

Sistemas Operacionais Embarcados

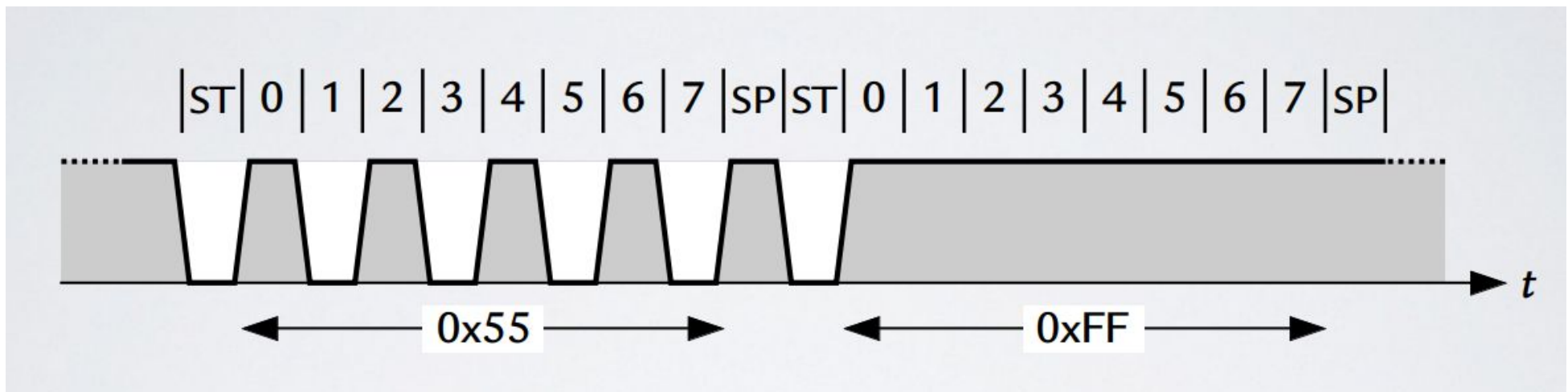
Protocolo Internet

Protocolo Internet

- Conteúdo:
 - Protocolos
 - Hardware
 - Camadas do TCP/IP

O que é um protocolo?

- Conjunto de regras e procedimentos para comunicação (formato de dados, significado de cada dado, ordem de envio, comandos, códigos de erro etc.)



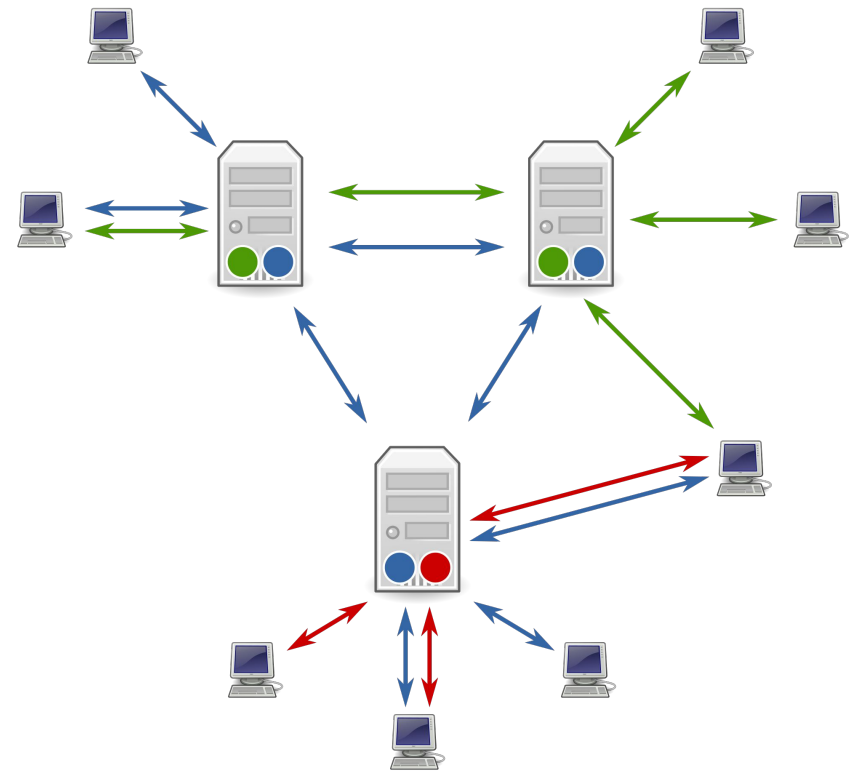
Protocolo de comunicação serial para o envio dos bytes 0x55 e 0xFF

O que é um protocolo?

- Seguindo os formatos e regras de um mesmo protocolo, dois dispositivos (computadores, microcontroladores etc.) podem se comunicar;
- O TCP/IP (ou Protocolo de Internet) é o conjunto-padrão de protocolos de comunicação de dispositivos pela Internet.

Cenário típico

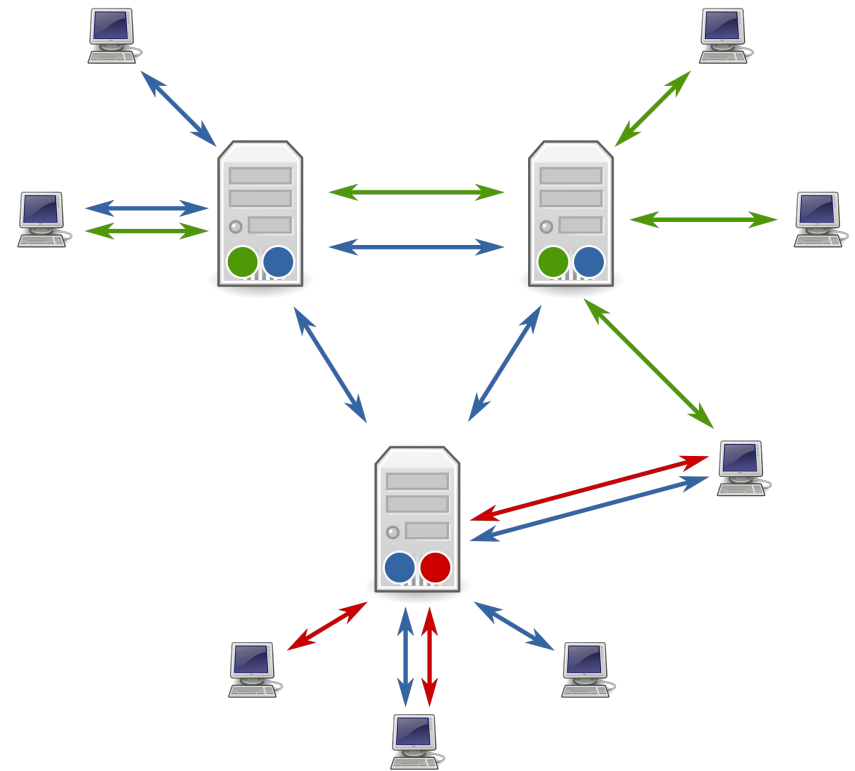
- Acesso a uma página
 - O servidor que contém a página separa a informação em datagramas (pequenos pedaços independentes)
 - Cada datagrama tem o endereço do seu computador como destino
 - O servidor manda datagramas para o roteador, que os manda para outro nó mais próximo de você (outro roteador ou computador)



Cenário típico

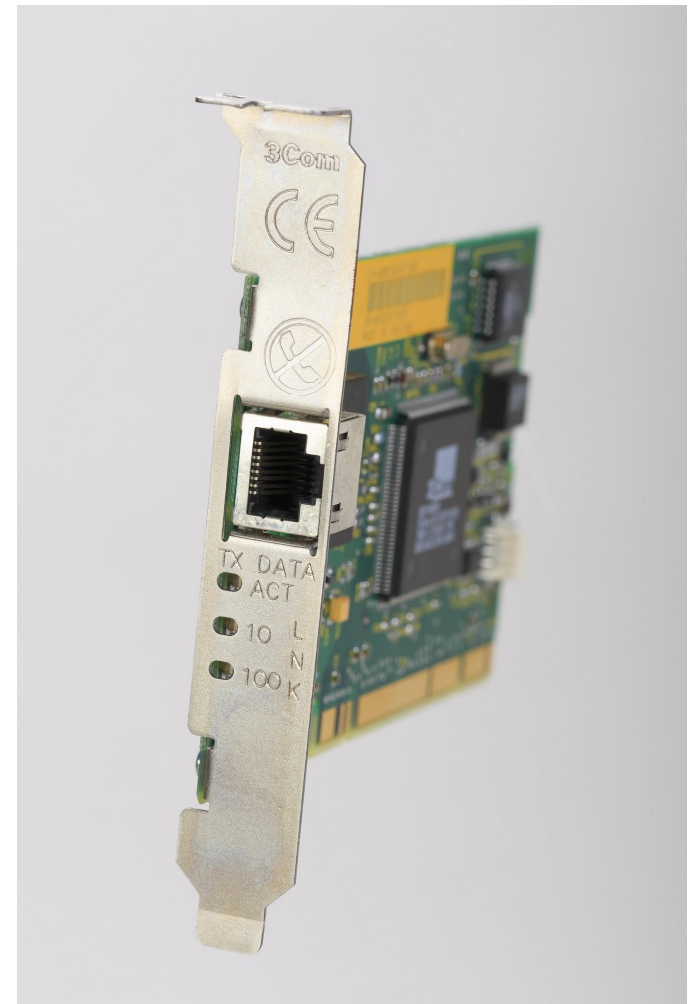
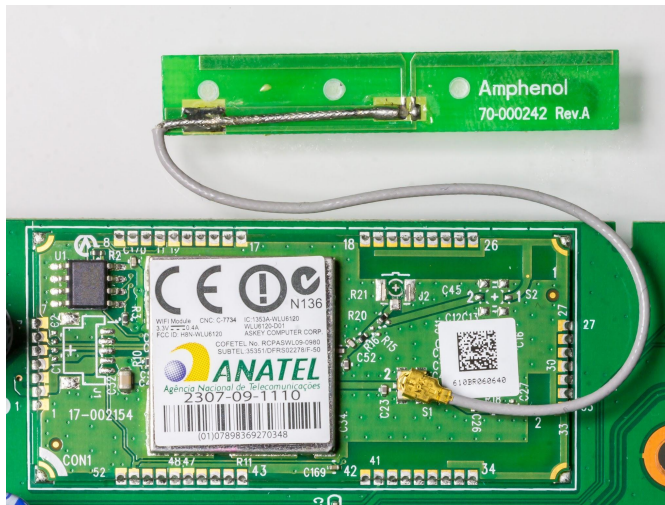
- Acesso a uma página

- Isso é feito até os datagramas alcançarem seu computador
- No seu computador, os datagramas são agrupados adequadamente, e enviados ao programa adequado (*browser*)
- Processo semelhante é seguido no envio de emails, em chats, no download de arquivos etc.



