

Redes de Computadores

(Camadas de protocolos e seus Modelos de serviço)

Prof. Everthon Valadão

Material baseado nos slides de:
Dorgival Guedes (UFMG) e Fábio Costa (UFG)

(última modificação: 31/07/2020)



Parte III: Modelos e Protocolos

Nosso objetivo:

- Definir “protocolo de rede”
- Conhecer as vantagens em dividir os protocolos em camadas
- Conhecer os principais modelos de referência para redes
- Conhecer a função de cada camada do modelo TCP/IP

Tópicos abordados:

- o que é um protocolo?
- modelos em camadas
- modelos de referência OSI e TCP/IP
- camadas do modelo TCP/IP



Parte III: Modelos e Protocolos

Nosso objetivo:

- Definir “protocolo de rede”
- Conhecer as vantagens em dividir os protocolos em camadas
- Conhecer os principais modelos de referência para redes
- Conhecer a função de cada camada do modelo TCP/IP

Tópicos abordados:

- o que é um protocolo?
- modelos em camadas
- modelos de referência OSI e TCP/IP
- camadas do modelo TCP/IP



Afinal, o que é um protocolo?

Protocolos humanos:

- Apresentações
 - “Olá, meu nome é...”
 - “Oi, como você está?”
- Solicitações
 - “Que horas são?”
 - “Tenho uma pergunta: ”

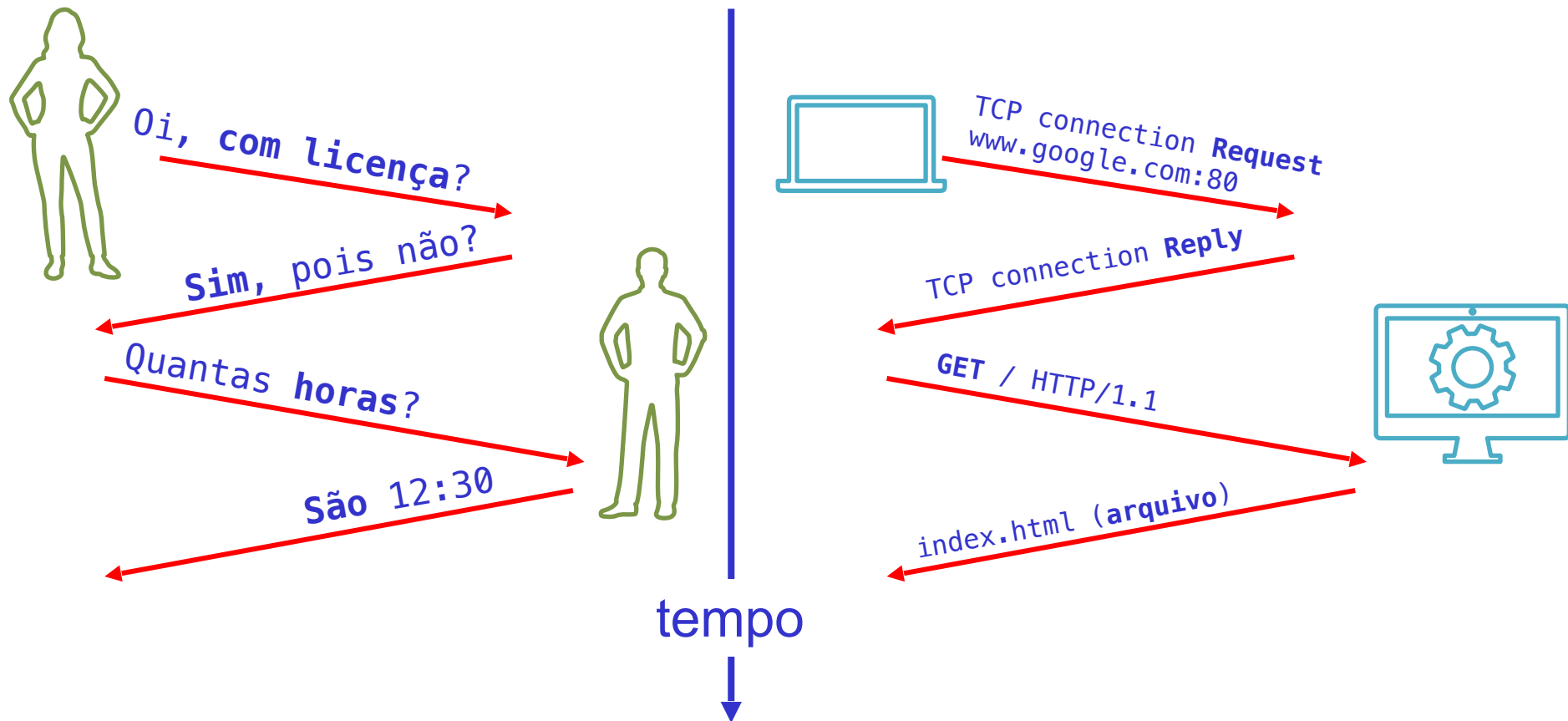
Protocolos de redes:

- Máquinas ao invés de humanos
- Um protocolo especifica
 - formato das mensagens enviadas
 - ordem de troca das mensagens
 - ações necessárias ao receber uma determinada mensagem



Afinal, o que é um protocolo?

um protocolo humano VS um protocolo de rede



Q: Apresente outros exemplos de protocolo “humano”



Protocolos de rede

- Protocolos são **conjuntos de regras** que permitem que os dados trafeguem na rede de forma eficaz e eficiente

*protocolos definem os **formatos**,
a **ordem** das mensagens
e as **ações** a serem tomadas na sua recepção*



7



Parte III: Modelos e Protocolos

Nosso objetivo:

- Definir “protocolo de rede”
- Conhecer as vantagens em dividir os protocolos em camadas
- Conhecer os principais modelos de referência para redes
- Conhecer a função de cada camada do modelo TCP/IP

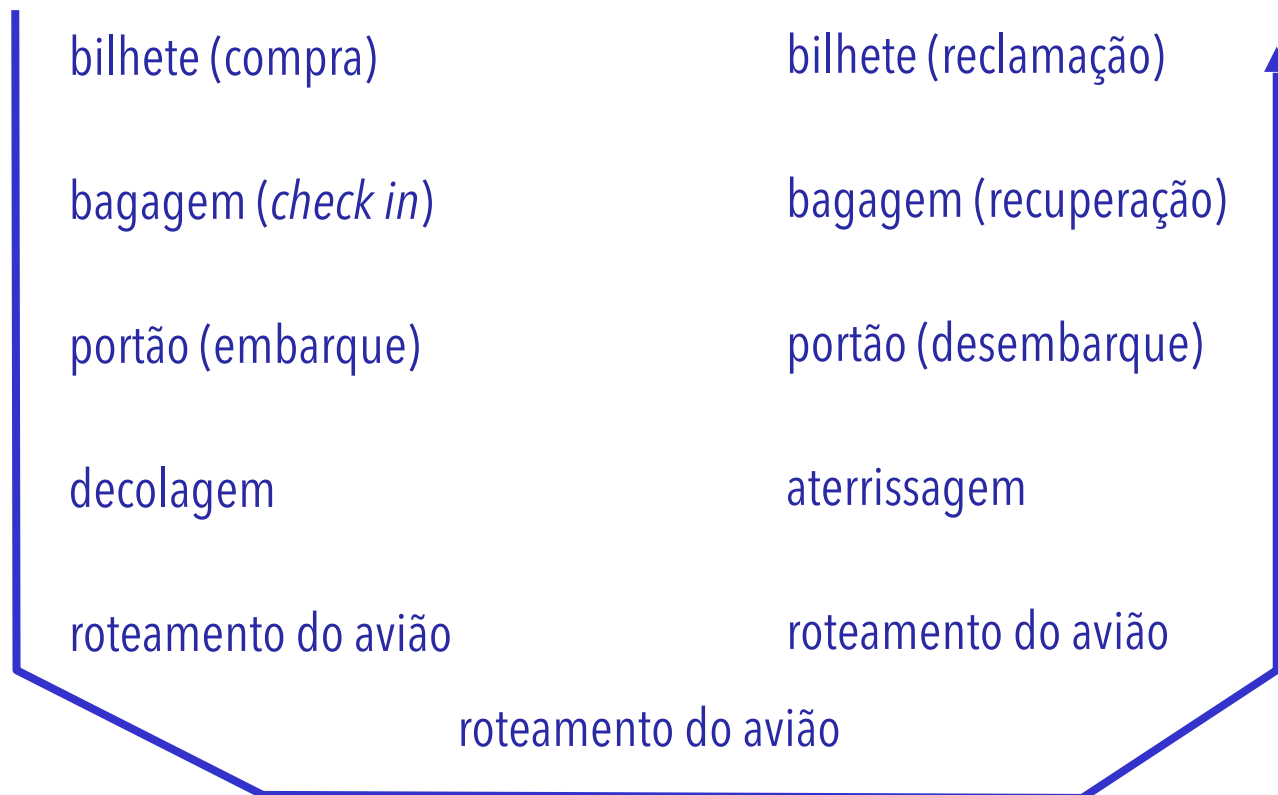
Tópicos abordados:

