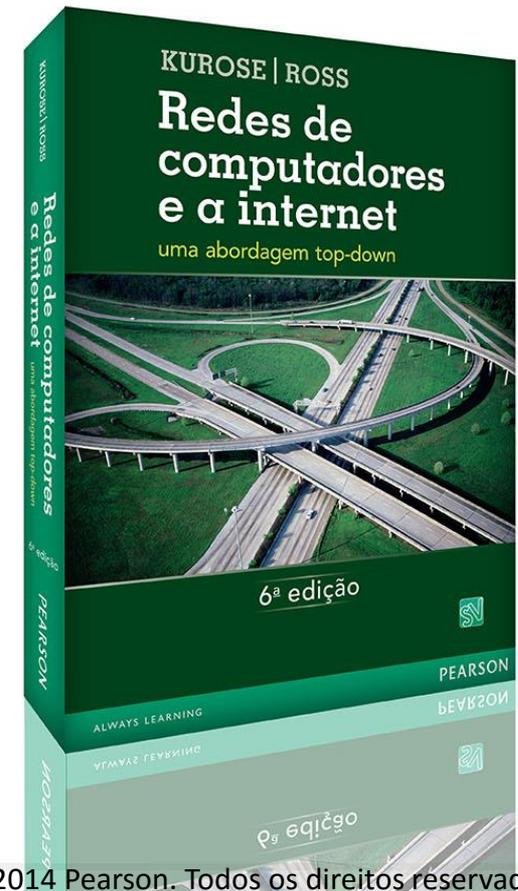


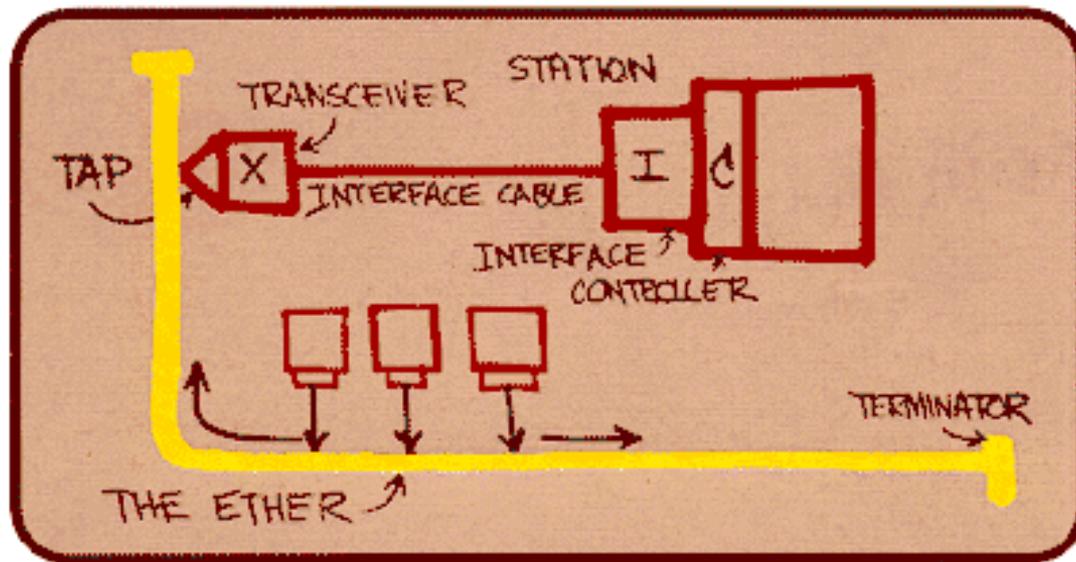
# Capítulo 5

## Camada de enlace: enlaces, redes de acesso e redes locais





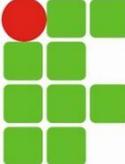
# Ethernet





# SUMÁRIO

1. Introdução
2. Funções
3. Onde a camada de enlace é implementada?
4. Camada de Enlace
5. Cabeçalho e Formato dos quadros
6. Finalidade da Camada Física
7. Técnicas de detecção e correção de erros
8. Ethernet Padrão - Endereçamento
9. Enlaces e protocolos de acesso múltiplo
10. Protocolos de divisão de canal
11. CSMA (acesso múltiplo com detecção de portadora)
12. Redes locais comutadas
13. Endereçamento na camada de enlace e ARP
14. Padrões Ethernet: Ethernet, FastEthernet, Gigabit Ethernet e 10 Gigabite
15. Comutadores da camada de enlace
16. Redes locais virtuais (VLANs) – Laboratório de Redes
17. Redes de datacenter



# Introdução

## Projeto IEEE 802

- Projeto pioneiro atribuído a Xerox Palo Alto Research Center.
- Ethernet foi inventada em 1973, quando Robert Metcalfe.
- Em 1985, a Sociedade de Computação do IEEE iniciou um projeto, denominado Projeto 802.
- Objetivo de estabelecer normas para permitir a intercomunicação entre equipamentos de vários fabricantes.
- A Ethernet é o protocolo de rede local mais utilizado atualmente.



# Os serviços fornecidos pela camada de enlace

## Funções

**Empacotamento:** divide o fluxo de bits recebidos da camada de rede em unidades de dados gerenciáveis denominamos *frames*.

**Endereçamento Físico:** Se os frames forem distribuídos em sistemas diferentes na rede, a camada de enlace de dados acrescenta um cabeçalho ao frame para definir o emissor e/ou receptor

**Controle de Fluxo:** Se a velocidade na qual os dados são recebidos pelo receptor for menor que a velocidade na qual os dados são transmitidos pelo emissor, a camada de enlace de dados impõe um mecanismo de controle de fluxo.

**Controle de erros:** acrescenta confiabilidade a camada física adicionando mecanismos para detectar e retransmitir frames danificados, perdidos ou duplicados. Normalmente, o controle de erros é obtido por meio de um *trailer* acrescentado ao final do quadro.

**Controle de Acesso:** Quando dois ou mais dispositivos estiverem conectados ao mesmo link são necessários protocolos da camada de enlace de dados para determinar qual dispositivo assumirá o controle do link em dado instante.



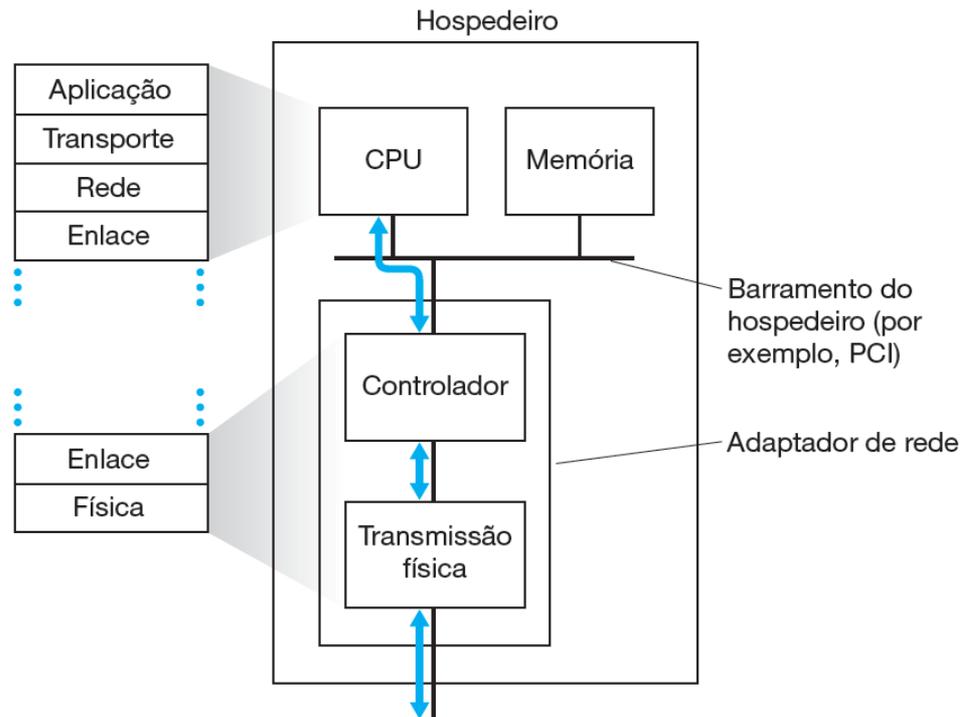
# Onde a camada de enlace é implementada?

- A figura a seguir mostra a arquitetura típica de um hospedeiro.
- Na maior parte, a camada de enlace é implementada em um **adaptador de rede**, às vezes também conhecido como **placa de interface de rede (NIC)**.
- No núcleo do adaptador de rede está o controlador da camada de enlace que executa vários serviços da camada de enlace.
- Dessa forma, muito da funcionalidade do controlador da camada de enlace é realizado em hardware.



# Onde a camada de enlace é implementada?

- Adaptador de rede: seu relacionamento com o resto dos componentes do hospedeiro e a funcionalidade da pilha de protocolos



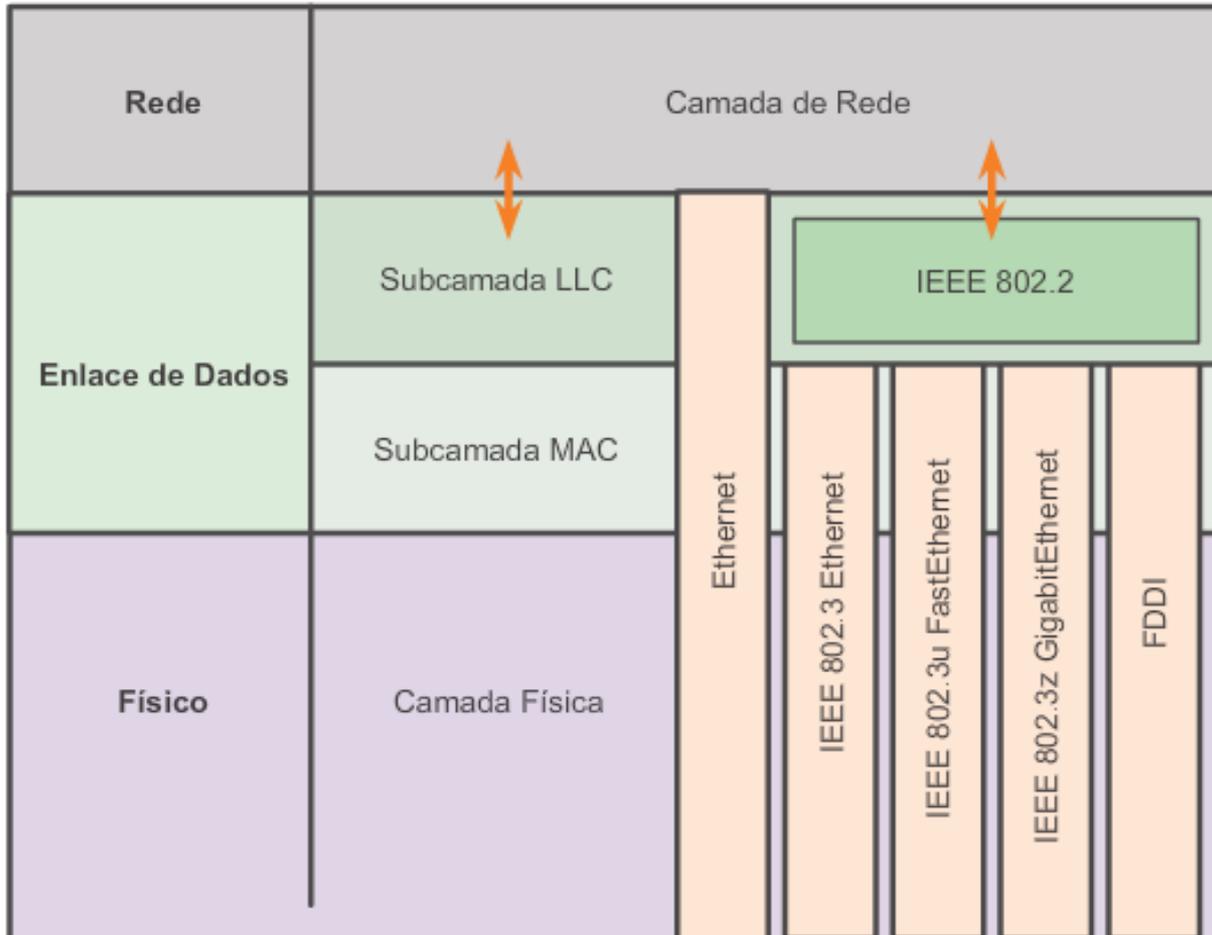


# Camada de Enlace

- A camada de enlace de dados da Ethernet consiste na subcamada LLC e na subcamada MAC.
- A Subcamada LLC é responsável Controle de Fluxo e erros, pelo enquadramento.
- A subcamada MAC é responsável pela operação do método de acesso CSMA/CD e também pelo enquadramento.

# Camada de Enlace

## Padrões IEEE para LANs.



### LLC:

- Trata da comunicação entre as camadas superiores e as camadas inferiores.
- O LLC é implementado no software, e sua implementação independe do hardware. Em um computador, o LLC pode ser considerado o software do driver para a placa de rede.

### MAC:

- Constitui a subcamada inferior da camada de enlace de dados.
- O MAC é implementado pelo hardware, normalmente na placa de rede do computador.
- Os detalhes estão especificados nos padrões IEEE 802.3.



