* → Deleta arquivo no servidor.

File Transfer Protocol - FTP



Assim como no HTTP, cada comando é seguido de uma resposta pelo servidor expressa por um numero de 3 digitos:

Exemplos de códigos de retorno

- ❖ 125 data connection already open; transfer starting
- ❖ 200 - Command okay
- ❖ 331 Username OK, password required
- ❖ 421 Service not available, closing control connection.
- ❖ 425 Can't open data connection
- ❖ 452 Error writing file
- ❖ 500 Syntax error, command unrecognized.
- ❖ 552 Requested file action aborted.





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



Correio eletrônico



O correio eletrônico (e-mail) é, provavelmente, o aplicativo mais largamente usado. Os protocolos básicos de correio da Internet provêm troca de correspondência e mensagens entre hosts TCP / IP.

Três componentes principais:

- Agentes do usuário
- Servidores de correio
- Simple Mail Transfer Protocol: SMTP

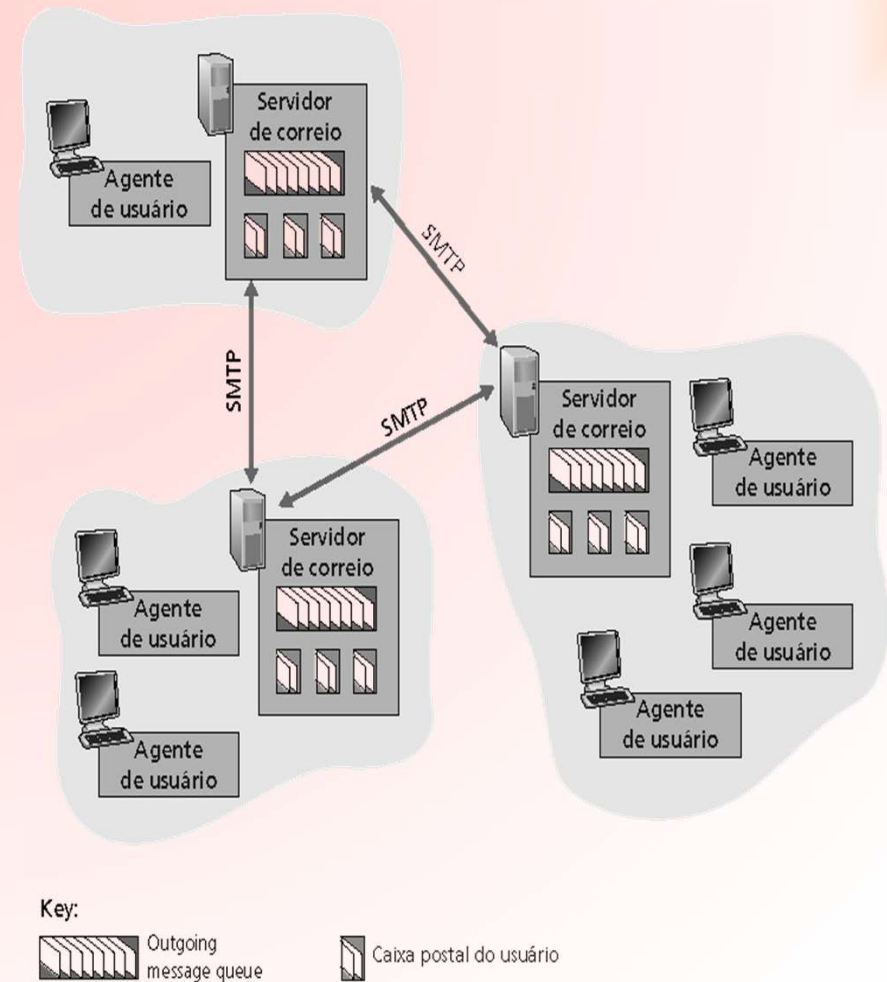
Comunicação assíncrona

Correio eletrônico



Agente do usuário

- Também chamado “leitor de correio”
- Redigir, editar, ler mensagens de correio eletrônico
- eg. Eudora, Outlook, elm, Mozilla Thunderbird
- mensagens entrando e saindo armazenadas no servidor