- o que é um protocolo?
- modelos em camadas
- modelos de referência OSI e TCP/IP
- camadas do modelo TCP/IP



Ex.: viagem aérea

serviço organizado em **etapas**





Ex.: viagem aérea

divisão em **camadas**

Camadas: cada uma implementa **um serviço**

- através de ações internas à camada

bilhete (compra)

bilhete (reclamação)

bagagem (*check in*)

bagagem (recuperação)

portão (embarque)

portão (desembarque)

pista (decolagem)

pista (aterissagem)

roteamento do avião

roteamento do avião

roteamento do avião

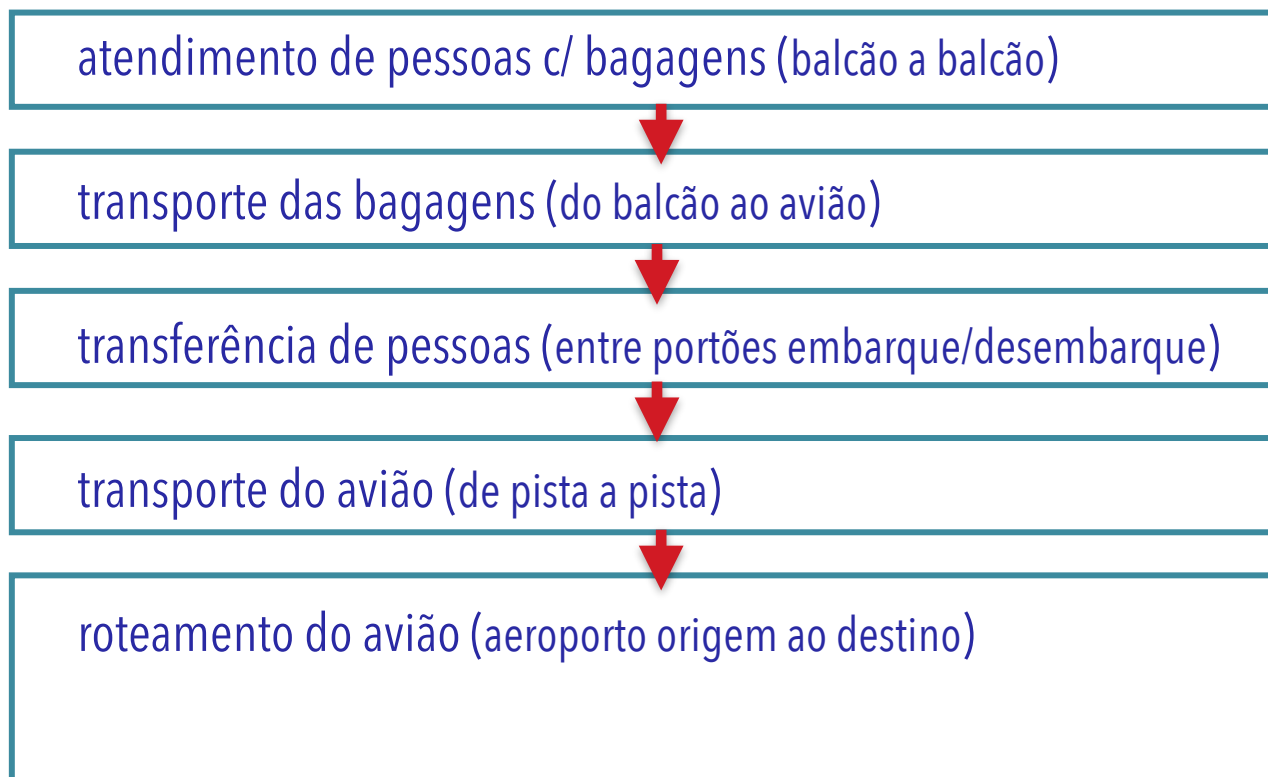


Ex.: viagem aérea

serviços prestados por cada camada

Camadas: utiliza **outro(s) serviço(s)**

- pois depende dos serviços providos pela camada inferior

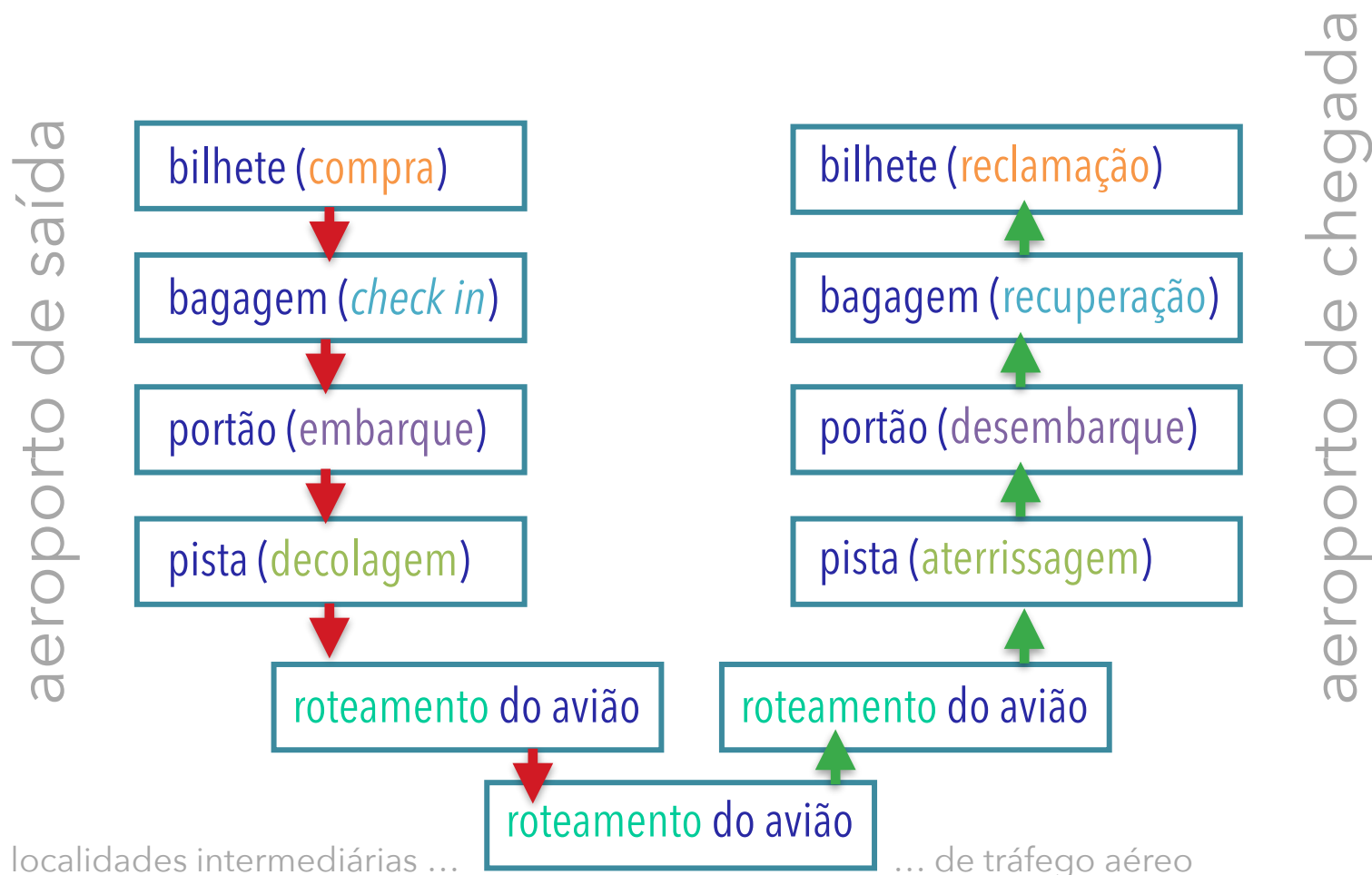




Ex.: viagem aérea

funcionalidades de cada camada

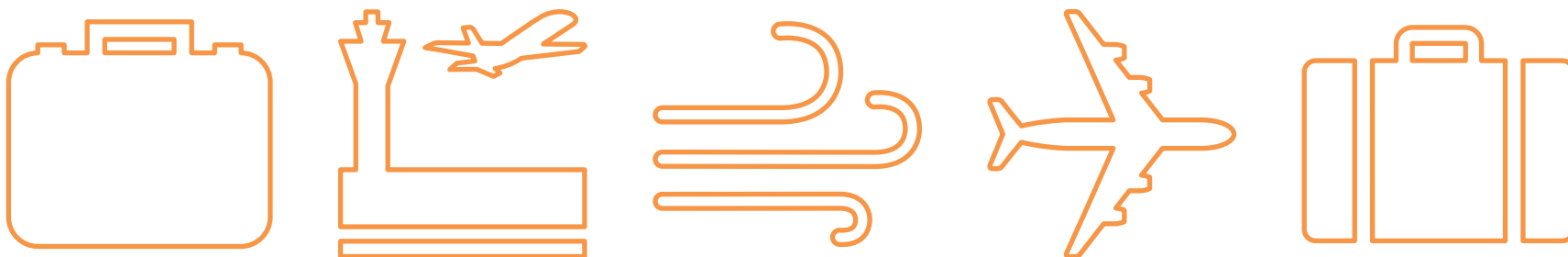
Camadas: implementação **distribuída** das funcionalidades





Por que dividir em camadas?

- A estrutura explícita permite a identificação e relacionamento entre as partes do sistema complexo
 - **modelos de referência** em camadas facilitam a discussão!
 - ex.: se você estivesse insatisfeito com algum aspecto de uma viagem aérea, deveria reclamar de qual setor (camada)?
