

Sistemas Embarcados

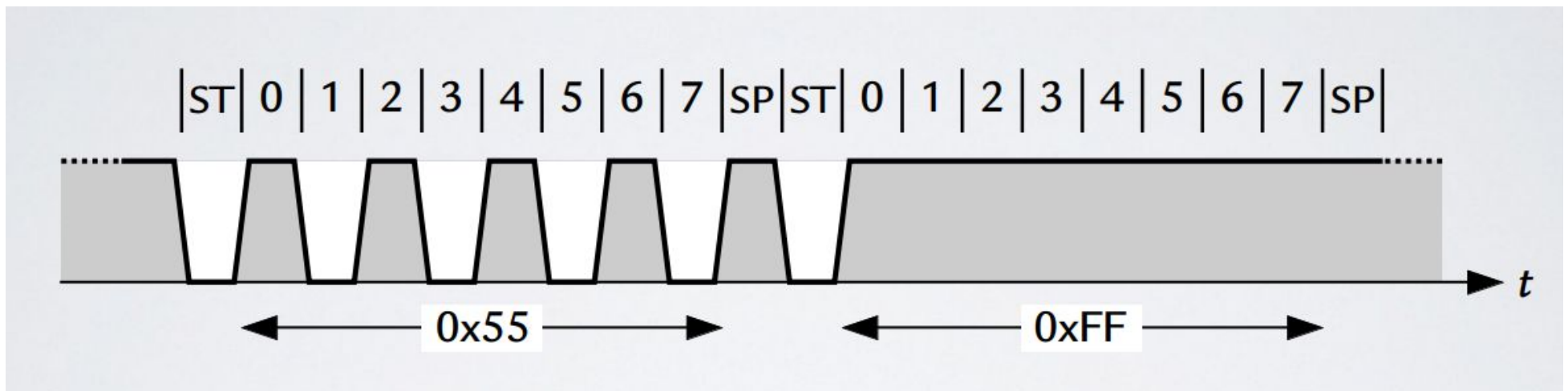
TCP/IP

TCP/IP

- 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.)



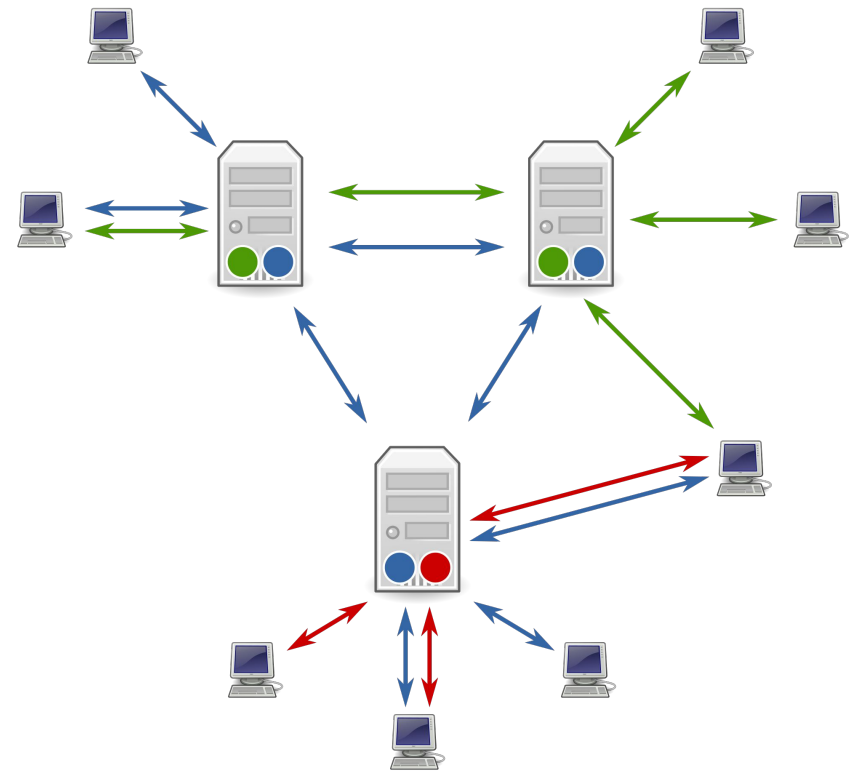
Protocolo de comunicação serial para o envio dos bytes 0x55 e 0xFF

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.

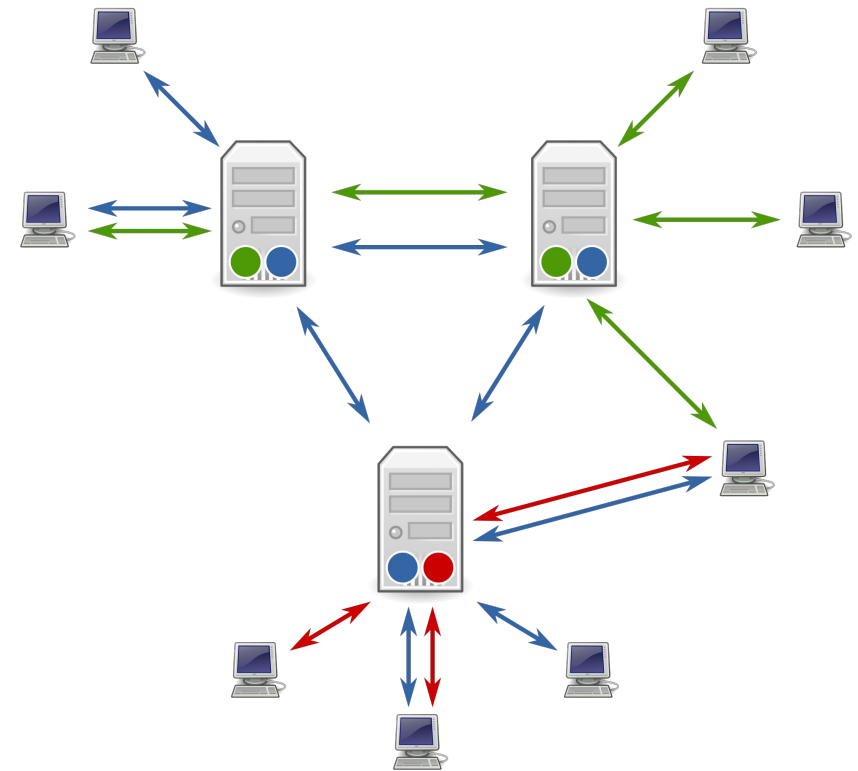
Cenário típico

- 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)



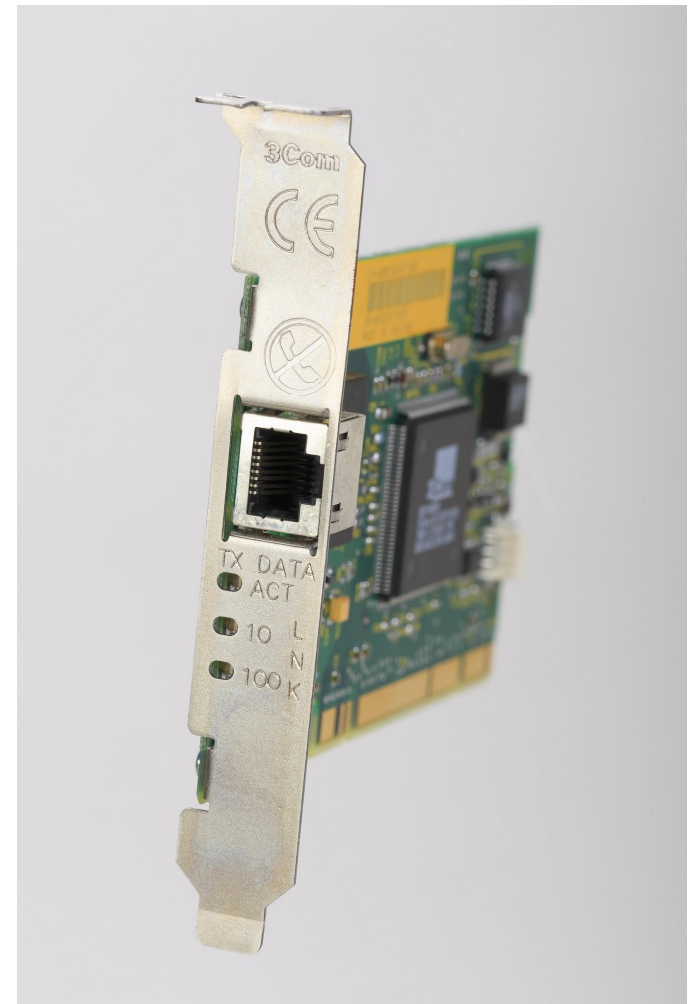
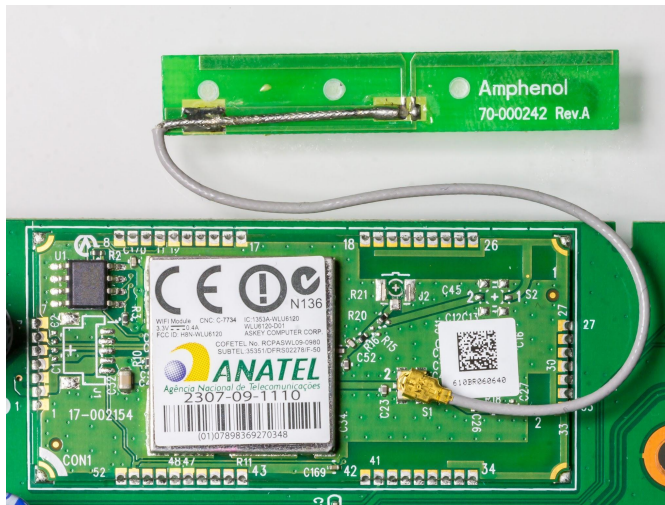
Cenário típico