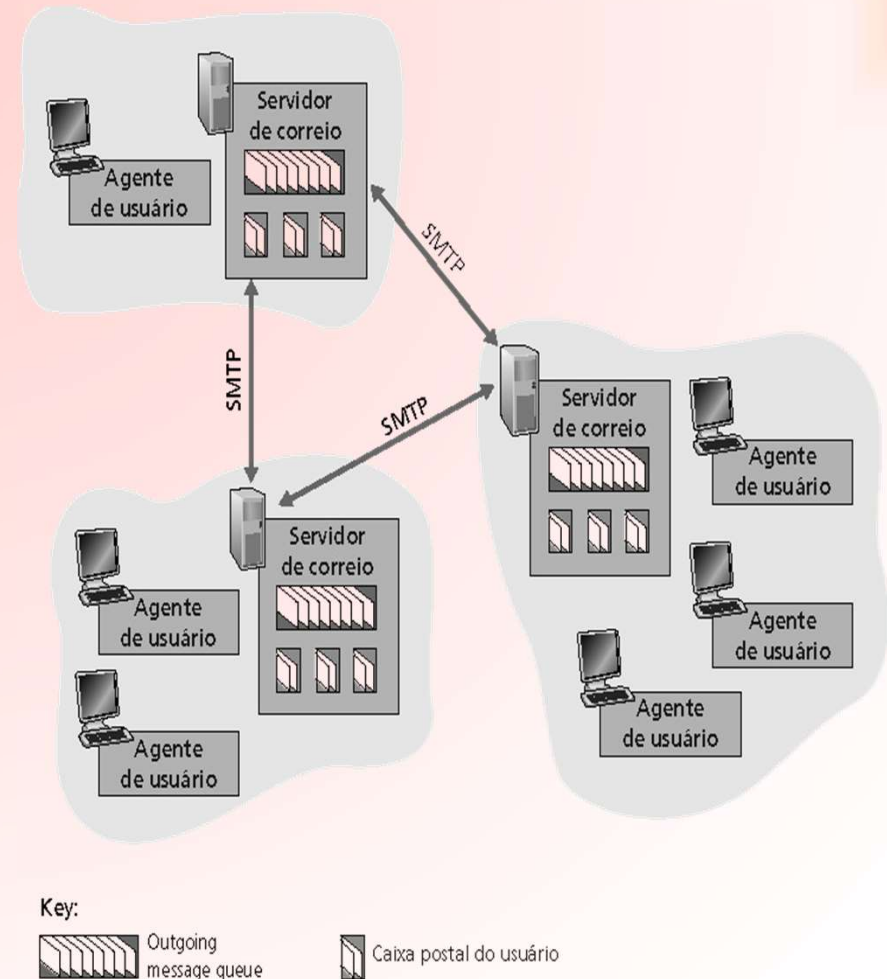


Correio eletrônico



Servidores de correio

- **Caixa de correio** contém mensagens que chegam para o usuário
- **Fila de mensagens** com mensagens de correio a serem enviadas
- **Protocolo SMTP** entre servidores de correio para enviar mensagens de e-mail
 - cliente: servidor de envio de correio
 - “servidor”: servidor de recepção de correio



The image features a light pink background with a subtle gradient. In each of the four corners, there are decorative line art elements resembling electronic circuit boards. These elements consist of thin, dark red lines that branch out and terminate in small circles, mimicking the look of solder points or vias on a PCB. The lines are more dense and complex in the bottom-left corner and more sparse in the top-right corner.

Simple mail transfer protocol - SMTP

Correio eletrônico - SMTP



Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) tem como objetivo transferência de correio eletrônico de maneira confiável e eficiente.

- ✓ Usa TCP para transferir de modo confiável a mensagem de e-mail do cliente ao servidor, porta 25
- ✓ Transferência direta: servidor de envio ao servidor de recepção
- ✓ Três fases da transferência
 - handshaking (saudação)
 - transferência de mensagens
 - fechamento
- ✓ Interação comando/resposta
 - **comandos**: texto ASCII
 - **resposta**: código e frase de estado

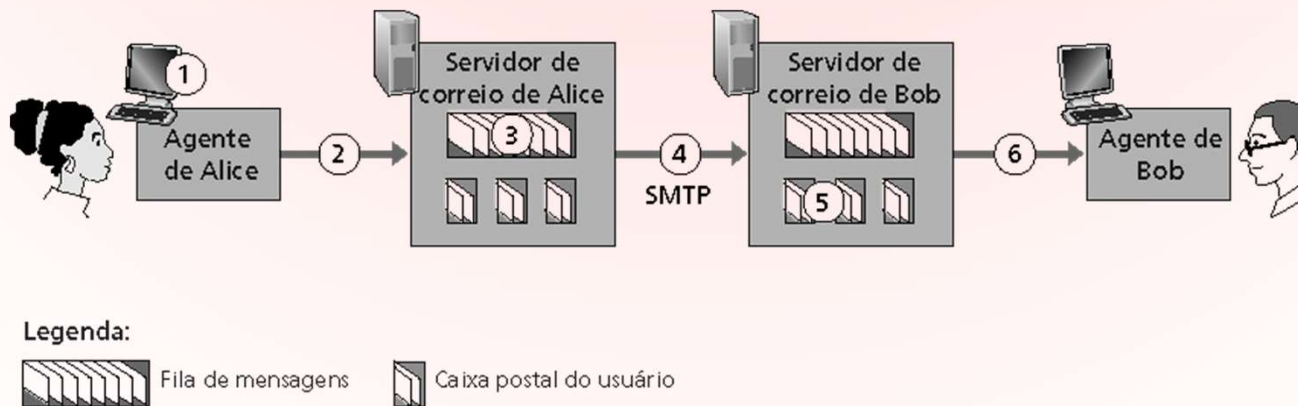
Mensagens devem estar em ASCII de 7 bits