 - Balconista, Comissário(a) de bordo, Piloto(a), Controlador(a) de voo, “São Pedro”... cada um tem sua responsabilidade bem definida!





Por que dividir em camadas?

- A “modularização” **facilita** manutenção e atualização
 - as mudanças na implementação de uma camada são transparentes para o resto do sistema
 - ex.: novas regras para embarque de passageiros não afetam os procedimentos de decolagem





Modelo de Referência

- Modelo **conceitual**, definindo as funções que determinado componente deve realizar
- Conjunto de protocolos usados em redes de computadores que permite a conexão de computadores
- Para cada camada há padrões a serem seguidos pelos fabricantes
 - garante a **interoperabilidade** entre equipamentos (compatibilidade)



Parte III: Modelos e Protocolos

Nosso objetivo:

- Definir “protocolo de rede”
- Conhecer as vantagens em dividir os protocolos em camadas
- Conhecer os principais modelos de referência para redes
- Conhecer a função de cada camada do modelo TCP/IP

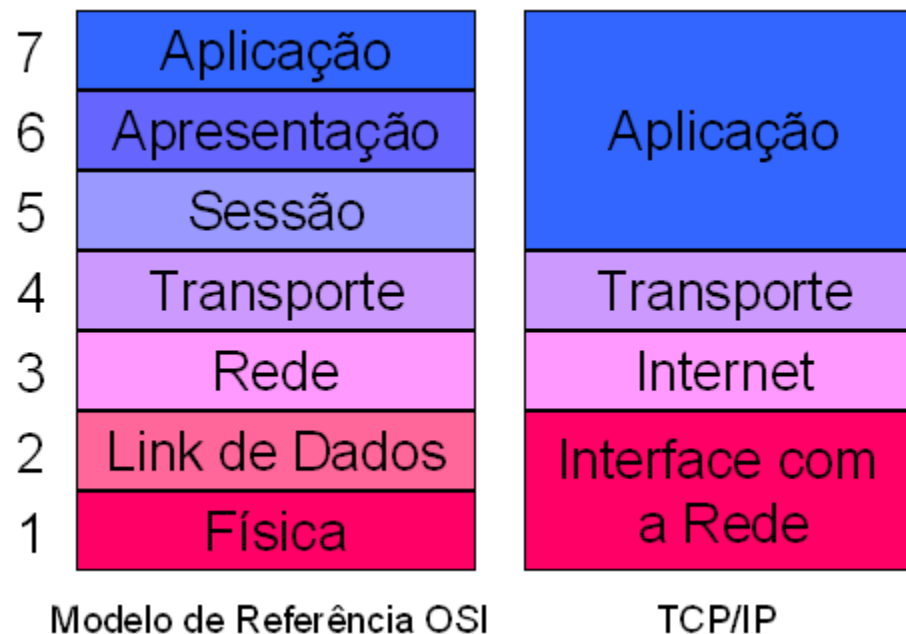
Tópicos abordados:

- o que é um protocolo?
- modelos em camadas
- modelos de referência OSI e TCP/IP
- camadas do modelo TCP/IP



Modelos de Referência para Redes

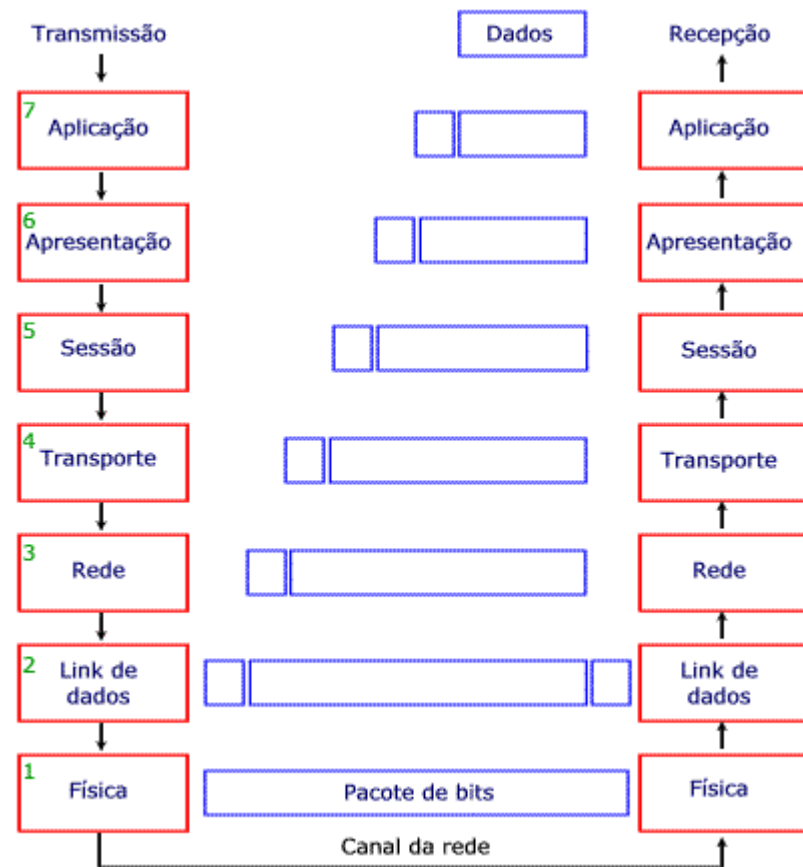
- Basicamente, existem dois modelos de referência:
 - Modelo OSI, de 7 camadas
 - Modelo TCP/IP, de 4 camadas