- 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

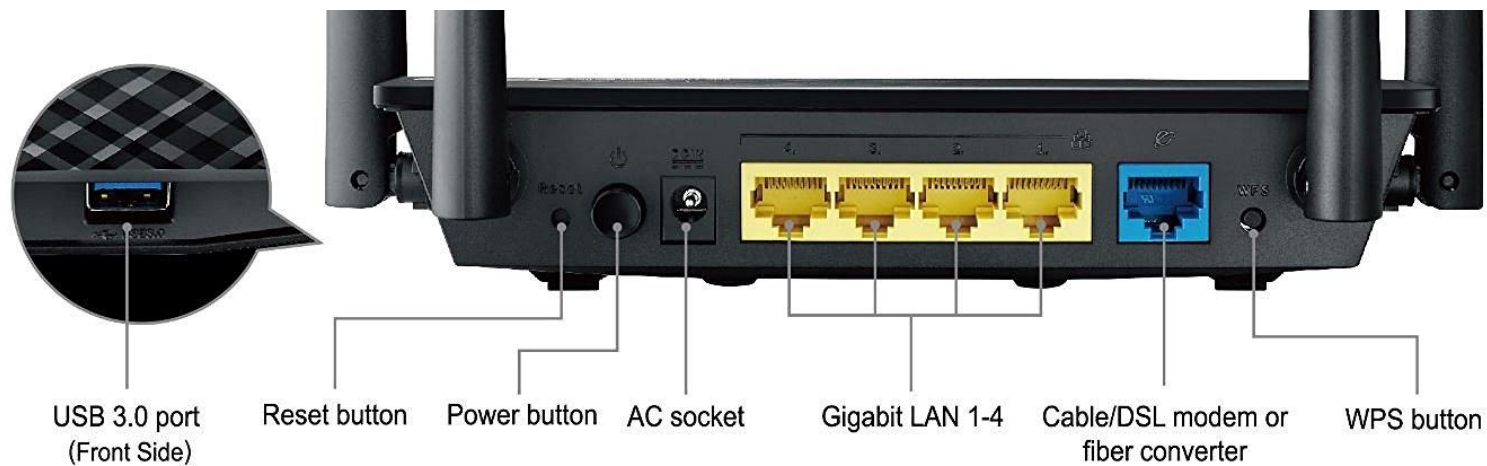
- Placa de rede (network adapter)

```
$ 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
```

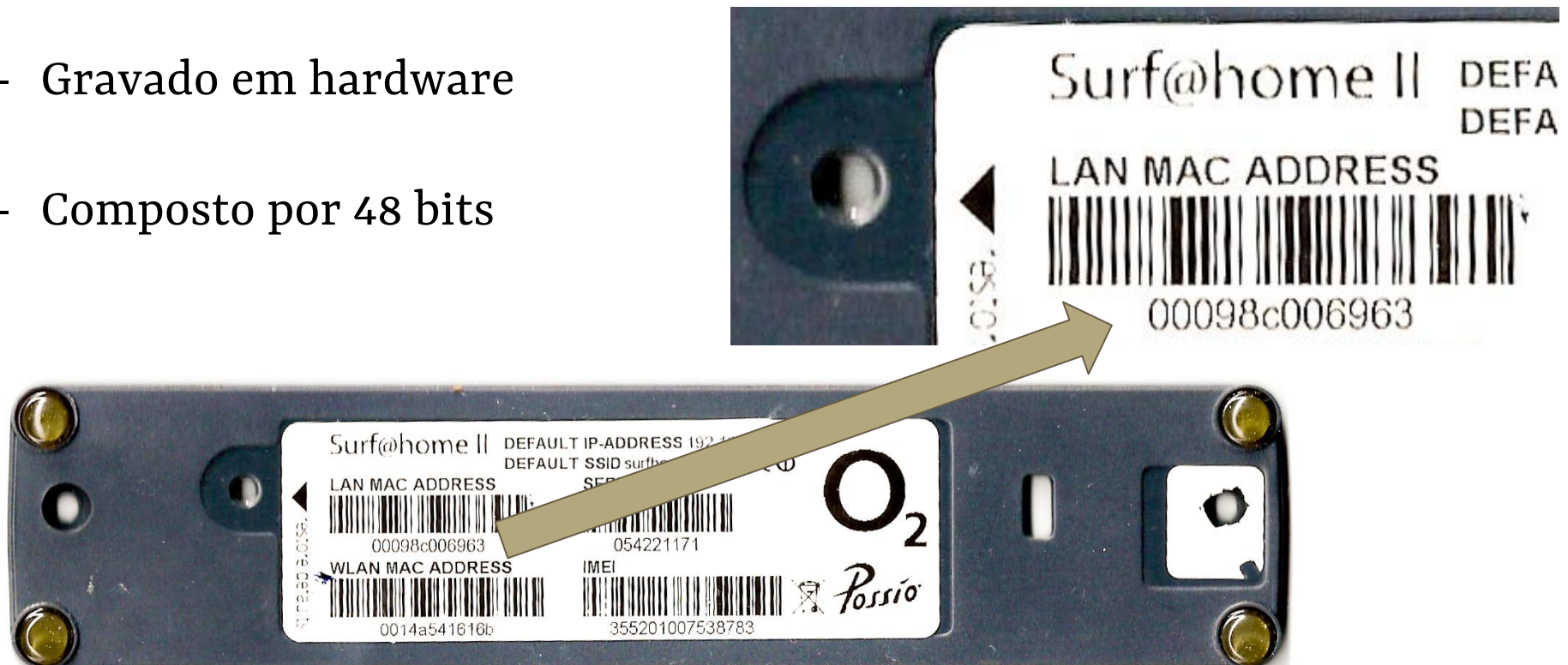
Hardware

- 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

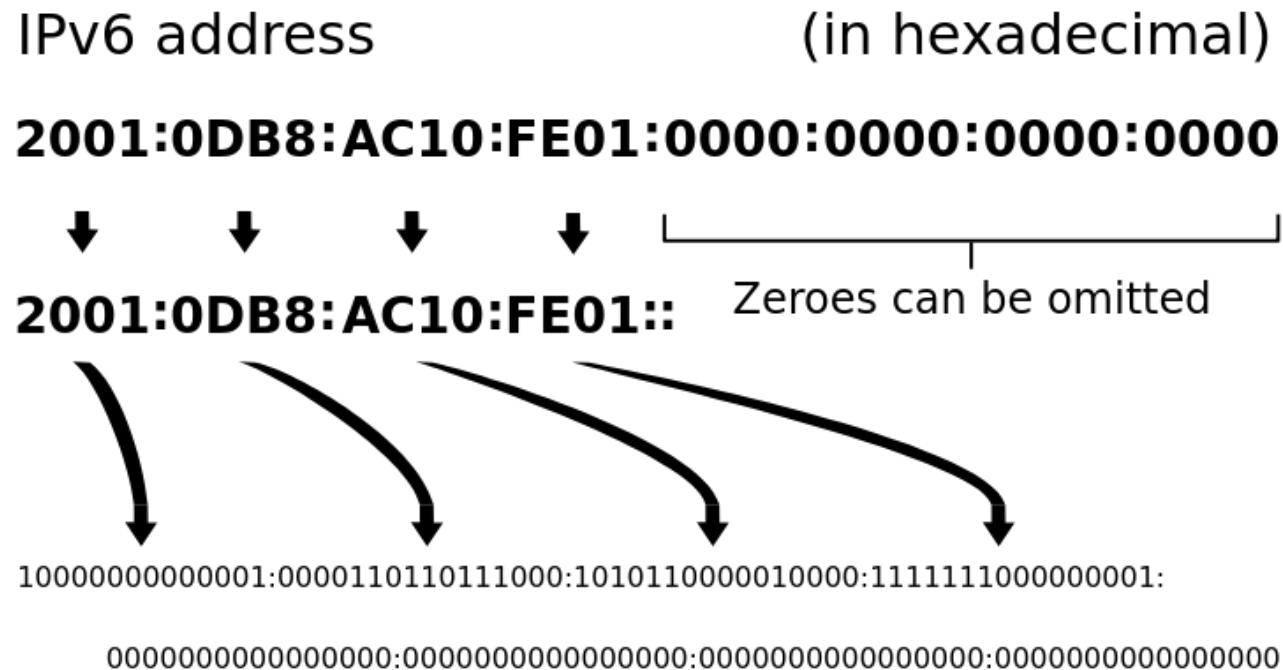


10101100.00010000.11111110.00000001

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 link
        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

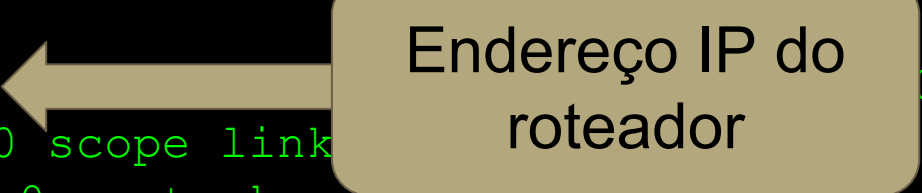
- Endereço IP

```
$ 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
```