RFC 2821 - 5321

Correio eletrônico - SMTP



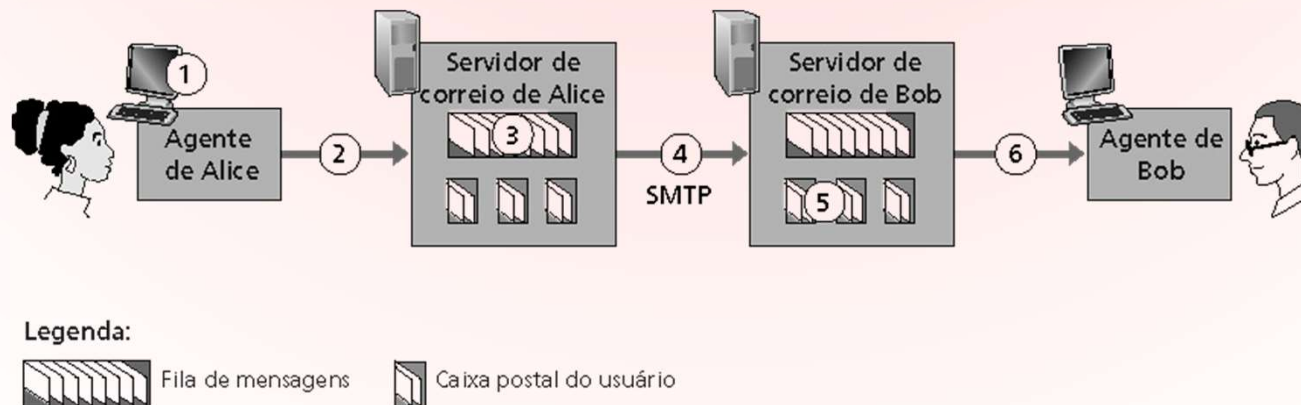
- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu.



Correio eletrônico - SMTP



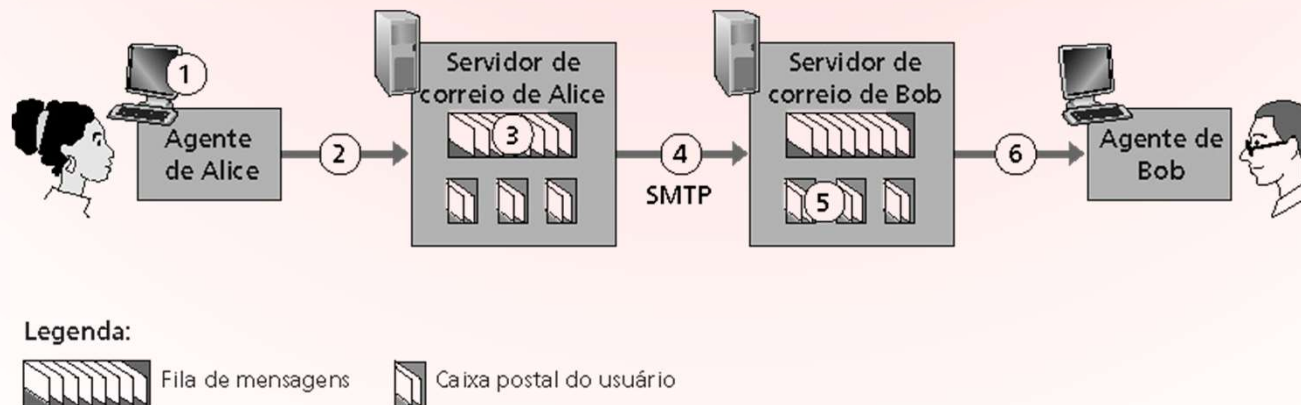
- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu
- 2) O agente de usuário dela envia a mensagem para o seu servidor de correio; a mensagem é colocada na fila de mensagens. (submissão de email)



