



CAPÍTULO 8

Comutação na Camada de Enlace
Hubs, Bridges e Switches

REDES DE COMPUTADORES 1

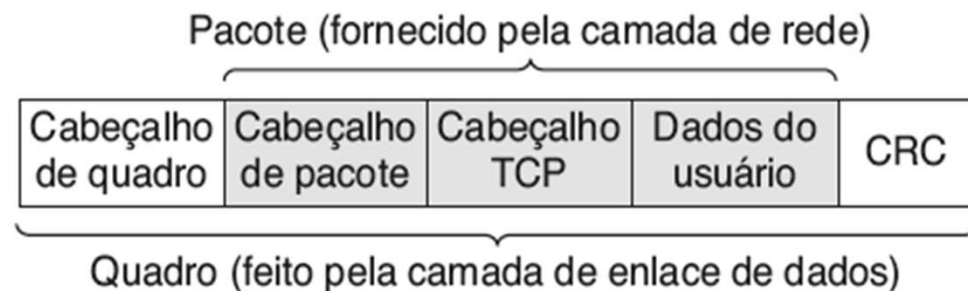
Engenharia de Telecomunicações

8. Comutação na Camada de Enlace

- Os dispositivos responsáveis pelas conexões entre LANs operam em diversas camadas.

Camada de aplicação	Gateway de aplicação
Camada de transporte	Gateway de transporte
Camada de rede	Roteador
Camada de enlace de dados	Bridge, switch
Camada física	Repetidor, hub

(a)



(b)