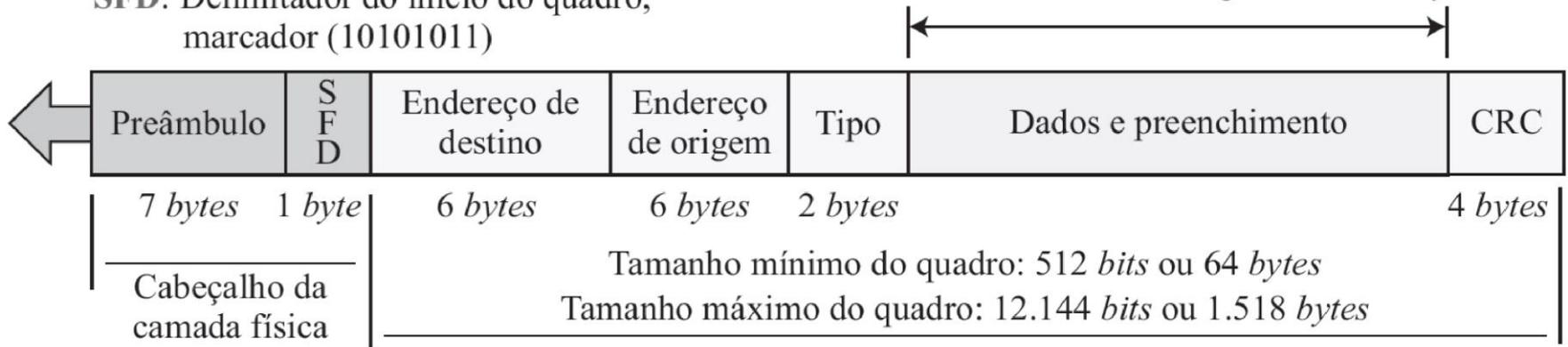
# Ethernet Padrão

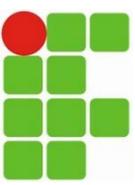
## Cabeçalho e Formato dos quadros

**Preâmbulo:** 56 *bits* de 1s e 0s alternados

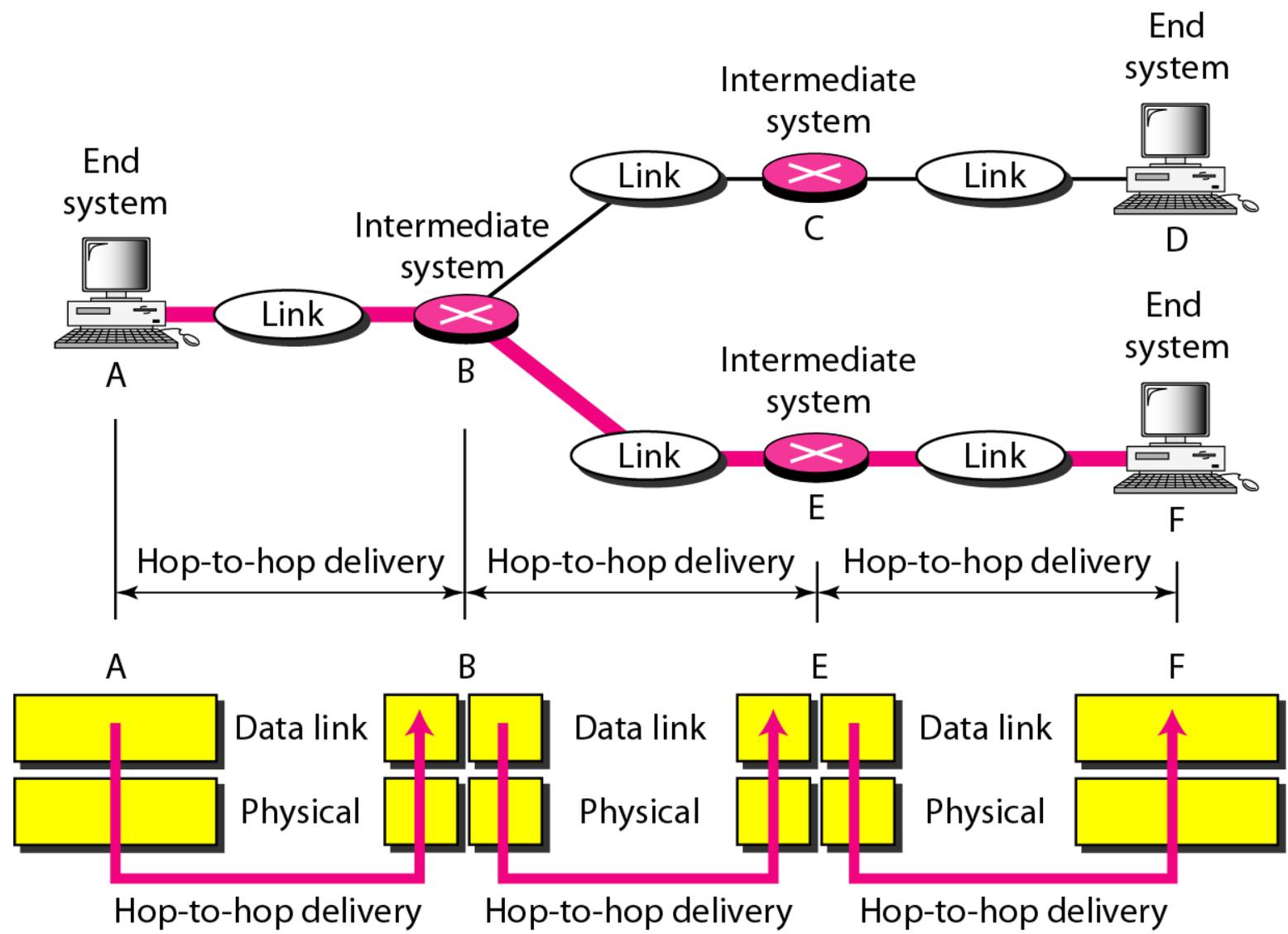
**SFD:** Delimitador do início do quadro,  
marcador (10101011)

Tamanho mínimo da carga útil: 46 *bytes*  
Tamanho máximo da carga útil: 1.500 *bytes*





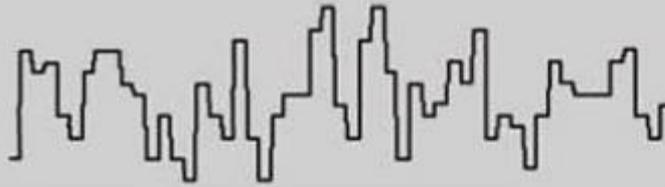
# Ethernet Padrão





# Finalidade da Camada Física

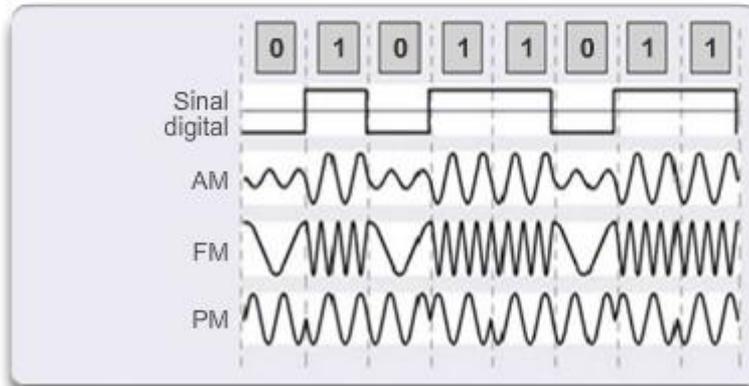
Sinal de saída (Tx)



**Sinais Elétricos -**  
Cabo de cobre



**Pulso de Luz -**  
Cabo de fibra óptica

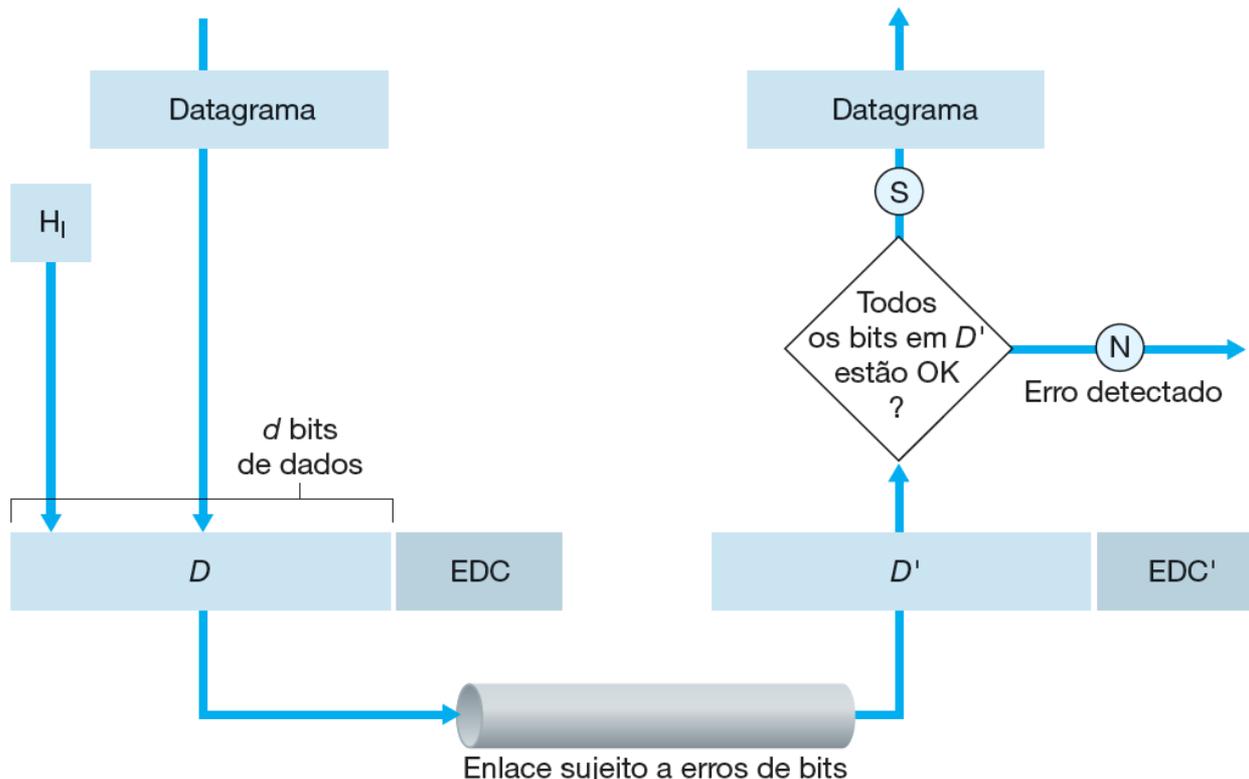


**Sinais de Microondas -**  
Sem fio



# Técnicas de detecção e correção de erros

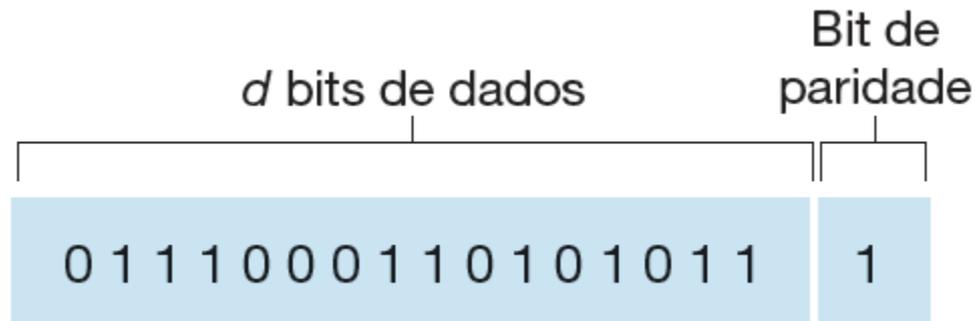
- Cenário de detecção e correção de erros





# Técnicas de detecção e correção de erros

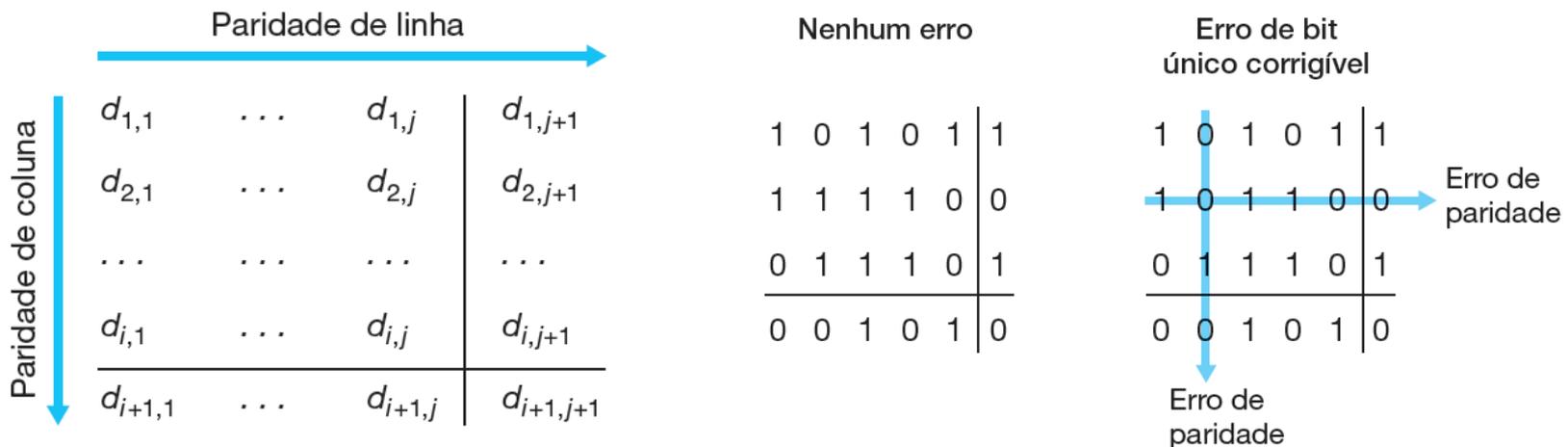
- O desafio do receptor é determinar se  $D'$  é ou não igual ao  $D$  original, uma vez que recebeu apenas  $D'$  e  $EDC'$ .
- A exata sintaxe da decisão do receptor na figura abaixo é importante.





# Verificações de paridade

- Talvez a maneira mais simples de detectar erros seja utilizar um único bit de paridade.
- A figura abaixo mostra uma generalização bidimensional do esquema de paridade de bit único.