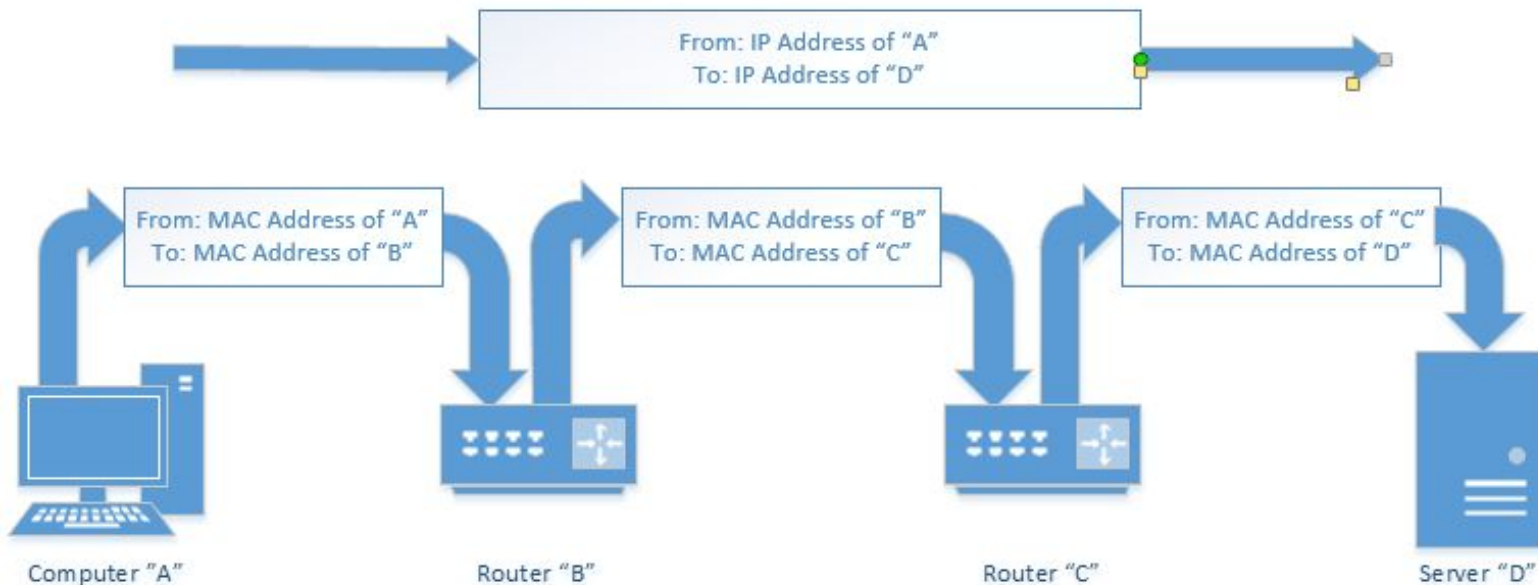
Endereço IP do roteador

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, which represents the default gateway.

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*)

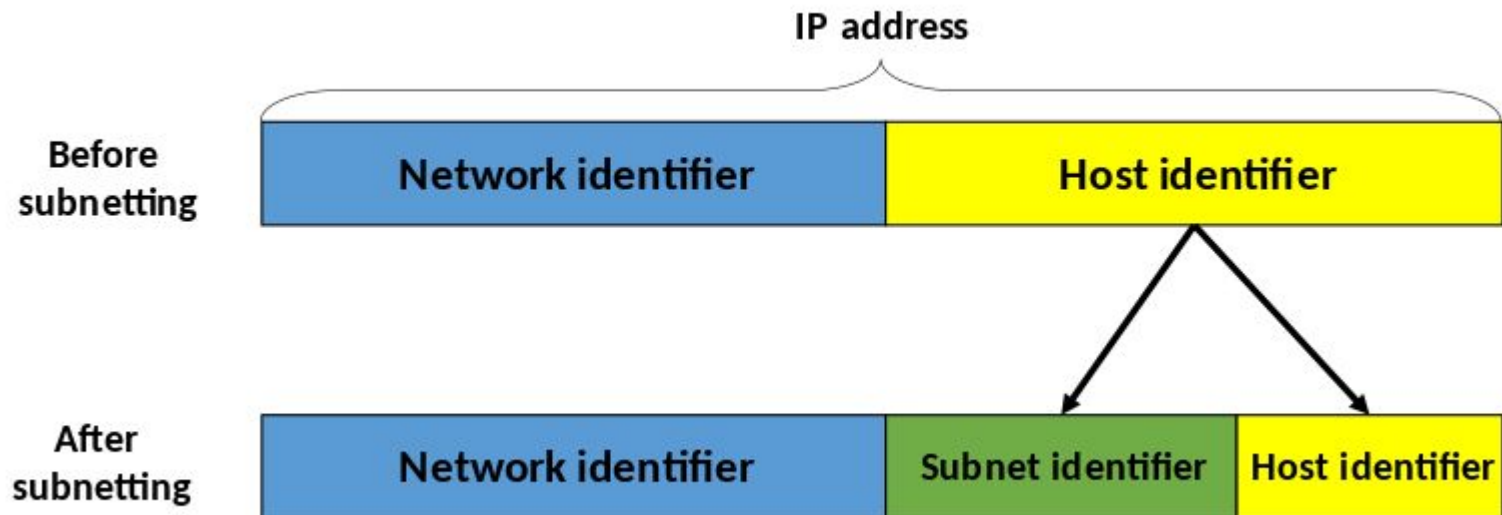
192.0.2.0/24:

- 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

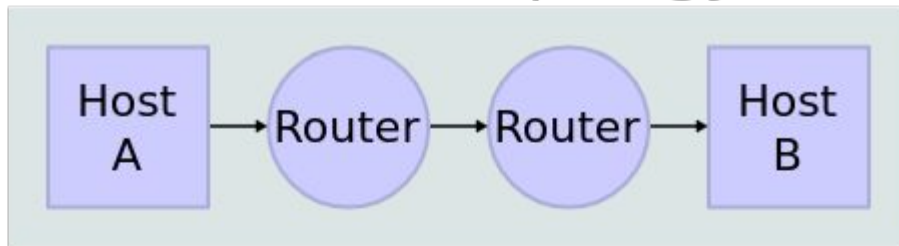
Hardware

- 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

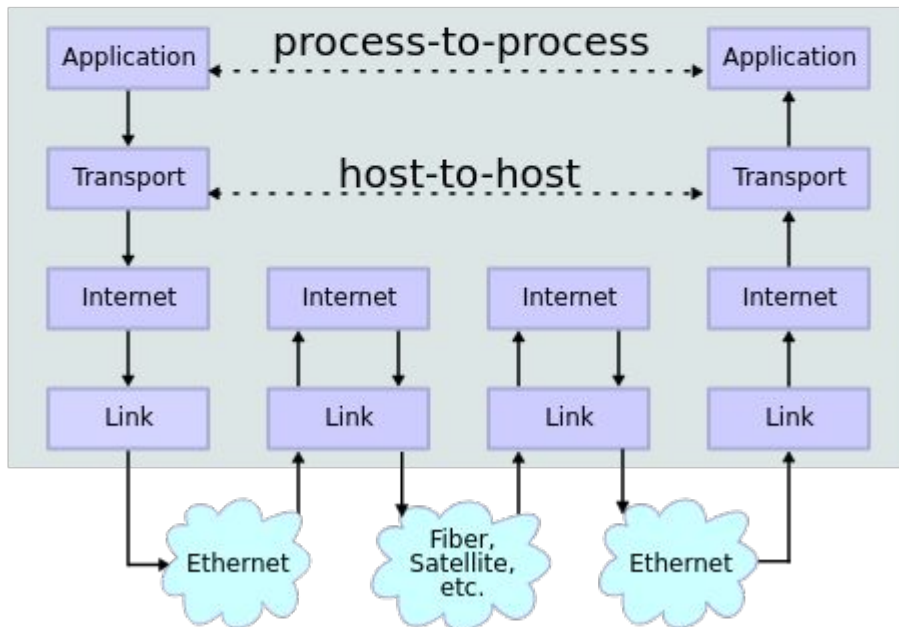
IANA-reserved private IPv4 network ranges			
private IPv4 network ranges	Start	End	No. of addresses
24-bit block (/8 prefix, 1 × A)	10.0.0.0	10.255.255.255	16 777 216
20-bit block (/12 prefix, 16 × B)	172.16.0.0	172.31.255.255	1 048 576
16-bit block (/16 prefix, 256 × C)	192.168.0.0	192.168.255.255	65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

Camadas do TCP/IP

Network Topology



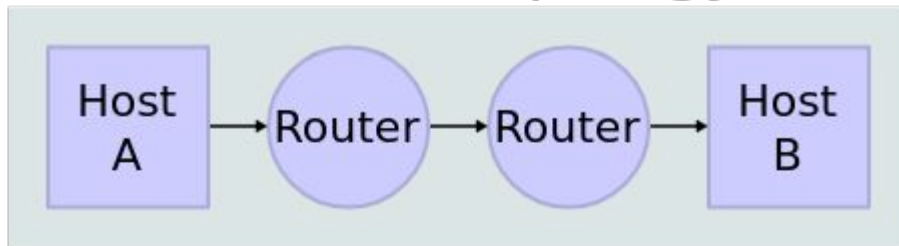
Data Flow



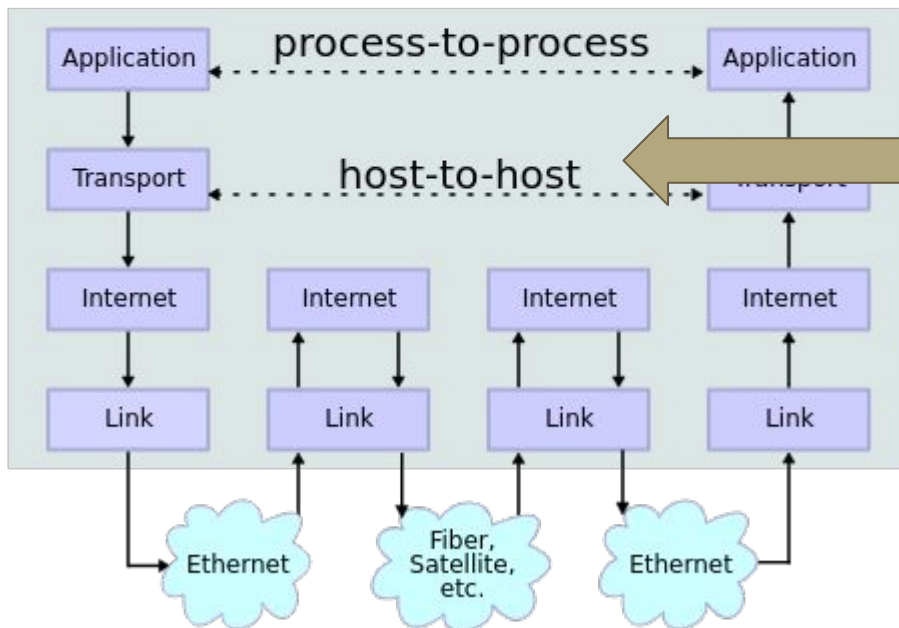
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:
 - Aplicação
 - Transporte
 - Internet (rede)
 - Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