Hardware

- Placa de rede (network adapter)
 - Permite a conexão do computador com uma rede de computadores
 - Pode ser com fio (ethernet) ou sem fio (Wi-Fi)



Hardware


- Placa de rede (network adapter)

```
$ ip link
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state
UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
mq state UP mode DORMANT group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```


Hardware

- Placa de rede (network adapter)

```
$ ip link
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state
   UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
   mq state UP mode DORMANT group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```



Hardware

- Placa de rede (network adapter)


```
$ ip link
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state
UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
mq state UP mode DORMANT group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```



MAC adress

Hardware

- Placa de rede (network adapter)

```
$ ip link
1: lo:  UNKNOWN mode DEFAULT group
    link/loopback 00:00:00
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
mq state UP mode DORMANT group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

MAC address de loopback
(não é uma placa de rede)

Hardware

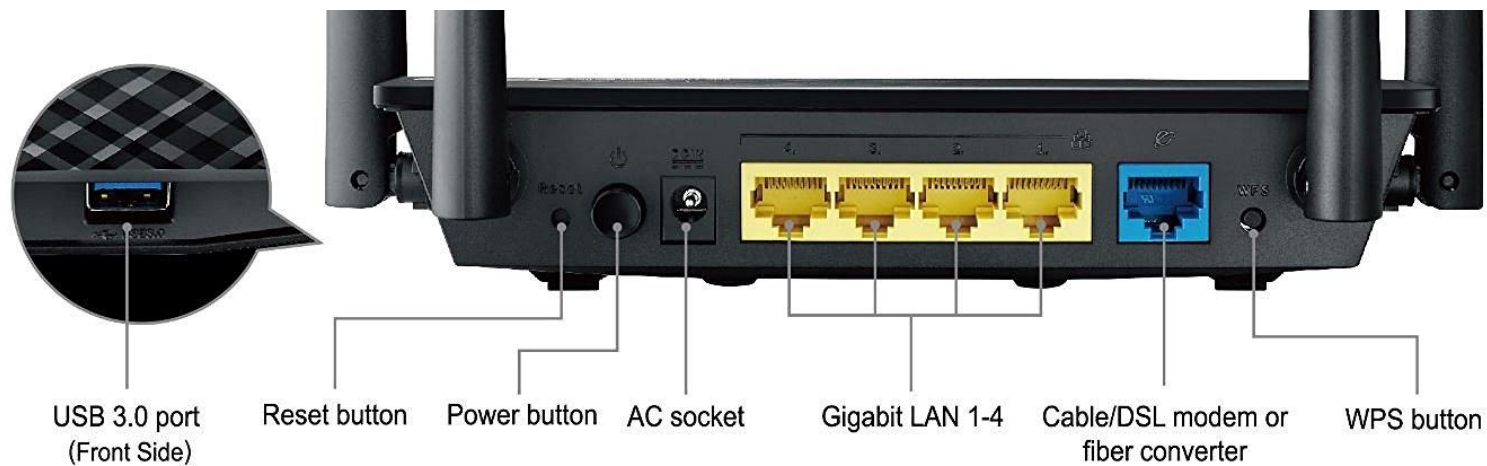
- Placa de rede (network adapter)

```
$ ifconfig -a
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
    inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
    loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
    RX packets 3418  bytes 352145 (352.1 KB)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 3418  bytes 352145 (352.1 KB)
    TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0

wlp1s0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
    inet 192.168.25.197  netmask 255.255.255.0  broadcast
192.168.25.255
    inet6 fe80::be66:3ee0:71d:a7bb  prefixlen 64  scopeid
0x20<link>
    ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1  txqueuelen 1000  (Ethernet)
    RX packets 528183  bytes 671880119 (671.8 MB)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 280942  bytes 51722587 (51.7 MB)
    TX errors 0  dropped 0 overruns 0  carrier 0  collisions 0
```

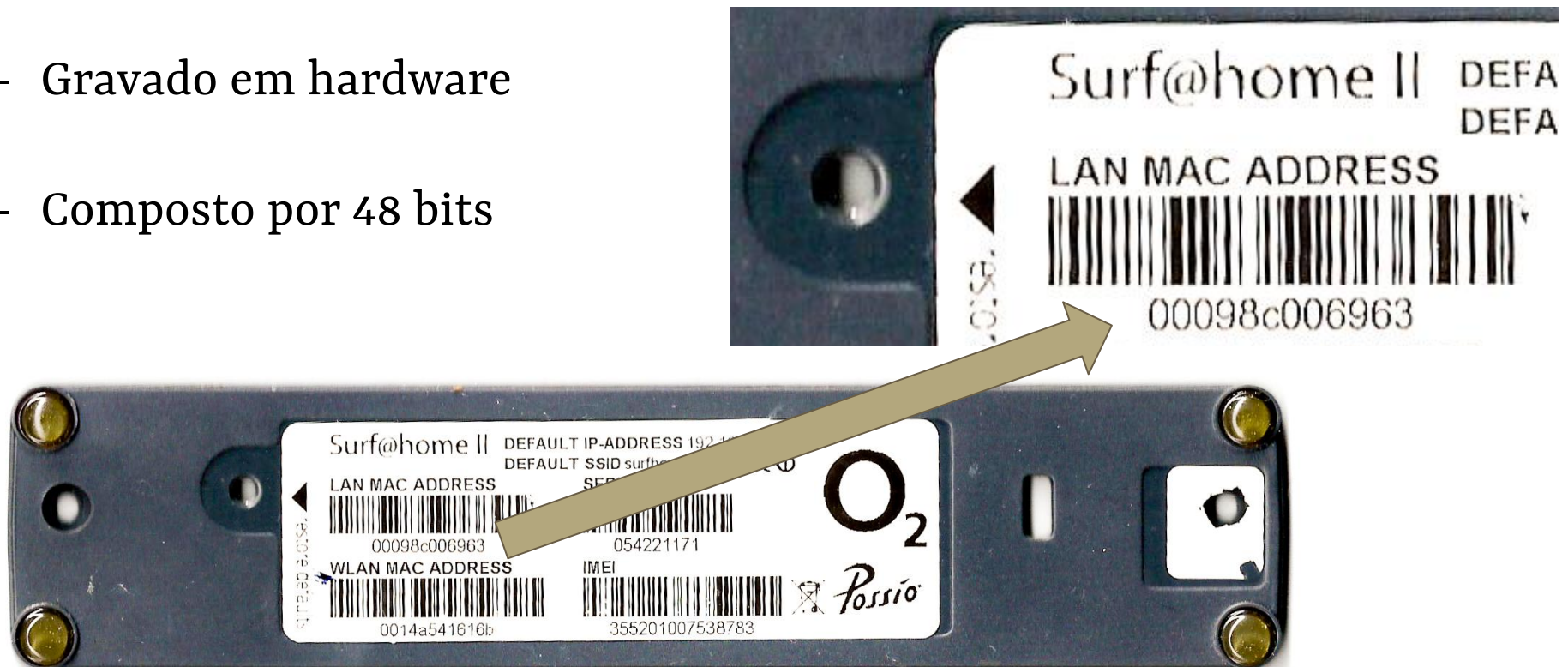
Hardware

- Roteador (router)
 - Transfere pacotes (datagramas + endereços + outros) entre computadores



Hardware

- Endereço MAC
 - Identificador único da placa de rede
 - Gravado em hardware
 - Composto por 48 bits



Hardware

- Endereço IP

- Identificador de cada dispositivo ligado à internet
- Duas versões: IPv4 (4 bytes) e IPv6 (16 bytes)

IPv4 address (dotted-decimal notation)

172 . 16 . 254 . 1

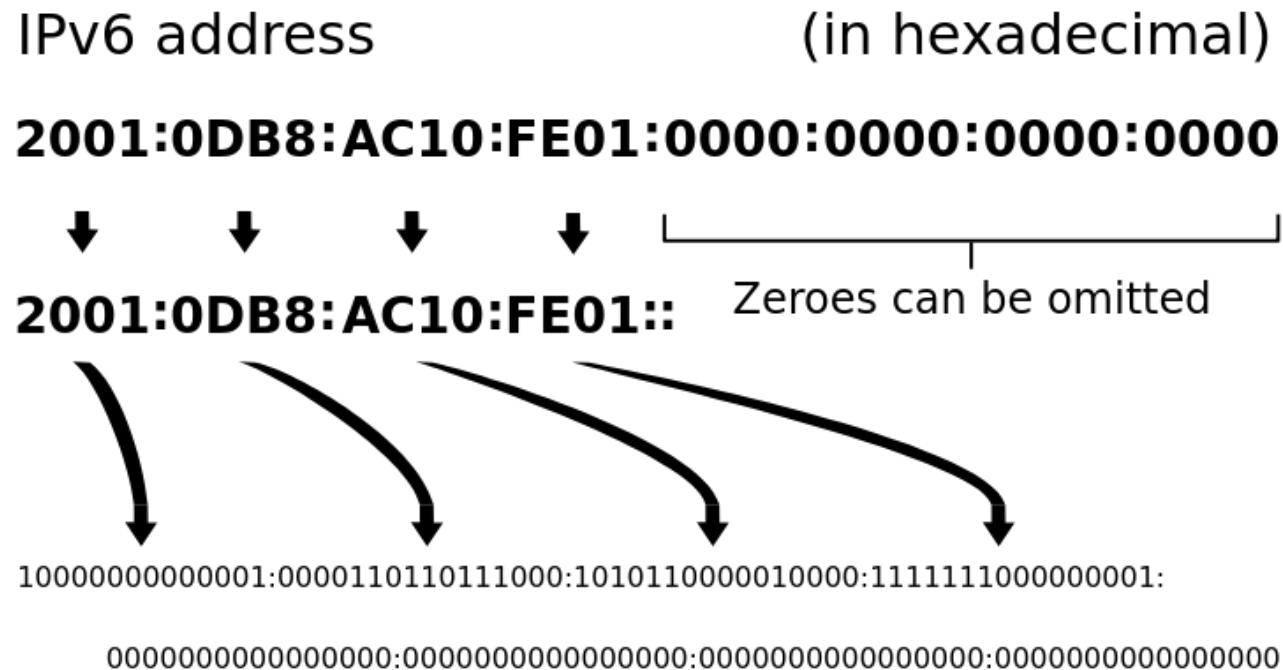


10101100.00010000.11111110.00000001

Hardware

- Endereço IP

- Identificador de cada dispositivo ligado à internet
- Duas versões: IPv4 (4 bytes) e IPv6 (16 bytes)



Hardware


- Endereço IP

```
$ ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state
UP group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.25.197/24 brd 192.168.25.255 scope global dynamic
noprofixroute wlp1s0
        valid_lft 75531sec preferred_lft 75531sec
    inet6 fe80::be66:3ee0:71d:a7bb/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Hardware

- Endereço IP

```
$ ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: wlp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state
UP group default qlen 1000
    link/ether 5c:ea:1d:cf:e3:e1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.25.197/24 scope global wlp1s0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::be66:3ee0:71d:a7bb/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```



Endereço IP do computador

Hardware

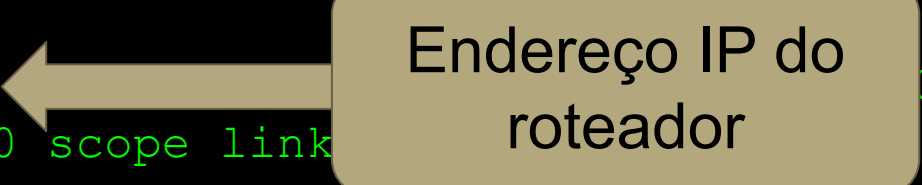
- Endereço IP

```
$ ip route
default via 192.168.25.1 dev wlp1s0 proto dhcp metric 600
169.254.0.0/16 dev wlp1s0 scope link metric 1000
192.168.25.0/24 dev wlp1s0 proto kernel scope link src
192.168.25.197 metric 600
```

