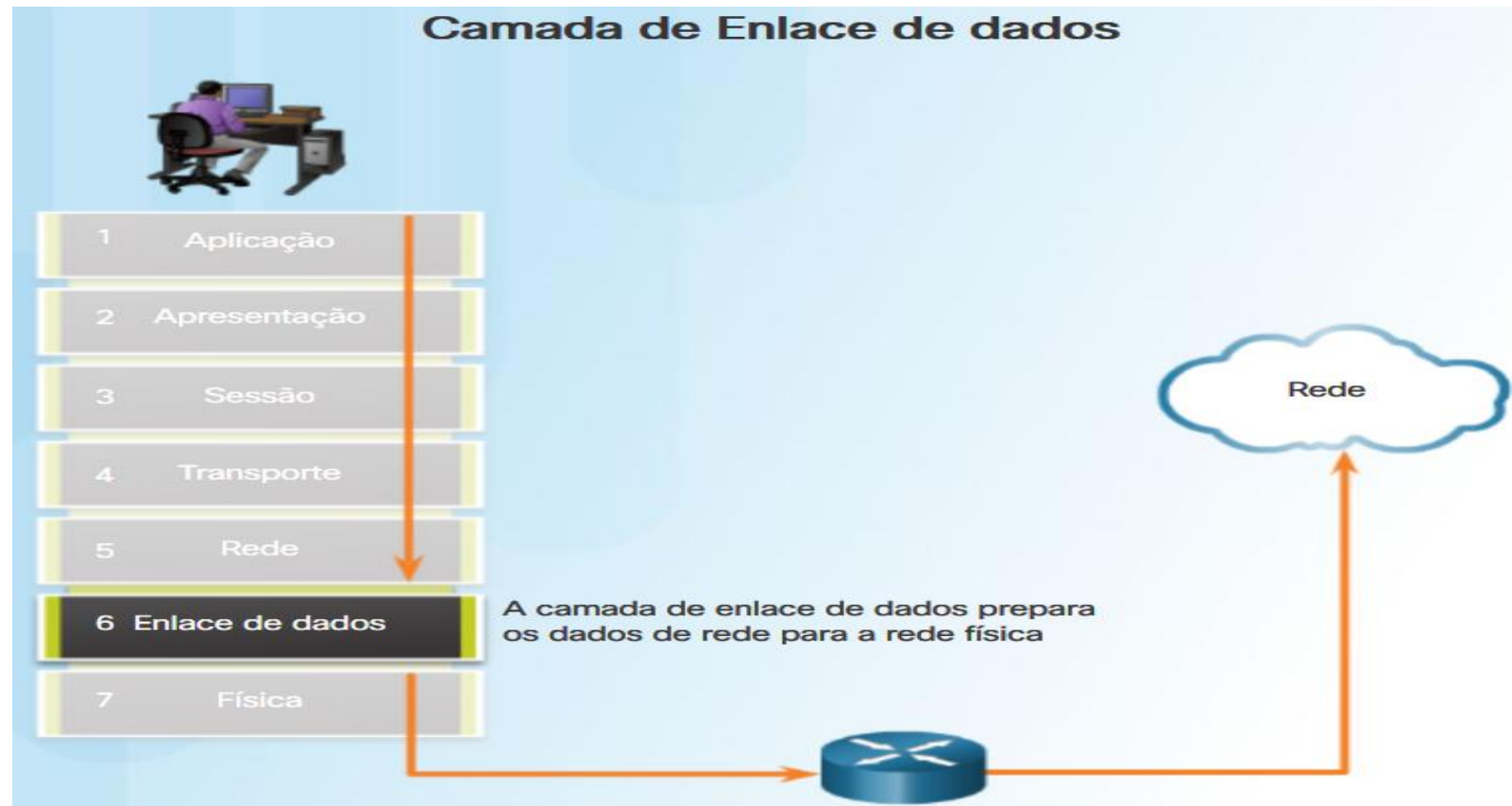


# A Camada de Enlace

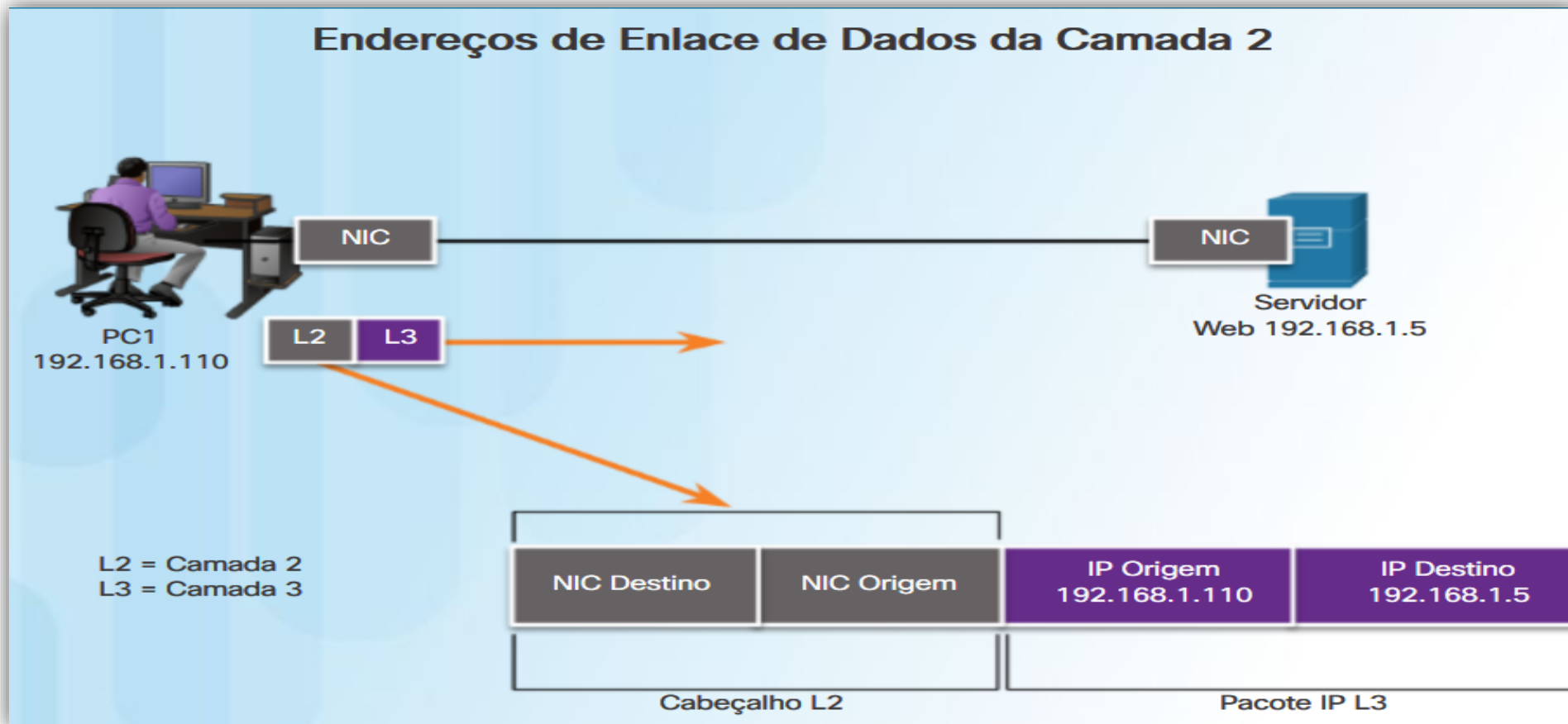
- Conforme mostra a figura, a camada de enlace de dados OSI é responsável pela troca de quadros entre nós origem e destino na mídia de rede.
- A camada de enlace de dados separa efetivamente as transições do meio físico que acontecem quando o pacote é encaminhado do processos de comunicação das camadas superiores.



# A CAMADA DE ENLACE

Controle de Acesso ao Meio (Media Access Control – MAC) – Fornece à camada de enlace de dados endereços e acesso a várias tecnologias de rede.

A subcamada MAC se comunica com a tecnologia de LAN Ethernet para enviar e receber quadros pelo cabo de cobre ou fibra óptica.