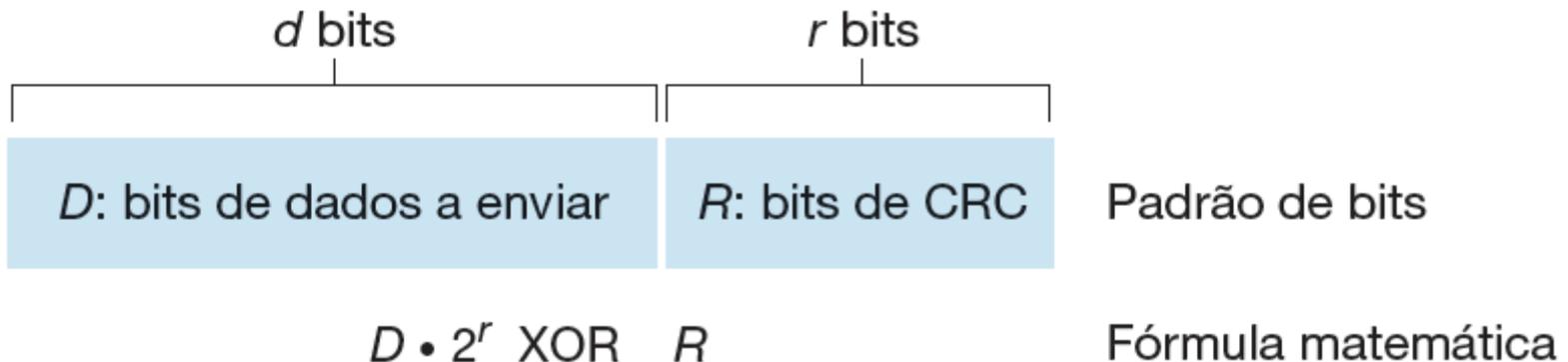
# Métodos de soma de verificação

- Um método simples de soma de verificação é somar os inteiros de  $k$  bits e usar o total resultante como bits de detecção de erros.
- O complemento de 1 dessa soma forma, então, a soma de verificação da Internet, que é carregada no cabeçalho do segmento.
- No IP, a soma de verificação é calculada sobre o cabeçalho IP.
- Métodos de soma de verificação exigem relativamente pouca sobrecarga no pacote.



# Verificação de redundância cíclica (CRC)

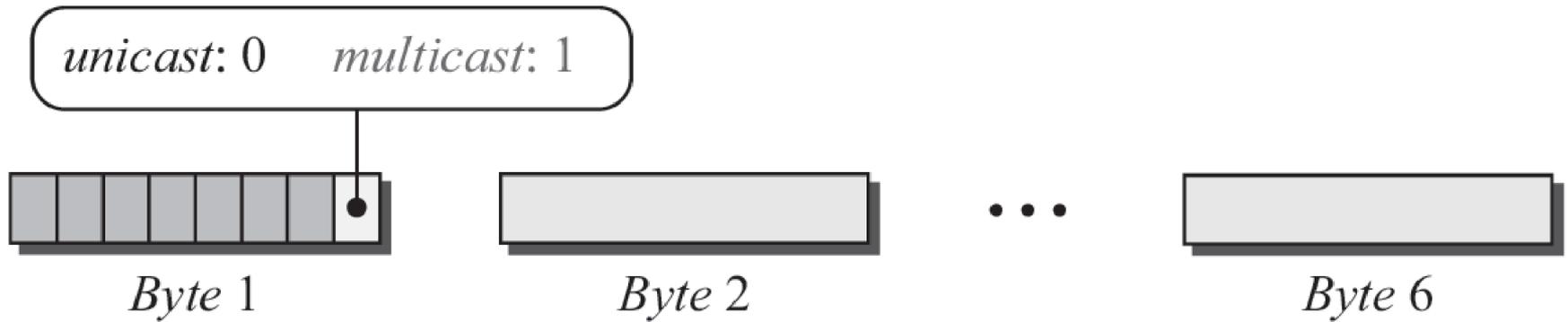
- Uma técnica de detecção de erros muito usada nas redes de computadores de hoje é baseada em **códigos de verificação de redundância cíclica (CRC)**.
- Códigos de CRC também são conhecidos como **códigos polinomiais**.





# Ethernet Padrão - Endereçamento

Endereços *unicast* e *multicast*.



06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B



6 bytes = 12 hex digits = 48 bits



# Ethernet Padrão - Endereçamento

Determine o tipo dos seguintes endereços de destino:

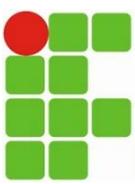
- a. **4A:30:10:21:10:1A**
- b. **47:20:1B:2E:08:EE**
- c. **FF:FF:FF:FF:FF:FF**



# Ethernet Padrão - Endereçamento

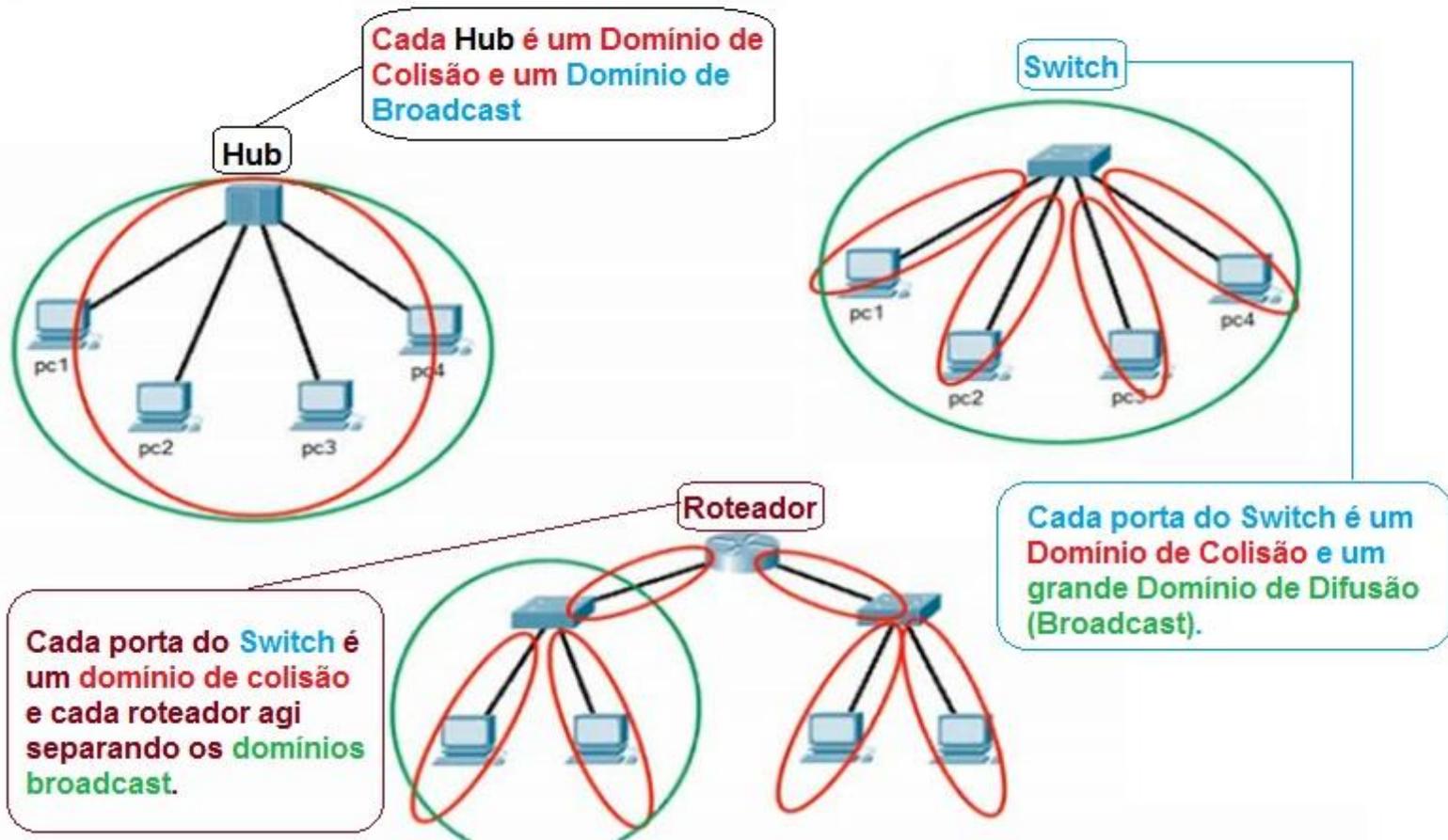
Solução:

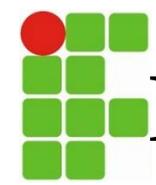
- a. É um endereço *unicast* porque A em binário é 1010 (par).
- b. É um endereço *multicast* porque 7 em binário é 0111 (ímpar).
- c. É um endereço *broadcast*, pois todos os dígitos são Fs em hexadecimal.



# Domínio de Colisão e Broadcast

Domínio de Colisão - Domínio de Broadcast (Envio para todos)





# Enlaces e protocolos de acesso múltiplo

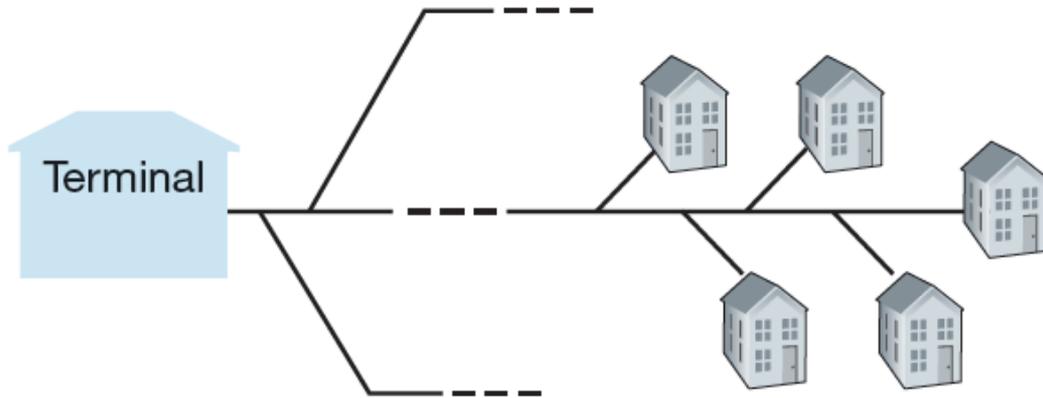
- Um **enlace ponto a ponto** consiste em um único remetente em uma extremidade do enlace e um único receptor na outra.
- O **enlace broadcast**, pode ter vários nós remetentes e receptores, todos conectados ao mesmo canal de transmissão único e compartilhado.
- **Protocolos de acesso múltiplo** — através dos quais os nós regulam sua transmissão pelos canais de difusão compartilhados.



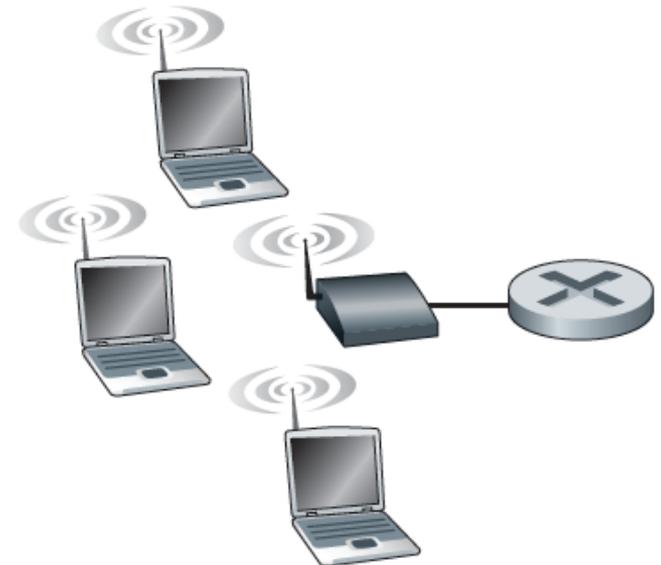
# Enlaces e protocolos de acesso múltiplo

- Vários canais de acesso múltiplo

Compartilhado com fio  
(por exemplo, rede de acesso a cabo)



Compartilhado sem fio  
(por exemplo, Wi-Fi)

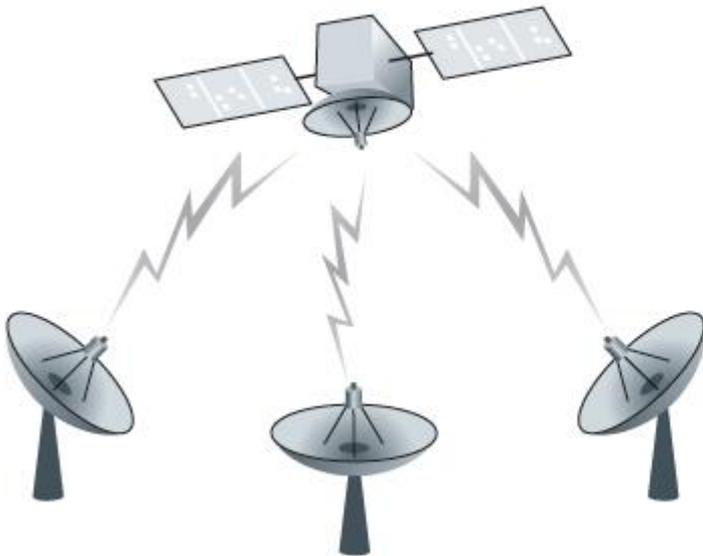




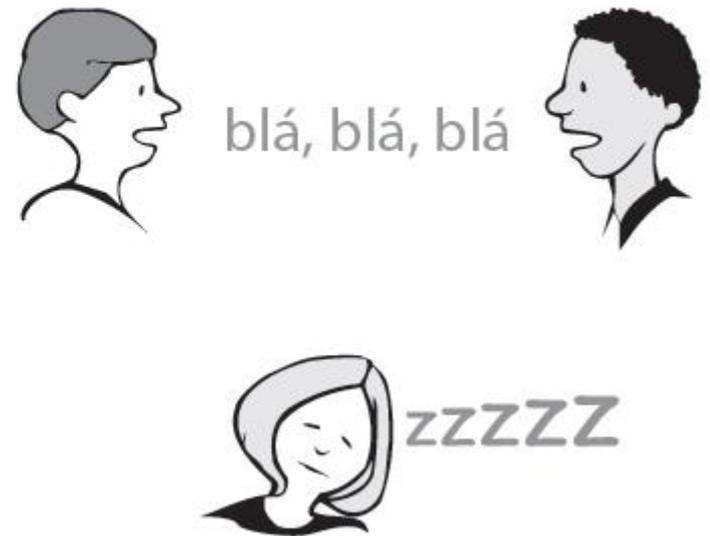
# Enlaces e protocolos de acesso múltiplo

- Vários canais de acesso múltiplo

Satélite



Coquetel

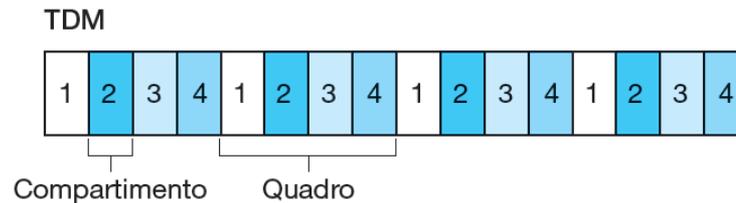
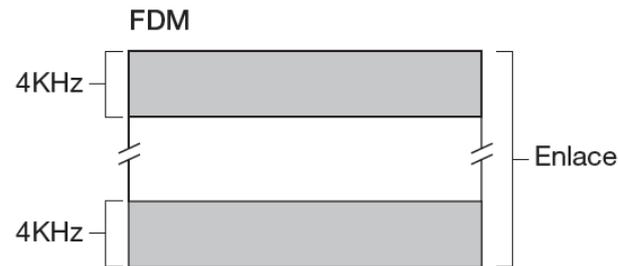




# Protocolos de divisão de canal

- O protocolo **TDM** divide o tempo em **quadros temporais**, os quais depois divide em  $N$  **compartimentos de tempo**.