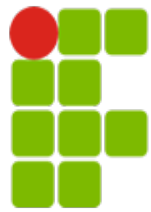




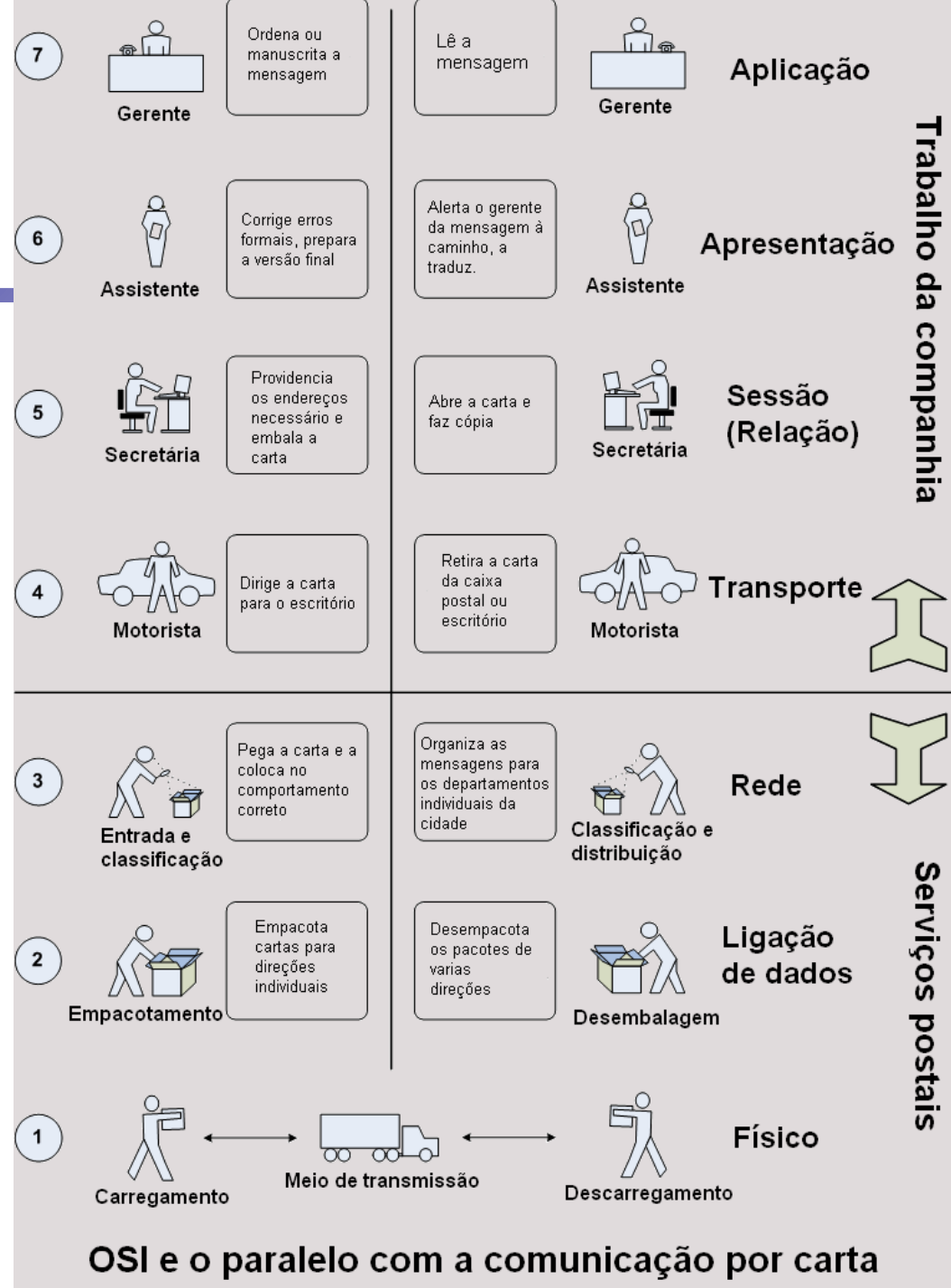
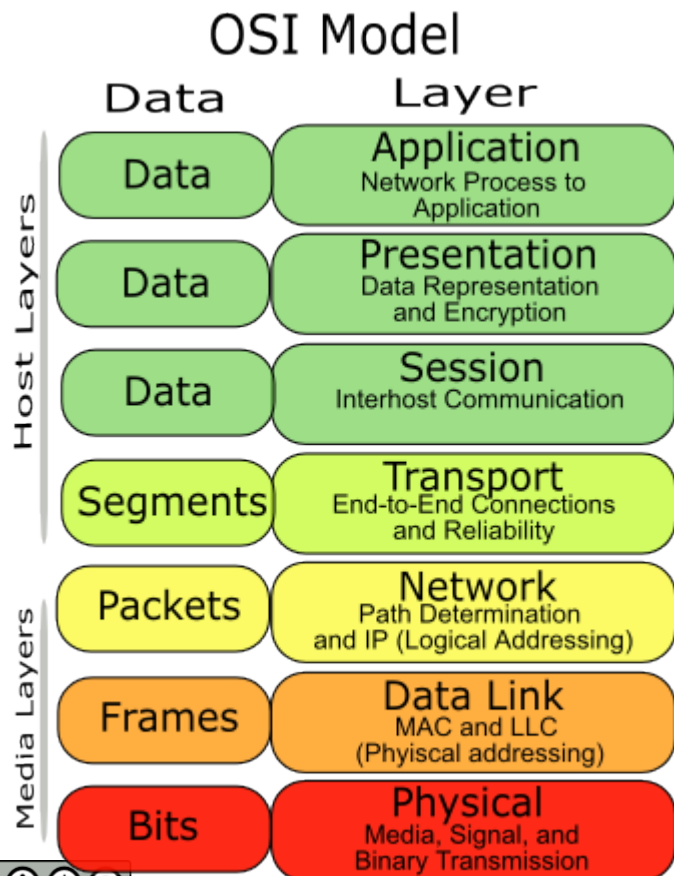
Modelo OSI

- Usa o conceito de arquitetura em camadas:
 - cada camada utiliza os serviços prestados pela camada inferior (imediatamente abaixo dela)
 - ex.: quando o usuário usa uma videoconferência (aplicação), ela seria passada à camada abaixo para criptografia (apresentação), adiante p/ estabelecer a chamada (sessão), passada p/ um transporte confiável*, que entrega para a rede localizar o destinatário, o enlace enviaria para a máquina vizinha (ex.: switch ou roteador) e por fim haveria a transmissão física dos bits





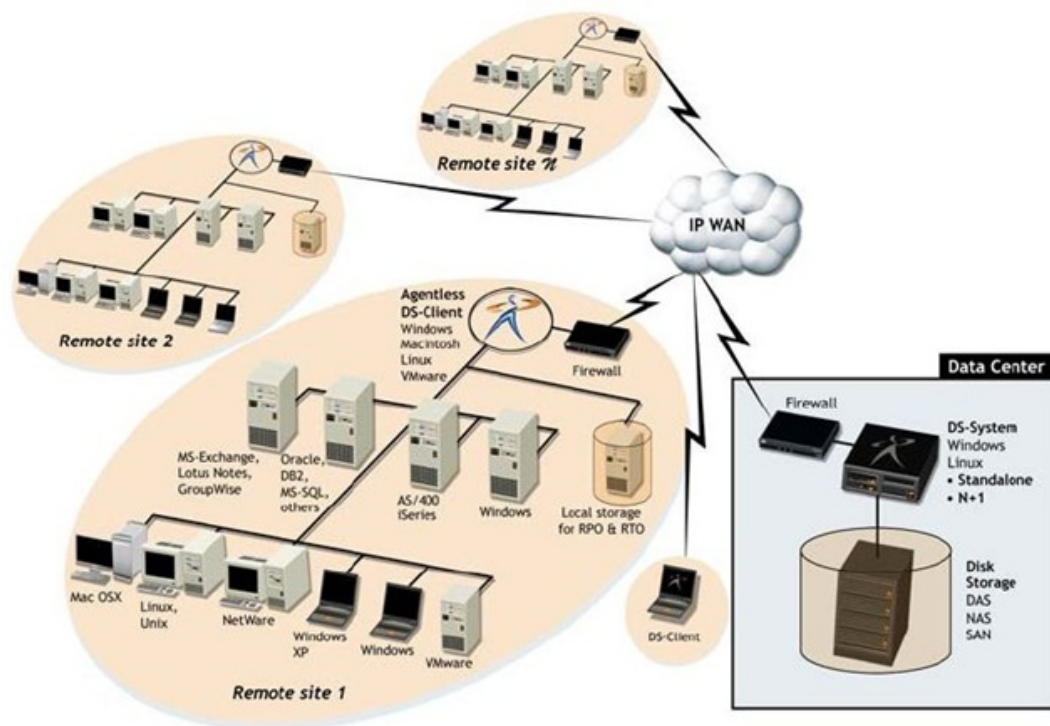
Analogia:





O que é TCP/IP

- Conjunto de protocolos que permitem a conexão de computadores
 - pequenas redes locais (LAN)
 - grandes redes globais (WAN)



- O **modelo TCP/IP estabelece um padrão** para que computadores de fabricantes distintos comuniquem-se



Como surgiu o TCP/IP

- Desenvolvimento começou em 1969 com o Projeto ARPANET, com objetivo de desenvolver uma **rede militar**
 - interligar os computadores do governo (hardware heterogêneo)
 - rede descentralizada e com rotas alternativas (resistente a falhas)
- Após, foi criada pela NSF uma rede semelhante para ligar **instituições de pesquisa** e universidades americanas
- Destes projetos surgiu o modelo TCP/IP, alicerce para a construção da rede mundial conhecida como **Internet**
 - o modelo TCP/IP define camadas e suas funções



Pilha de protocolos da Internet

Serviços prestados por cada camada:

- **aplicação**: tipo de comunicação, criptografia
- **transporte**: transferência fim-a-fim, na entrega (opcional)
- **rede**: endereçamento dos nós, roteamento de datagramas
- **enlace**: transmite quadros entre nós vizinhos, de colisões e erros de transmissão
- **física**: sinalização e cabeamento

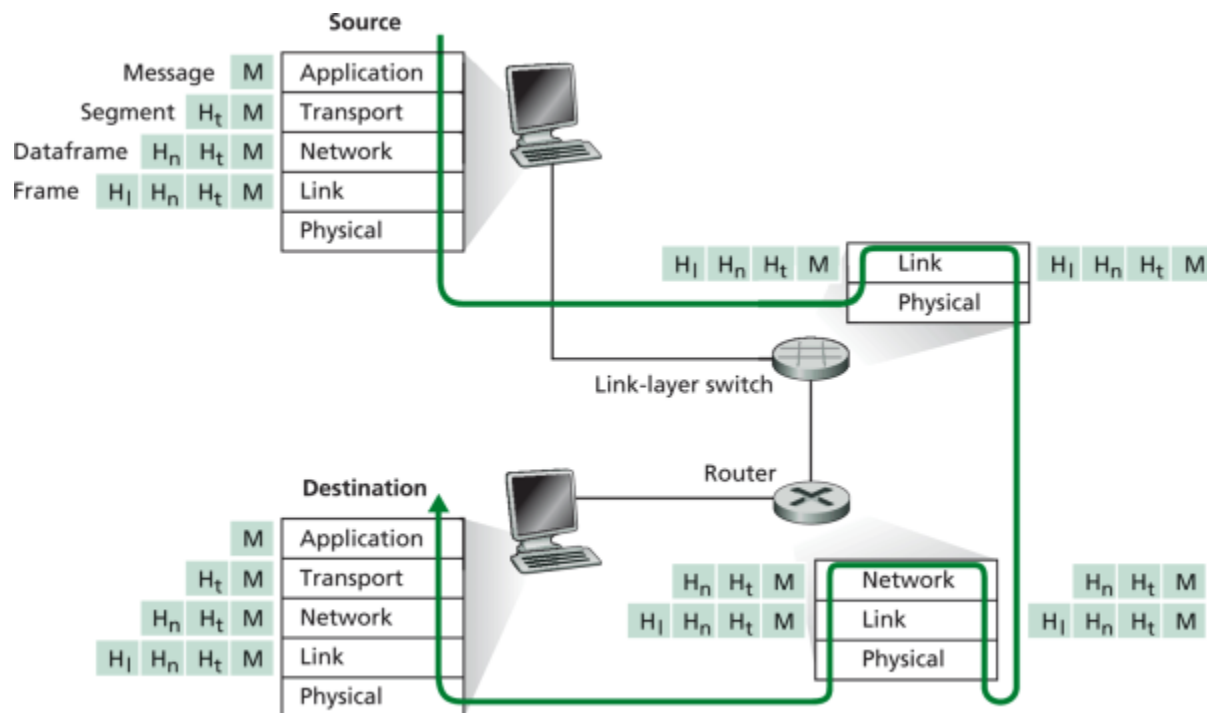




Divisão em camadas

Cada camada é distribuída (está presente em vários nós)

- “entidades” implementam as funções da camada em cada nó
- entidades realizam ações, trocam mensagens entre pares