Correio eletrônico - SMTP



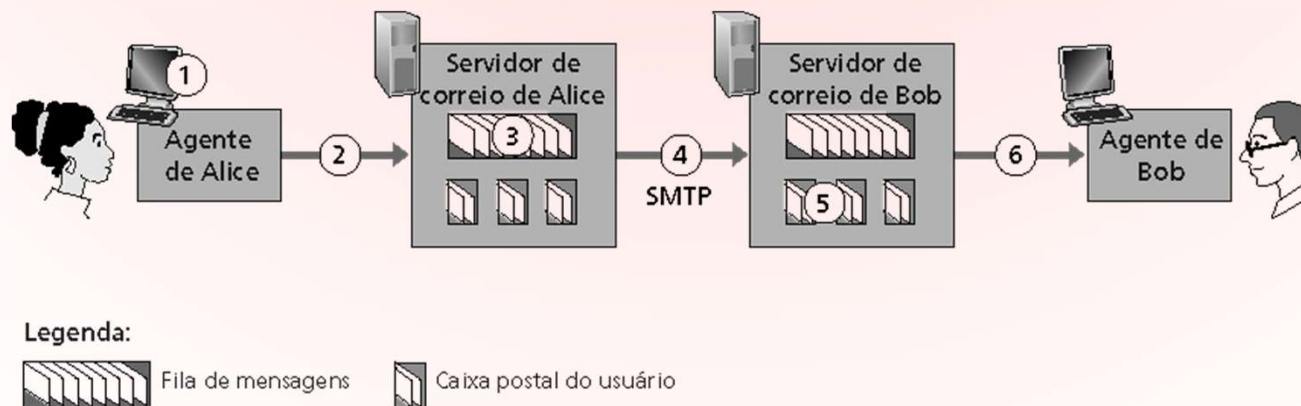
- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu
- 2) O agente de usuário dela envia a mensagem para o seu servidor de correio; a mensagem é colocada na fila de mensagens. (submissão de email)
- 3) O lado cliente do SMTP abre uma conexão TCP com o servidor de correio do Bob.



Correio eletrônico - SMTP



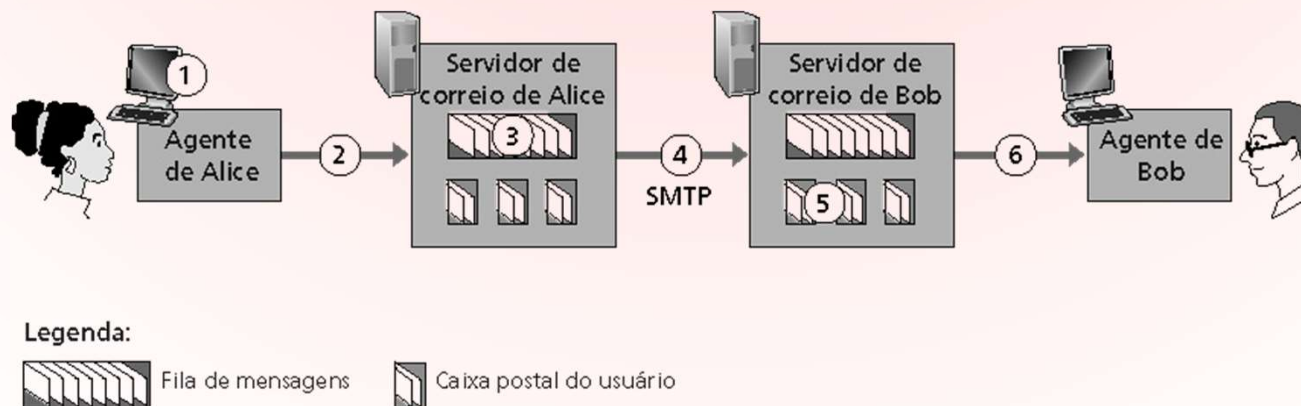
- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu
- 2) O agente de usuário dela envia a mensagem para o seu servidor de correio; a mensagem é colocada na fila de mensagens. (submissão de email)
- 3) O lado cliente do SMTP abre uma conexão TCP com o servidor de correio do Bob.
- 4) O cliente SMTP envia a mensagem de Alice pela conexão TCP.



Correio eletrônico - SMTP



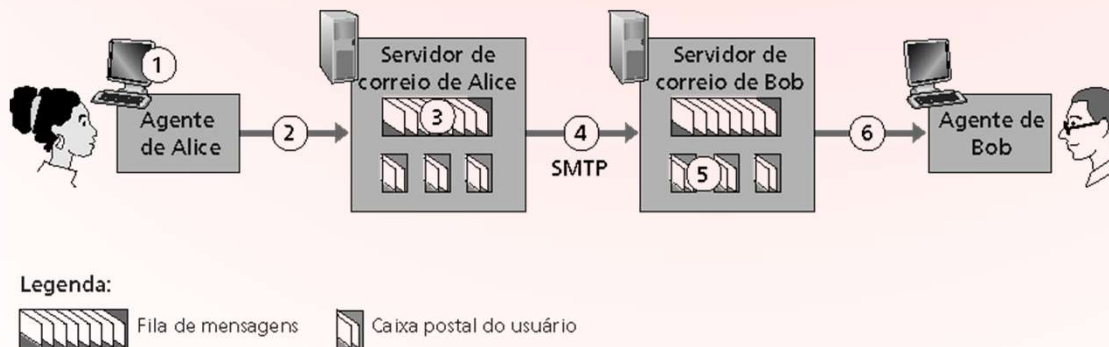
- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu
- 2) O agente de usuário dela envia a mensagem para o seu servidor de correio; a mensagem é colocada na fila de mensagens. (submissão de email)
- 3) O lado cliente do SMTP abre uma conexão TCP com o servidor de correio do Bob.
- 4) O cliente SMTP envia a mensagem de Alice pela conexão TCP.
- 5) O servidor de correio de Bob coloca a mensagem na caixa de correio de Bob.