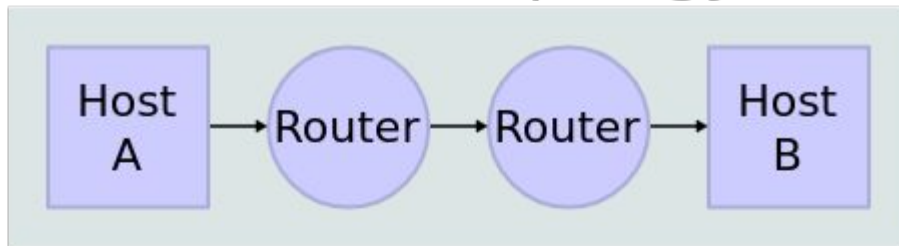
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

Host = computador ou outro dispositivo

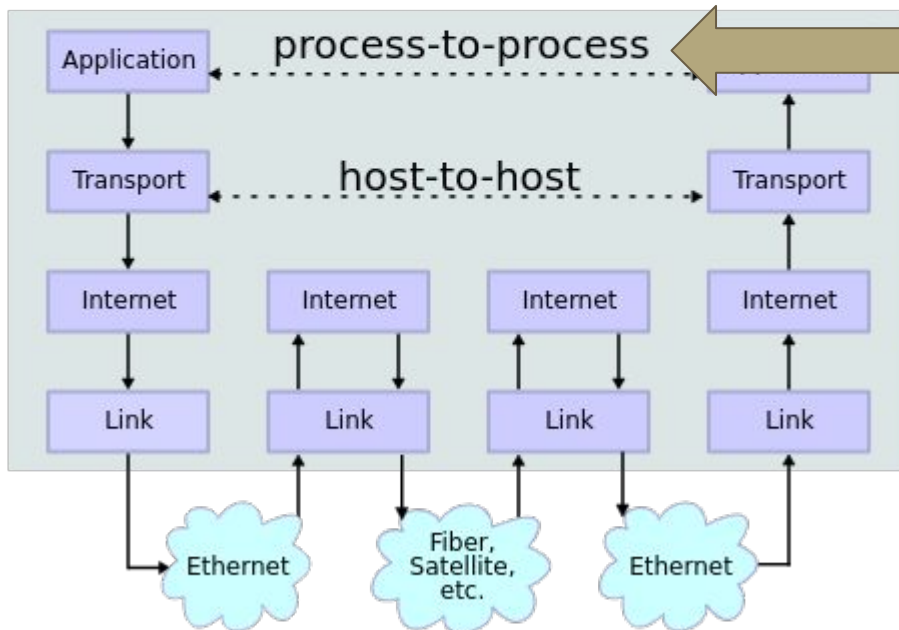
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



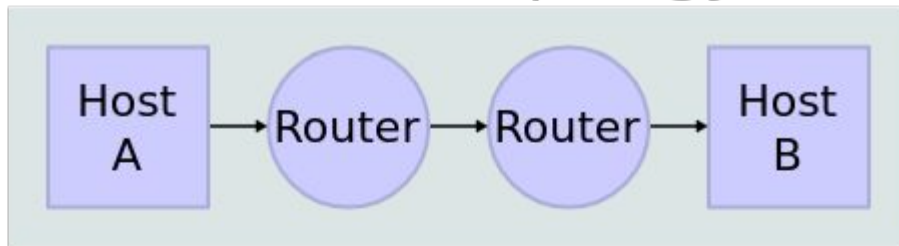
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4

Processo = programa em execução

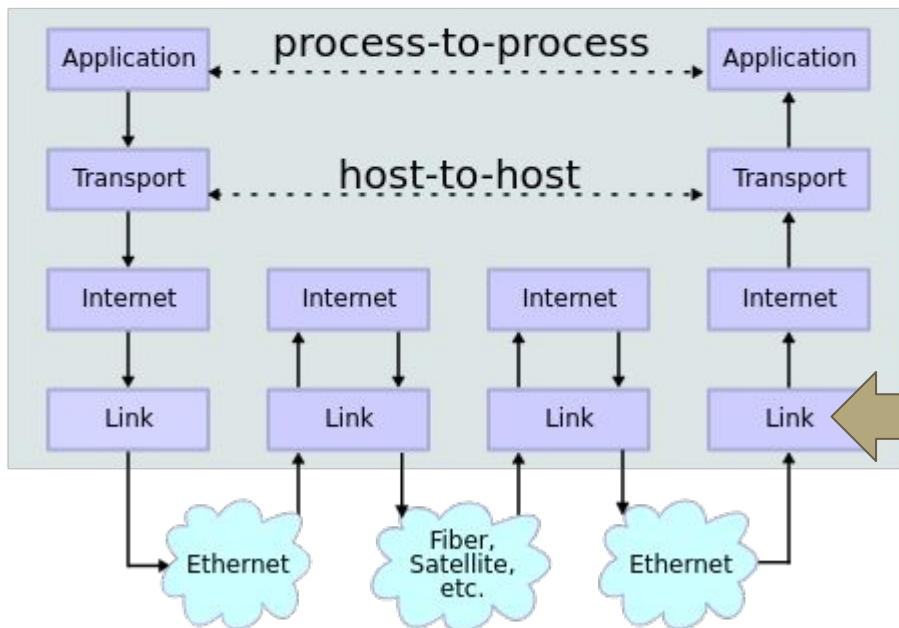
- Transporte
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



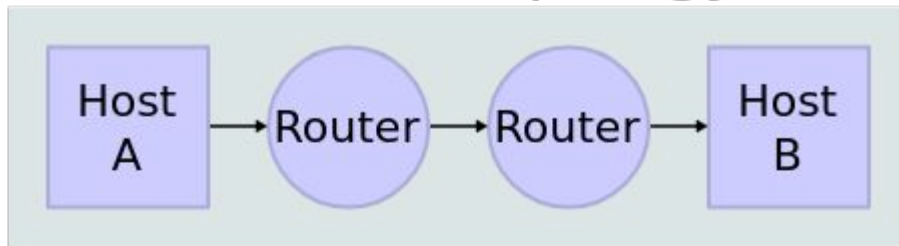
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

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

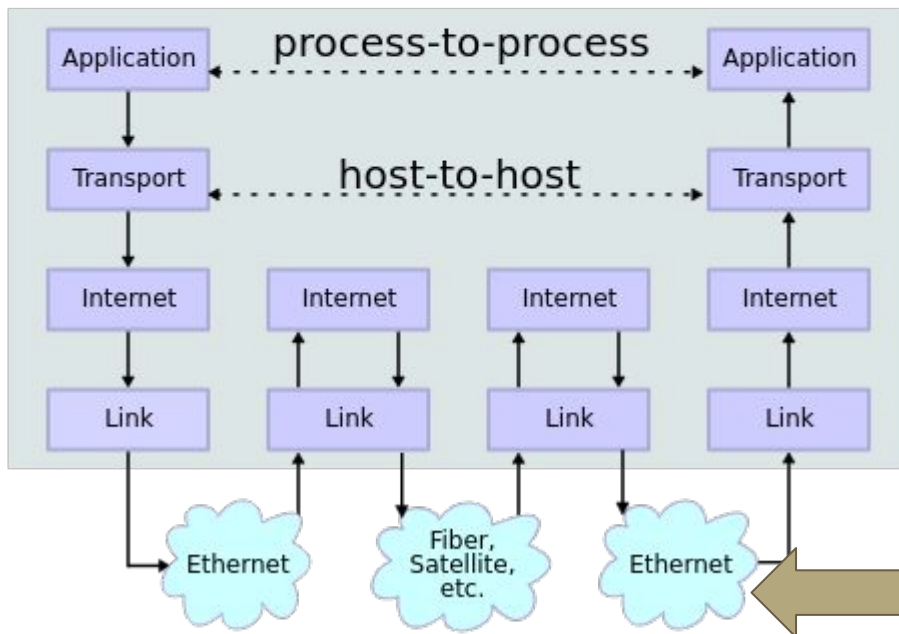
Roteador

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



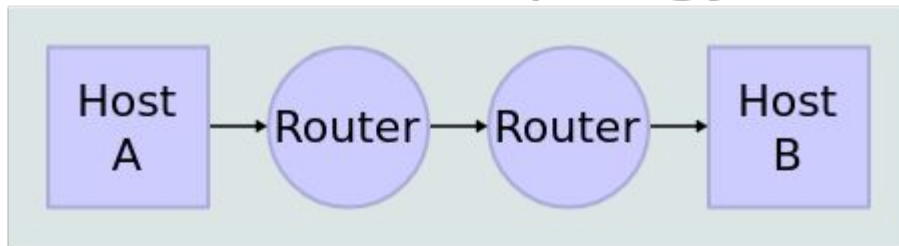
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