- Um exemplo de TDM e FDM de quatro nós:



Legenda:



Todos os compartimentos com rótulos "2" são dedicados a um par remetente/receptor específico.



# Protocolos de divisão de canal

- O **protocolo FDM** divide o canal de  $R$  bits/s em frequências diferentes e reserva cada frequência a um dos  $N$  nós, criando, desse modo,  $N$  canais menores de  $R/N$  bits/s a partir de um único canal maior de  $R$  bits/s.
- O **protocolo de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA)** atribui um código diferente a cada nó.
- Se os códigos forem escolhidos com cuidado, as redes CDMA terão a maravilhosa propriedade de permitir que nós diferentes transmitam simultaneamente.



# CSMA (acesso múltiplo com detecção de portadora)

- Especificamente, há duas regras importantes que regem a conversação educada entre seres humanos:
  1. *Ouçã antes de falar.* Se uma pessoa estiver falando, espere até que ela tenha terminado. No mundo das redes, isso é denominado **detecção de portadora** — um nó ouve o canal antes de transmitir.
  2. *Se alguém começar a falar ao mesmo tempo que você, pare de falar.* No mundo das redes, isso é denominado **detecção de colisão** — um nó que está transmitindo ouve o canal enquanto transmite.
- Essas duas regras estão incorporadas na família de protocolos de **acesso múltiplo com detecção de portadora (CSMA)** e **CSMA com detecção de colisão (CSMA/CD)**.



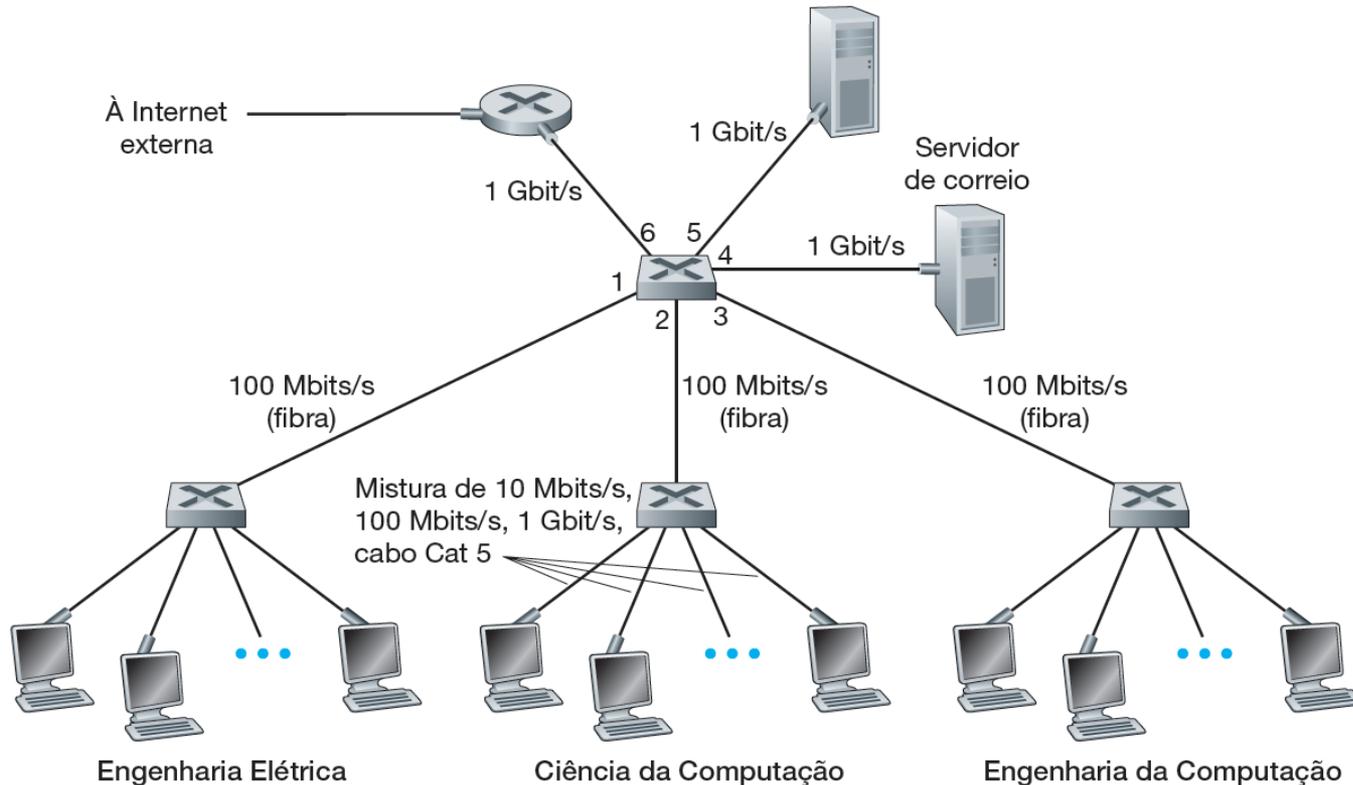
# Exercício

1. Qual a diferença entre as subcamadas LLC e MAC, qual objetivo de cada, em que elas se assemelham?
2. Que tamanho tem o espaço de endereços MAC? Qual parte é destinada para o fabricante?
3. Explique a função e o propósito de cada campo em um quadro da camada de enlace.
4. Suponha que cada um dos nós A, B e C esteja ligado à mesma LAN broadcast (por meio de seus adaptadores). Se A enviar milhares de datagramas IP a B com quadro de encapsulamento endereçado ao endereço MAC de B, o adaptador de C processará esses quadros? Se processar, ele passará os datagramas IP desses quadros para C (isto é, o nó pai do adaptador)? O que mudaria em suas respostas se A enviasse quadros com o endereço MAC de broadcast?
5. Explique o que é “domínio de colisão” e “domínio de broadcast”.
6. Dado os seguintes endereços MAC: 06:09:03:AA:BB:CC e A9:CC:FF:DD:EE:12, quais os endereços correspondem ao endereço unicast e multicast? Escreva os números MAC em binário.
7. O que é um protocolo de acesso múltiplo? Qual o seu objetivo? Como seria um protocolo de acesso múltiplo ideal?
8. Explique os protocolos de divisão de canal TDM e FDM. Exemplifique.



# Redes locais comutadas

- Uma rede institucional conectada por quatro computadores





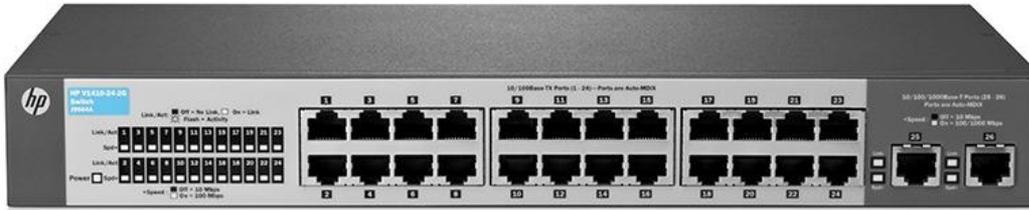
# Função das redes comutadas

- Uma LAN comutada permite mais flexibilidade e gerenciamento de tráfego
- Também suporta recursos como qualidade de serviço, segurança adicional, suporte para a tecnologia sem fio, suporte à telefonia IP e a serviços de mobilidade



# Redes comutadas

## Switchs x Hubs



Os recursos e as opções limitam-se aos fornecidos originalmente com o switch.





# Considerações Comuns ao adquirir um Switch.

- **Custo** - o custo de um switch dependerá do número e da velocidade das interfaces, dos recursos suportados e da capacidade de expansão.
- **Densidade de porta** - os switches de rede devem suportar o número apropriado de dispositivos na rede.
- **Energia** - agora é comum ligar pontos de acesso, telefones IP e até switches compactos usando Power over Ethernet (PoE). Além de considerações de PoE, alguns switches baseados em chassis suportam fontes de energia redundantes.
- **Confiabilidade** - o switch deve fornecer acesso contínuo à rede.
- **Velocidade da porta** - a velocidade de conexão da rede é a principal preocupação dos usuários finais.
- **Buffers de quadro** - a capacidade do switch de armazenar quadros é importante em uma rede onde pode haver portas congestionadas para servidores ou outras áreas da rede.
- **Escalabilidade** - o número de usuários em uma rede normalmente aumenta ao longo do tempo, portanto, o switch deve fornecer a oportunidade de crescimento.



# Encaminhamento de quadros

## Switching como um conceito geral

- Um switch toma uma decisão com base na porta de entrada e na porta de destino
- Um switch de LAN mantém uma tabela que usa para determinar como encaminhar o tráfego através do switch
- Os switches de LAN da Cisco encaminham os quadros de Ethernet com base no endereço MAC de destino dos quadros.



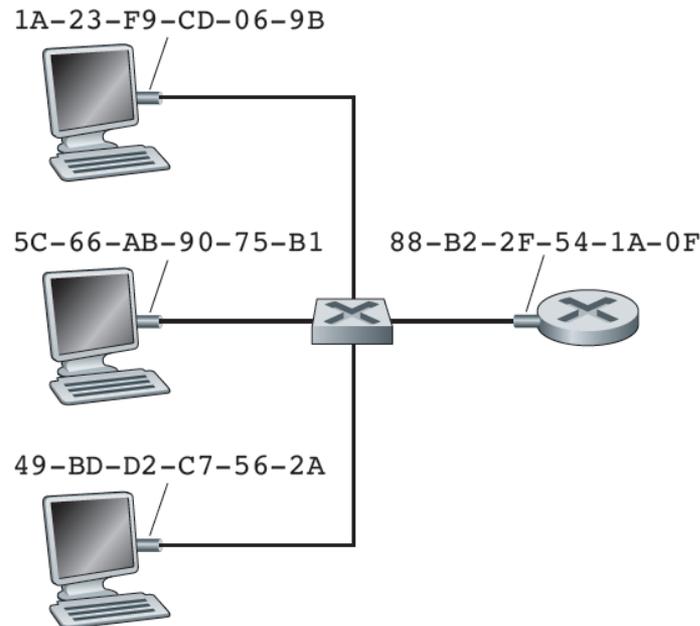
Tabela de portas	
Endereços destino	Porta
EE	1
AA	2
BA	3
EA	4
AC	5
AB	6