# A CAMADA DE ENLACE

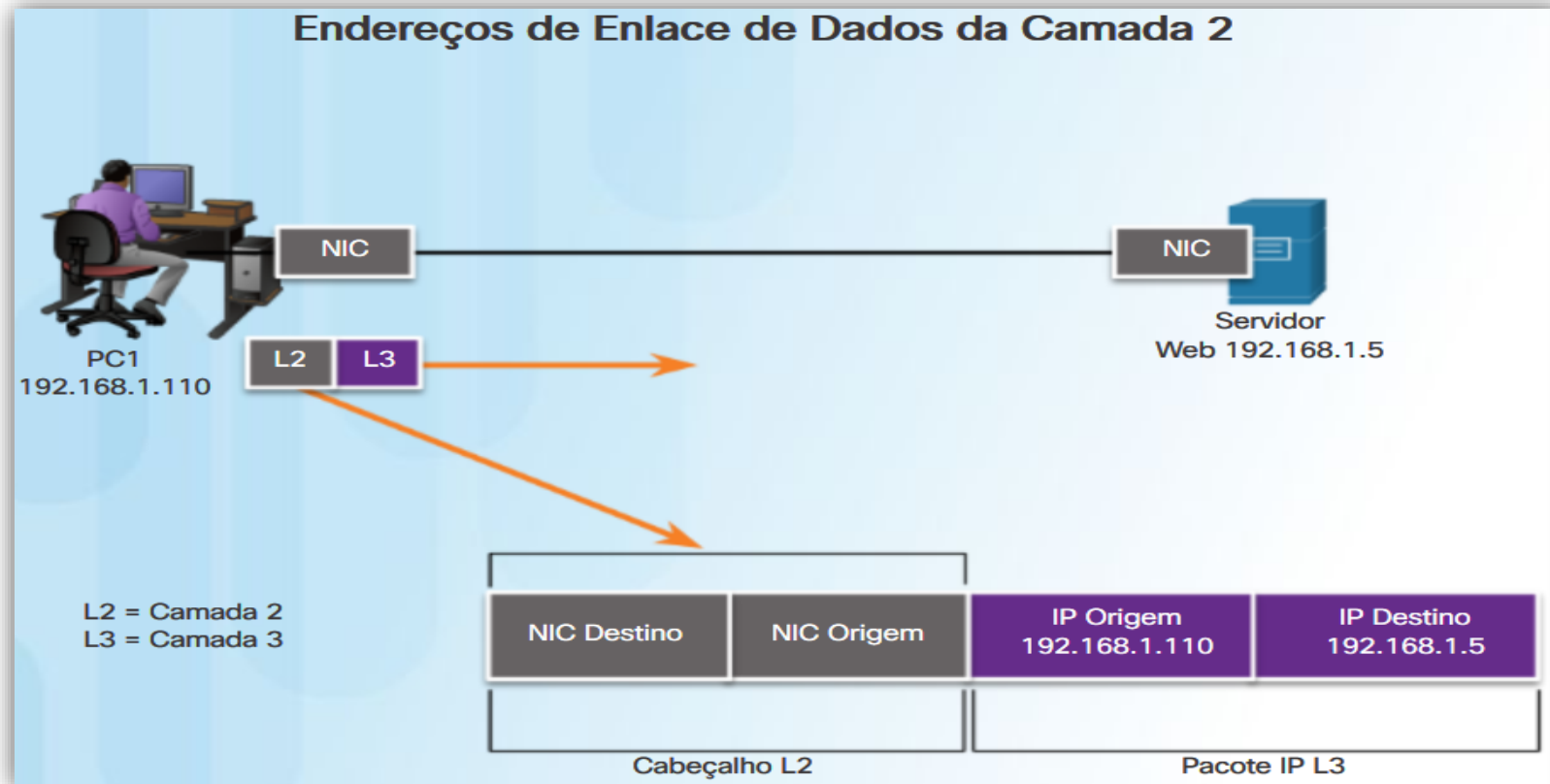
A camada de enlace de dados do modelo OSI (Camada 2), conforme mostra a figura, é responsável por:

- Permitir que as camadas superiores acessem o meio físico.
- Aceitar pacotes de Camada 3 e empacotá-los em quadros.
- Preparar os dados de rede para a rede física.
- Controlar o modo como os dados são colocados e recebidos no meio físico.
- Trocar quadros entre os nós por uma mídia de rede física, como UTP ou fibra óptica.



# A CAMADA DE ENLACE

- A notação de camada 2 para dispositivos de rede conectados a um meio comum é chamada de nó.
- Os nós criam e encaminham quadros. Conforme mostra a figura, a camada de enlace de dados OSI é responsável pela troca de quadros entre nós origem e destino na mídia de rede.



# Controlando o Acesso ao Meio Físico

O controle de acesso ao meio físico é o equivalente às regras de trânsito que regulam a entrada de veículos motores em uma rodovia.

A ausência de qualquer controle de acesso ao meio físico seria o equivalente a veículos ignorando todo o tráfego e entrando na rodovia sem respeitar os outros veículos.

O tráfego pode entrar na rodovia por um entroncamento, esperando pela sua vez num sinal de parada, ou obedecendo os sinais luminosos. Um motorista segue um conjunto diferente de regras para cada tipo de entrada.