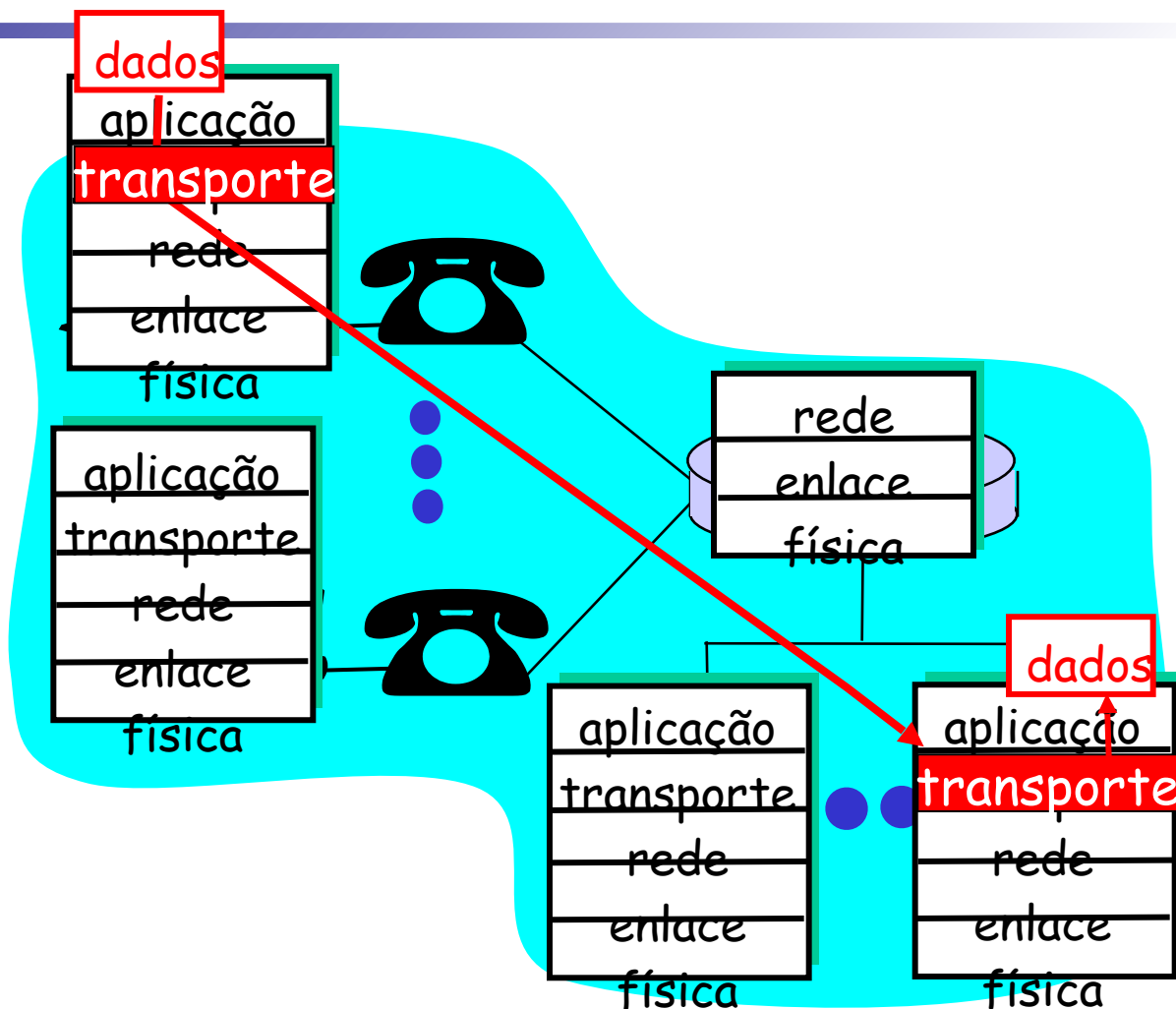




Divisão em camadas: comunicação lógica

Ex.: transporte

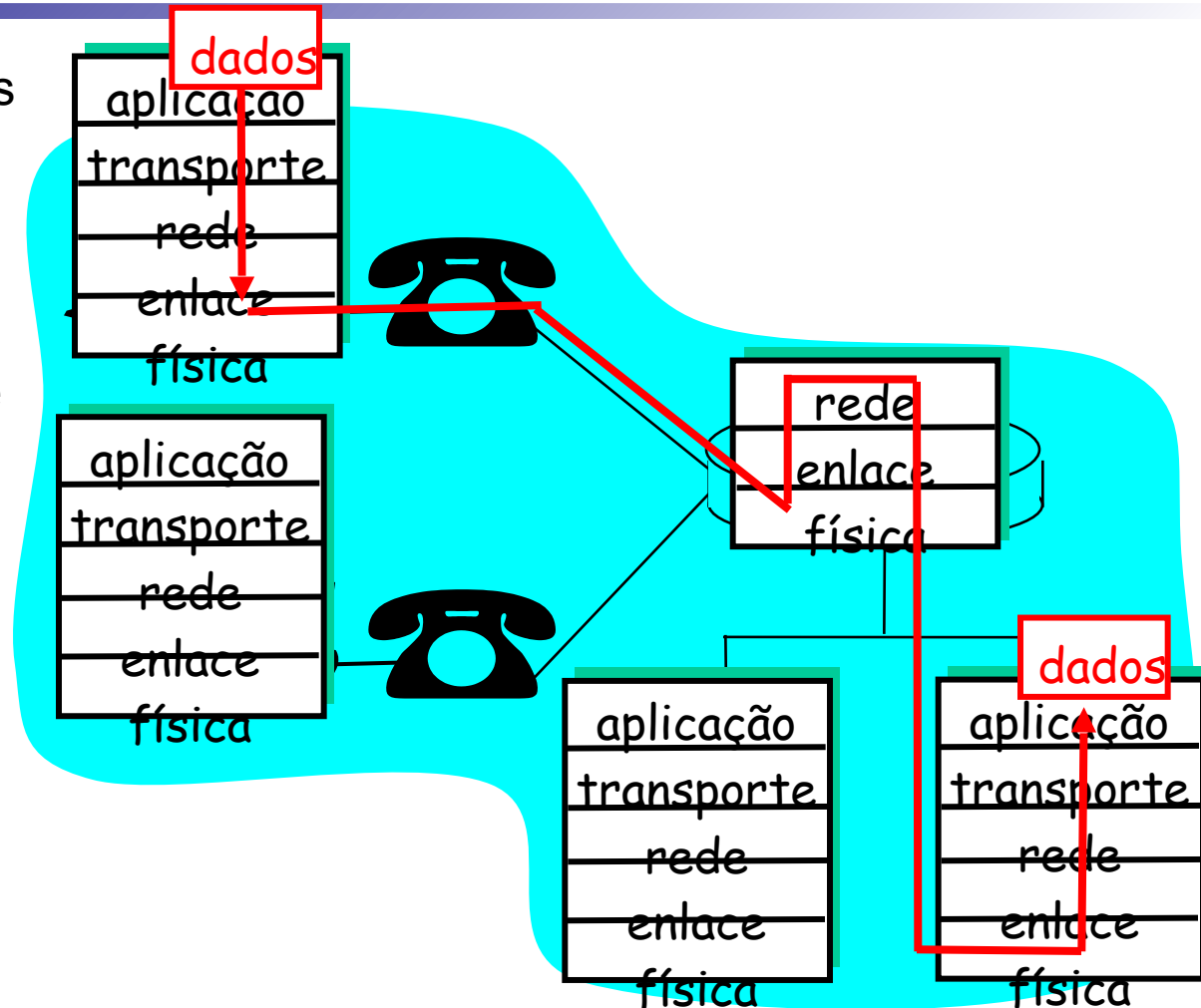
- apanha dados da aplicação
- monta datagrama
 - adiciona ender., verificação de erros, etc.
- envia datagrama ao parceiro
- espera pela confirmação de recebimento





Divisão em camadas: comunicação física

- fisicamente os dados passam de **camada a camada**
- cada camada provê serviços para a superior, (através de uma interface bem definida)
- a informação é efetivamente transmitida pela última camada (física)