# Endereçamento na camada de enlace e ARP

## Endereços MAC

- Cada interface conectada à LAN tem um endereço MAC exclusivo

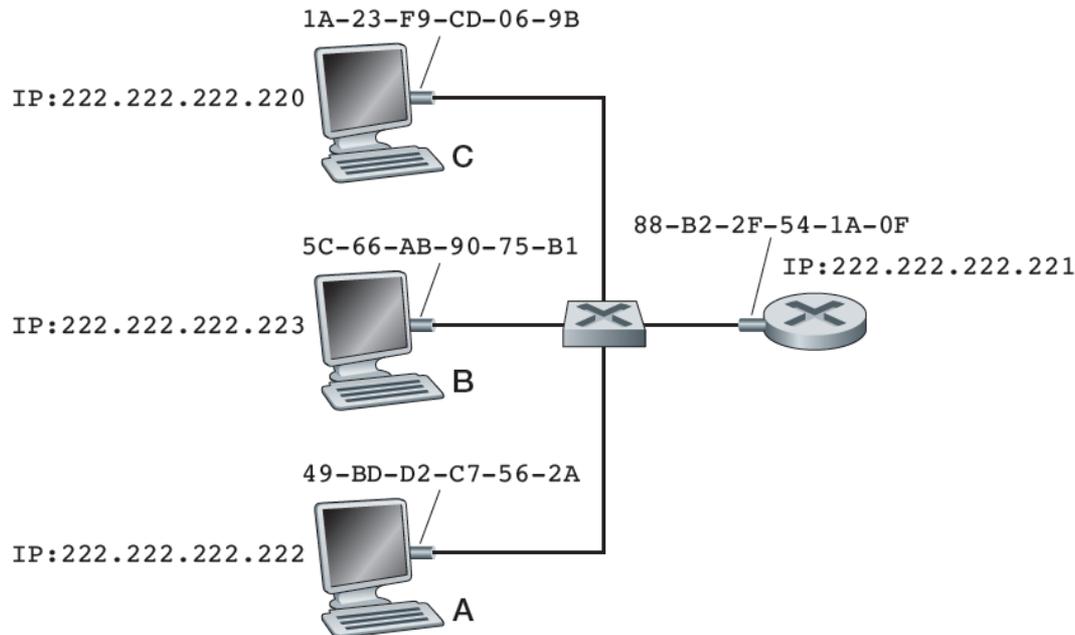




# Endereçamento na camada de enlace e ARP

## ARP (protocolo de resolução de endereços)

- Cada interface em uma LAN tem um endereço IP e um endereço MAC

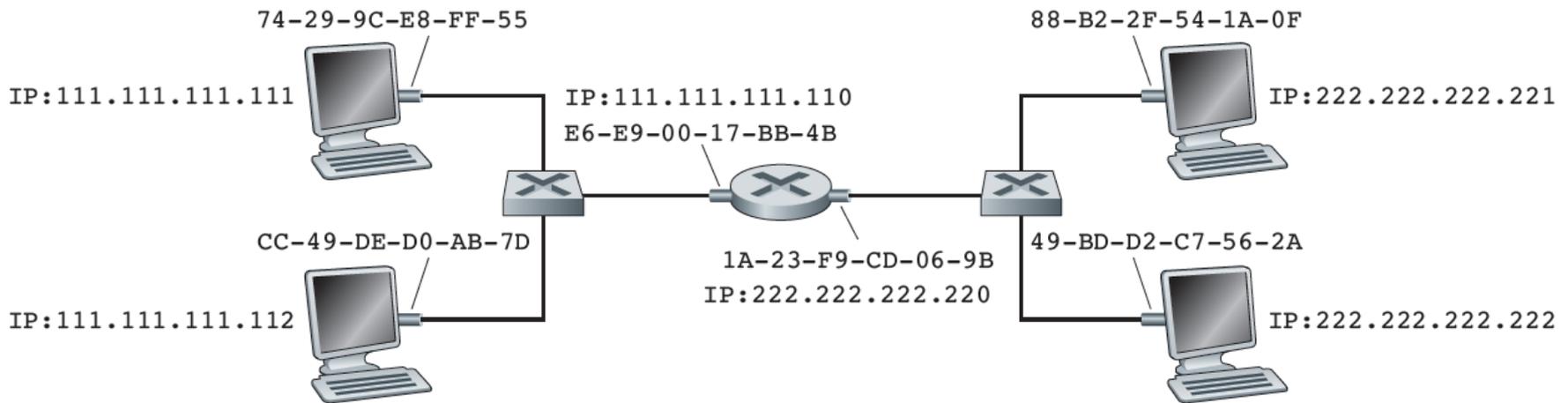




# Endereçamento na camada de enlace e ARP

## Envio de um datagrama para fora da sub-rede

- Duas sub-redes interconectadas por um roteador





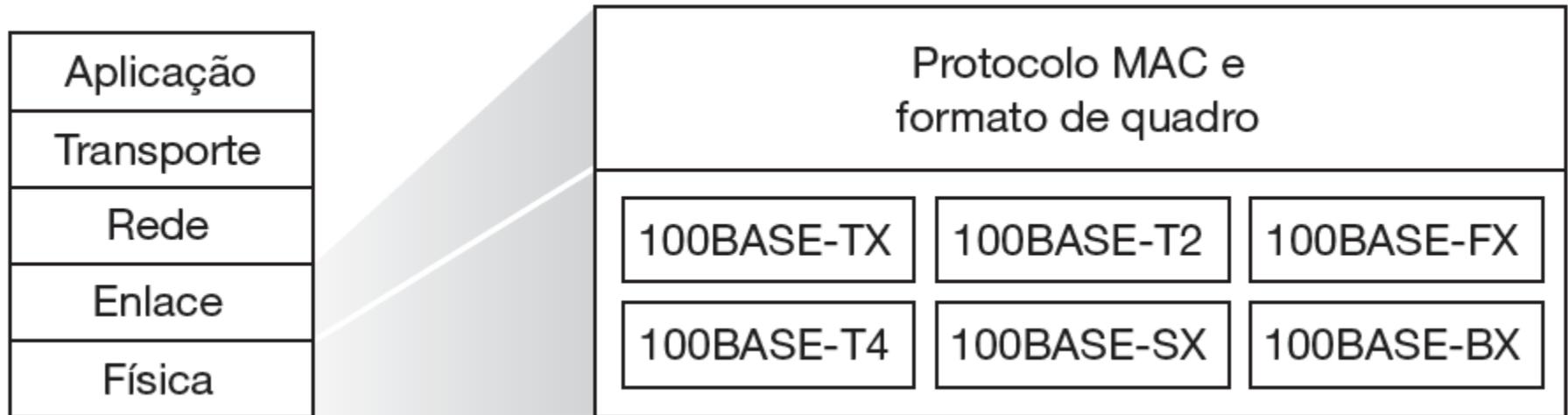
# **LABORATÓRIO**

## **ARP e SWITCH**



# Padrões Ethernet

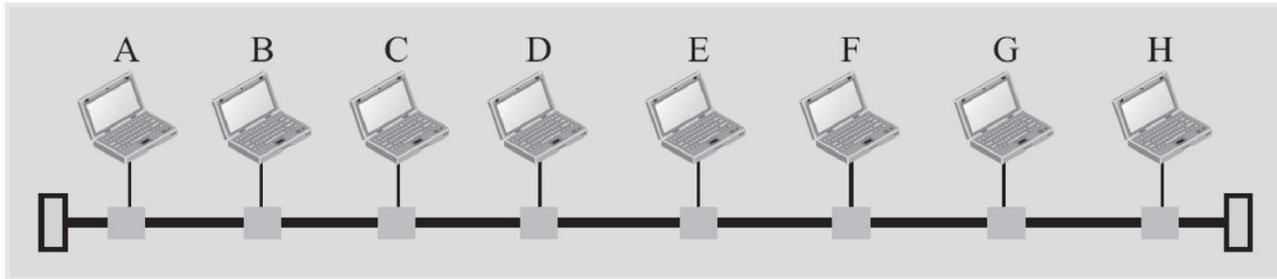
- Padrões Ethernet de 100 Mbits/s: uma camada de enlace comum, diferentes camadas físicas



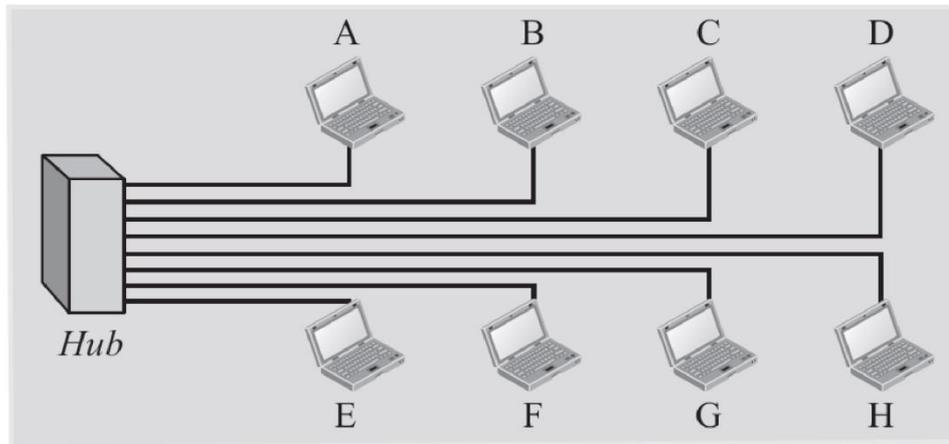


# Ethernet Padrão

Implementação da Ethernet Padrão.



(a) Uma LAN com uma topologia em barramento usando um cabo coaxial



(b) Uma LAN em topologia estrela usando um *hub*

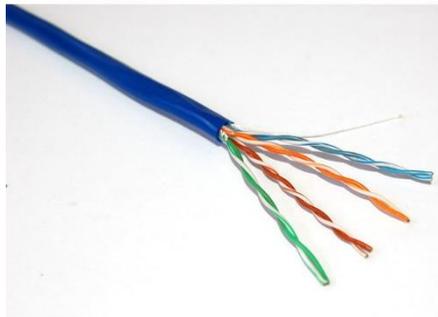
## Legenda

-  Uma estação (de qualquer tipo)
-  Um *hub*
-  Um conector de cabo
-  Um terminador de cabo
-  Cabo coaxial
-  Cabo de par trançado

# Ethernet Padrão

Resumo das implementações da Ethernet Padrão.

Implementação	Meio	Comprimento do meio	Codificação
10Base5	Cabo coaxial grosso	500 m	Manchester
10Base2	Cabo coaxial fino	185 m	Manchester
10Base-T	2 UTPs	100 m	Manchester
10Base-F	2 Fibras	2000 m	Manchester





# Fast Ethernet

- Fast Ethernet foi projetado para operar a 100 Mbps.
- Compatível com a Ethernet Padrão.
- O comitê do IEEE batizou o padrão de 802.3u.
- Formato do quadro e os tamanhos máximo e mínimo também permaneceram inalterados.

Nesta seção analisaremos:

- Método de acesso
- Autonegociação
- Implementação



# Fast Ethernet

## Método de Acesso

- Método de acesso continua sendo CSMA/CD.

## Autonegociação

- Ela fornece a uma estação ou hub uma variedade de recursos.
- Permite que dois dispositivos negociem o modo e a taxa de transferência de dados da operação.



# Fast Ethernet

Resumo de implementações da Fast Ethernet.

Implementação	Meio	Comprimento do meio	Número de fios	Codificação
100Base-TX	STP	100 m	2	4B5B + MLT-3
100Base-FX	Fibra	185 m	2	4B5B + NRZ-I
100Base-T4	UTP	100 m	4	Dois 8B/6T





# Ethernet gigabit

- A necessidade de uma taxa de transferência de dados ainda mais elevada.
- O comitê do IEEE batizou o padrão de 802.3z.
- Formato do quadro e os tamanhos máximo e mínimo também permaneceram inalterados.

Nesta seção analisaremos:

- Subcamada MAC
- Implementação



# Ethernet gigabit

## Subcamada MAC

- A ethernet Gigabit adota duas abordagens distintas para acesso ao meio: half-duplex e full-duplex.
- Quase todas as implementações Gigabit seguem abordagem full-duplex.
- Isto significa que CSMA/CD não é utilizado.

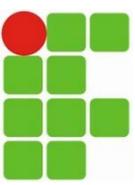


# Ethernet gigabit

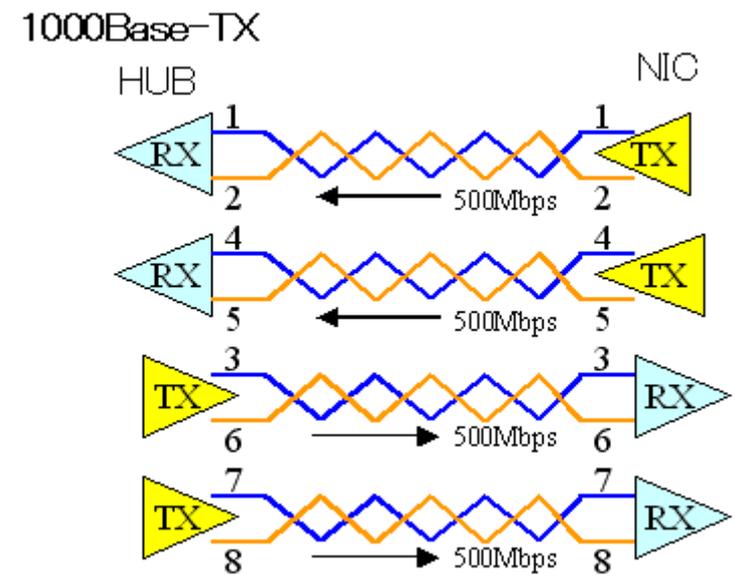
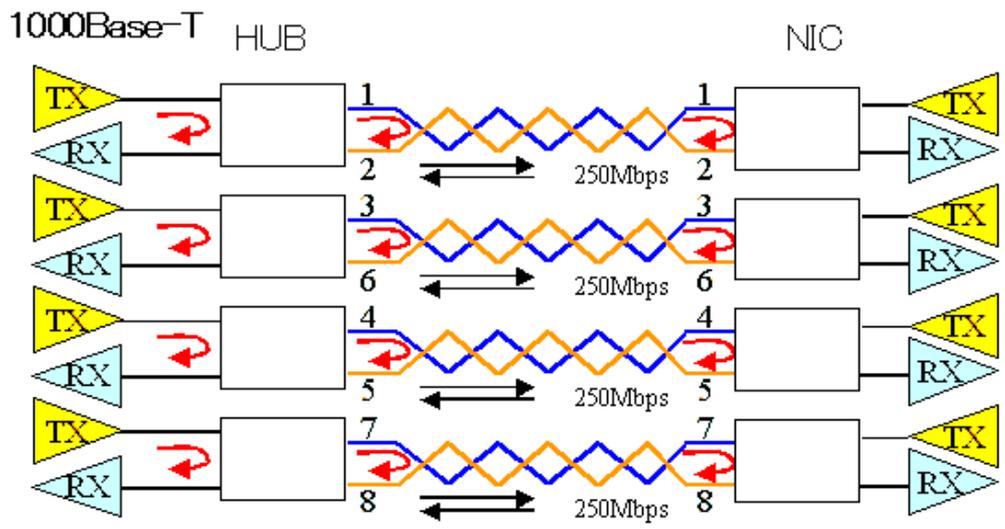
Resumo das implementações da Ethernet Gigabit.

Implementação	Meio	Comprimento do meio	Número de fios	Codificação
1000Base-SX	Fibra O-C	550 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-LX	Fibra O-L	5000 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-CX	STP	25 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-T4	UTP	100 m	4	4D-PAM5

**100BASE-TX** é a forma mais usada na rede Fast Ethernet, e funciona com dois pares do cabo par trançado categoria 5 ou 5e (cabo CAT5 contém 4 pares sendo usado apenas 2 para transmissão de dados). Estes pares usam os fios 1, 2, 3 e 6. conforme padrão T568B.



# Ethernet gigabit



## 1000BASE-TX

O padrão 1000BASE-TX (TIA/EIA-854)1 utiliza cabos CAT6 ou superiores, utilizando apenas dois dos quatro pares do cabo.