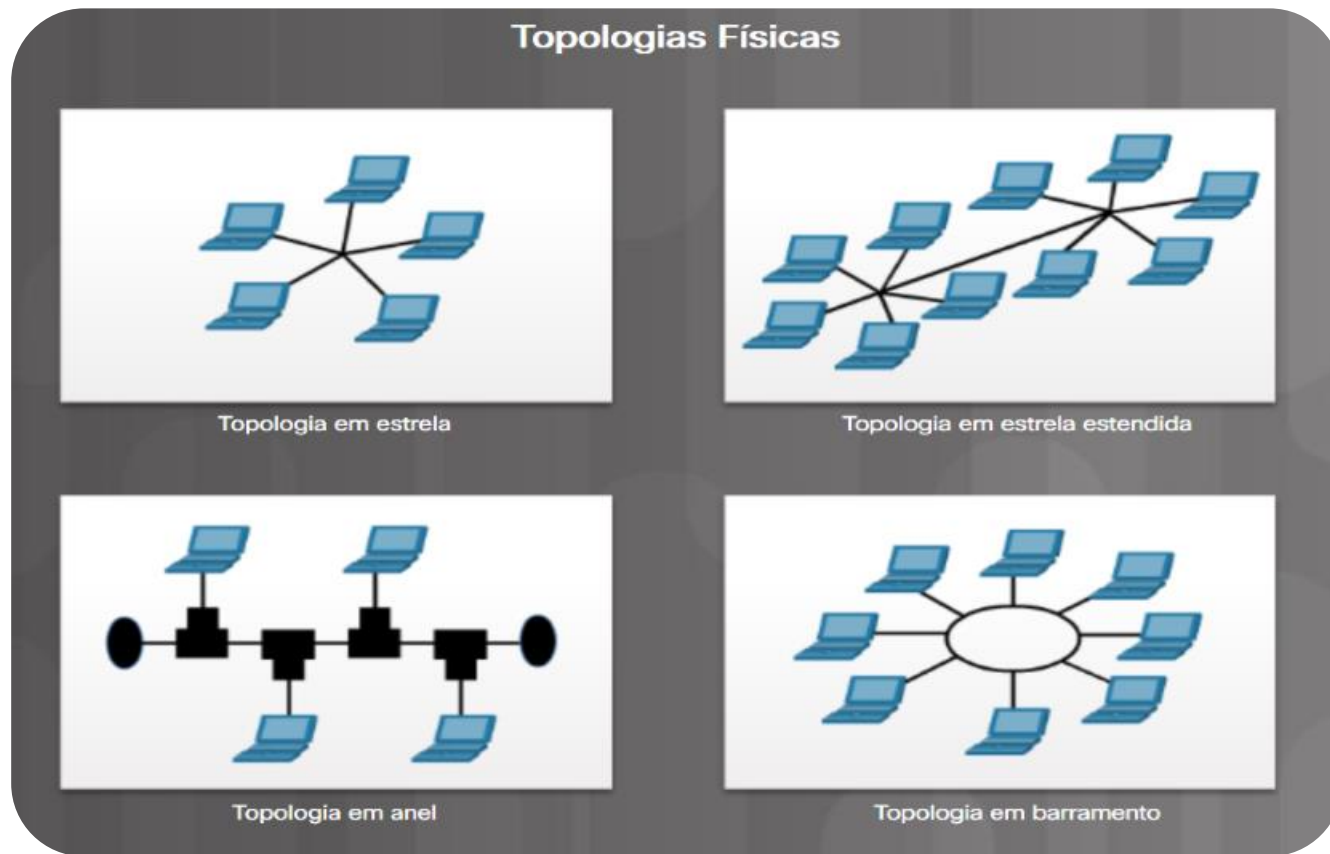
# Topologias Físicas de LAN

**Estrela** – os dispositivos finais são conectados a um dispositivo intermediário central.

**Estrela estendida ou híbrida** – em uma topologia de estrela estendida, os dispositivos intermediários centrais interconectam outras topologias de estrela.

**Anel** – os sistemas finais são conectados ao seu respectivo vizinho formando um anel. Ao contrário da topologia em barramento, o anel não precisa ser terminado.

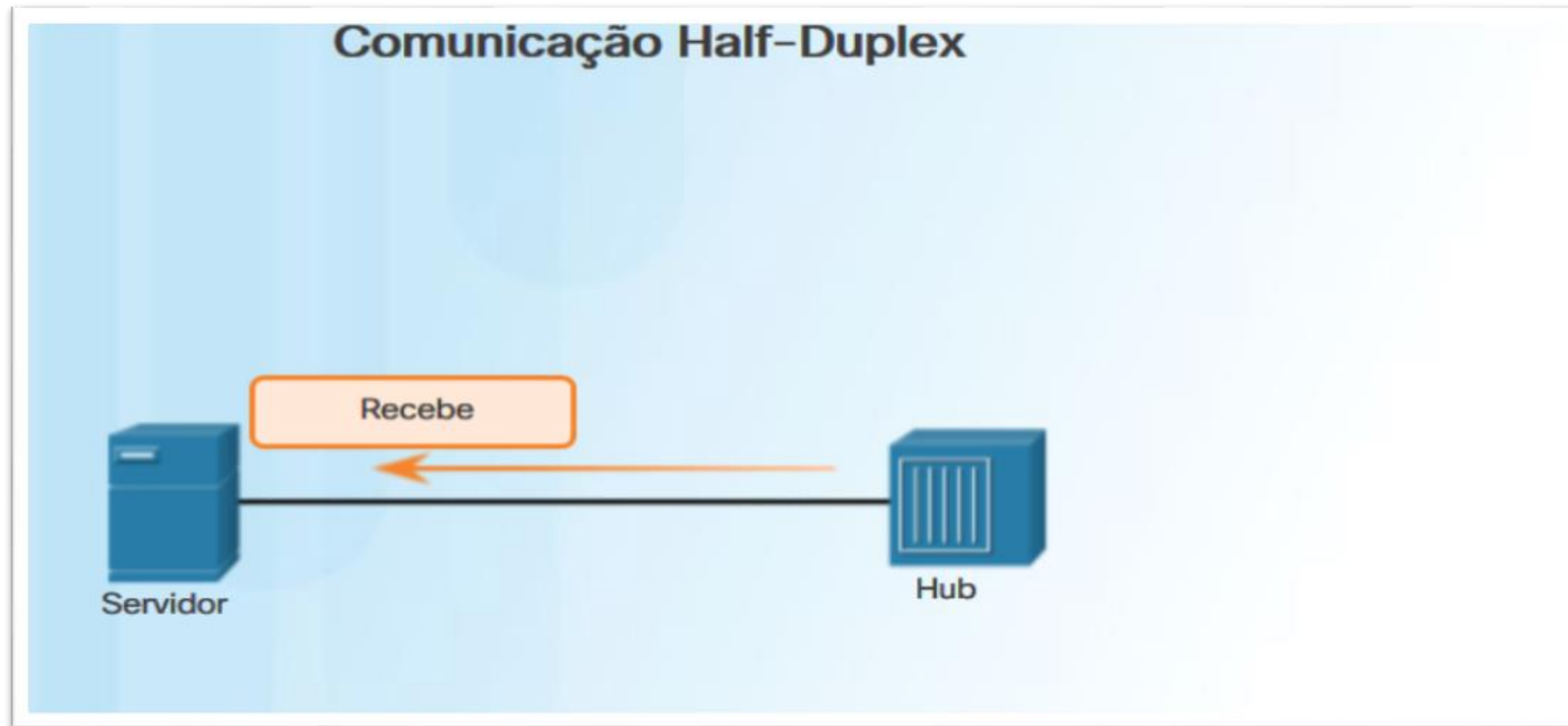
Obs: As topologias em anel foram usadas em redes FDDI e Token Ring legadas.