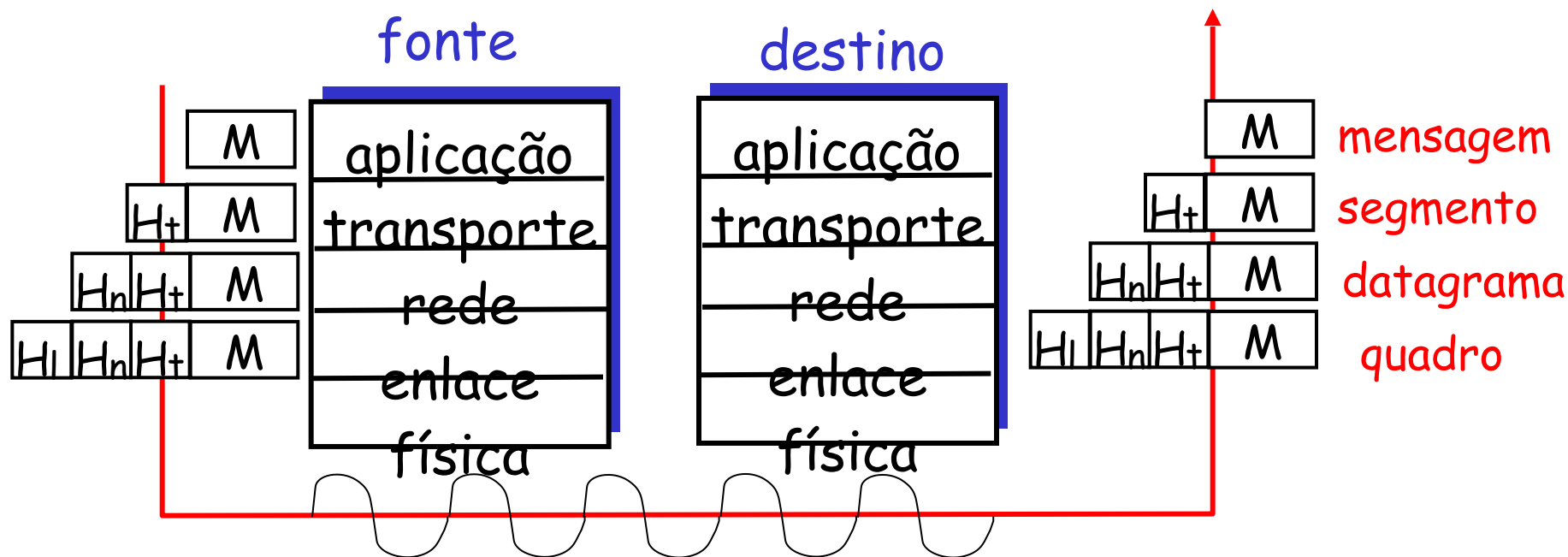




Camadas de protocolos e os dados

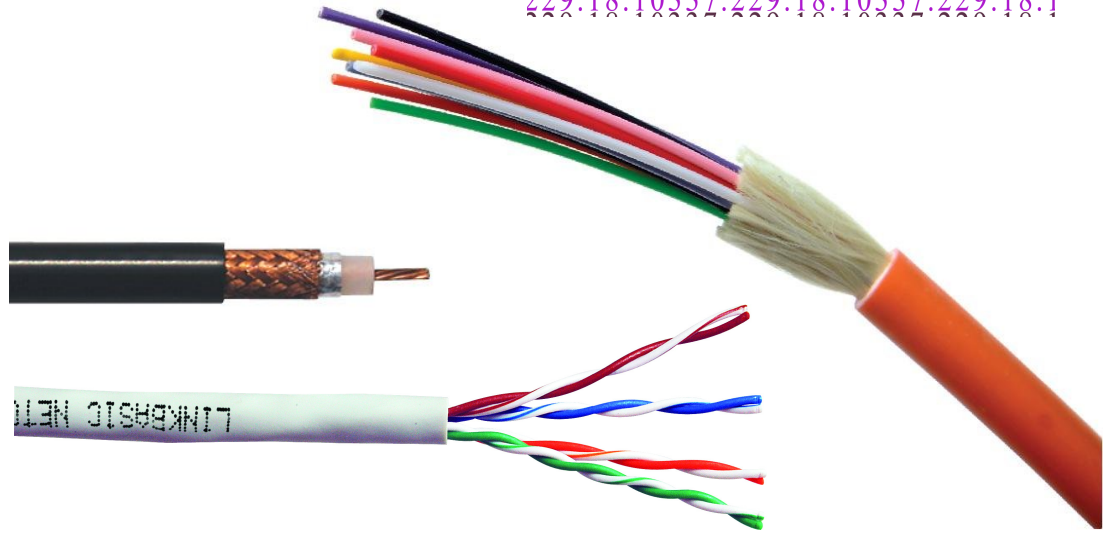
Encapsulamento:

- cada camada recebe dados de cima,
- acrescenta um cabeçalho para criar uma nova unidade de dados,
- passa a nova unidade de dados para a camada abaixo ([applet](#))





TCP/IP





Parte III: Modelos e Protocolos

Nosso objetivo:

- Definir “protocolo de rede”
- Conhecer as vantagens em dividir os protocolos em camadas
- Conhecer os principais modelos de referência para redes
- Conhecer a função de cada camada do modelo TCP/IP

Tópicos abordados:

- o que é um protocolo?
- modelos em camadas
- modelos de referência OSI e TCP/IP
- camadas do modelo TCP/IP



Camada de Aplicação

- Contém os protocolos de alto nível, utilizados pelas aplicações para envio e recepção de mensagens
- Abstrai a existência de comunicação em rede entre processos de diferentes computadores
 - provê serviços de comunicação ao sistema ou ao usuário
 - identifica e estabelece a disponibilidade da aplicação na máquina destinatária
 - disponibiliza os recursos para a comunicação aconteça
- A seguir serão listados alguns exemplos de protocolos desta camada



HTTP: carregar páginas Web na WWW (*world wide web*)

The screenshot shows the Windows Internet Explorer browser window displaying the Google homepage. The address bar shows the URL `http://www.google.com/`. The F12 developer tools are open, showing the HTTP transaction details for the page load.

HTTP Transaction Details:

NC	Offset	Timeline	Duration(s)	Method	Result	Receiv	Type	URL
1	+0.000		0.469 s	GET	200	2.72 K	text/html	<code>http://www.google.com/</code>
2	+0.532		0.045 s	GET	(Cache)	0	image/gif	<code>http://www.google.com/intl/en_ALL/i...</code>
3	+0.610		0.061 s	GET	(Cache)	0	image/png	<code>http://www.google.com/images/nav_L...</code>

Request Headers:

Request-Line	Value
GET / HTTP/1.1	
Accept	image/gif, image/x-bitmap, image/jpeg, image/png, application/x-shockwav, e-flash, application/msword, application/vnd.ms-excel, application/vnd.ms-powerpoint, */*
Accept-Language	zh-cn
UA-CPU	x86

Response Headers:

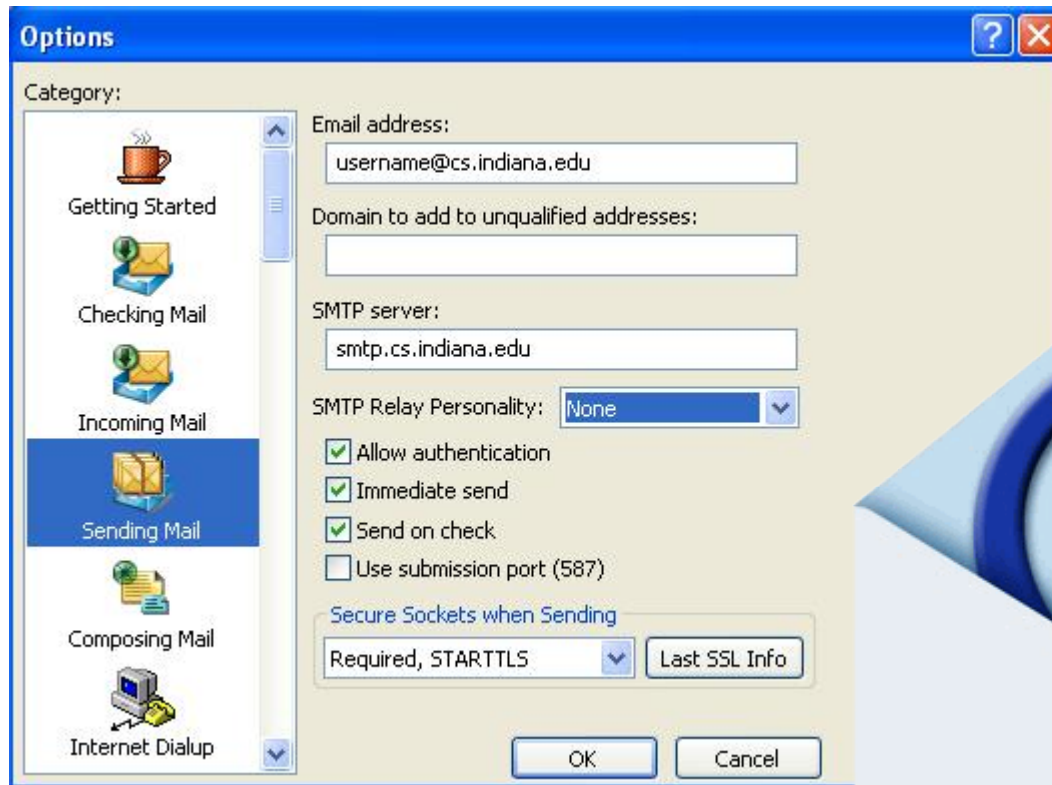
Header	Value
(Status-Line)	HTTP/1.1 200 OK
Cache-Control	private
Content-Type	text/html; charset=UTF-8
Content-Encoding	gzip
Server	gws
Content-Length	2537
Date	Thu, 08 Nov 2007 08:25:23 GMT

Current Webpage Performance:

Metric	Value
Title	Google
Performance	
Elapsed Time	+0.672 s
Round Trips	1
Bytes Received	2.72 K
Bytes Sent	620
Compression Saving	3.40 K (57.29%)
DNS Lookups	1
TCP Connects	1
Status code	
(Cache)	2
200 OK	1



SMTP: envio de correio eletrônico (e-mail)





FTP: move dados eficientemente entre duas máquinas

FileZilla

File Edit Transfer Server Help

Host: 127.0.0.1 Username: filezilla Password: Port: Quickconnect

Response: 226 Transfer OK
Status: File transfer successful
Status: Starting upload of C:\dev\svn\FileZilla3\src\bin\fszftp.exe
Command: PORT 127,0,0,1,16,14
Response: 200 Port command successful
Command: STOR fszftp.exe
Response: 150 Opening data channel for file transfer.