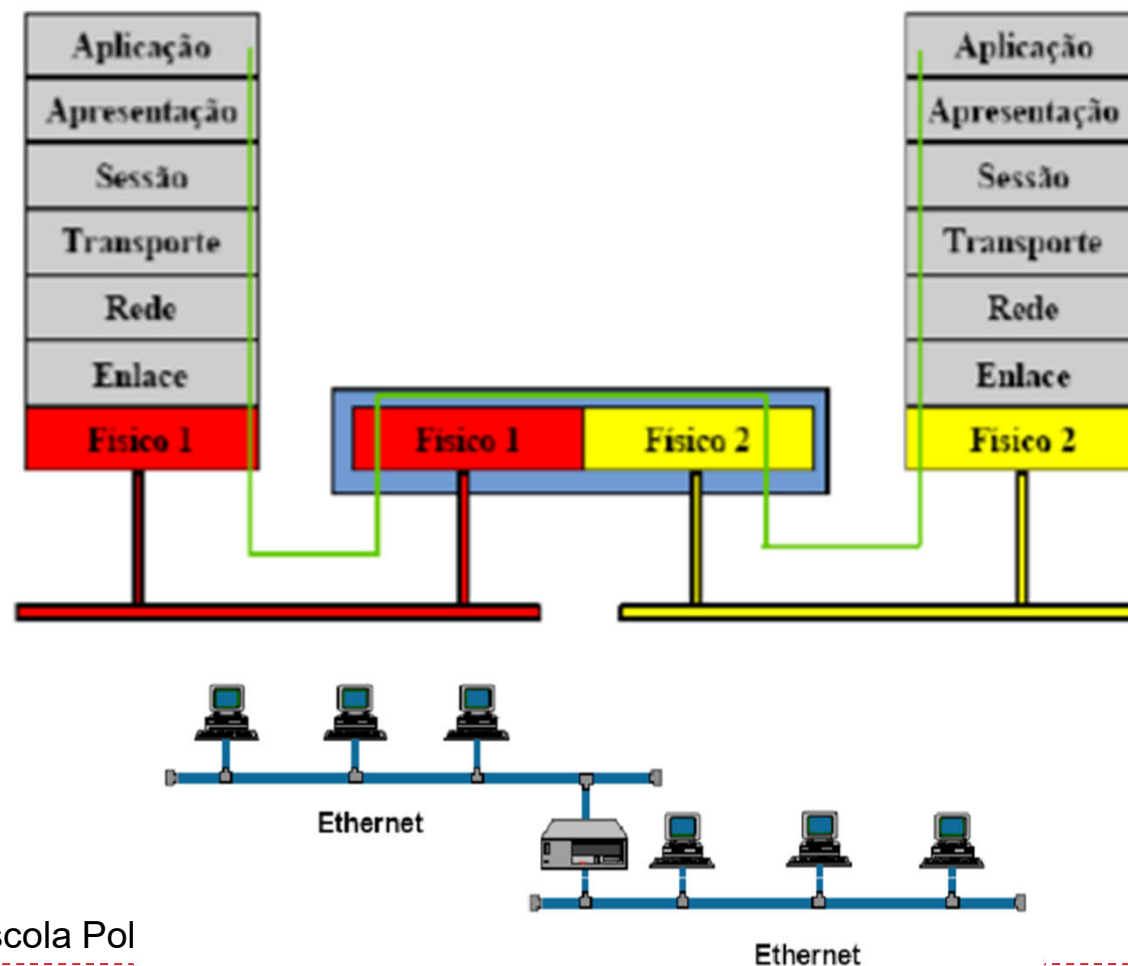
8. Comutação na Camada de Enlace

▶ 8.1 REPETIDORES

- ▶ Repetidores percebem o sinal num cabo e apenas transmitem uma cópia amplificada do sinal para os outros cabos.
- ▶ Normalmente eram utilizados em rede de barramento.
- ▶ Não entendem o formato do quadro, pacotes ou cabeçalhos e nem têm endereços físicos.
 - ▶ Não examinam endereços 802 nem o utilizam para algo
 - ▶ Ethernet Clássica permitia o uso de 4 repetidores para estender o comprimento máximo do cabo de 500m para 2500m
- ▶ Computadores conectados a um repetidor formam um mesmo domínio de colisão.

8. Comutação na Camada de Enlace

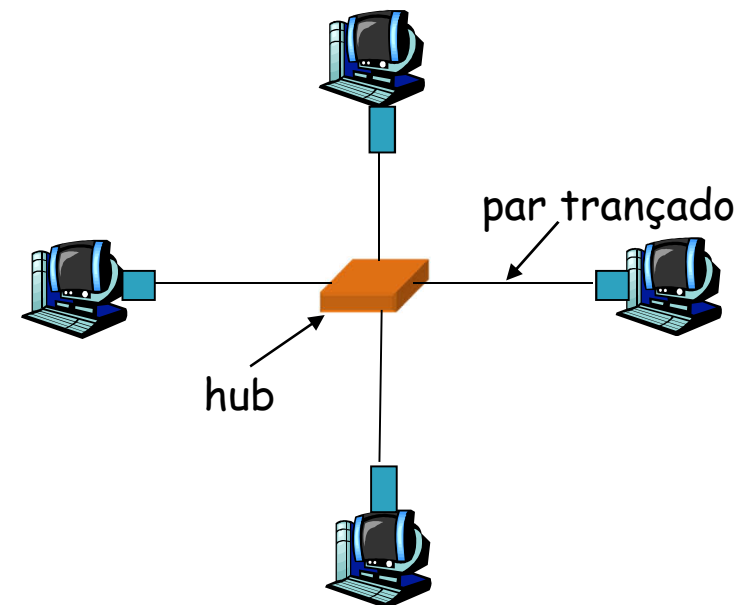
- ▶ Não distinguem entre um sinal de um quadro válido ou em colisão
- ▶ Transmite a colisão e interferências para outros segmentos



8. Comutação na Camada de Enlace

▶ 8.2 HUBs

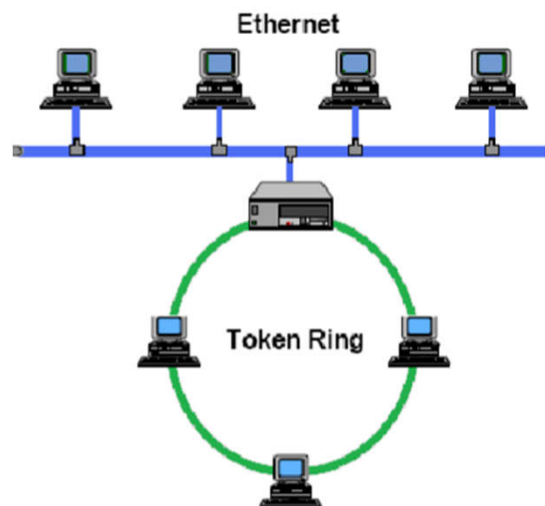
- ▶ Os HUBs são muito similares aos repetidores, não possuem buffer.
- ▶ Fazem apenas a conexão elétrica entre as linhas de entrada e saída conectadas
- ▶ Quadros que chegam numa linha são enviados para todas as outras e nem todas as linhas precisam operar na mesma velocidade
- ▶ Podem ser utilizados na configuração em estrela e Normalmente não amplificam o sinal



8. Comutação na Camada de Enlace

▶ 8.3 BRIDGES (PONTES)

- ▶ As linhas podem ser para tipos de redes distintas em diferentes velocidades



- ▶ Quando recebem um quadro de um segmento, só o transmite adiante se o mesmo estiver intacto
 - ▶ Não propaga colisões nem interferências para outros segmentos