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

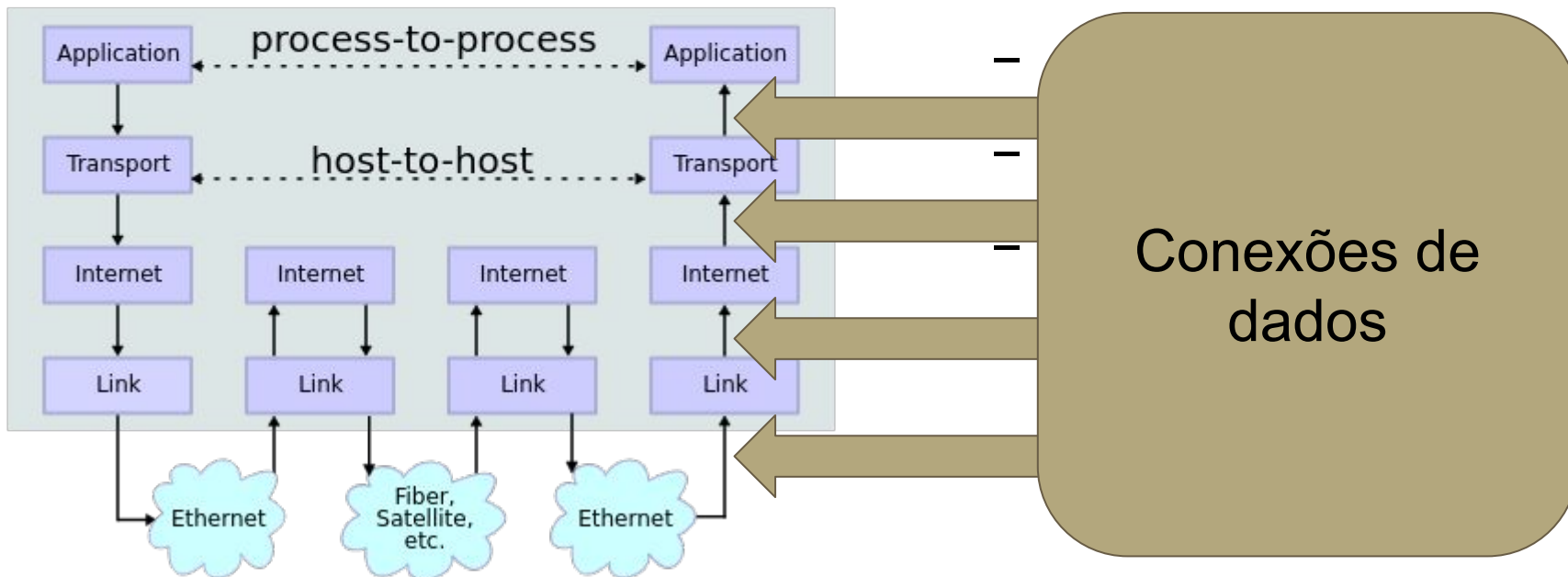
Conexões físicas

Camadas do TCP/IP

Network Topology



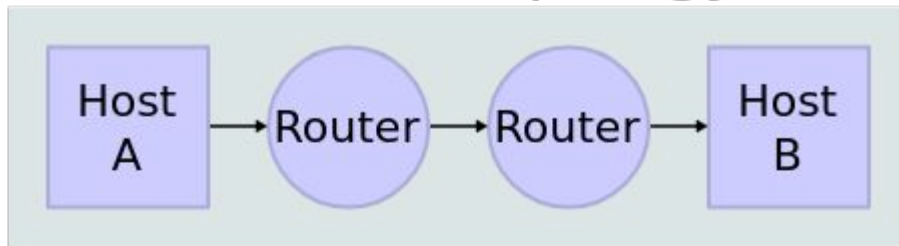
Data Flow



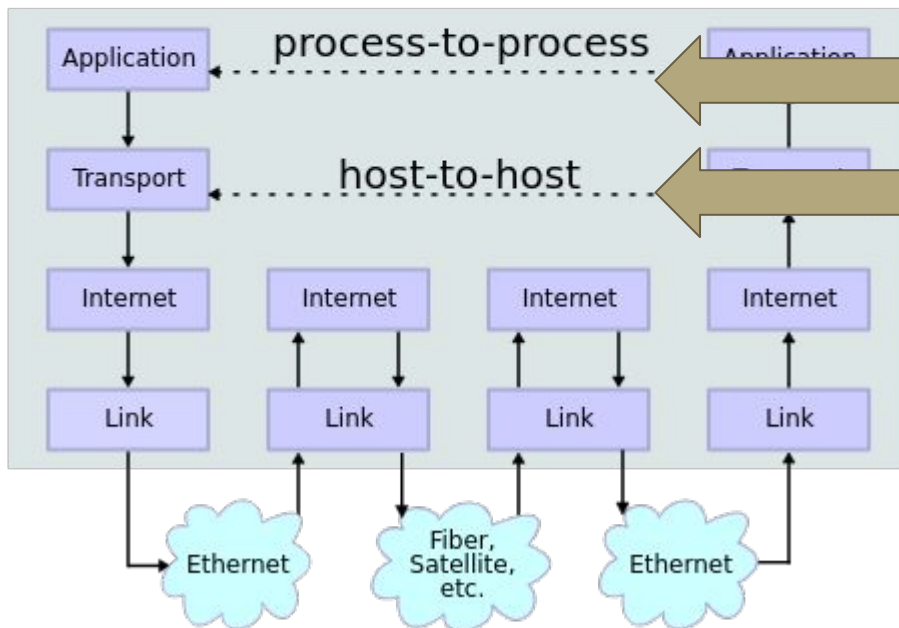
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

Camadas do TCP/IP

Network Topology



Data Flow



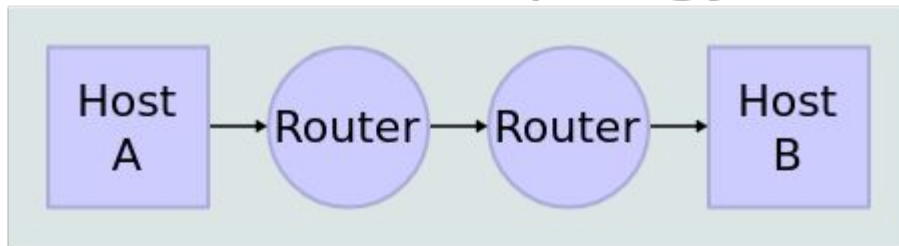
- O TCP/IP é um *SUÍTE* de protocolos, separada logicamente em 4 camadas:

Conexões abstratas

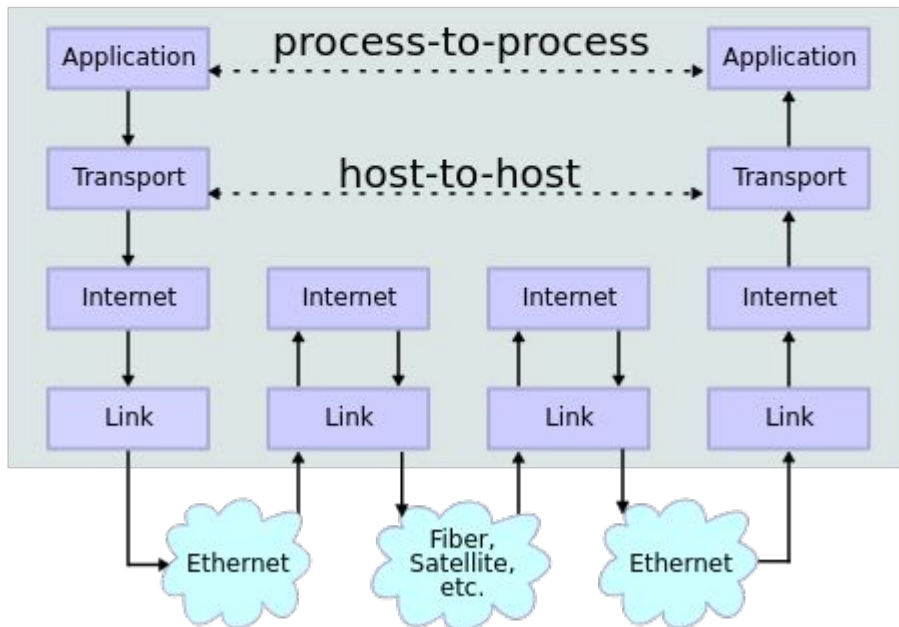
- Internet (rede)
- Link (enlace)

Camadas do TCP/IP

Network Topology



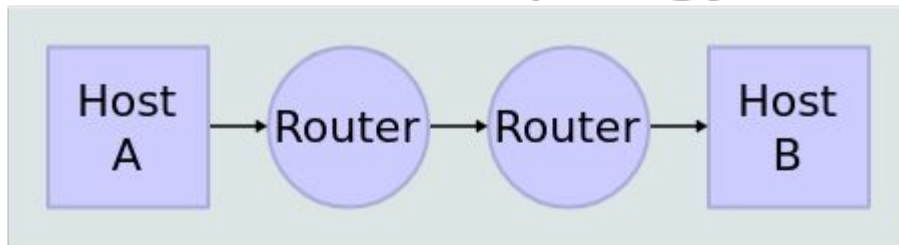
Data Flow



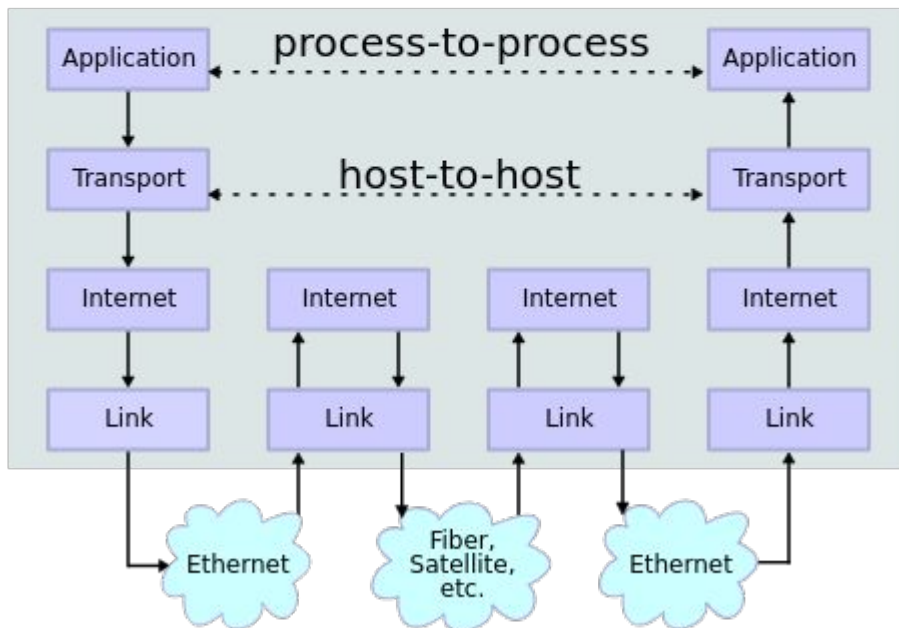
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Deixamos cartas em agências, e esperamos que elas cheguem ao destino