Correio eletrônico - SMTP



- 1) Alice usa o agente de usuário (UA) para compor a mensagem e “para” bob@some school.edu
- 2) O agente de usuário dela envia a mensagem para o seu servidor de correio; a mensagem é colocada na fila de mensagens. (submissão de email)
- 3) O lado cliente do SMTP abre uma conexão TCP com o servidor de correio do Bob.
- 4) O cliente SMTP envia a mensagem de Alice pela conexão TCP.
- 5) O servidor de correio de Bob coloca a mensagem na caixa de correio de Bob.
- 6) Bob invoca seu agente de usuário para ler a mensagem.



Correio eletrônico - SMTP



Exemplo: linhas enviadas para os respectivos sockets:

```
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Você gosta de ketchup?
C: Que tal picles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
```


Correio eletrônico - SMTP



Mensagem de resposta SMTP

- 220- <domain> Service ready
- 221 - <domain> Service closing transmission channel
- 250 - Requested mail action okay, completed
- 354 - Start mail input; end with <CRLF>.<CRLF>
- 421 <domain> Service not available, closing transmission channel
(This may be a reply to any command if the service knows it must shut down)
- 450 Requested mail action not taken: mailbox unavailable (e.g., mailbox busy)

Correio eletrônico - SMTP



Semelhanças com o HTTP:

- SMTP usa conexões persistentes
- SMTP requer que a mensagem (cabeçalho e corpo) esteja em ASCII de 7 bits
- Servidor SMTP usa CRLF.CRLF para determinar fim da mensagem

Correio eletrônico - SMTP



Comparação com o HTTP:

- HTTP: puxa (**pull protocol**) – Recuperação de infos
- SMTP: empurra (**push protocol**) – envio de infos
- Ambos têm interação de comando/resposta em ASCII, códigos de estado
- HTTP: cada objeto encapsulado em sua própria mensagem de resposta
- SMTP: múltiplos objetos enviados na mensagem multiparte

Correio eletrônico - SMTP



SMTP: protocolo para trocar mensagens de e-mail

RFC 822: padrão para mensagens do tipo texto:

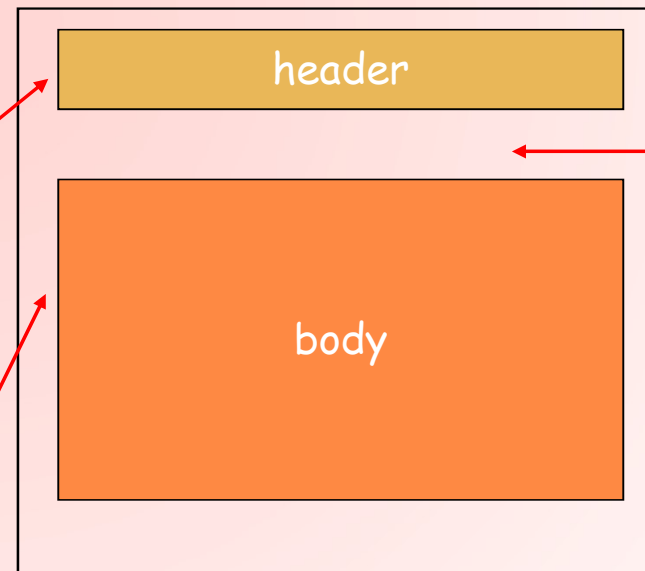
- linhas de cabeçalho, ex.:

- To:
- From:
- Subject:

*diferente dos comandos
HTTP*

- Corpo

- a “mensagem”, ASCII
somente com
caracteres



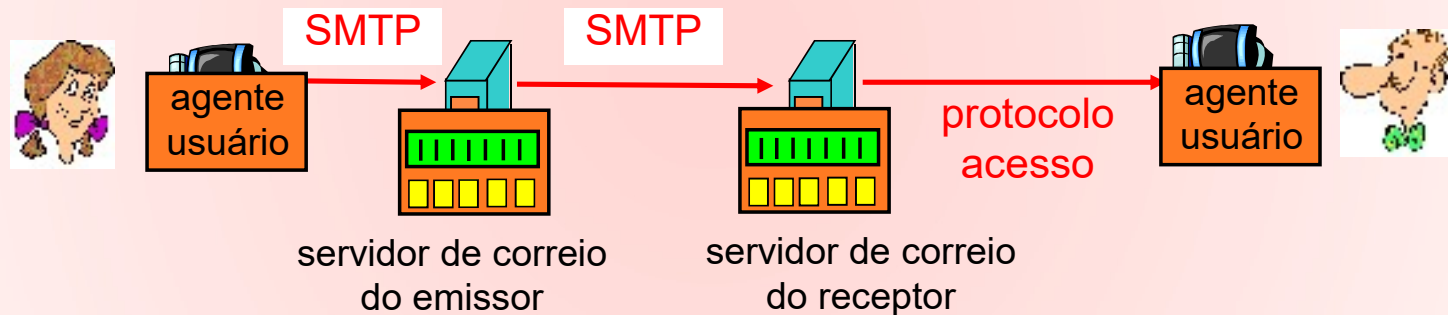
linha
em branco



The slide features a light pink background with a subtle gradient. In each of the four corners, there are decorative line art elements resembling electronic circuit traces or a stylized city skyline. These elements consist of thin red lines forming various geometric shapes and paths, some ending in small open circles. The central text is rendered in a bold, italicized red font.

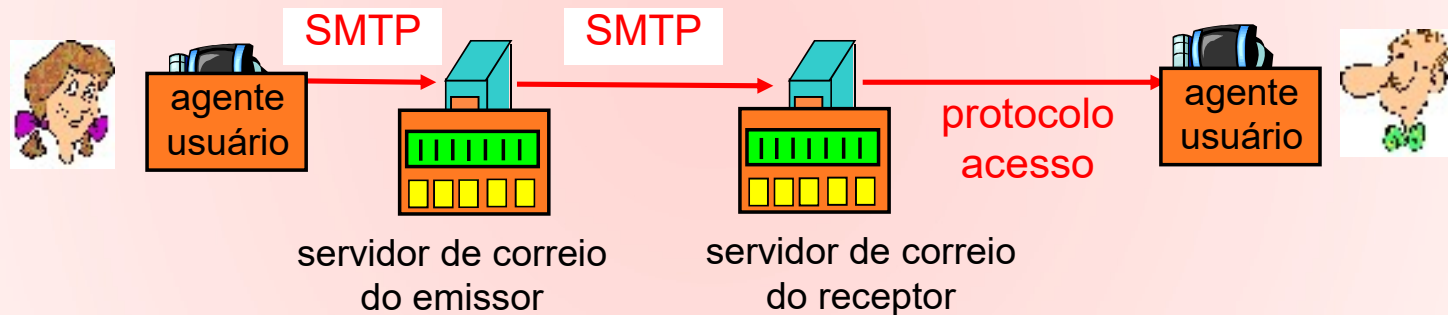
Protocolos de acesso de correio

Correio eletrônico – Protocolos



- **SMTP**: remessa/armazenamento no servidor do receptor
- protocolo de acesso ao correio: recuperação do servidor
 - **POP**: Post Office Protocol [**RFC 1939**]
 - autorização (agente <--> servidor) e download
 - **IMAP**: Internet Mail Access Protocol [**RFC 1730**]
 - mais recursos (mais complexo)
 - manipulação de msgs armazenadas no servidor
 - **HTTP**: gmail, Hotmail, Yahoo! Mail etc.

Correio eletrônico – Protocolos



- **SMTP**: remessa/armazenamento no servidor do receptor
- protocolo de acesso ao correio: recuperação do servidor
 - **POP**: Post Office Protocol [**RFC 1939**]
 - autorização (agente <--> servidor) e download
 - **IMAP**: Internet Mail Access Protocol [**RFC 1730**]
 - mais recursos (mais complexo)
 - manipulação de msgs armazenadas no servidor
 - **HTTP**: gmail, Hotmail, Yahoo! Mail etc.

Correio eletrônico – POP3



Post Office Protocol ou POP3, é um protocolo utilizado no acesso remoto a uma caixa de correio eletrônico

- Serve apenas para recepção, não para envio
- Criado para ser um protocolo de e-mail simples
- Estações com pouco poder de processamento poderiam acessar e-mail facilmente
- A maioria dos provedores de e-mail (Gmail, Yahoo, etc) oferece suporte ao POP3.