Hardware

- Endereço IP

```
$ ip route
default via 192.168.25.1
169.254.0.0/16 dev wlp1s0 scope link
192.168.25.0/24 dev wlp1s0 proto kernel scope link src
192.168.25.197 metric 600
```



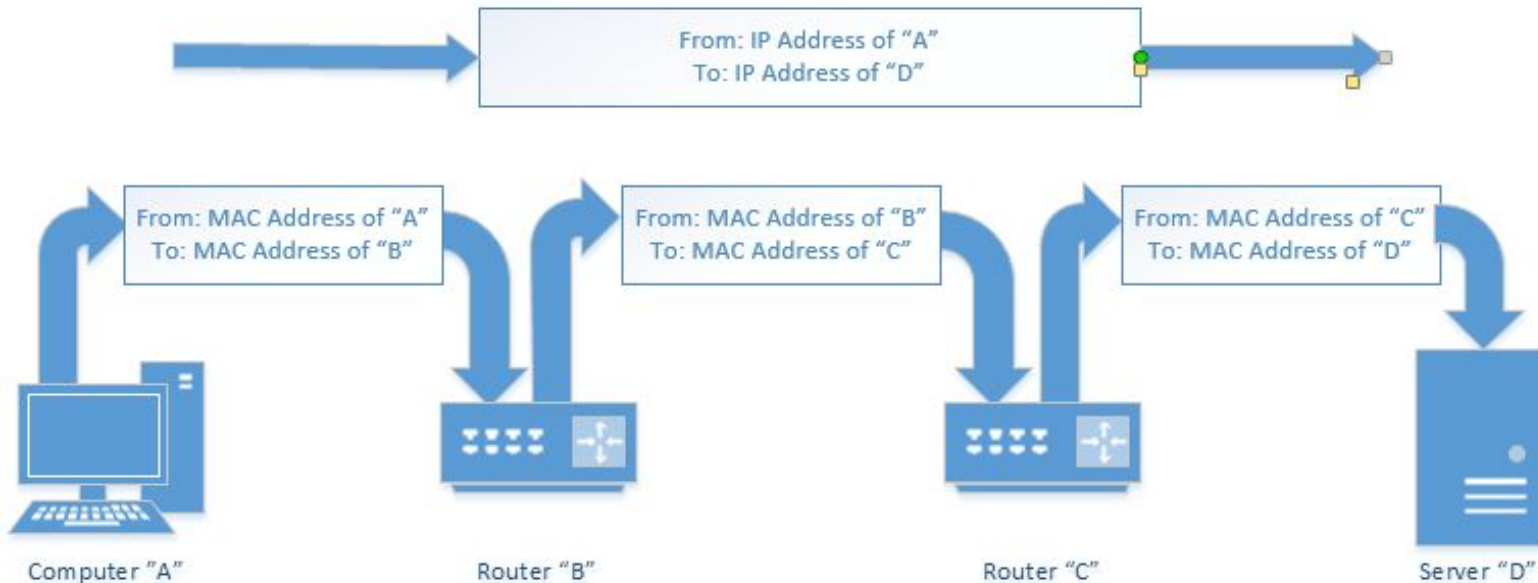
Endereço IP do roteador

The diagram shows a light brown rounded rectangular box containing the text 'Endereço IP do roteador'. A thick, light brown arrow points from the right side of this box to the IP address '192.168.25.1' in the first line of the terminal output, identifying it as the router's IP.

Hardware

- Endereços IP e MAC

- No acesso à internet, é necessário conhecer o IP do servidor de interesse
- Ao longo do protocolo, o endereço MAC só é usado entre uma placa de rede e outra: não é preciso saber o endereço MAC do servidor que você quer acessar



Hardware

- *Hostname*

- Uma rede possui diversos dispositivos (*hosts*) com nomes únicos (*hostnames*)
- O *hostname* é um identificador mais fácil de lembrar, para não precisarmos decorar números IP
- Para descobrir o hostname do seu computador, digite
`$ hostname`

Hardware

- Redes e *Hosts*

- O endereço IP contém duas partes, identificando a rede e o *host*
- Isto facilita a identificação do *host*
- O tamanho das duas partes é variável, sendo indicada ao final do endereço IP (CIDR - *Classless Inter-Domain Routing*)

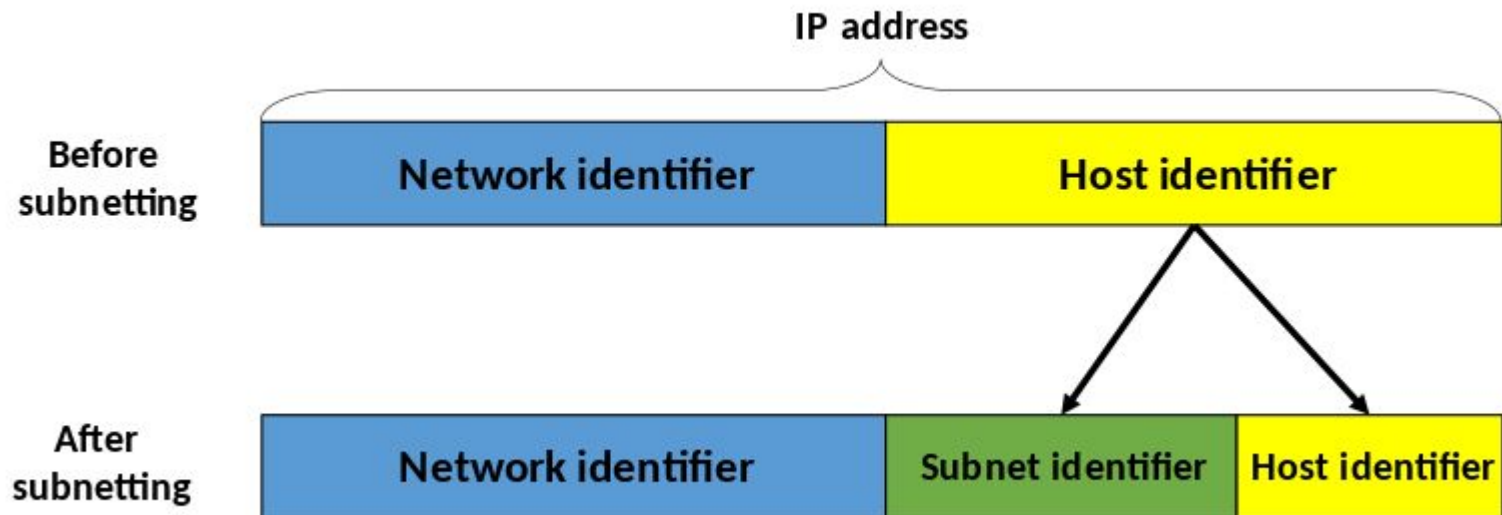
192.0.2.0/24:

- 24 bits para a rede: 192.0.2 (11000000.00000000.00000010)
- 8 bits para o *host*: 0 (00000000)

Hardware

- Redes e *Hosts*

- Subredes podem ser criadas, aproveitando bits do *host*



Hardware

- Endereços especiais
 - Se a parte do endereço IP correspondente à rede OU ao *host* é toda igual a 0 ou 1, este é um endereço especial

Reserved IPv4 addresses	
Range	Description
0.0.0.0/8	Current network (only valid as source address)
10.0.0.0/8	Private network
100.64.0.0/10	Shared Address Space
127.0.0.0/8	Loopback
169.254.0.0/16	Link-local (for autoconfig)
172.16.0.0/12	Private network
192.0.0.0/24	IETF Protocol Assignments
192.0.2.0/24	TEST-NET-1, documentation and examples
192.88.99.0/24	IPv6 to IPv4 relay
192.168.0.0/16	Private network
198.18.0.0/15	Network benchmark tests
198.51.100.0/24	TEST-NET-2, documentation and examples
203.0.113.0/24	TEST-NET-3, documentation and examples
224.0.0.0/4	IP multicast (former Class D network)
240.0.0.0/4	Reserved (former Class E network)
255.255.255.255	Broadcast

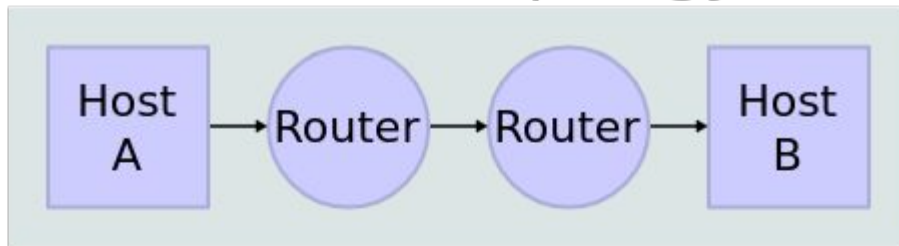
Hardware

- Endereços especiais
 - Se a parte do endereço IP correspondente à rede OU ao *host* é toda igual a 0 ou 1, este é um endereço especial

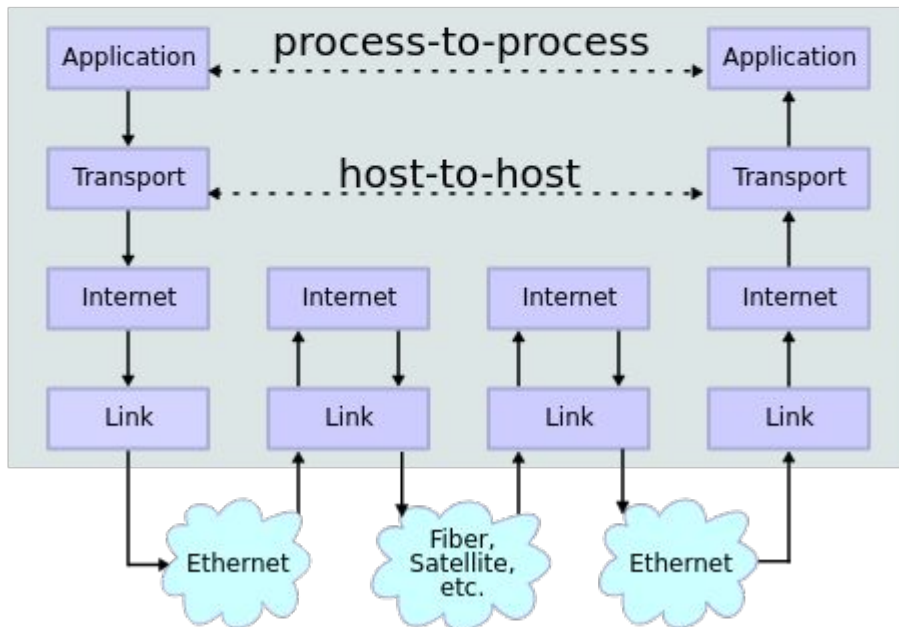
IANA-reserved private IPv4 network ranges			
private IPv4 network ranges	Start	End	No. of addresses
24-bit block (/8 prefix, 1 × A)	10.0.0.0	10.255.255.255	16 777 216
20-bit block (/12 prefix, 16 × B)	172.16.0.0	172.31.255.255	1 048 576
16-bit block (/16 prefix, 256 × C)	192.168.0.0	192.168.255.255	65 536