# Método de Transmissão: Half-Duplex

As comunicações duplex se referem à direção da transmissão de dados entre os dois dispositivos. As comunicações half-duplex restringem a troca de dados a uma direção de cada vez, enquanto o full-duplex permite o envio e o recebimento de dados ao mesmo tempo.

**Comunicação half-duplex** – Ambos os dispositivos podem transmitir e receber no meio, mas não podem fazer isso simultaneamente. O modo half-duplex é usado nas topologias de barramento legadas e com hubs Ethernet.





# Método de Transmissão: Full-Duplex

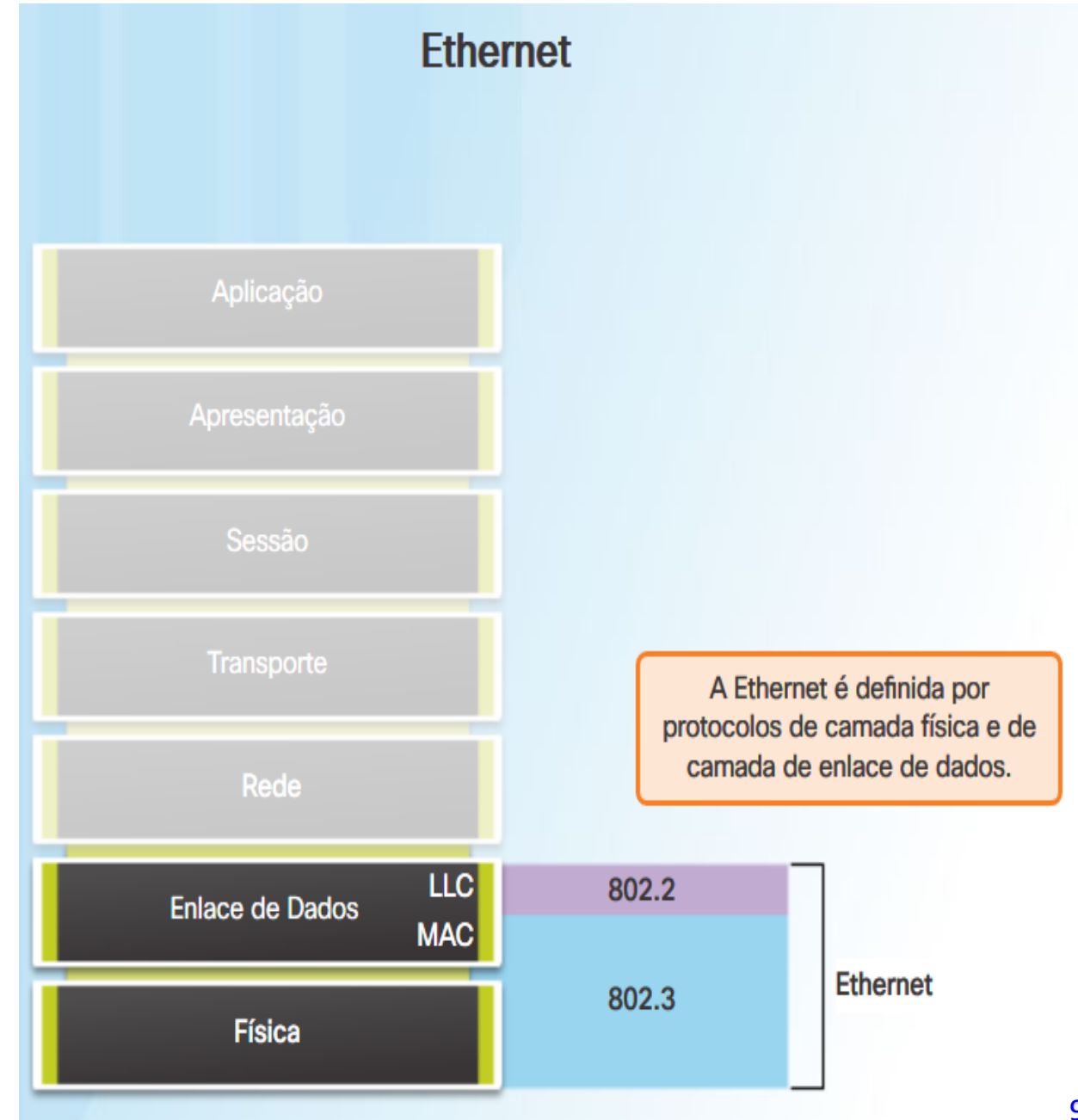
- Comunicação full-duplex – ambos os dispositivos podem transmitir e receber no meio ao mesmo tempo.
- Os switches Ethernet operam no modo full-duplex por padrão, mas podem operar em half-duplex se conectados a um dispositivo como um hub Ethernet.
- *Obs:* A Figura mostra uma comunicação full-duplex.