RFC 1939

Correio eletrônico – POP3



Post Office Protocol ou POP3, é um protocolo utilizado no acesso remoto a uma caixa de correio eletrônico

- Serve apenas para recepção, não para envio
- Criado para ser um protocolo de e-mail simples
- Estações com pouco poder de processamento poderiam acessar e-mail facilmente
- A maioria dos provedores de e-mail (Gmail, Yahoo, etc) oferece suporte ao POP3.

✓ Conexão estabelecida na porta 110 ➡ **995 usando SSL**

✓ Quando a conexão é estabelecida, POP3 prossegue em 3 fases:

Autenticação, transação, atualização

Correio eletrônico – Protocolos



Fase de autorização

- comandos do cliente:
 - user: declare “username”
 - pass: senha
- respostas do servidor
 - +OK
 - -ERR

S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK usuário logado com sucesso

Fase de transação, cliente:

- list: lista números de msg.
- retr: recupera mensagem por número
- dele: exclui
- quit

C: List
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK serv. POP3 desconectando

Correio eletrônico – Protocolos



Fase de autorização

- comandos do cliente:
 - user: declare “username”
 - pass: senha
- respostas do servidor
 - +OK
 - -ERR

```
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK usuário logado com sucesso
```

Fase de transação, cliente:

- list: lista números de msg.
- retr: recupera mensagem por número
- dele: exclui
- quit

```
C: List
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK serv. POP3 desconectando
```

Após marcar as mensagens que serão deletadas, o servidor exclui as mensagens na **fase de atualização**

Correio eletrônico – Protocolos



pop						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
45945	2058.347037	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	67	C: PASS [REDACTED]
45947	2058.663033	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	74	S: +OK mailbox ready.
45948	2058.663731	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: STAT
45950	2058.754979	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	63	S: +OK 0 0
45952	2058.838445	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: QUIT
45954	2058.938688	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	59	S: +OK
46818	2337.414057	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: +OK POP server ready.
46819	2337.414378	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	61	C: AUTH
46822	2337.426490	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: -ERR Invalid command.
46823	2337.426914	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: USER thor.mb
46825	2337.440635	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	100	S: +OK Password required for thor.mb@bol.com.br
46826	2337.441029	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: PASS captura
46830	2337.457737	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	106	S: -ERR Invalid password or username [A1(200),A2(0)].
46854	2341.954174	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: +OK POP server ready.
46855	2341.954539	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	61	C: AUTH
46857	2341.970984	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: -ERR Invalid command.
46858	2341.971314	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: USER thor.mb
46859	2341.986225	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	100	S: +OK Password required for thor.mb@bol.com.br
46860	2341.986579	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	67	C: PASS [REDACTED]
46862	2342.052502	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	74	S: +OK mailbox ready.
46863	2342.052997	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: STAT
46865	2342.078158	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	63	S: +OK 0 0
46867	2342.256908	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: QUIT
46868	2342.280917	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	59	S: +OK
> Frame 46858: 68 bytes on wire (544 bits), 68 bytes captured (544 bits) on interface 0						
> Ethernet II, Src: HonHaiPr_45:e7:95 (68:14:01:45:e7:95), Dst: Tp-LinkT_73:f8:1d (18:a6:f7:73:f8:1d)						
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.100, Dst: 200.147.99.212						
> Transmission Control Protocol, Src Port: 4046, Dst Port: 110, Seq: 8, Ack: 47, Len: 14						
0000	18 a6 f7 73 f8 1d 68 14	01 45 e7 95 08 00 45 00	...s..h. .E....E.			
0010	00 36 7e d9 40 00 80 06	8e 74 c0 a8 00 64 c8 93	.6~.@... .t...d..			
0020	63 d4 0f ce 00 6e d3 ab	03 9c 01 10 86 b2 50 18	c...n..P.			
0030	10 2e 32 b2 00 00	55 53 45 52 20 74 68 6f 72 2e	..2...US ER thor.			
0040	6d 62 0d 0a		mb..			