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow

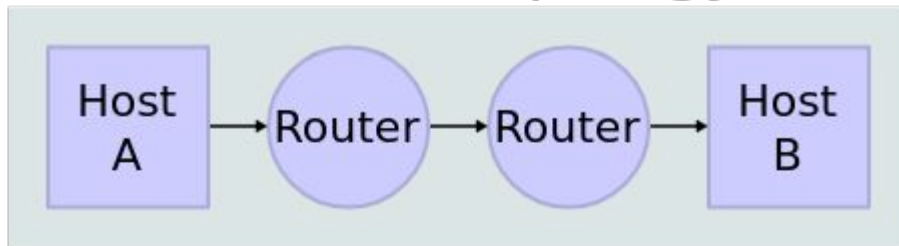


- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

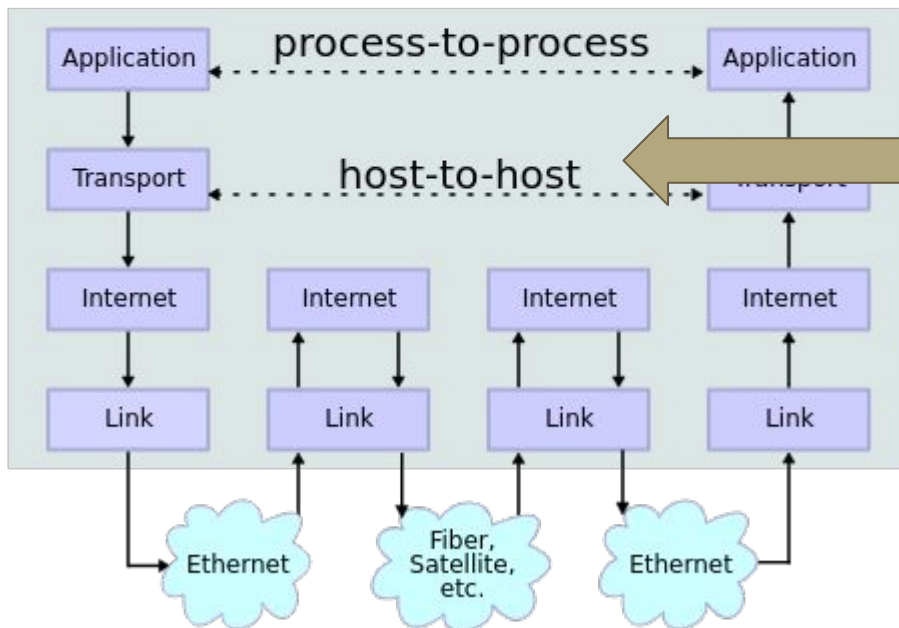
- Aplicação
- Transporte
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



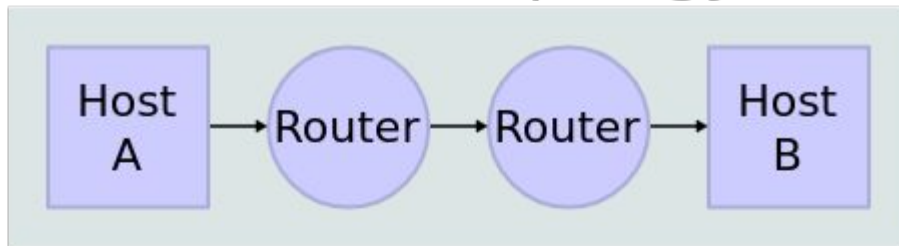
- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

Host = computador ou outro dispositivo

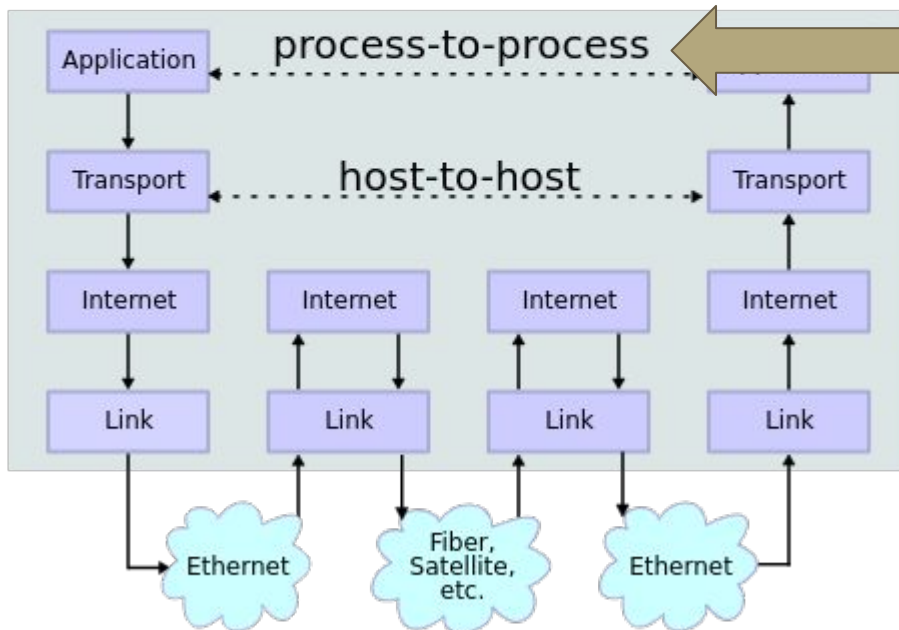
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



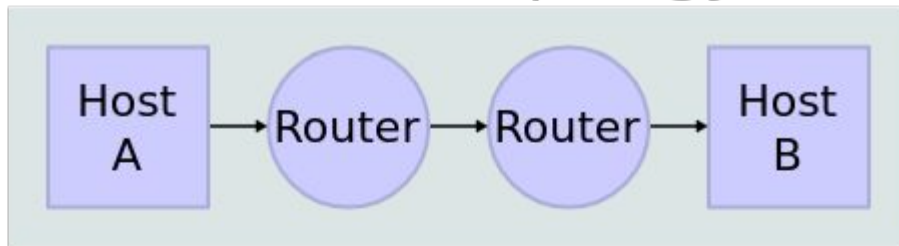
- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4

Processo = programa em execução

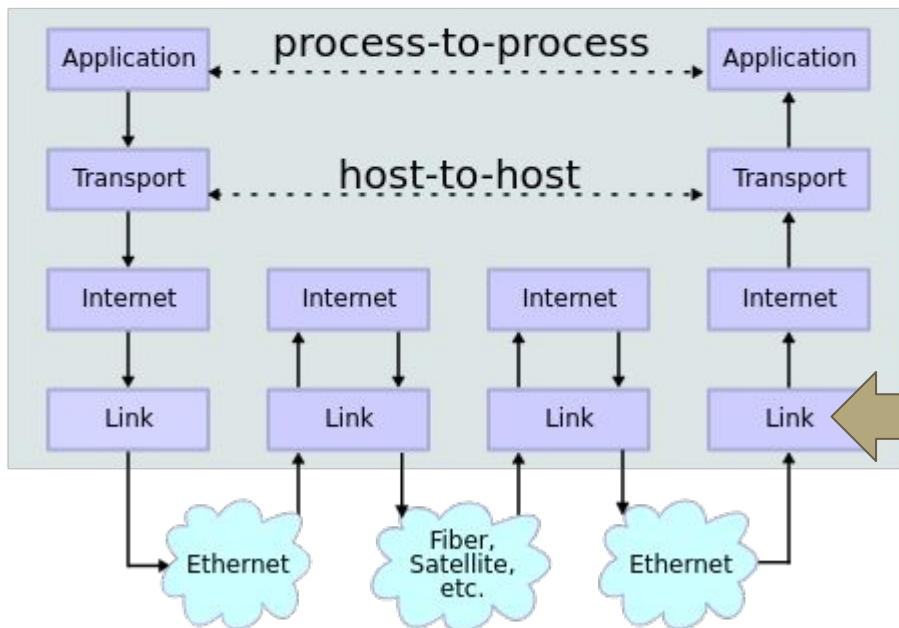
- Transporte
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



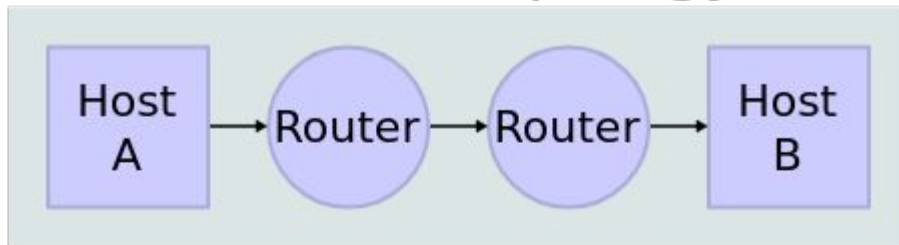
- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

- Aplicação
- Transporte
- Internet (rede)
- []

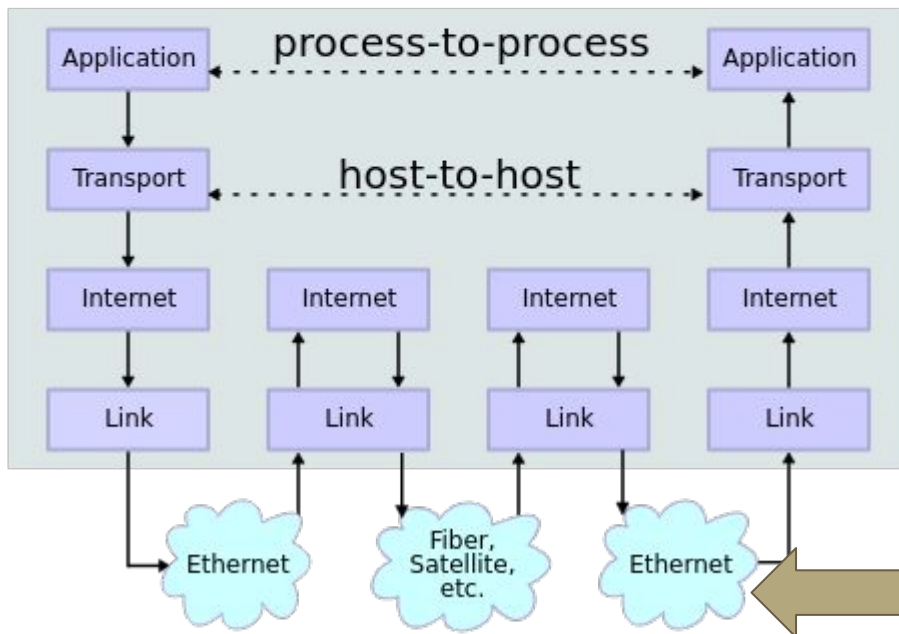
Roteador

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



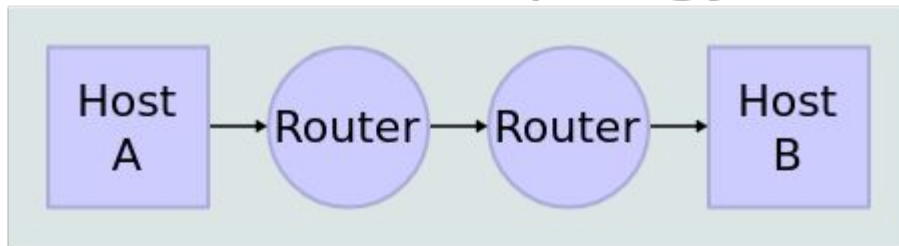
- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