## 1000BASE-T

É a tecnologia mais viável, caso a rede possua menos de 100 metros, pois ela utiliza os mesmos cabos par-trançado Categoria do cabo 5 (CAT5) ou 6 que as redes de 100 Mb/s atuais ele utiliza os quatro pares disponíveis no par trançado, por este motivo que ele consegue transmitir a 1000 mbps diferente das demais que utilizam somente dois pares desse cabo.



# 10 gigabit ethernet

## 10-Gigabit Ethernet

- Nos últimos anos, a Ethernet passou a ser revista para o uso em áreas metropolitanas.
- A ideia é estender a tecnologia, a taxa de transferência de dados e a distância MAN (Metropolitan Area Network).
- O comitê do IEEE criou a Ethernet 10-Gigabit e a batizou de Padrão 802.3ae.

Nesta seção analisaremos:

- Implementação



# 10 gigabit ethernet

Resumo das implementações da Ethernet 10-Gigabit.

Implementação	Meio	Comprimento do meio	Número de fios	Codificação
10GBase-SR	Fibra de 850 nm	300 m	2	64B66B
10GBase-LR	Fibra de 1310 nm	10 Km	2	64B66B
10GBase-EW	Fibra de 1350 nm	40 Km	2	SONET
10GBase-X4	Fibra de 1310 nm	300 m a 10 Km	2	8B10B





# Exercício

1. Por que uma pesquisa ARP é enviada dentro de um quadro de difusão? Por que uma resposta ARP é enviada em um quadro com um endereço MAC de destino específico?
2. A tecnologia Ethernet é um padrão dos mais utilizados em redes locais. Explique seu funcionamento e propósito.
3. que ocorre no padrão FastEthernet quando duas estações da rede tentam transmitir simultaneamente pelo mesmo meio de comunicação?
4. Apresente um Resumo das implementações vistas em sala de aula: Ethernet; FastEthernet; Gigabit e 10-Gigabit Ethernet.
5. Sobre VLAN explique seu funcionamento e sua utilidade em redes de computadores, demonstre um cenário onde sua aplicabilidade seria necessária.

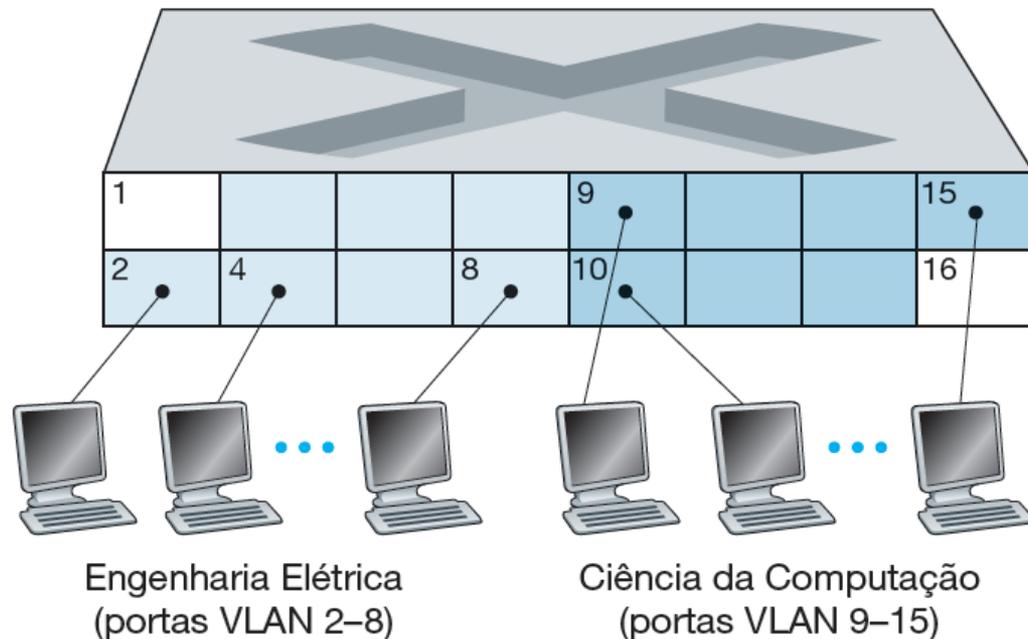


# LABORATÓRIO



# Redes locais virtuais (VLANs)

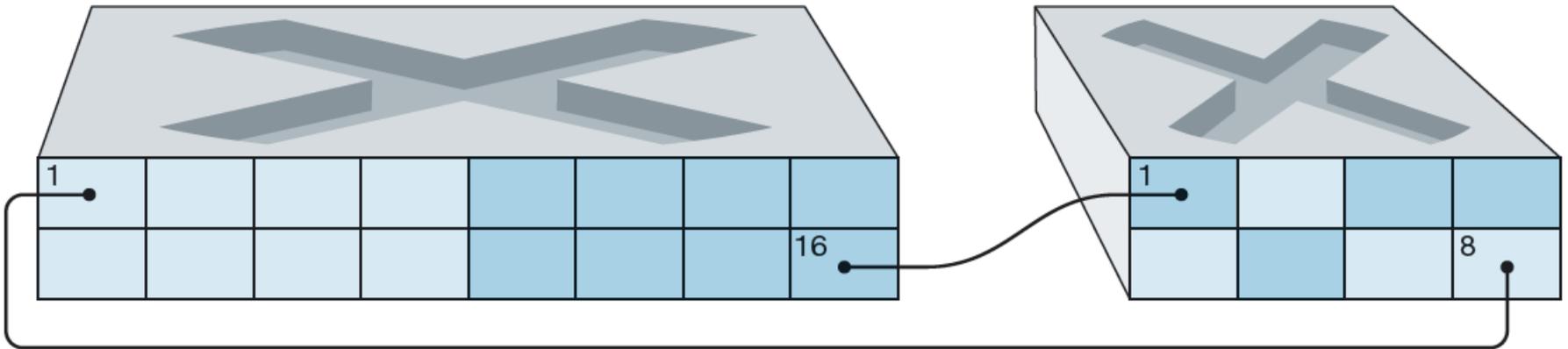
- Um comutador que suporta VLANs permite que diversas redes locais virtuais sejam executadas por meio de uma única infraestrutura física de uma rede local virtual.





# Redes locais virtuais (VLANs)

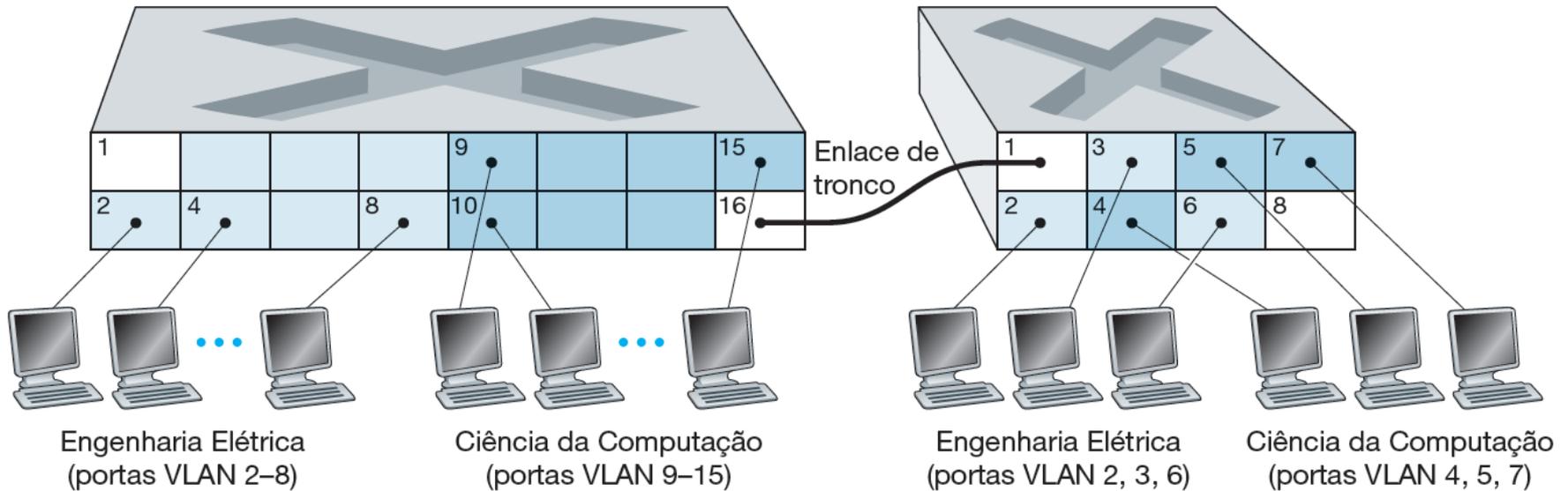
- Conectando 2 comutadores da VLAN a duas VLANs: 2 cabos





# Redes locais virtuais (VLANs)

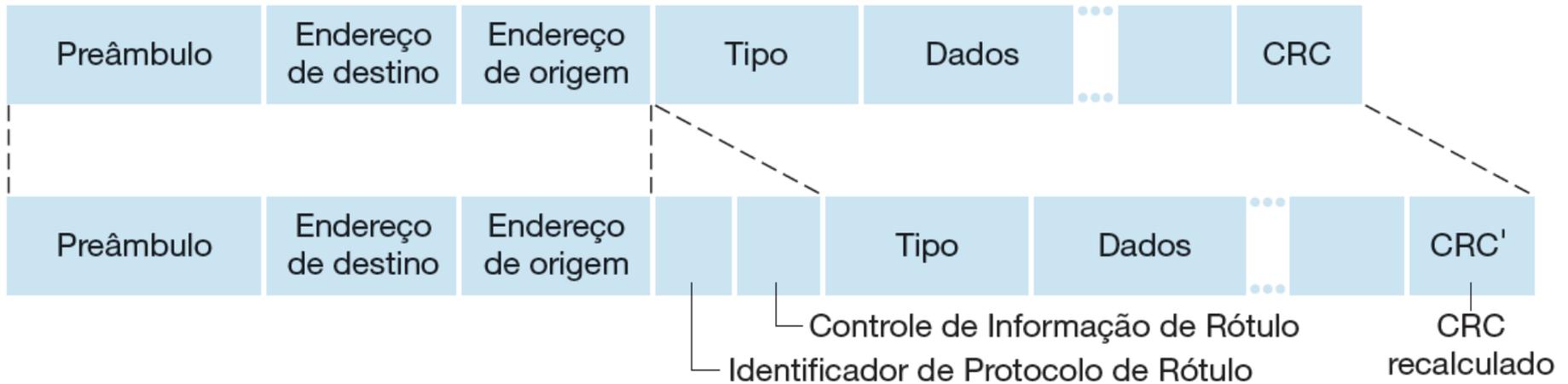
- Conectando 2 computadores da VLAN a duas VLANs: entroncados





# Redes locais virtuais (VLANs)

- Quadro Ethernet original (no alto); quadro VLAN Ethernet 802.1Q-tagged (embaixo)





# Redes de datacenter

- Nos últimos anos, empresas de Internet como Google, Microsoft, Facebook e Amazon construíram datacenters maciços.
- Cada datacenter tem sua própria **rede de datacenter** que interconecta seus hospedeiros e liga o datacenter à Internet.
- O custo de um grande datacenter é imenso, ultrapassando US\$ 12 milhões por mês para um datacenter de 100 mil hospedeiros [Greenberg, 2009a].
- A figura a seguir mostra um exemplo de uma rede do datacenter.



# Redes de datacenter



Imagem Externa do Data Center localizado na Região Metropolitana de Fortaleza, situado no município de Maracanaú.

## Serviços:

- Colocation;
- Hosting;
- Cloud computing;
- Ambientes híbridos;
- Serviços Gerenciados;
- Conectividade.