Camadas do TCP/IP

Network Topology



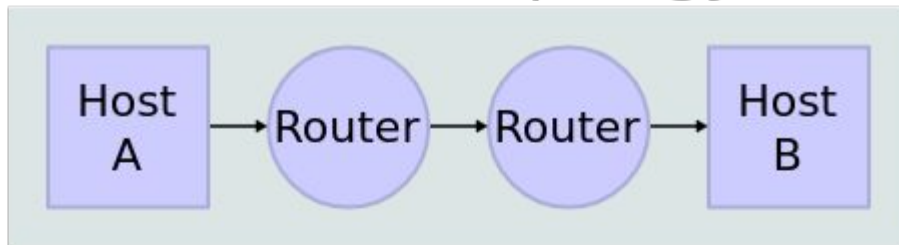
Data Flow



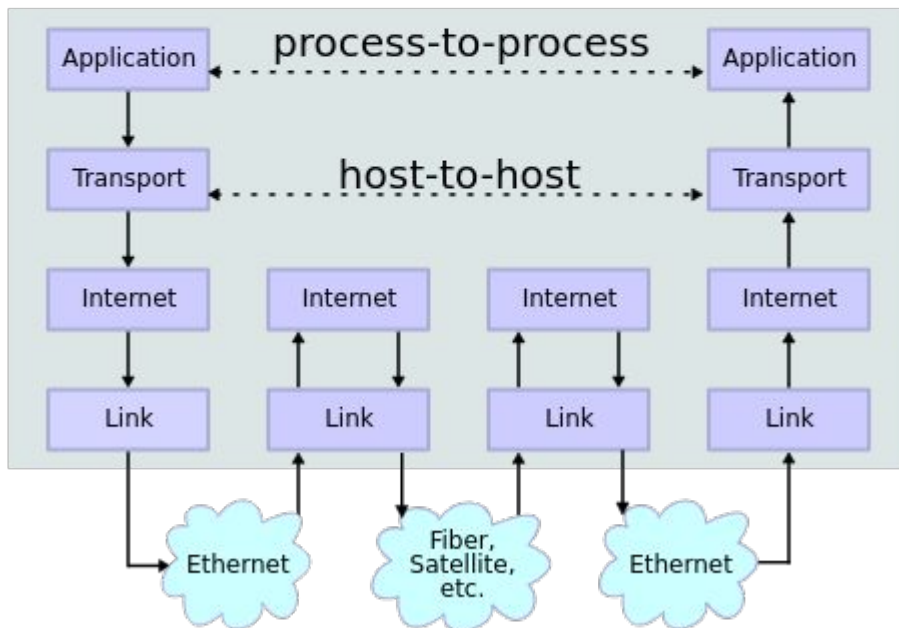
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Dentro dos correios, existe um sistema de transporte, um sistema de distribuição etc.

Camadas do TCP/IP

Network Topology



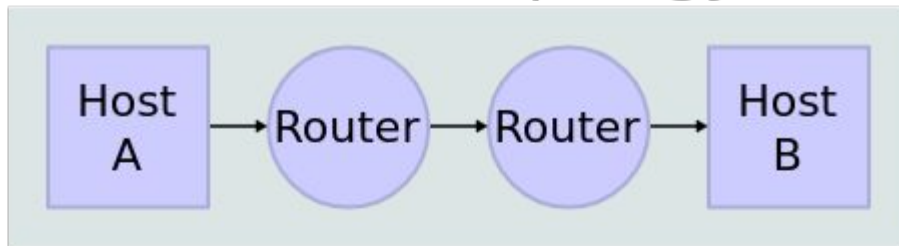
Data Flow



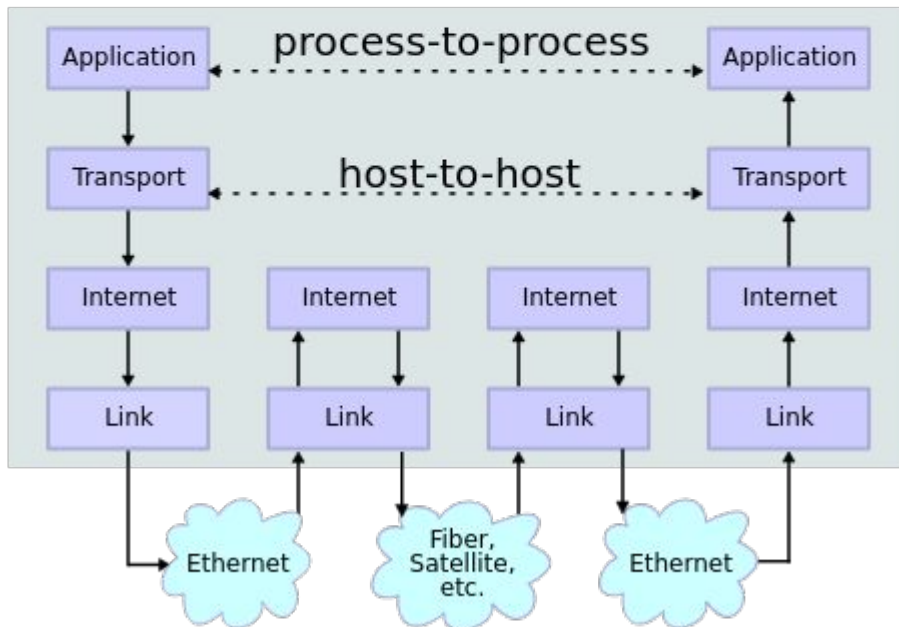
- Cada camada descreve o envio de datagramas mais detalhadamente. Usando uma analogia com os correios:
 - Quanto mais nos aprofundamos nos detalhes, mais “descemos” nas camadas

Camadas do TCP/IP

Network Topology



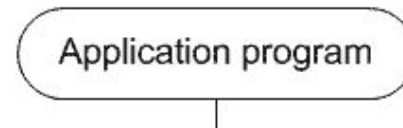
Data Flow



- 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)

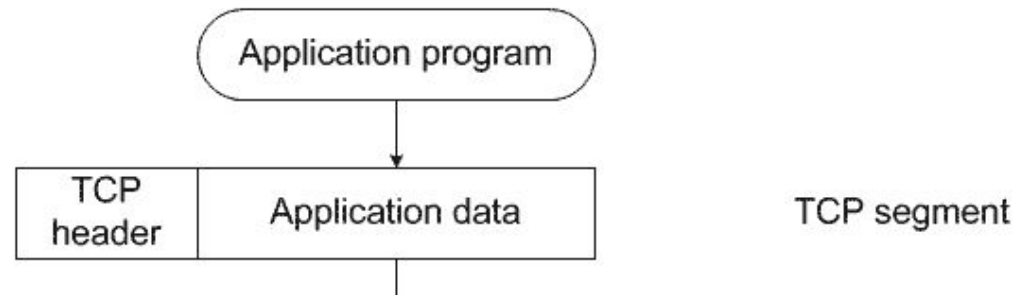
Camadas do TCP/IP

- A camada de aplicação representa em alto-nível a troca de informação entre processos. Alguns protocolos possíveis:
 - HTTP (web)
 - SMTP (email)
 - SSH (acesso remoto)