- Aplicação
- Transporte
- Internet (rede)
- Link (enlace)

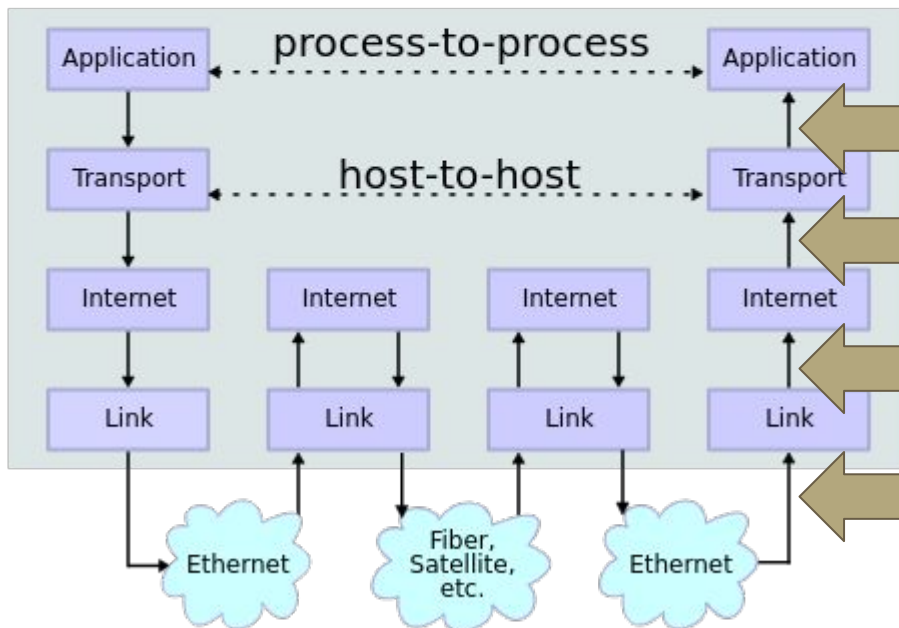
Conexões físicas

Camadas do TCP/IP

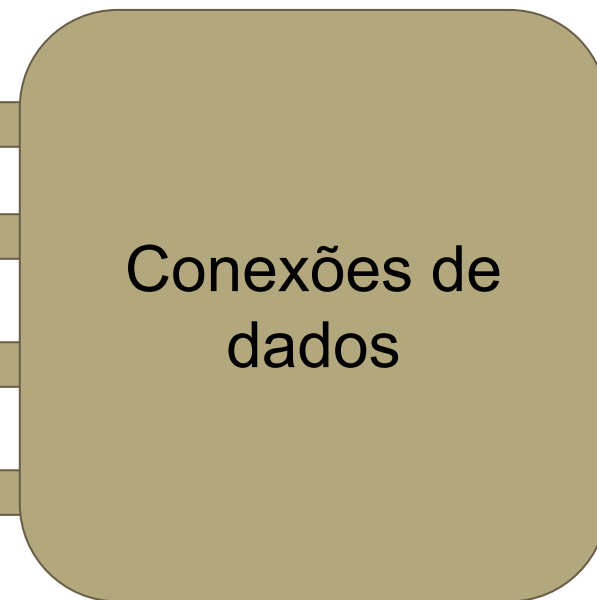
Network Topology



Data Flow

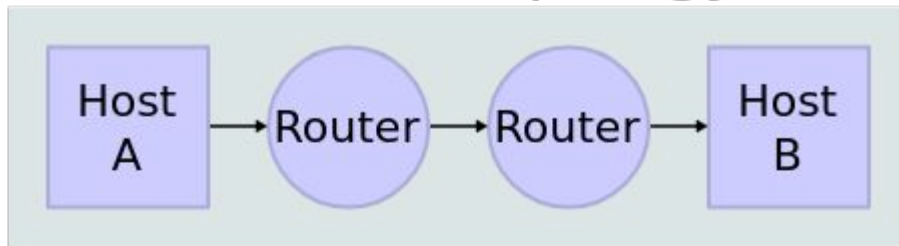


- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

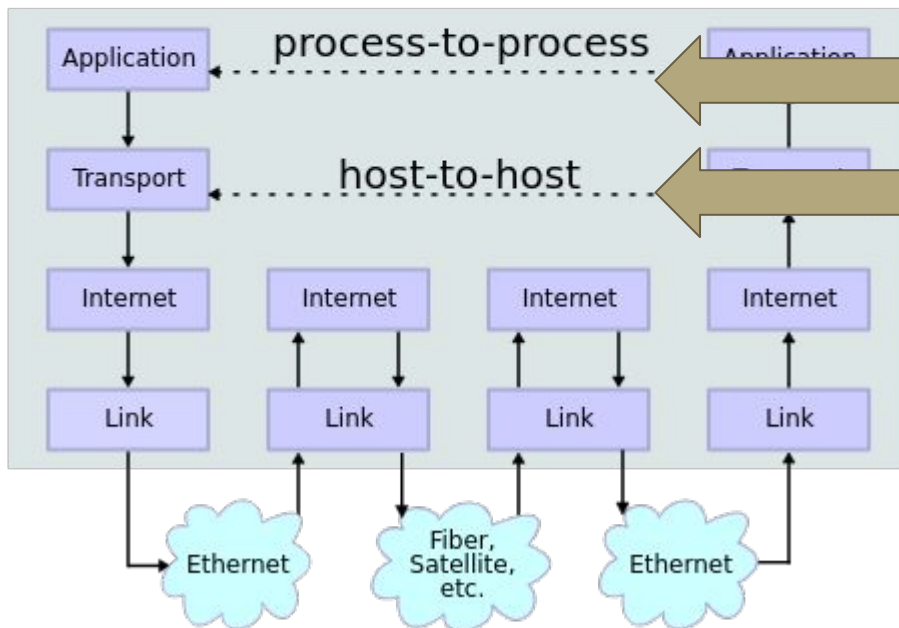


Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



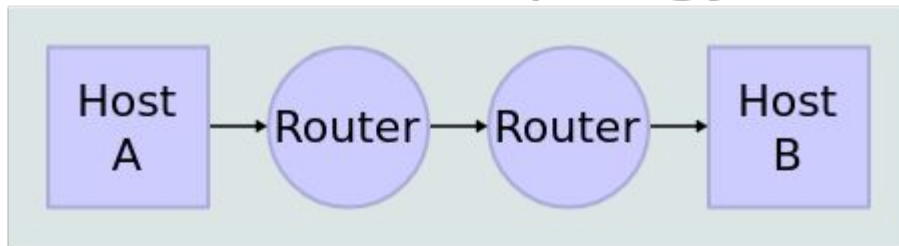
- O TCP/IP é uma *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

Conexões
abstratas

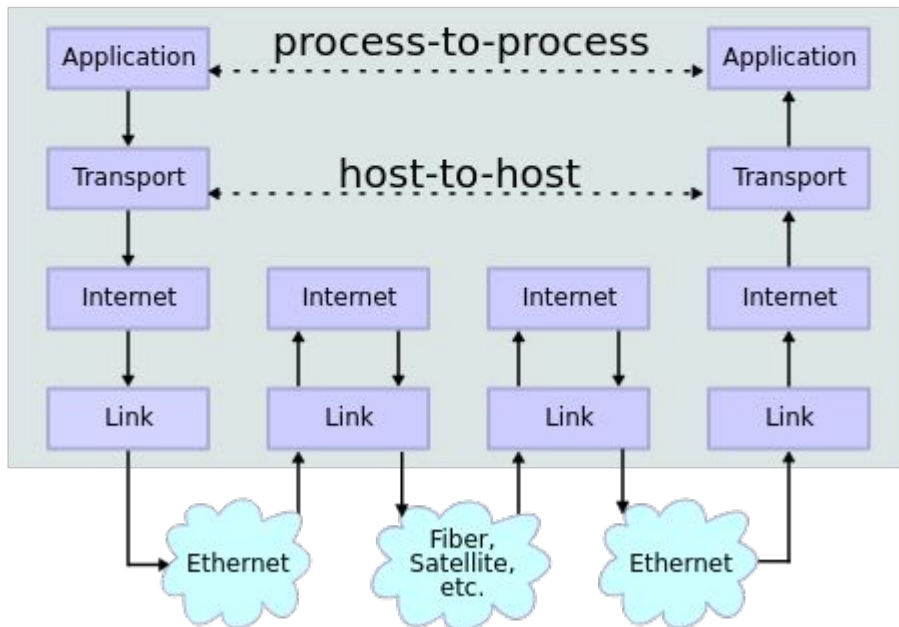
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



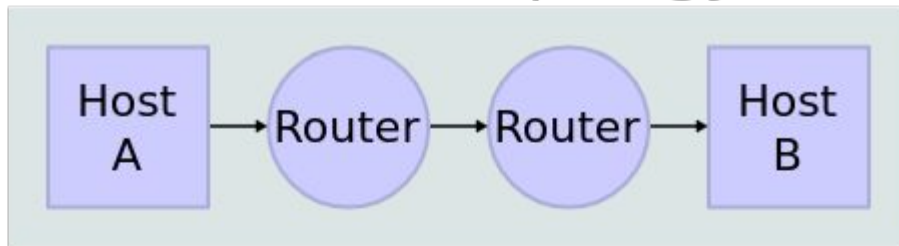
Data Flow



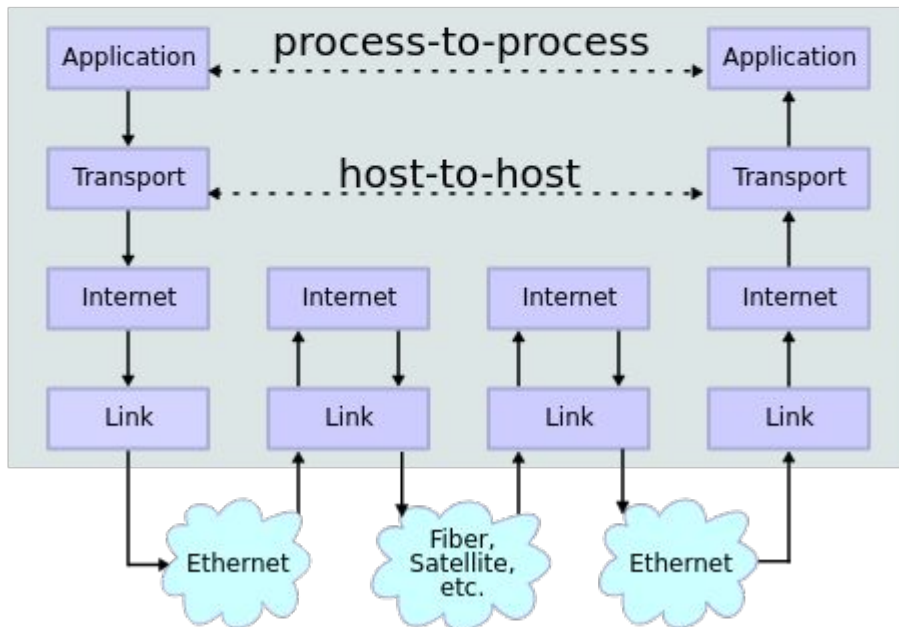
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Deixamos cartas em agências, e esperamos que elas cheguem ao destino