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ Criação dos domínios de colisão
 - ▶ 1. Usam o endereço MAC de origem para saber onde está cada computador
 - ▶ 2. Usam o endereço MAC de destino para encaminhar e filtrar quadros
 - ▶ 3. Descartam quadros cujo destino esteja na mesma LAN
- ▶ Mantêm o tráfego dentro de segmentos menores
 - ▶ Cada segmento de rede é um domínio de colisão separado (quando conhecem a localização de todas as máquinas)

8. Comutação na Camada de Enlace

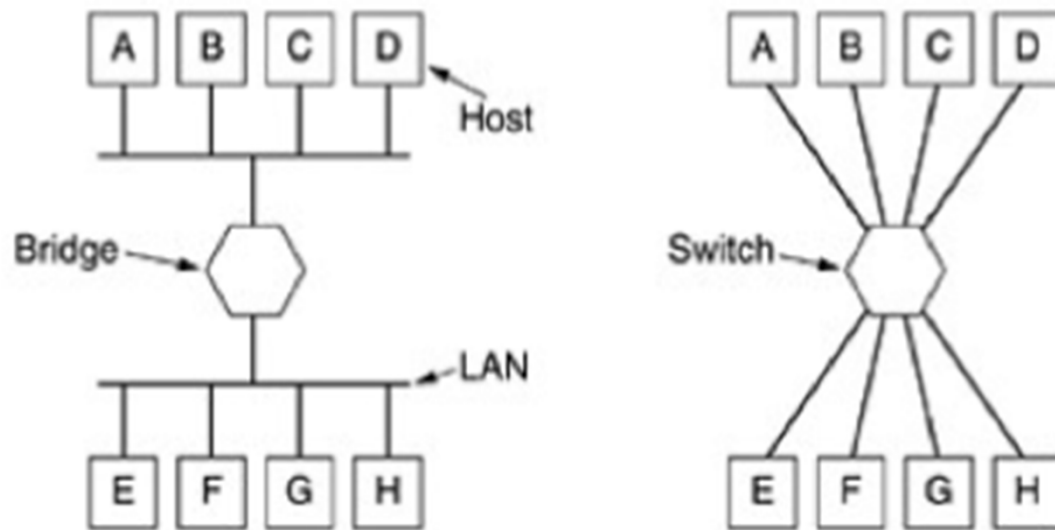
▶ 8.4 SWITCHES (COMUTADORES)

- ▶ É um dispositivo da camada de enlace similar à Ponte: mais inteligente que os hubs, têm papel *ativo*
 - ▶ Trabalham de forma promíscua, examinam endereço MAC de todos os quadros que chegam, repassam **seletivamente** o quadro para um ou mais enlaces de saída quando o quadro deve ser repassado no segmento, usa CSMA/CD para acessar segmento
- ▶ *transparente*
 - ▶ hosts não sabem da presença de comutadores
- ▶ *plug-and-play, autodidata*
 - ▶ comutadores não precisam ser configurados

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ Bridges e switches são definidos na camada de enlace, porém existem algumas diferenças importantes entre esses dispositivos:
 1. O processamento das Bridges é baseado em Software, enquanto que o switch tem seu processamento baseado em hardware;
 2. Pode-se ter apenas 1 ocorrência de *Spanning Tree* por Bridge, enquanto switches podem ter várias.
 3. Bridges podem ter até 16 portas, enquanto switches, por ter hardware dedicado, podem ter centenas
 4. Switches são mais utilizados para a conexão de computadores individuais, enquanto Bridges, para conexão entre LANs