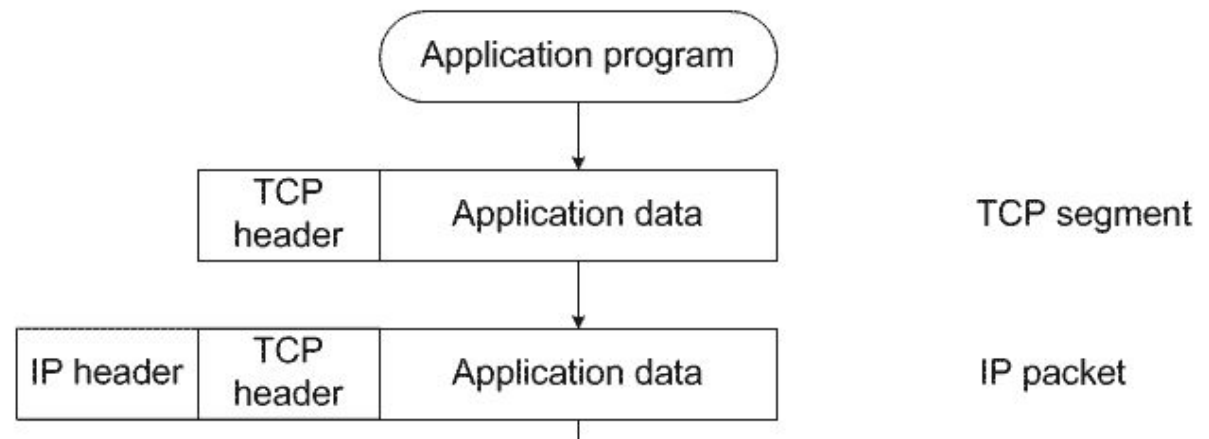
Camadas do TCP/IP

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



Camadas do TCP/IP

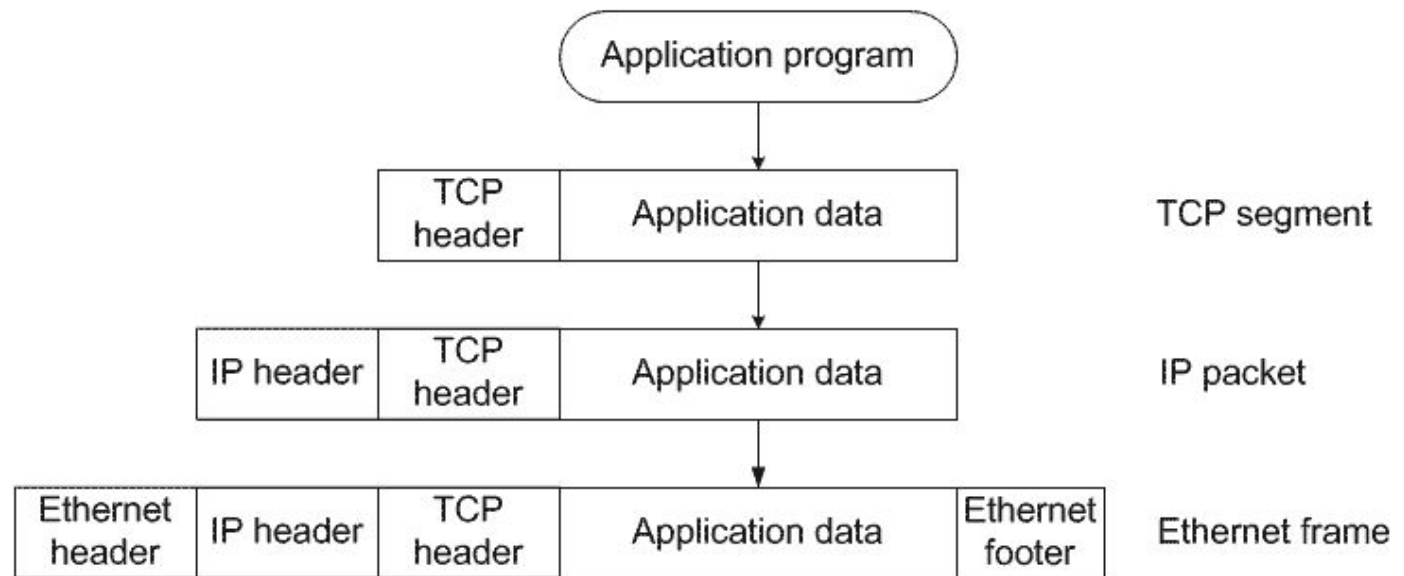
- A camada de internet representa a troca de informação entre redes:
 - IP



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

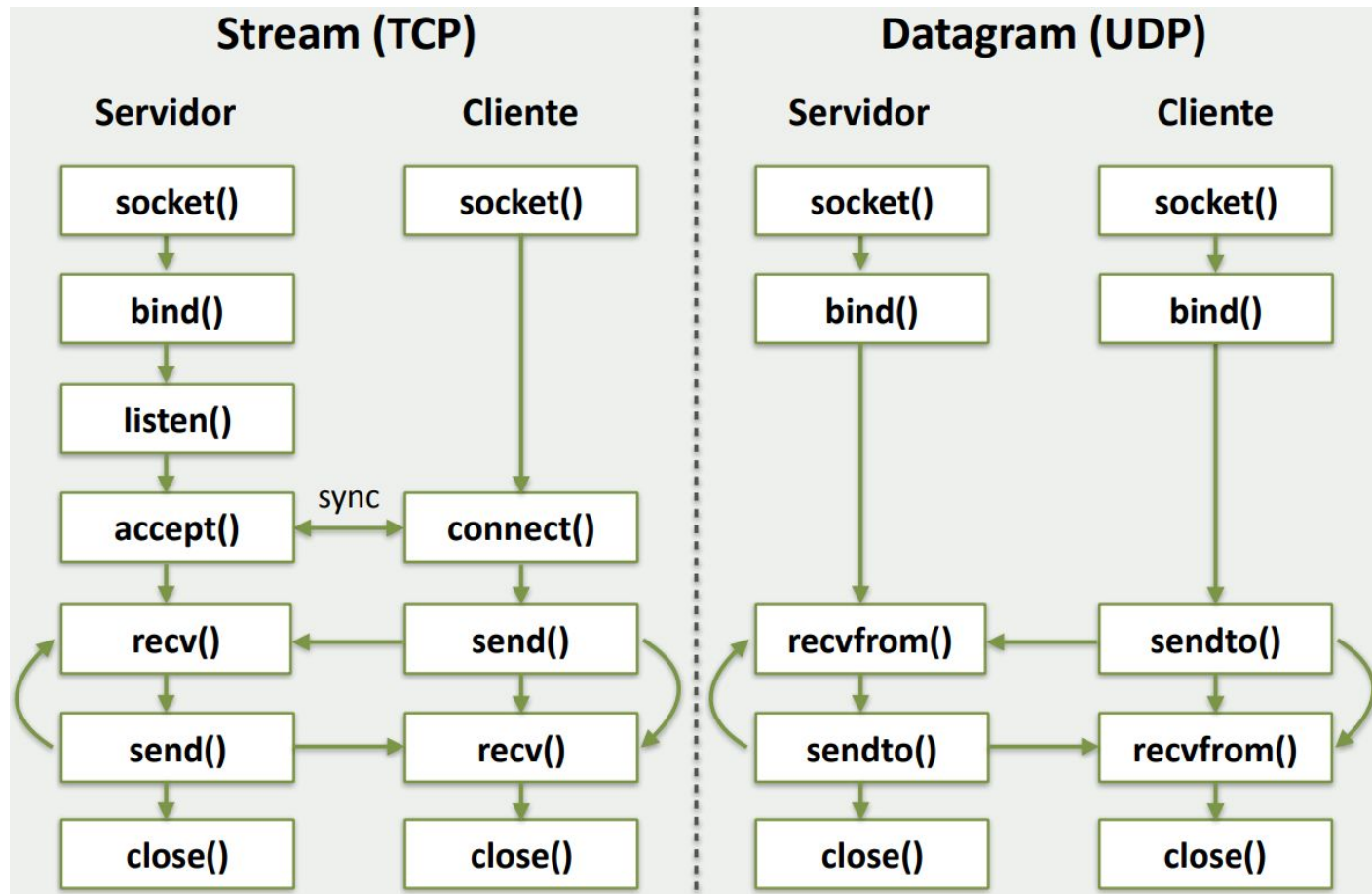
- Sockets

- 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

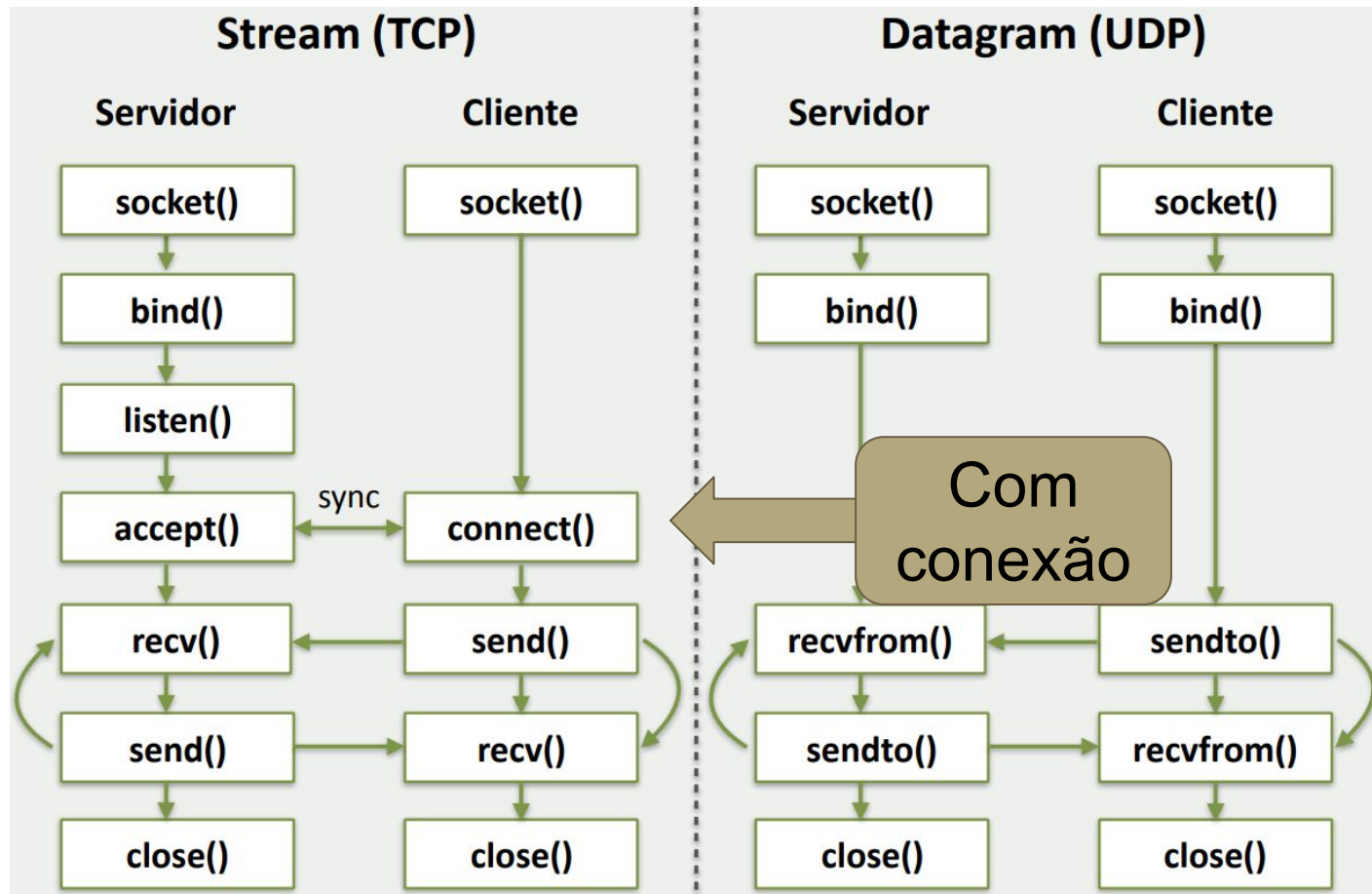
- Com conexão: uma sessão deve ser previamente estabelecida (p. ex., TCP)
- Sem conexão: sem necessidade de estabelecimento de sessão (p. ex., UDP)