# Encapsulamento Ethernet

- Ethernet é a tecnologia de LAN mais usada atualmente.
- Ela opera na camada de *enlace de dados e na camada física*.
- É uma família de tecnologias de rede, definida nos padrões IEEE 802.2 e 802.3.
- A Ethernet suporta larguras de banda de dados de:
  - 10 Mb/s
  - 100 Mb/s
  - 1.000 Mb/s (1 Gb/s)
  - 10.000 Mb/s (10 Gb/s)
  - 40.000 Mb/s (40 Gb/s)
  - 100.000 Mb/s (100 Gb/s)



# ENDEREÇO MAC E HEXADECIMAL

- Um endereço MAC Ethernet é um valor binário de 48 bits expresso como 12 dígitos hexadecimais (4 bits por dígito hexadecimal).
- Assim como o decimal é um sistema numérico de base 10, o hexadecimal é um sistema de base 16.
- O sistema numérico de base 16 utiliza números de 0 a 9 e letras de A a F.

Numeração Hexadecimal		
Equivalentes em Decimal e Binário de 0 até F Hexadecimal		
Decimal	Binário	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

## ENDEREÇO MAC E HEXADECIMAL

- Considerando que 8 bits (um byte) é um agrupamento binário comum, 00000000 a 11111111 em binário podem ser representados em hexadecimal como o intervalo 00 a FF, como mostra a Figura 2.
- Zeros à esquerda são sempre exibidos para completar a representação de 8 bits.
- Por exemplo, o valor binário 0000 1010 é mostrado em hexadecimal como 0A.

### Numeração Hexadecimal

Equivalentes em Decimal, Binário e Hexadecimal selecionados

Decimal
0
1
2
3
4
5
6
7
8
10
15
16
32
64
128
192
202
240
255

Binário
0000 0000
0000 0001
0000 0010
0000 0011
0000 0100
0000 0101
0000 0110
0000 0111
0000 1000
0000 1010
0000 1111
0001 0000
0010 0000
0100 0000
1000 0000
1100 0000
1100 1010
1111 0000
1111 1111

Hexadecimal
00
01
02
03
04
05
06
07
08
0A
0F
10
20
40
80
C0
CA
F0
FF

# ENDEREÇO MAC E HEXADECIMAL

- A Figura mostra os valores decimais e hexadecimais equivalentes para 0000 a 1111 em binário.
- É mais fácil expressar um valor como um único dígito hexadecimal do que como quatro bits binários.

## Numeração Hexadecimal

Equivalentes em Decimal, Binário e Hexadecimal selecionados

Decimal
0
1
2
3
4
5
6
7
8
10
15
16
32
64
128
192
202
240
255

Binário
0000 0000
0000 0001
0000 0010
0000 0011
0000 0100
0000 0101
0000 0110
0000 0111
0000 1000
0000 1010
0000 1111
0001 0000
0010 0000
0100 0000
1000 0000
1100 0000
1100 1010
1111 0000
1111 1111