Planta do Data Center



# Redes de datacenter

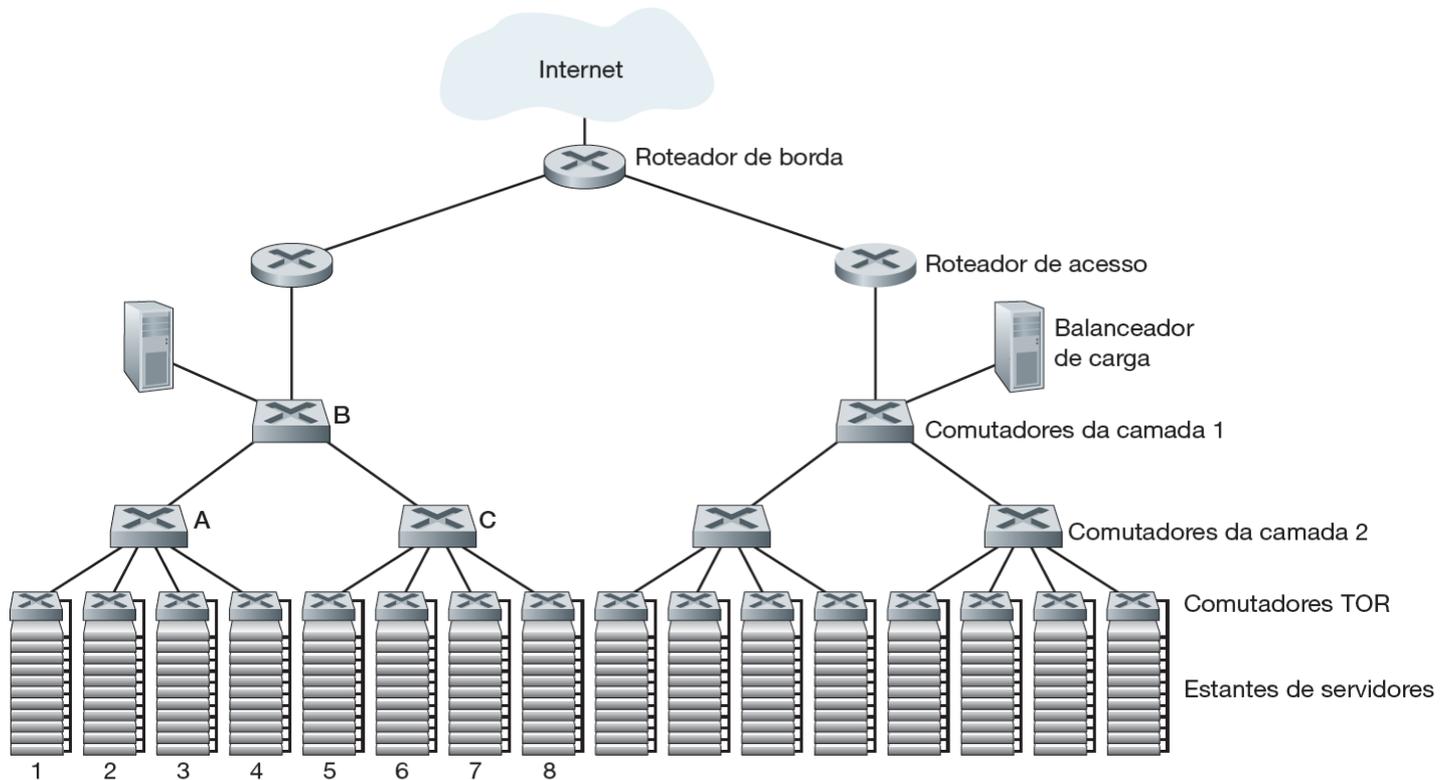
## ***DESTAQUES***

- 9.500 m<sup>2</sup> de área total e 4.500 m<sup>2</sup> de piso elevado para TI;
- Capacidade para 1.350 racks ou aproximadamente 60.000 servidores em seis módulos independentes;
- Potência total de 13,5 MVA e capacidade de energia disponível de 6 MW para TI;
- Sistema de energia Tri-bus numa configuração N+1;
- Sistema de geração a diesel numa configuração N+3, sendo um total de 9 UPS rotativas a diesel de 2.250 KVA cada, totalizando 20.25 MVA de potência;
- Autonomia dos tanques de diesel de 40 horas sem reabastecimento;
- PUE (power usage effectiveness) de 1,75;
- UPS rotativa a diesel (N+1), com 9 unidades de 2.250 KVA cada;
- Capacidade de refrigeração de 1.700 TR, com expansão direta e redundância N+4 para cada;
- Dois sistemas de detecção de incêndio com acionamentos independentes via Vesda (very early smoke detection apparatus);
- Combate a incêndio com gás ecológico Ecaro 25 e Novec;
- Excelente conectividade via fibra óptica com as principais operadoras de telecom;
- Entrada redundante subterrânea de fibras ópticas e duas salas de telecom (MMR - meet me rooms);
- Controle de acesso com dupla autenticação (cartão e biometria);
- Sistema CFTV com monitoração 24 x 7 com sistema proativo de alarmes e vídeo analítico.



# Redes de datacenter

- Uma rede do datacenter com uma topologia hierárquica





# Redes de datacenter

- As solicitações externas são direcionadas primeiro a um **balanceador de carga**, cuja função é distribuir as solicitações aos hospedeiros.
- Para escalar para dezenas a centenas de milhares de hospedeiros, um datacenter normalmente emprega uma **hierarquia de roteadores e comutadores**.
- Com um projeto hierárquico, é possível escalar um datacenter até centenas de milhares de hospedeiros.



# Redes de datacenter

Muitas tendências importantes podem ser identificadas:

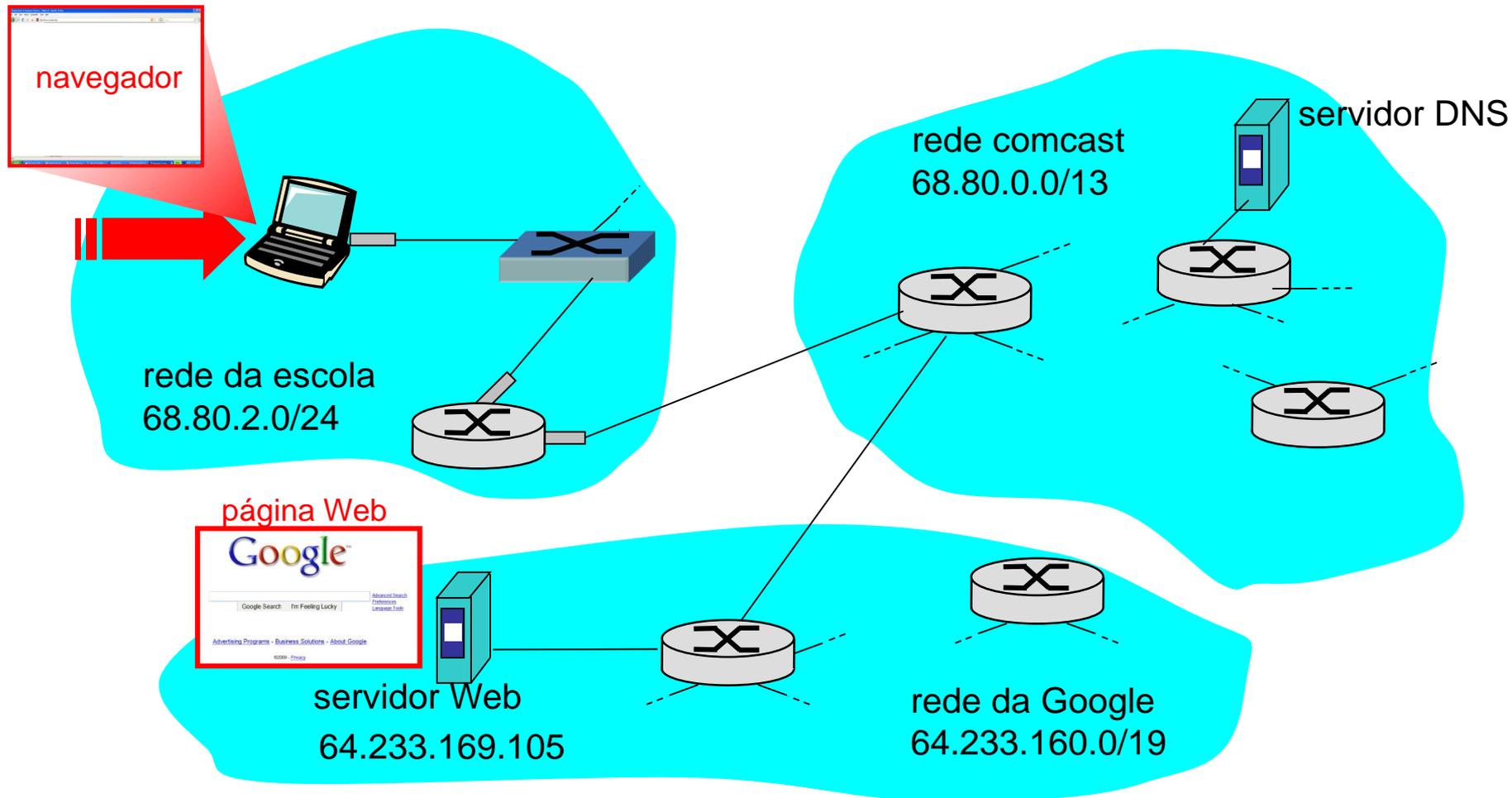
- Executar novas arquiteturas de interconexão e protocolos de rede que contornem as desvantagens dos projetos hierárquicos tradicionais.
- Empregar datacenters modulares (MDCs) baseados em contêineres.
- Uma tática desse tipo é substituir a hierarquia de comutadores e roteadores por uma topologia totalmente conectada.

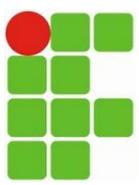


# Um dia na vida de uma solicitação Web

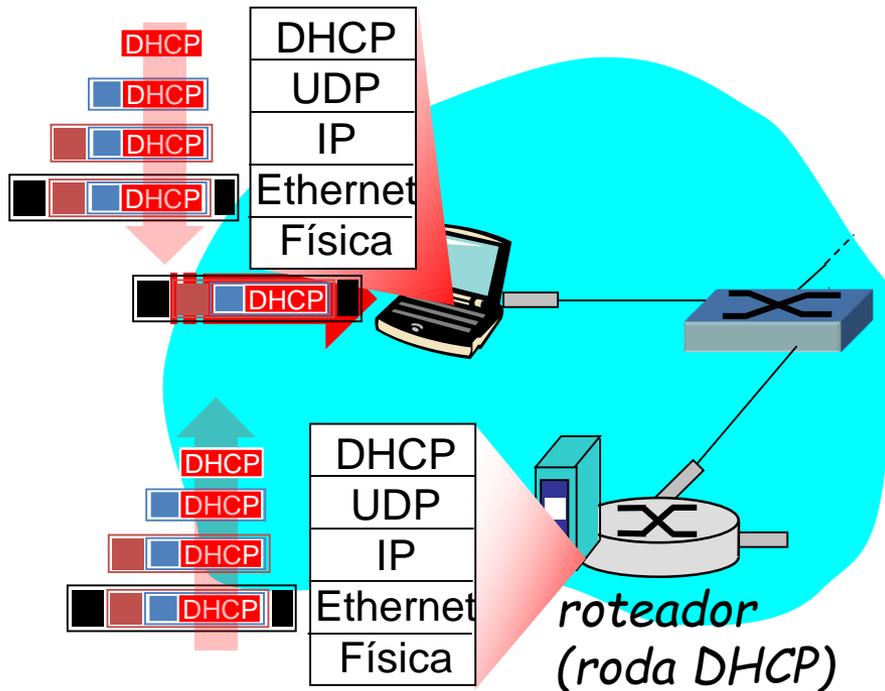
- viagem pela pilha de protocolos completa!
  - aplicação, transporte, rede, enlace
- juntando tudo: síntese!
  - *objetivo*: identificar, analisar, entender os protocolos (em todas as camadas) envolvidos no cenário aparentemente simples: solicitar página WWW
  - *cenário*: aluno conecta laptop à rede do campus, solicita/recebe `www.google.com`

# Um dia na vida: cenário

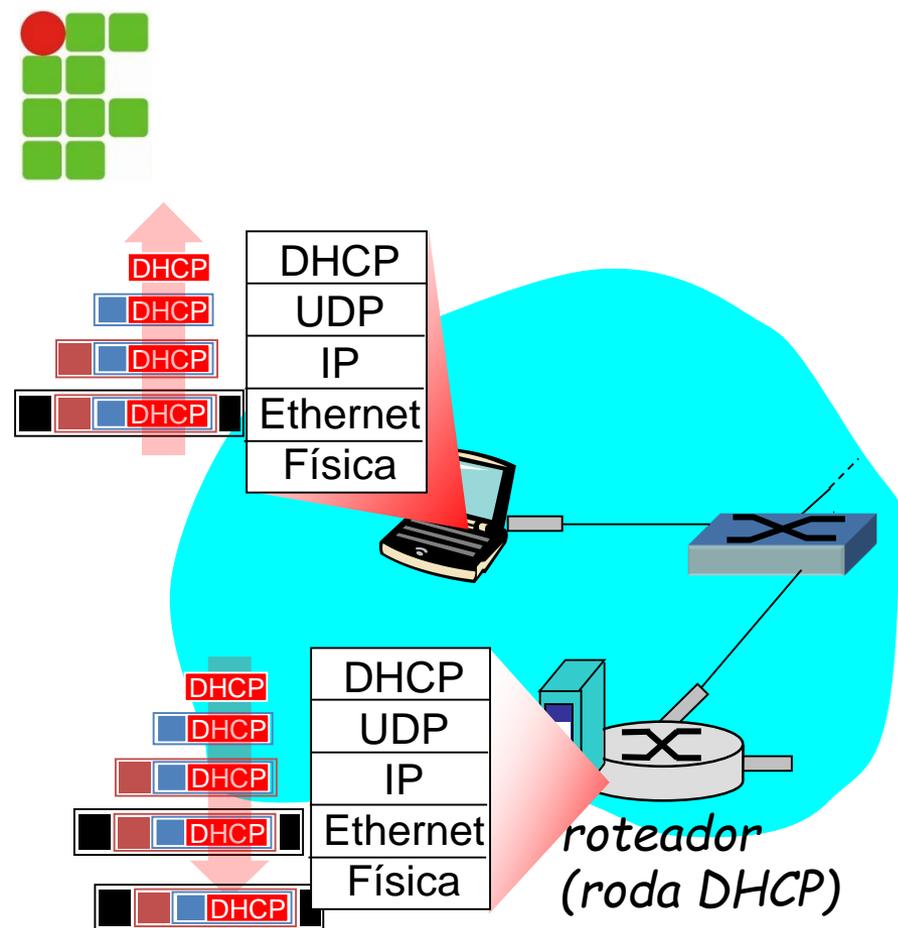




# Um dia na vida... conectando à Internet



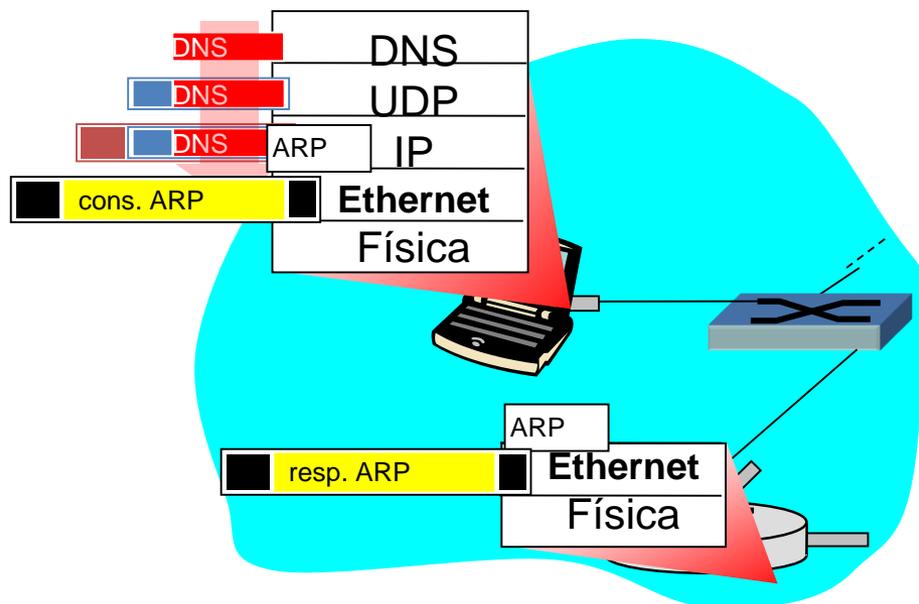
- o laptop conectando precisa obter seu próprio endereço IP, end. do roteador do 1º salto e do servidor DNS: use **DHCP**
- ❑ Solicitação DHCP **encapsulada** no **UDP**, encapsulada no **IP**, encapsulada na Ethernet **802.1**
- ❑ Quadro Ethernet enviado por **broadcast** (dest.: FFFFFFFFFFFFFFFF) na LAN, recebido no roteador rodando servidor **DHCP**
- ❑ Ethernet **demultiplexado** para IP demultiplexado, UDP demultiplexado para DHCP