Camadas do TCP/IP

- Sockets: tipos de comunicação

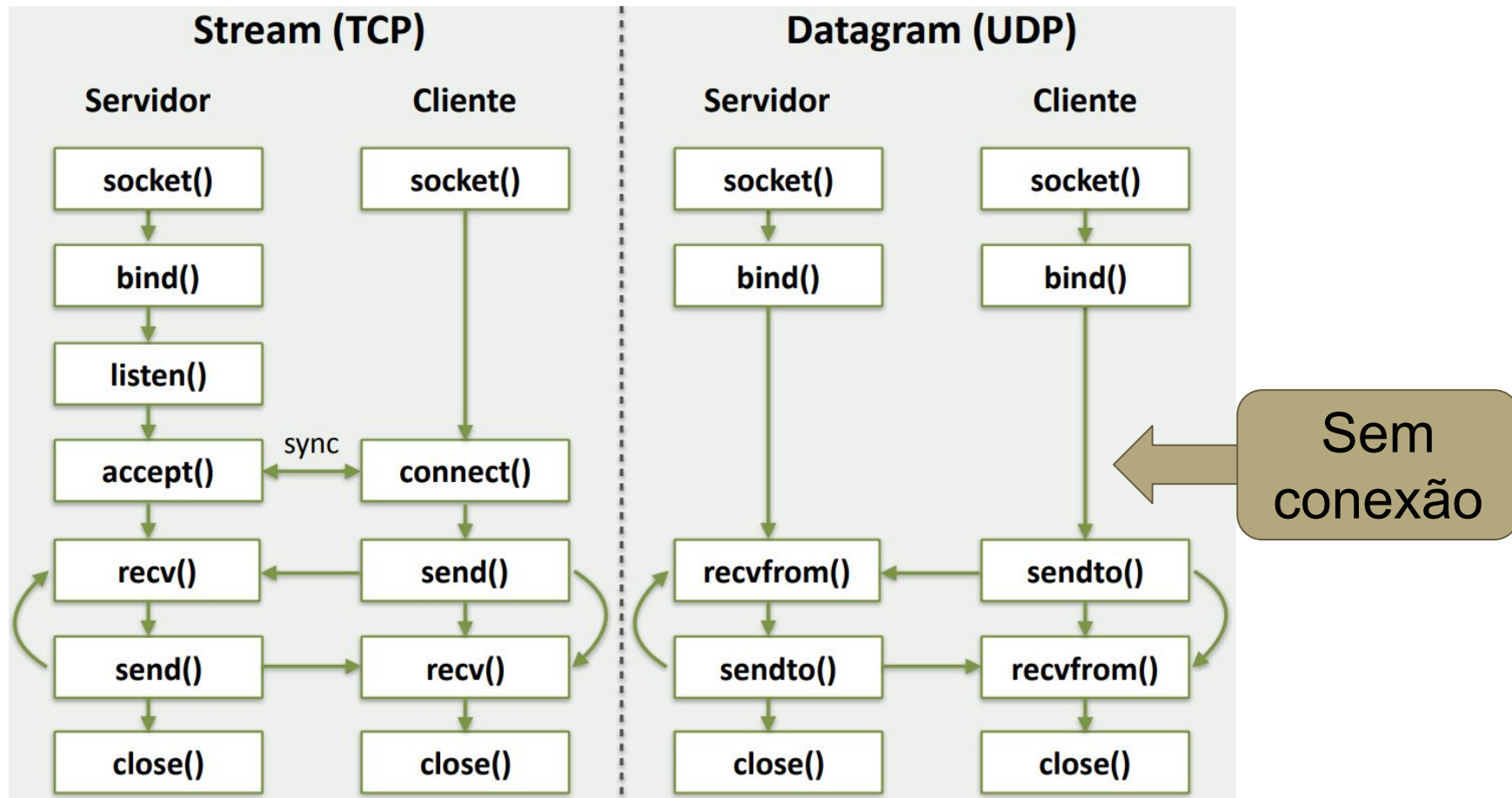
- Com conexão: uma sessão deve ser previamente estabelecida (p. ex., TCP)
- Sem conexão: sem necessidade de estabelecimento de sessão (p. ex., UDP)



Camadas do TCP/IP

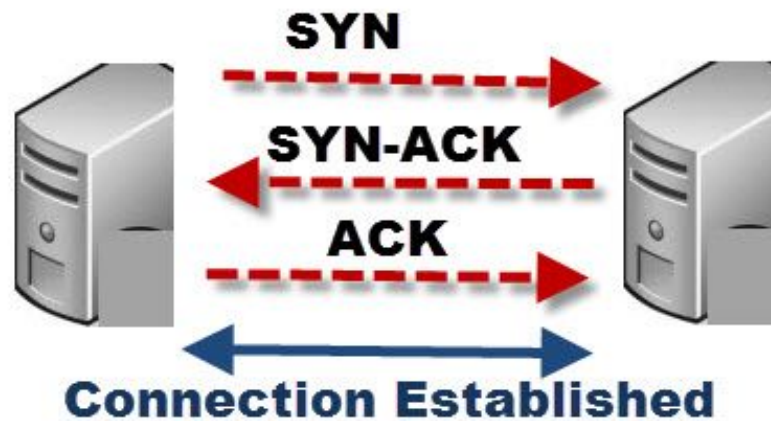
- Sockets: tipos de comunicação

- 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

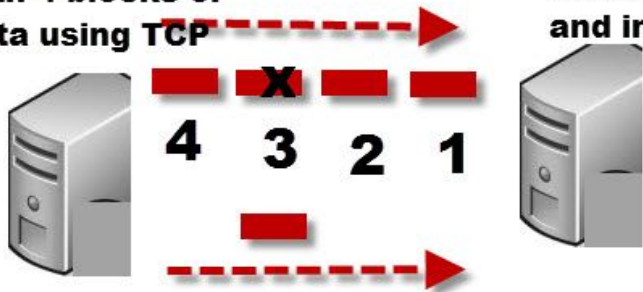


TCP 3 Way Handshake Diagram

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**

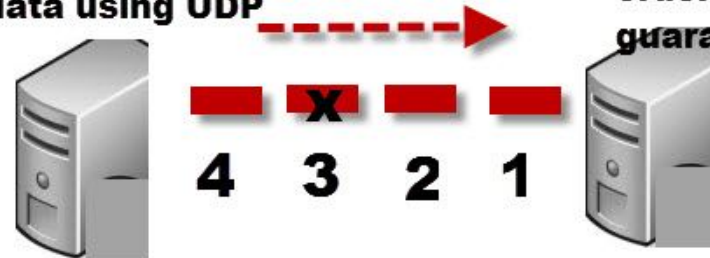


Block 3 retransmitted

TCP Transmission Illustration

**All 4 Blocks
received
and in order**

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



**Only 3 Blocks
received
order not
guaranteed**

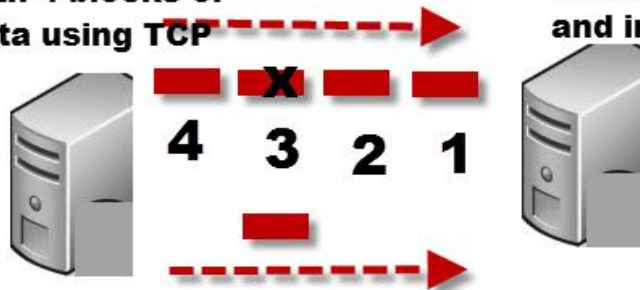
UDP Transmission Illustration

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.)

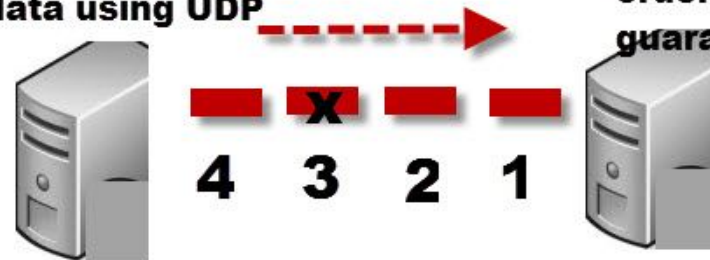
**Sending Message
with 4 blocks of
data using TCP**



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*): oferece nomes mais fáceis de lembrar (URLs), para não precisarmos decorar endereços IP de sites
- 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
 - 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/>
- <http://www.steves-internet-guide.com/understanding-dhcp/>