Camadas do TCP/IP

Network Topology



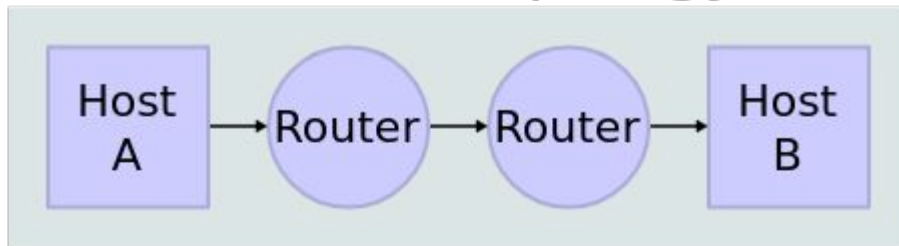
Data Flow



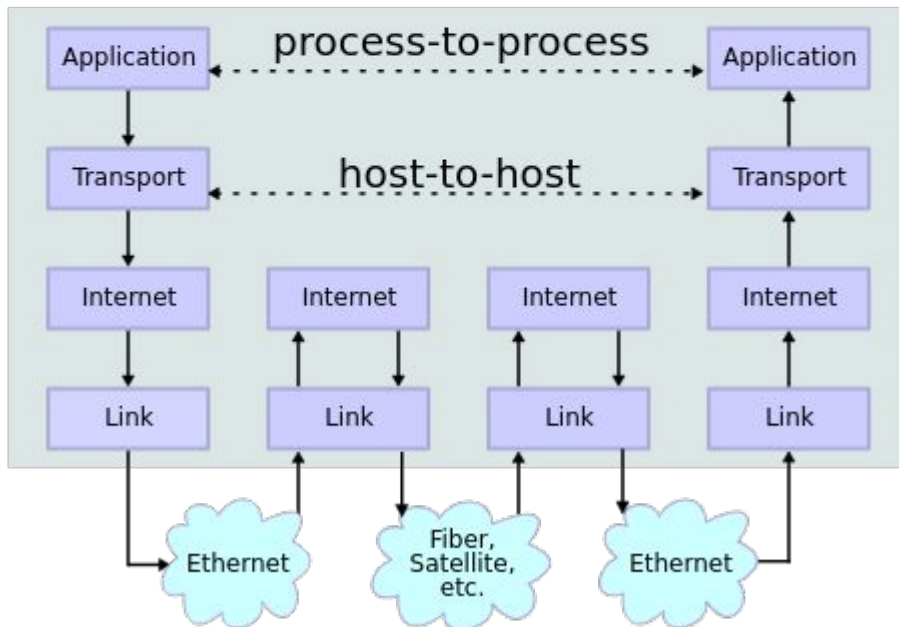
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Dentro dos correios, existe um sistema de transporte, um sistema de distribuição etc.

Camadas do TCP/IP

Network Topology



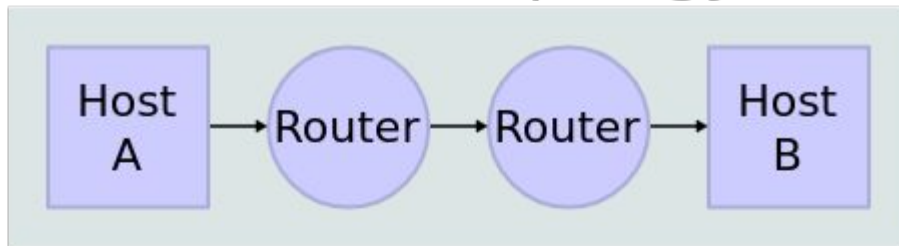
Data Flow



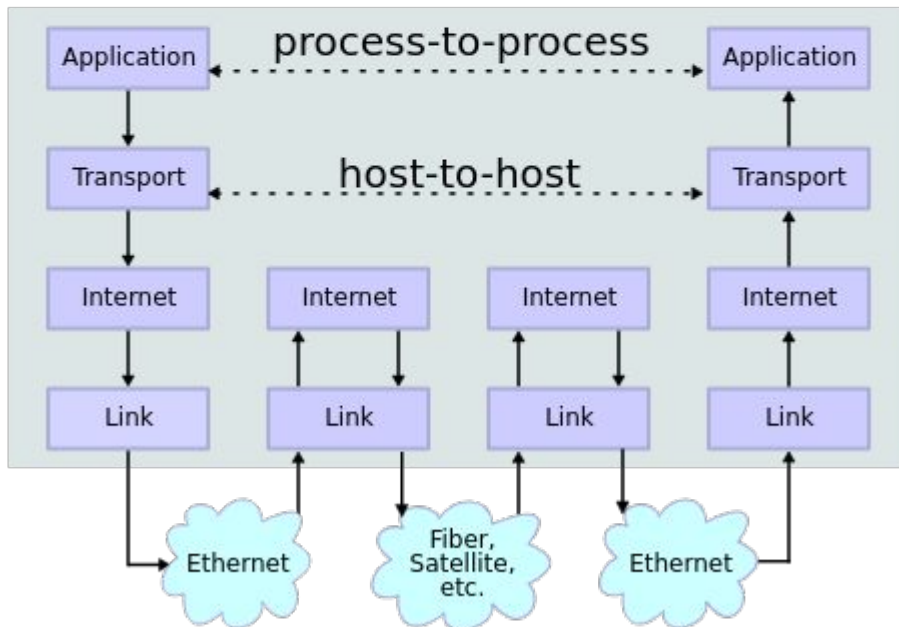
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Quanto mais nos aprofundamos nos detalhes, mais “descemos” nas camadas

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow

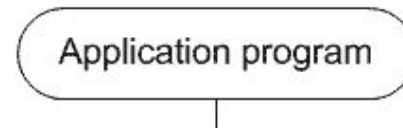


- A vantagem de usar camadas é a flexibilidade. Se uma delas muda, mas se comunica corretamente com as outras, o sistema como um todo ainda funciona (p. ex., trocar a camada de link de Ethernet para Wi-Fi)

Camadas do TCP/IP

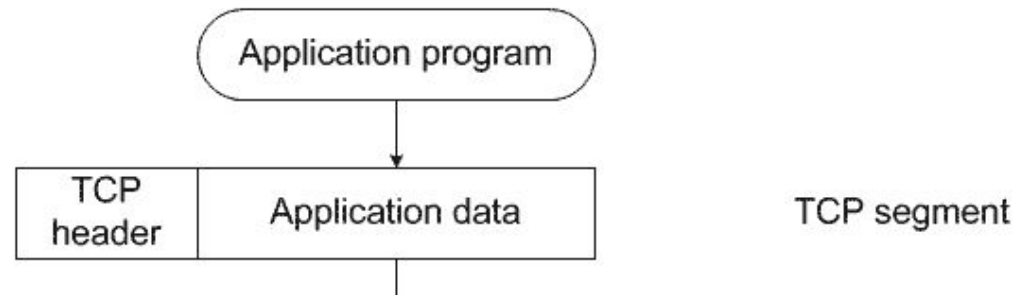
- A camada de aplicação representa em alto-nível a troca de informação entre processos. Alguns protocolos possíveis:

- HTTP (web)
- SMTP (email)
- SSH (acesso remoto)



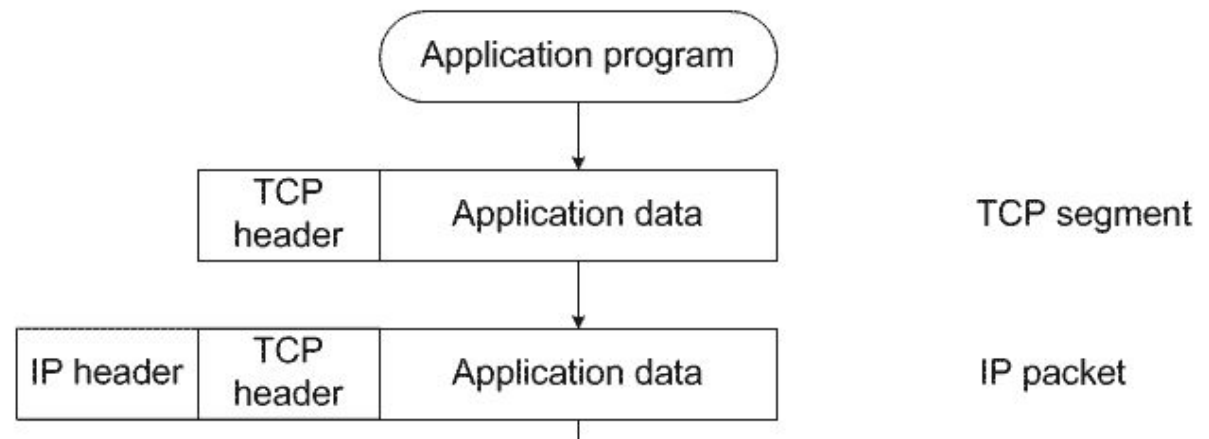
Camadas do TCP/IP

- A camada de transporte representa a troca de informação entre *hosts*:
 - TCP
 - UDP



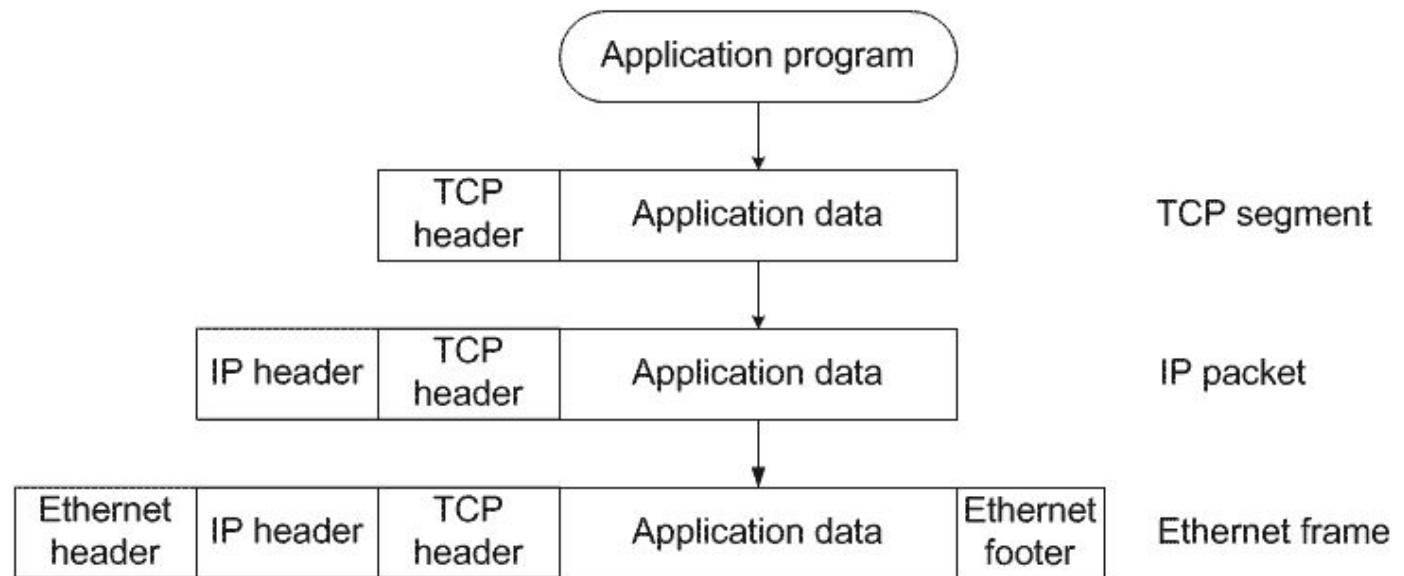
Camadas do TCP/IP

- A camada de internet representa a troca de informação entre redes:
 - IP



Camadas do TCP/IP

- A camada de link representa a troca física de informação
 - Ethernet
 - Fibra ótica
 - Wi-Fi