Correio eletrônico – Protocolos



pop						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
45945	2058.347037	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	67	C: PASS [REDACTED]
45947	2058.663033	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	74	S: +OK mailbox ready.
45948	2058.663731	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: STAT
45950	2058.754979	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	63	S: +OK 0 0
45952	2058.838445	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	60	C: QUIT
45954	2058.938688	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	59	S: +OK
46818	2337.414057	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: +OK POP server ready.
46819	2337.414378	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	61	C: AUTH
46822	2337.426490	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: -ERR Invalid command.
46823	2337.426914	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: USER thor.mb
46825	2337.440635	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	100	S: +OK Password required for thor.mb@bol.com.br
46826	2337.441029	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: PASS captura
46830	2337.457737	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	106	S: -ERR Invalid password or username [A1(200),A2(0)].
46854	2341.954174	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: +OK POP server ready.
46855	2341.954539	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	61	C: AUTH
46857	2341.970984	200.147.99.212	192.168.0.100	POP	77	S: -ERR Invalid command.
46858	2341.971314	192.168.0.100	200.147.99.212	POP	68	C: USER thor.mb
					100	S: +OK Password required for thor.mb@bol.com.br
					67	C: PASS [REDACTED]
					74	S: +OK mailbox ready.
					60	C: STAT
					63	S: +OK 0 0
					60	C: QUIT
					59	S: +OK
46868	2342.280917	200.147.99.212	192.168.0.100	POP		
> Frame 46858: 68 bytes on wire (544 bits), 68 bytes captured (544 bits) on interface 0						
> Ethernet II, Src: HonHaiPr_45:e7:95 (68:14:01:45:e7:95), Dst: Tp-LinkT_73:f8:1d (18:a6:f7:73:f8:1d)						
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.100, Dst: 200.147.99.212						
> Transmission Control Protocol, Src Port: 4046, Dst Port: 110, Seq: 8, Ack: 47, Len: 14						
0000	18 a6 f7 73 f8 1d 68 14	01 45 e7 95 08 00 45 00	...s..h. .E....E.			
0010	00 36 7e d9 40 00 80 06	8e 74 c0 a8 00 64 c8 93	.6~.@... .t...d..			
0020	63 d4 0f ce 00 6e d3 ab	03 9c 01 10 86 b2 50 18	c...n..P.			
0030	10 2e 32 b2 00 00 55 53	45 52 20 74 68 6f 72 2e	..2...US ER thor.			
0040	6d 62 0d 0a		mb..			

Usando POP na porta 110 (não criptografado)
Atualmente deve ser usada a
porta 995 (SSL/TLS)

Correio eletrônico – Protocolos



Post Office Protocol ou POP3, é um protocolo utilizado no acesso remoto a uma caixa de correio eletrônico

Mais sobre POP3:

- ❖ Exemplo anterior usa modo “download e excluir”
O usuário não pode reler e-mail se mudar o cliente
- ❖ “Download-e-manter”: cópias de mensagens em clientes diferentes
 - ❖ Mensagens duplicadas até usuário excluí-las
- ❖ POP3 é sem estado entre as sessões

Correio eletrônico – Protocolos



IMAP (Internet Message Access Protocol) é um protocolo de gerenciamento de correio eletrônico superior em recursos ao POP3 :

- ❖ Mantém todas as mensagens em um local: o servidor
- ❖ Permite que o usuário organize msgs em pastas
- ❖ IMAP mantém estado do usuário entre sessões:
 - nomes de pastas e mapeamento entre IDs de mensagem e nome de pasta

Correio eletrônico – Protocolos



POP3 x IMAP

POP3

- Trabalha Off-line (download-exclui)
 - Fácil para leitura de msgs
 - Cuidados com backup
- Ideal para que só utiliza um computador
- Tudo fica armazenado em única pasta (não tem estados)

IMAP

- Mantém todas as mensagens em um local: o servidor
- Permite que o usuário organize msgs em pastas
- Sempre é preciso excluir msgs não importantes
- IMAP mantém estado do usuário entre sessões:
 - nomes de pastas e mapeamento entre IDs de mensagem e nome de pasta

The image features a light pink background with a subtle, large-scale geometric pattern of overlapping triangles. In each of the four corners, there are decorative elements consisting of thin, dark red lines that resemble circuit traces or stylized branches, ending in small open circles.

Webmail

Correio eletrônico – Webmail



Webmail - É um sistema de e-mail online acessada através de uma interface gráfica usando navegador.

- Usuário agente é um browser (Gmail, Hotmail Yahoo!)
- Usuário se comunica com seu mailbox no seu servidor de email via HTTP
 - Não com SMTP, POP ou IMAP
- Como no IMAP
 - Usuários podem organizar suas mensagens em hierarquias de folder no servidor remoto
- Principal desvantagem é que ele pode ser lento
 - Como o servidor é normalmente longe do cliente e a interação com o servidor é feita através de scripts CGI



The image features a light pink background with a subtle gradient. In the four corners, there are decorative elements resembling circuit board traces or stylized lines. These lines are a darker shade of pink and end in small circles, creating a modern, tech-inspired aesthetic.

Obrigado!

Bibliografias



KUROSE, J. F. e ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet – Uma Nova Abordagem**. Addison Wesley, 4ª Ed., 2010.

COMER, D. E. **Redes de computadores e internet**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores** . 4ª Ed., Editora Campus (Elsevier), 2003.

RIOS, R. O. **Protocolos e serviços de redes: curso técnico em informática**. Colatina: CEAD: Ifes, 2011 <http://bit.ly/2b1GSPU>

The Internet Engineering Task Force (IETF®) - <https://www.ietf.org/>

Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) - <http://www.cisco.com/>