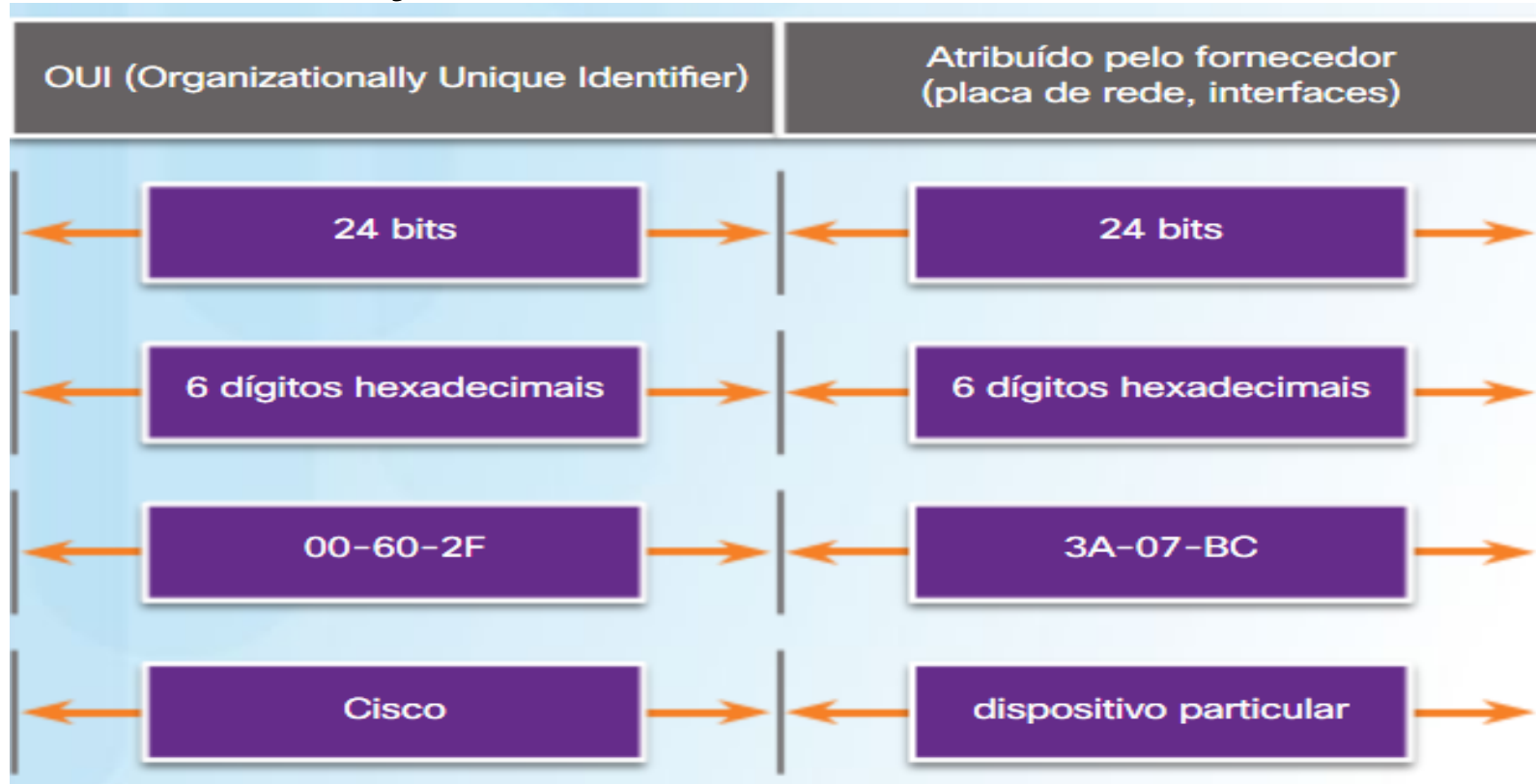
Hexadecimal
00
01
02
03
04
05
06
07
08
0A
0F
10
20
40
80
C0
CA
F0
FF

# Conversões em hexadecimal

- As conversões de números entre valores decimais e hexadecimais são diretas, mas dividir ou multiplicar rapidamente por 16 nem sempre é conveniente.
- Quando tais conversões são necessárias, geralmente é mais fácil converter o valor decimal ou hexadecimal em binário e depois converter o valor binário em decimal ou hexadecimal, conforme apropriado.

# Endereço MAC: A Identidade da Ethernet

- Como mostra a figura, o IEEE exige que um fornecedor siga duas regras simples:
- Todos os endereços MAC atribuídos a uma NIC ou outro dispositivo Ethernet devem utilizar o OUI designado para o fornecedor como os primeiros 3 bytes.
- Todos os endereços MAC com o mesmo OUI devem receber um valor exclusivo nos últimos 3 bytes.



# Representações do Endereço MAC

- Em um host Windows, o comando `ipconfig /all` pode ser usado para identificar o endereço MAC de um adaptador Ethernet.
- Na Figura, observe que o visor indica o endereço físico (MAC) do computador como sendo 00-18-DE-DD-A7-B2.
- OBS: Em um host MAC ou Linux, é usado o comando `ifconfig`.

```
C:\>ipconfig/all
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
Connection-specific DNS Suffix . : example.com
Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-18-DE-DD-A7-B2
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::449f:c2:de06:ebad%10 (Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 10.10.10.2 (Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Monday, June 01, 2015 11:19:48 AM
Lease Expires . . . . . : Thursday, June 04, 2015 11:19:49 PM
Default Gateway . . . . . : 10.10.10.1
DHCP Server . . . . . : 10.10.10.1
DNS Servers . . . . . : 10.10.10.1
```