Local site: C:\dev\svn\ Remote site: /c/ftproot/filezilla/FileZilla3/src/

Filename	Filesize	Filetype	Last modified
..			
FileZilla3		Dateiordner	01/09/2007 18:00:48
Kopie von putty		Dateiordner	09/08/2007 16:45:25
putty		Dateiordner	09/08/2007 17:41:58
Seminar		Dateiordner	13/05/2007 19:00:55
wxWidgets		Dateiordner	26/08/2007 10:14:11
wxWidgets_trunk		Dateiordner	30/08/2007 00:20:17
XRced		Dateiordner	27/07/2007 21:22:11
todo.txt	263	Textdokument	03/08/2007 14:17:32

Filename	Filesize	Filetype	Last modified	Permissions	Owner / Gr
..					
.svn		Dateiordner			
bin		Dateiordner			
Makefile.am	160	AM-Datei	02/09/2007 15:11:00	-rw-r--r--	ftp ftp
Makefile.in	16201	IN-Datei	02/09/2007 15:11:00	-rw-r--r--	ftp ftp
FileZilla.sln	2351		11:00	-rw-r--r--	ftp ftp
FileZilla.suo	24064		11:00	-rw-r--r--	ftp ftp

Server / Local file Direction Remote file Size Pri

filezilla@127.0.0.1					
C:\dev\svn\FileZilla3\src\bin\FileZilla_unicode_d...	-->	/c/ftproot/filezilla/FileZilla3/src/bi...	15477996	No	
00:00:23 elapsed 00:00:07 left					
C:\dev\svn\FileZilla3\src\bin\fszftp.exe	-->	/c/ftproot/filezilla/FileZilla3/src/bi...	2359963	Normal	Transferring
00:00:03 elapsed 00:00:01 left					
C:\dev\svn\FileZilla3\src\engine\asynchostreso...	-->	/c/ftproot/filezilla/FileZilla3/src/e...	1195	Normal	

Queued files (2302) Failed transfers (1) Successful transfers

Queue: 664 MB



Outros Protocolos de Aplicação

µTorrent 1.7.1

File Options Help

<Search Here>

Name	#	Size	Done	Status	Seeds	Peers	Down Speed	Up Speed	ETA	Uploaded	Ratio	Avail.	Label
OOo_2.2.1_Win32Intel_install_wJ...	1	108 MB	91.4%	Downloading	56 (74)	5 (82)	463.9 kB/s	6.3 kB/s	19s	672 kB	0.006	57....	
KNOPPIX_V5.1.1DVD-2007-01-04...	2	4.02 GB	0.9%	Downloading	59 (65)	10 (239)	256.4 kB/s	29.3 kB/s	4h 53m	3.73 MB	0.098	59....	
ubuntu-7.04-desktop-i386.iso	3	697 MB	0.0%	Queued	0 (641)	0 (54)			∞	0.0 kB	0.000	0.000	

General Peers Pieces Files Speed Logger

Downloaded: 0.9 %
Availability: 59.983

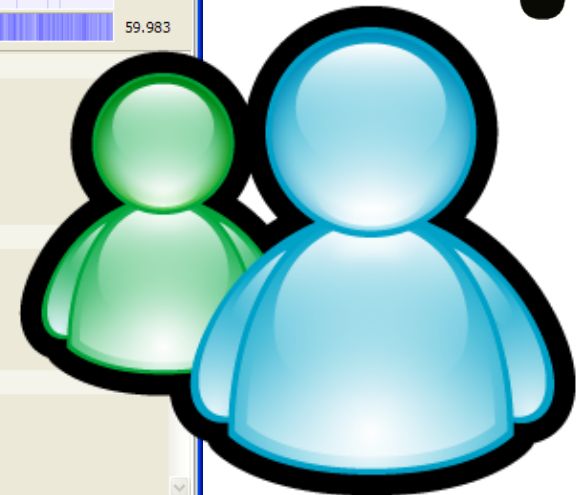
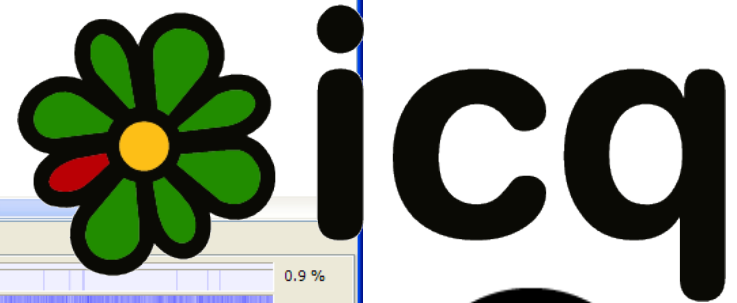

Transfer

Time Elapsed: 4h 53m
Download Speed: 256.4 kB/s (avg. 135.7 kB/s)
Upload Speed: 29.3 kB/s (avg. 13.3 kB/s)
Peers: 10 of 239 connected (64 in swarm)

Share Ratio: 0.098
Down Limit:
Up Limit:
Wasted: 32.0 kB (0 hashfails)

Geared
Save
Total Size: 4125 x 1.00 MB (have 28)
Created On: Hash: 78C52A67 74DE0B41 D1025AF3 BDC7DEBE 4D5E1887
Comment:

DHT: 278 nodes | D: 728.3 kB/s T: 138.4 MB | U: 34.7 kB/s T: 5.2 MB





Requisitos de Transporte de Aplicações Comuns

Aplicação	Perdas	Banda	Sensível ao Atraso
transf. de arquivos	sem perdas	elástica	não
e-mail	sem perdas	elástica	não
documentos Web	tolerante	elástica	não
áudio/vídeo tempo real	tolerante	áudio: 5Kbps-1Mbps vídeo: 10Kbps-5Mbps	sim , 100's msec
áudio/vídeo armazenado	tolerante	igual à anterior	sim , alguns seg.
jogos interativos	tolerante	alguns Kbps	sim , 100's msec
comércio eletrônico	sem perda	elástica	sim



Camada de Transporte

- Coordena o envio de mensagens de um computador para outro
OBS.: o transporte é fim-a-fim, não se preocupa com intermediários!
- Recebe mensagens da Camada de Aplicação e divide-as em segmentos, que são passados à Camada de Rede
- Seus serviços são providos pelo protocolo TCP ou UDP
 - pode ou não implementar algum mecanismo de controle para garantir a entrega de mensagens



Camada de Transporte

- O protocolo **TCP** é orientado a conexão e confiável
 - permite um fluxo de bytes ser entregue sem erros ao destinatário ([applet](#))
 - o receptor remonta a mensagem, ordenando os fragmentos ([applet](#))
 - o TCP também cuida do controle de fluxo e congestionamento ([applet](#))
- O protocolo **UDP** é sem conexão e não confiável
 - utilizado em mensagens do tipo requisição-resposta (ex.: cliente-servidor)
 - preferido onde uma entrega rápida é mais importante que uma precisa (ex.: voz, vídeo)



Aplicações e Protocolos de Transporte da Internet

Aplicação	Protocolo de Aplicação	Protocolo de Transporte
e-mail	SMTP, POP, IMAP	TCP
acesso de terminais remotos	Telnet, SSH	TCP
Web	HTTP, HTTPS	TCP
transferência de arquivos	FTP, Rsync, Bittorrent	TCP
streaming multimedia	RTSP, MMS	TCP ou UDP
servidor de arquivos remoto	NFS, SMB	TCP ou UDP
telefonia Internet	RTP, SIP, H.323	tipicamente UDP



Camada de Rede

- Define o mecanismo utilizado para que o computador de origem enderece e localize o computador de destino
 - recebe segmentos da Camada de Transporte
 - encapsula os segmentos em datagramas IP ([applet](#))
 - escolhe a rota pela qual devem passar, menor, mais barata, etc ([applet](#))
- Analogia com os Correios
 - uma carta tentará ser entregue ao destino

OBS.: cartas podem passar por caminhos diferentes! ([applet](#), [applet2](#))
- Exemplos de protocolos:
 - IP, ARP: protocolos de endereçamento *lógico* e *físico*
 - ICMP: protocolo de *mensagens de controle*
 - IGMP: protocolo de *grupo multicast*



Camada de Interface de Rede

- **Enlace:** Define os padrões de transmissão da informação e correção de erros, através do meio físico
 - ex.: Ethernet, FDDI, WiFi, [Token Ring](#), ATM, etc
- Datagramas recebidos pela Camada de Rede são subdivididos em **quadros**
- Os quadros são transmitidos*, ponto-a-ponto (entre vizinhos)
 - * os quadros devem ser convertidos em sinal (elétrico, óptico)



Camada de Interface de Rede

- **Física:** define as características técnicas* dos dispositivos elétricos e ópticos (físicos) do sistema
 - * taxa de transferência, tensões, frequências, etc.
 - ex. de protocolos: PPP, DSL, GSM, camada física de Ethernet, WiFi, IRDA, etc.
- A camada física **move bits** através de um meio de transmissão
 - OBS.: erros de transmissão podem ocorrer (interferências, colisões), mas quem lida com eles é a camada de enlace