- Servidor DHCP formula **ACK DHCP** contendo endereço IP do cliente, IP do roteador no 1º salto para cliente, nome & endereço IP do servidor DNS
- ❑ Encapsulamento no servidor DHCP, quadro repassado (**aprendizagem do comutador**) através da LAN, demultiplexando no cliente
- ❑ Cliente DHCP recebe resposta ACK do DHCP

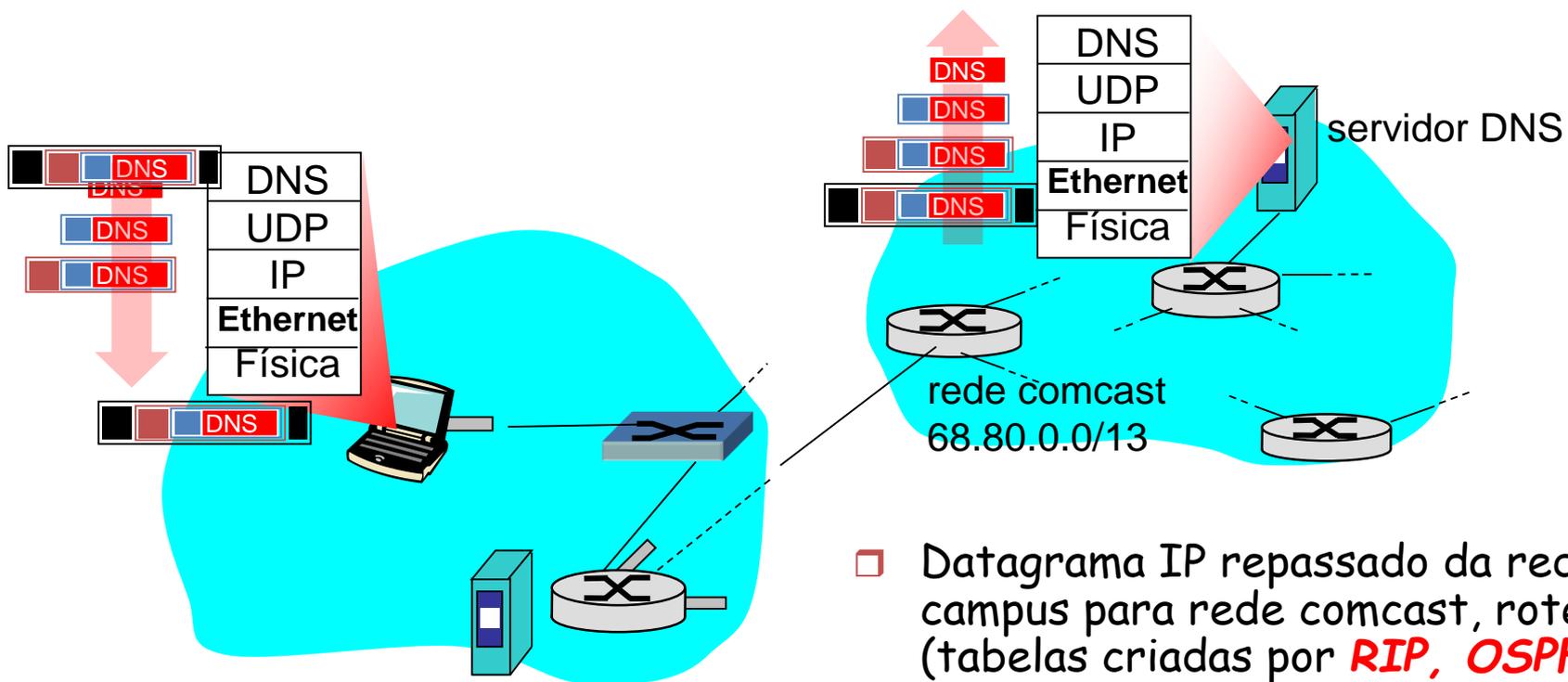
*Cliente agora tem endereço IP, sabe nome e endereço do servidor DNS, endereço IP do seu roteador no primeiro salto*

# Um dia na vida... ARP (antes do DNS, antes do HTTP)



- Antes de enviar solicitação **HTTP**, precisa de endereço IP de `www.google.com`: **DNS**
- Consulta DNS criada, encaps. no UDP, no IP, na Ethernet. Para enviar quadro ao roteador, precisa de endereço MAC da interface do roteador: **ARP**
- Broadcast da **consulta ARP**, recebido pelo roteador, que responde com **resposta ARP** dando endereço MAC da interface do roteador
- cliente agora sabe endereço MAC do roteador no 1º salto, e agora pode enviar quadro contendo consulta DNS

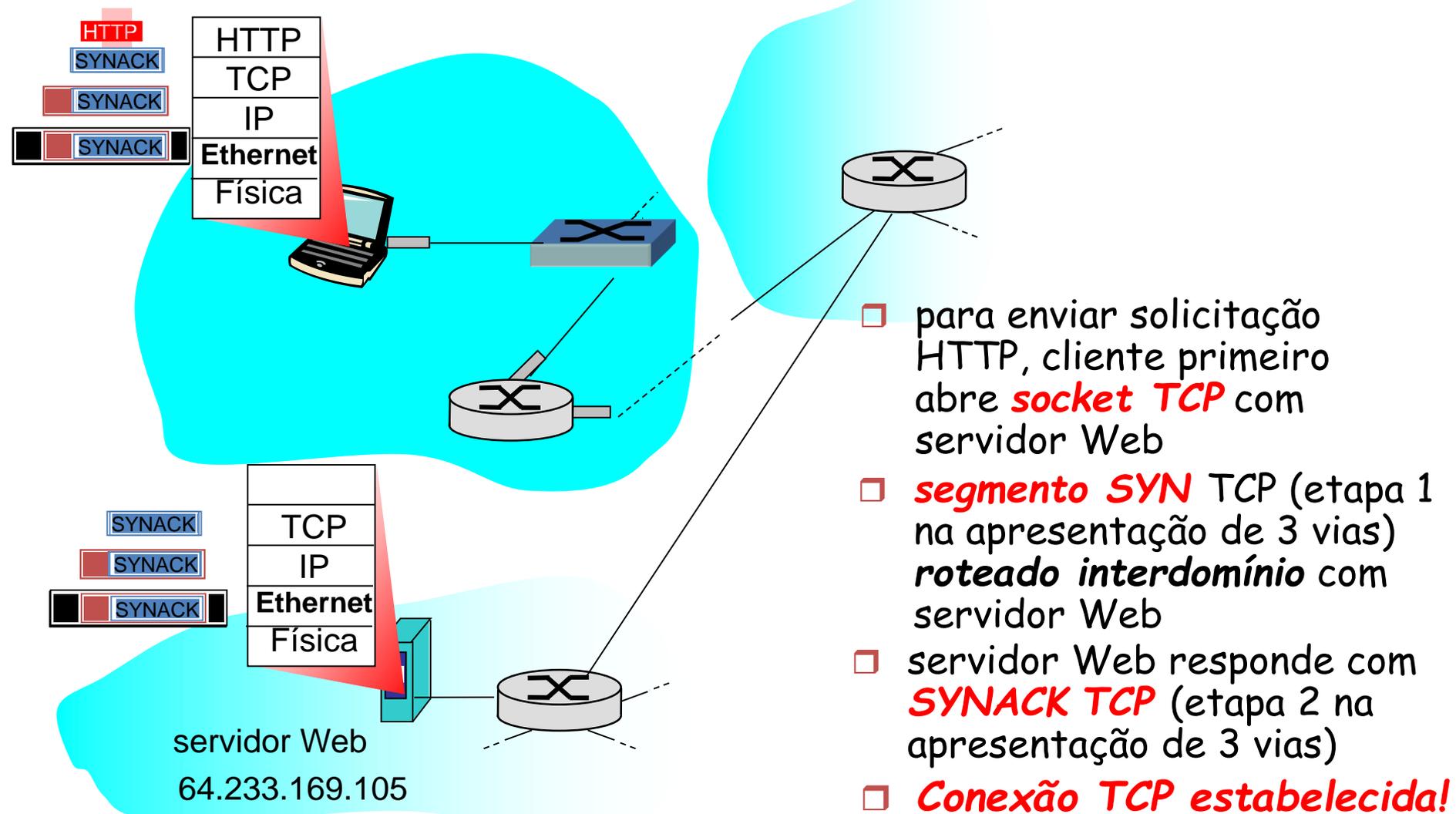
# Um dia na vida... usando DNS



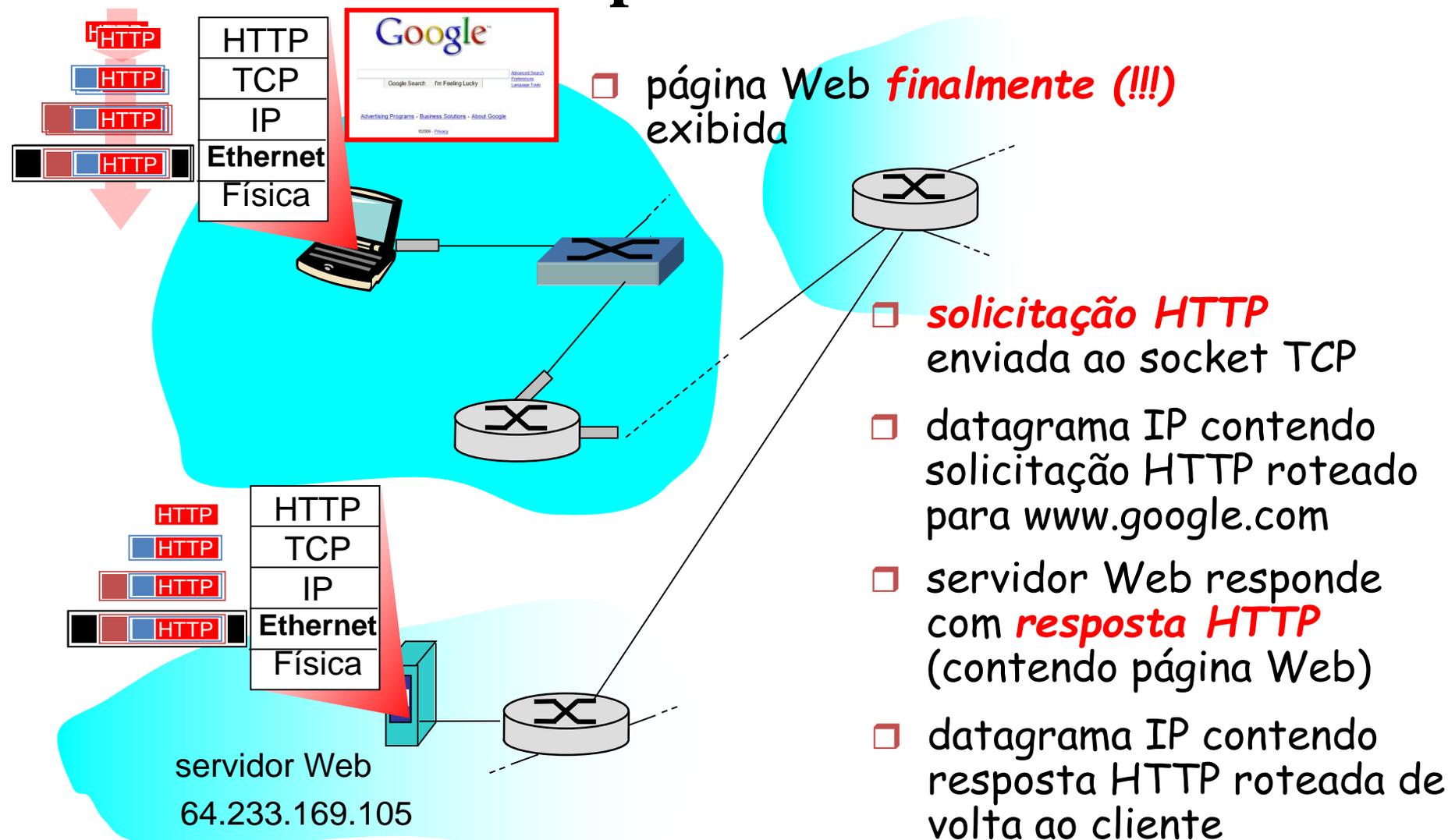
- ❑ Datagrama IP contendo consulta DNS repassada via comutador da LAN do cliente ao roteador do 1º salto

- ❑ Datagrama IP repassado da rede do campus para rede comcast, roteado (tabelas criadas por **RIP**, **OSPF**, **IS-IS** e/ou protocolos de roteamento **BGP**) ao servidor DNS
- ❑ demultiplexado ao servidor DNS
- ❑ Servidor DNS responde ao cliente com endereço IP de [www.google.com](http://www.google.com)

# Um dia na vida... conexão TCP transportando HTTP



# Um dia na via... solicitação/ resposta HTTP





# CONCLUSÃO



# Referências Bibliográficas

1. KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; **Redes de computadores e a internet: uma abordagem Top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
2. FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F.; **Redes de computadores: uma Abordagem Top-down**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
3. TANENBAUM, ANDREW S.; **Redes de Computadores - 5ª Ed.** São Paulo: Pearson Education, 2011.
4. COMER, D. E.; **Redes de computadores e internet**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
5. WHITE, M. C.; **Redes de computadores e comunicação de dados**. São Paulo: Cengage, 2012.
6. MENDES, D. R.; **Redes de computadores: teoria e prática**. São Paulo: Novatec, 2007.