Camadas do TCP/IP

- Portas

- Números inteiros de 16 bits que servem de endereços para as aplicações dentro de um *host*
- O IP identifica o computador; a porta identifica o processo dentro do computador
 - 20 and 21: FTP
 - 22: SSH (for secure remote command line access.)
 - 23: Telnet (for remote command line access)
 - 25: SMTP (for sending email)
 - 53: DNS
 - 80: HTTP
 - 110: POP3 (for receiving email)
 - 143: IMAP. (for receiving email, improved POP)
 - 161: Simple Network Management Protocol (SNMP)
 - 443: HTTPS. (secure web, for example, online banking, shopping)

Camadas do TCP/IP

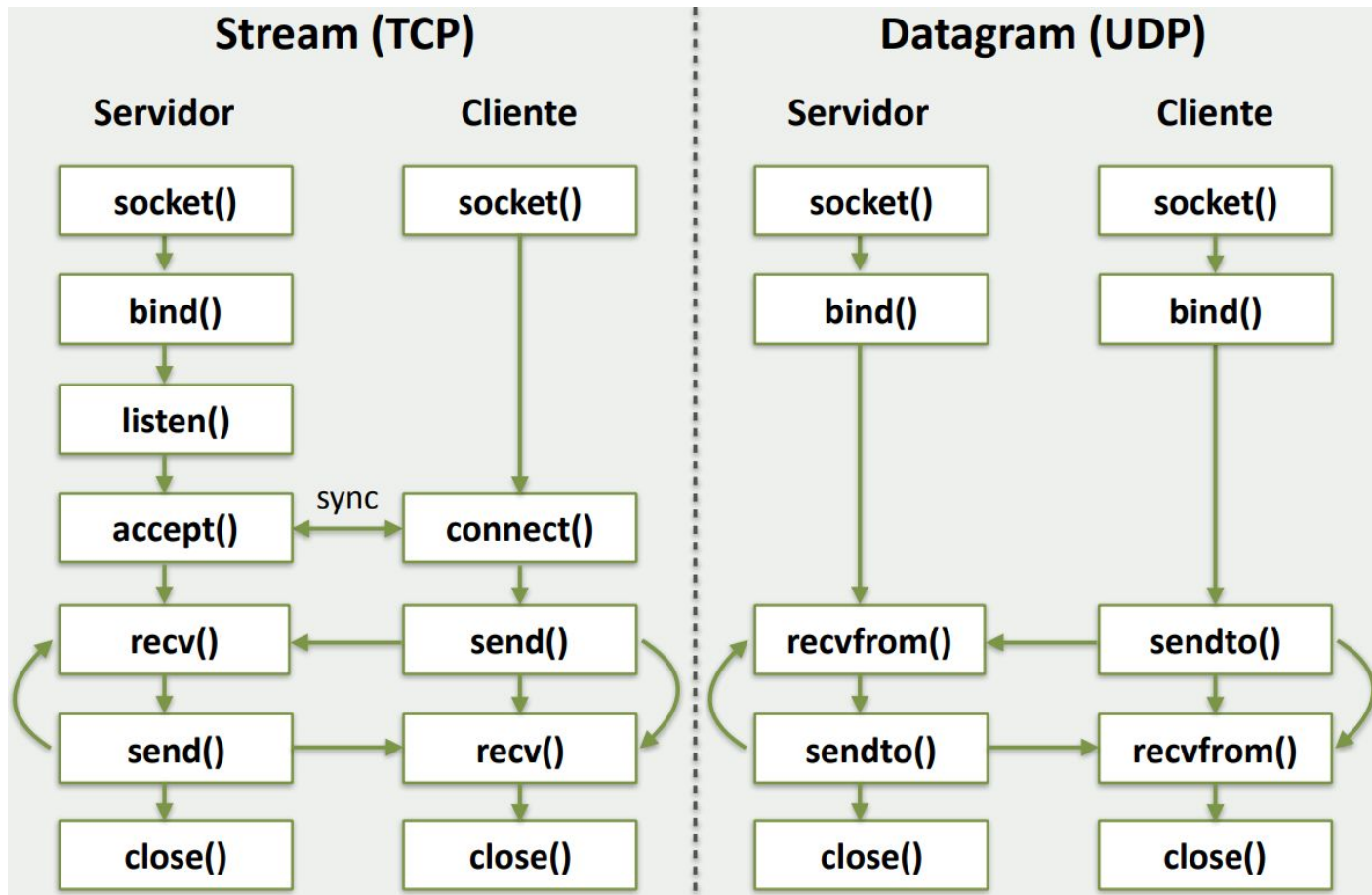
- Sockets

- Interface de programação para processos se ligarem à rede
- Combinação de endereço IP e porta
- Usados por *browsers*, aplicativos de email etc. para conexão com a internet
- Programador não se preocupa com os DETALHES do TCP/IP, somente necessitando do IP, da porta e do tipo de comunicação

Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação

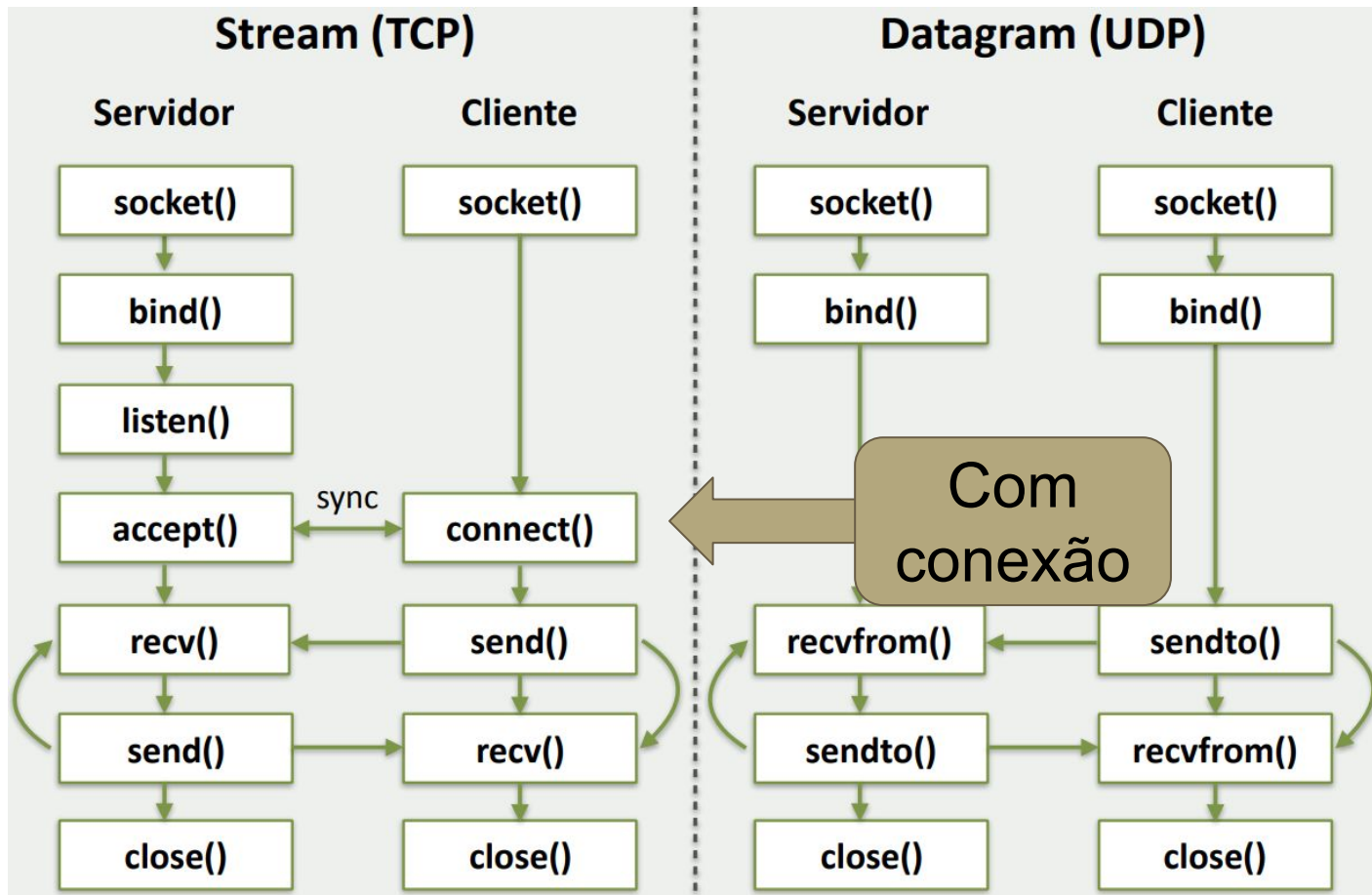
- Com conexão: uma sessão deve ser previamente estabelecida (p. ex., TCP)
- Sem conexão: sem necessidade de estabelecimento de sessão (p. ex., UDP)



Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação

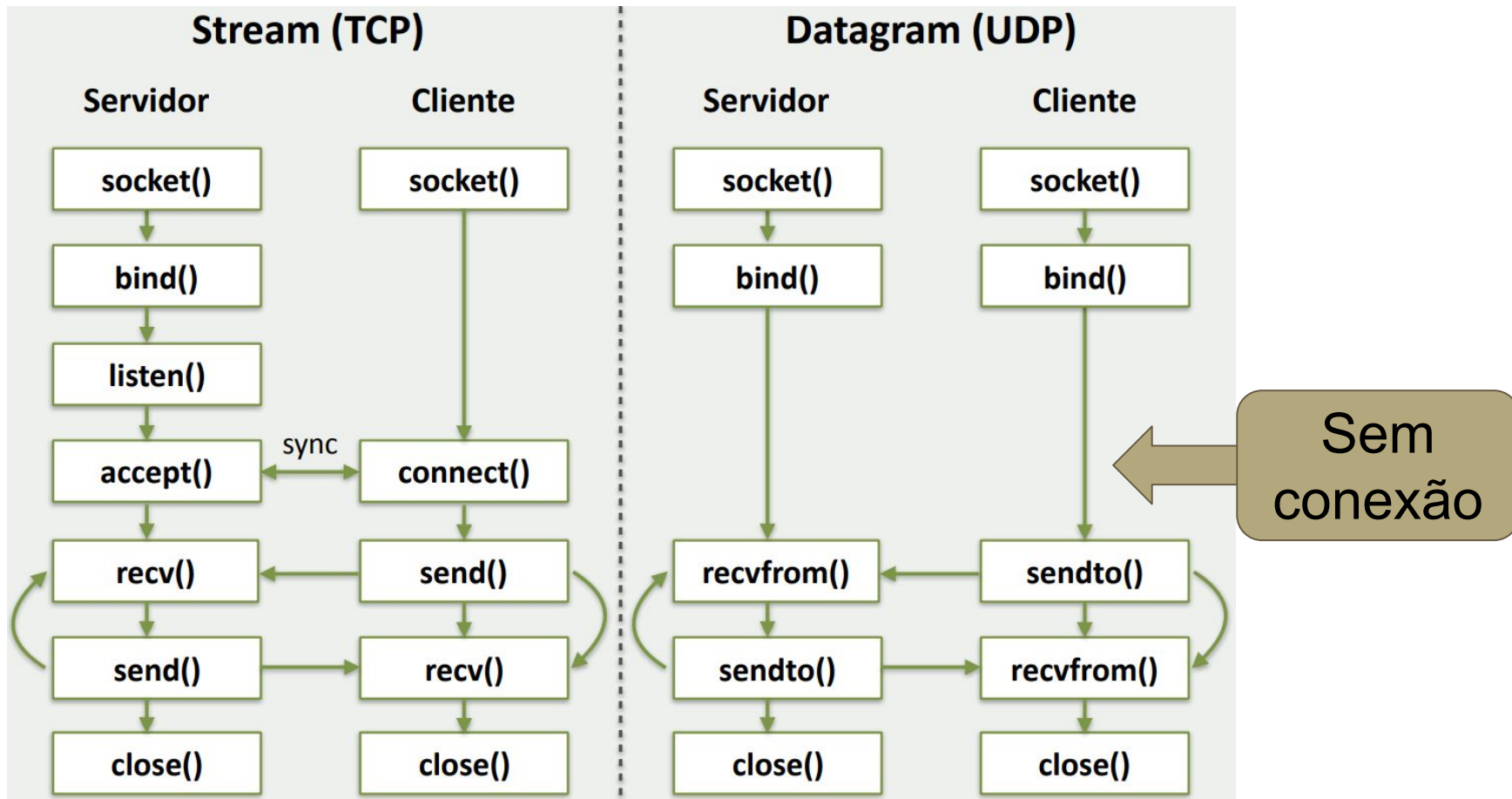
- Com conexão: uma sessão deve ser previamente estabelecida (p. ex., TCP)
- Sem conexão: sem necessidade de estabelecimento de sessão (p. ex., UDP)



Camadas do TCP/IP

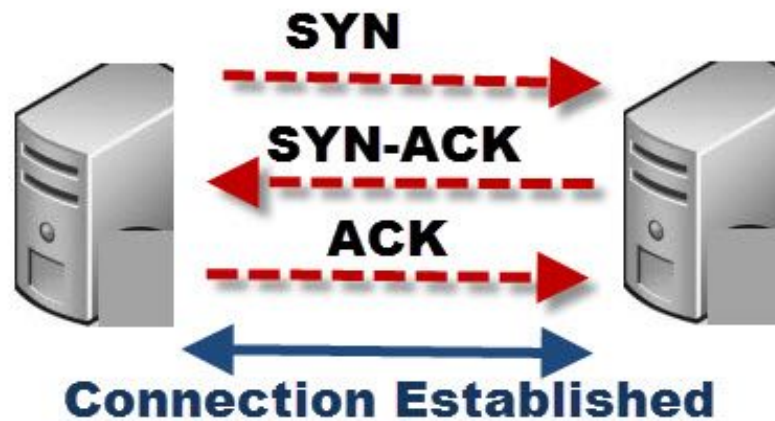
- Sockets: tipos de comunicação

- Com conexão: uma sessão deve ser previamente estabelecida (p. ex., TCP)
- Sem conexão: sem necessidade de estabelecimento de sessão (p. ex., UDP)



Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação
 - No TCP, a conexão é fechada por um *handshake* triplo, que garante ausência de erros nos dados enviados

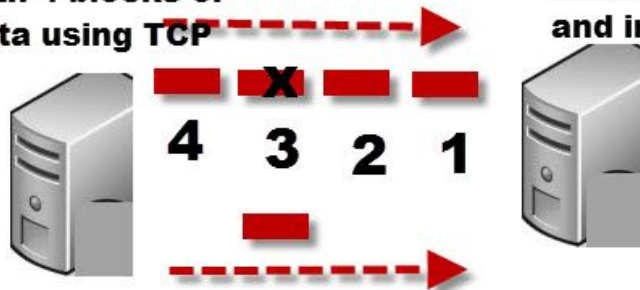


TCP 3 Way Handshake Diagram

Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação
 - No UDP, pode haver erros nos dados enviados

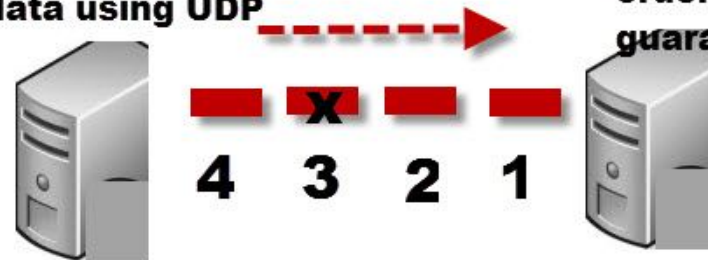
**Sending Message
with 4 blocks of
data using TCP**



Block 3 retransmitted

TCP Transmission Illustration

**Sending Message
with 4 blocks of
data using UDP**



**Only 3 Blocks
received
order not
guaranteed**

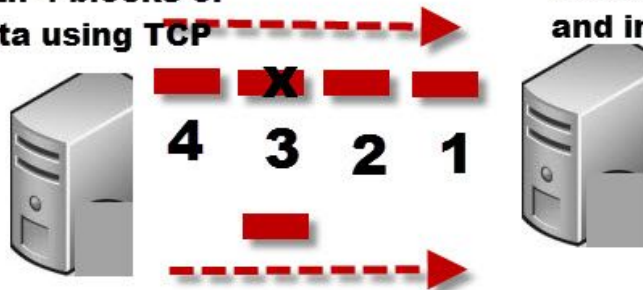
UDP Transmission Illustration

Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação

- TCP é usado quando erros não são tolerados (*browser*, email etc.)
- UDP é usado quando atrasos não são tolerados (videoconferência etc.)

**Sending Message
with 4 blocks of
data using TCP**



Block 3 retransmitted

TCP Transmission Illustration

**Sending Message
with 4 blocks of
data using UDP**



**Only 3 Blocks
received
order not
guaranteed**

UDP Transmission Illustration

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - DNS (*Domain Name Structure*): traduz hostnames em endereços IP
 - Exemplo: vá em <https://www.whatismyip.com/dns-lookup/>, e digite www.google.com na barra de busca

What Is My IP? » DNS Lookup

DNS Lookup

Ad closed by Google

Report this ad

Why this ad? ⓘ

URL:

www.google.com

Lookup

Use the DNS lookup tool to find the IP address of a certain domain name. The results will include the IP addresses in the DNS records received from the name servers.

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - Neste exemplo, encontramos o endereço de IP 172.217.8.4
 - Digite 172.217.8.4 em um browser e veja o resultado

DNS Lookup

Ad closed by Google

[Report this ad](#)

[Why this ad?](#) ⓘ

URL:

www.google.com

Lookup

IPv4 address for www.google.com

Domain Name Server: 172.217.8.4

Use the DNS lookup tool to find the IP address of a certain domain name. The results will include the IP addresses in the DNS records received from the name servers.

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - URL (*Uniform Resource Locator*): identificador de recursos dentro do servidor (páginas HTML, documentos etc.)
 - Tem o seguinte formato:

protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - `protocolo`: HTTP, HTTPS, FTP etc.
 - `domínio`: endereço da máquina
 - `porta` (opcional): porta TCP

`protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento`

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - caminho: local dentro da máquina, seguindo um sistema de arquivos típico (por exemplo, como em Linux: `/home/user/Documents`)
 - recurso: arquivo sendo acessado no caminho acima

`protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento`

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - `query_string` (opcional): conjunto de um ou mais pares "pergunta-resposta" ou "parâmetro-argumento"
 - `fragmento` (opcional): parte ou posição específica dentro do recurso

`protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento`

Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes

- Exemplo:

`http://www.w3.org/Addressing/URL/uri-spec.html`

`protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento`

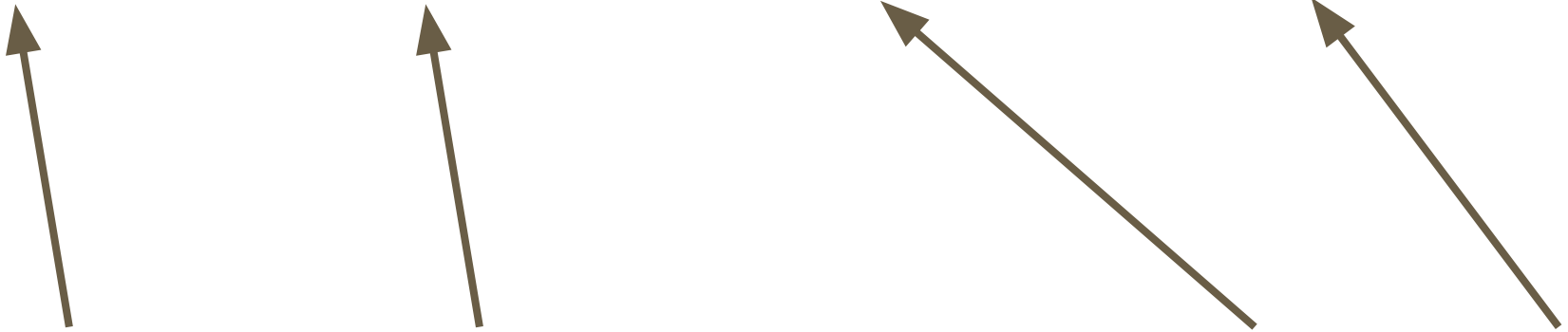
Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes

- Exemplo:

`https://www.youtube.com/watch?v=PpsEaqJV_A0&t=153`

`protocolo://domínio:porta/caminho/recurso?query_string#fragmento`



Camadas do TCP/IP

- Outros termos importantes
 - DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*): oferece automaticamente endereços IP para dispositivos ligados a uma rede
 - Estes dispositivos usam um cliente DHCP para conectar ao servidor DHCP, que lhe fornece um endereço IP
 - Não é necessário conhecer o endereço IP do servidor DHCP; ele usa um mecanismo de broadcast (p. ex., o endereço 255.255.255.255)

Referências

- http://xahlee.info/linux/tcp_ip_tutorial.html
- <http://www.steves-internet-guide.com/internet-protocol-suite-explained/>
- <http://www.steves-internet-guide.com/tcp-vs-udp/>
- <https://pt.wikipedia.org/wiki/URL>
- <http://www.steves-internet-guide.com/understanding-dhcp/>