# Diferentes Representações de Endereços MAC

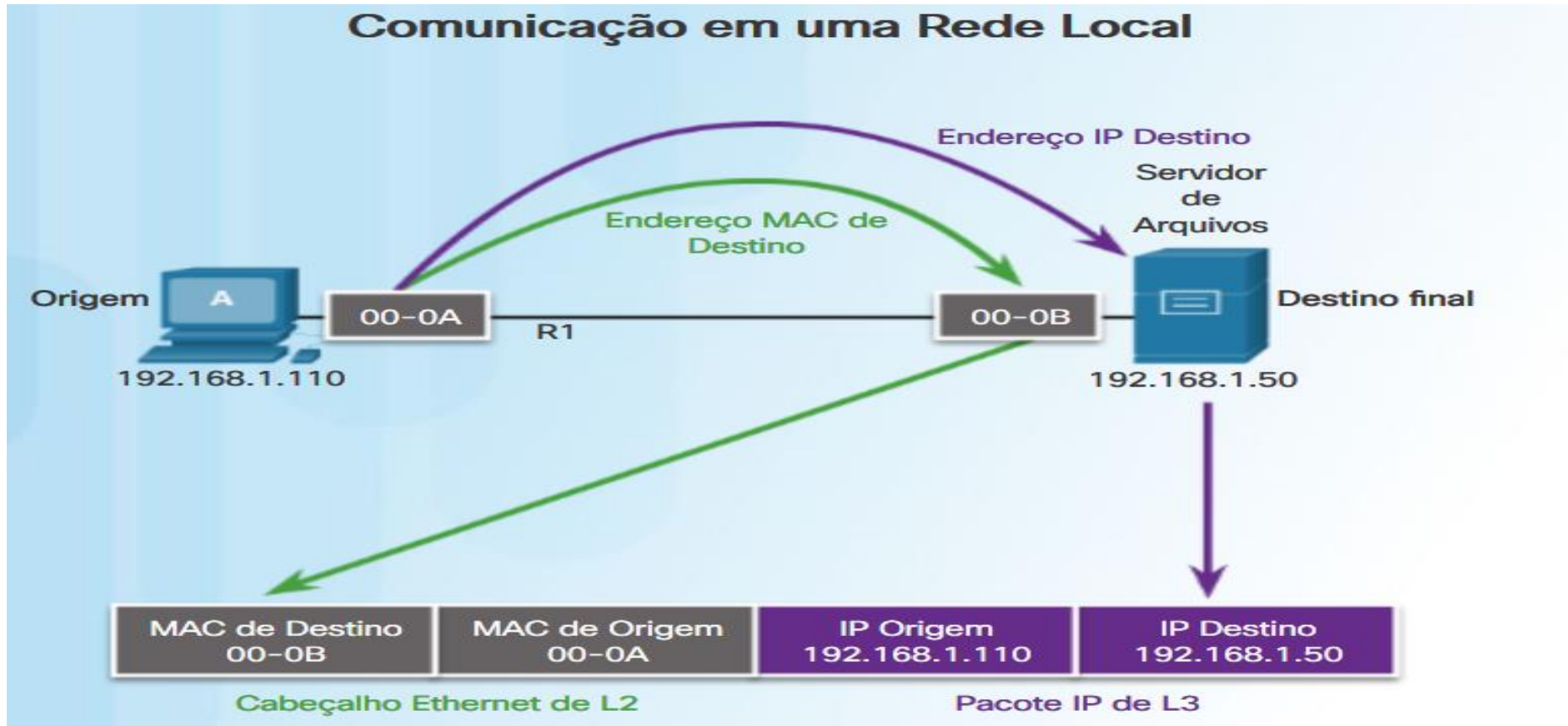
Com travessões 00-60-2F-3A-07-BC

Com dois-pontos 00:60:2F:3A:07:BC

Com pontos 0060.2F3A.07BC

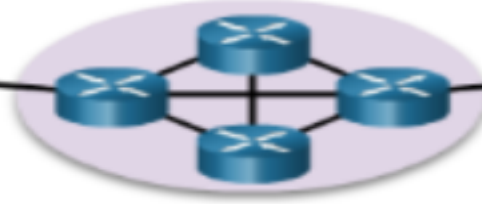
# DESTINO NA MESMA REDE

- Há dois endereços principais atribuídos a um dispositivo em uma rede LAN Ethernet:
- **Endereço físico (o endereço MAC)** – Usado para comunicações entre NICs Ethernet na mesma rede.
- **Endereço lógico (o endereço IP)** – Usado para enviar o pacote da origem para o destino final.
- Os endereços IP são usados para identificar o endereço origem e destino final.
- Obs: O endereço IP destino pode estar na mesma rede IP que a origem ou em uma rede remota.





Um modelo de rede é apenas uma representação de uma operação de rede. O modelo não é a rede real.



**Modelo OSI**

**Suíte de Protocolos TCP/IP**

**Modelo TCP/IP**

Aplicação	HTTP, DNS, DHCP, FTP	
Apresentação		Aplicação
Sessão		
Transporte	TCP, UDP	Transporte
Rede	IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6	Internet
Enlace de Dados	PPP, Frame Relay, Ethernet	Acesso à Rede
Física		

*Usar padrões e protocolos de rede facilita a qualidade da entrega de dados em tempo hábil.*