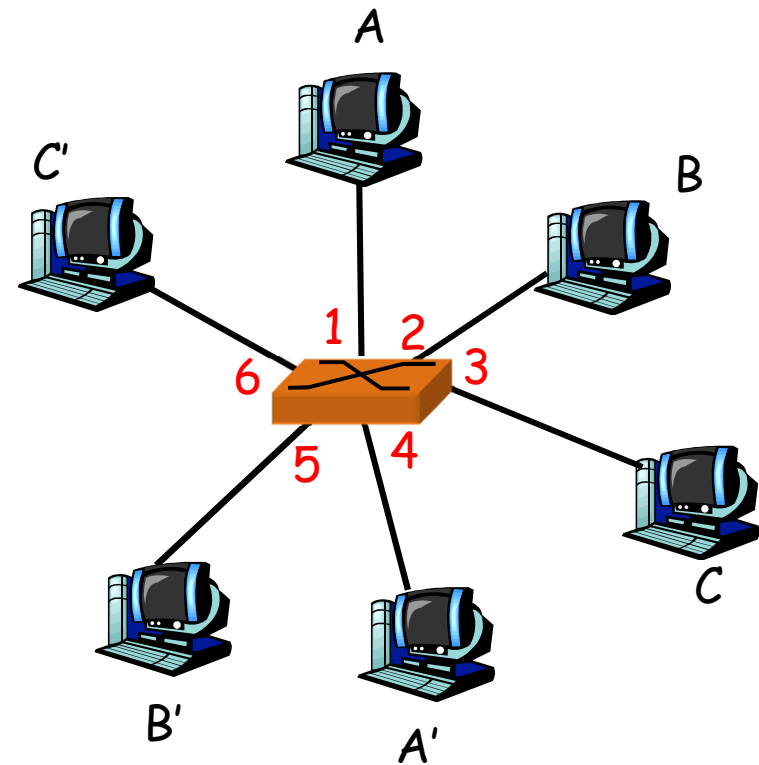
8. Comutação na Camada de Enlace



- ▶ Exemplo: Transmissão de quadro de A para B
 - ▶ Na ponte, o quadro é descartado (pois já chegou em B pelo cabo da LAN)
 - ▶ No switch, o quadro é encaminhado internamente para a porta de B (não há outra forma de o quadro chegar a B)

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ Comutador: permite *múltiplas* transmissões simultâneas
- ▶ hosps. têm conexão dedicada, direta com comutador
- ▶ comutadores mantêm pacotes
- ▶ Protocolo Ethernet usado em *cada* enlace de chegada, mas sem colisões; full duplex
 - ▶ cada enlace é seu próprio domínio de colisão
- ▶ **comutação:** A-para-A' e B-para-B' simultaneamente, sem colisões
 - ▶ não é possível com hub burro



*comutador com seis interfaces
(1,2,3,4,5,6)*

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ Os switches possuem dois algoritmos básicos para suas 2 principais funções:

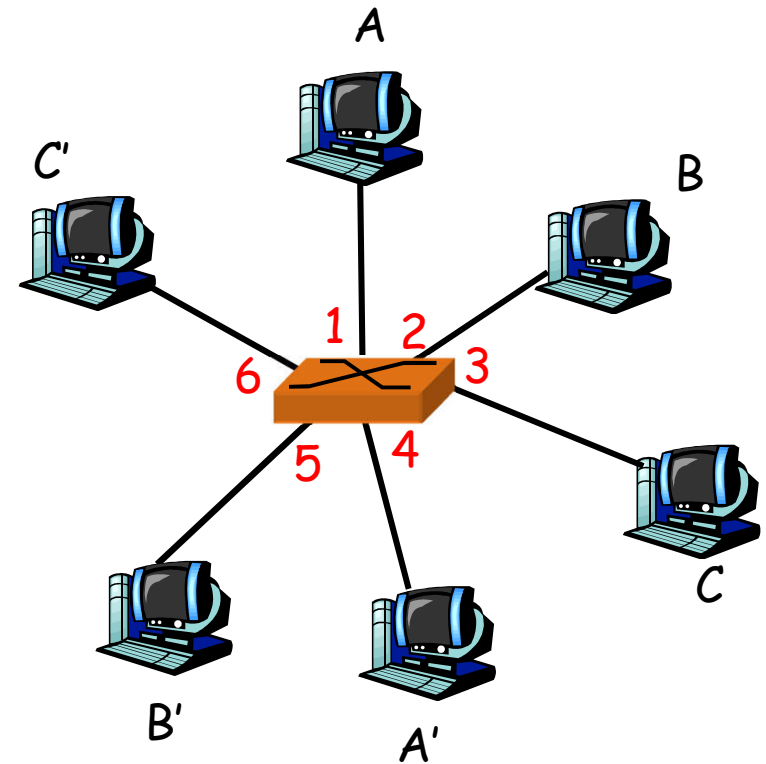
1. Aprendizado Reverso (evita transmissão de trafego para locais desnecessários) ;
2. Spanning Tree (evita loops na rede).

▶ 8.4.1 LEARNING SWITCHES

- ▶ Quando Switches são conectados , estes não sabem em quais portas se encontram os dispositivos. Por isso quando um quadro é recebido:
1. O switch examina o endereço de origem, associa à devida porta na sua tabela;
 2. Envia o quadro a todas as portas exceto a de recebimento;
 3. Na medida em que novos quadros chegarem a tabela ficará mais completa e permitirá o switch enviar os quadros apenas para suas portas de destino.

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ **P:** Como o comutador sabe que A' se encontra na interface 4, B' se encontra na interface 5?
- ▶ **R:** Cada comutador tem uma **tabela de comutação**, cada entrada:
 - ▶ (endereço MAC do nó, interface para alcançar nó, horário)
- ▶ **P:** Como as entradas são criadas, mantidas na tabela comutação?
 - ▶ algo como um prot. de roteamento?



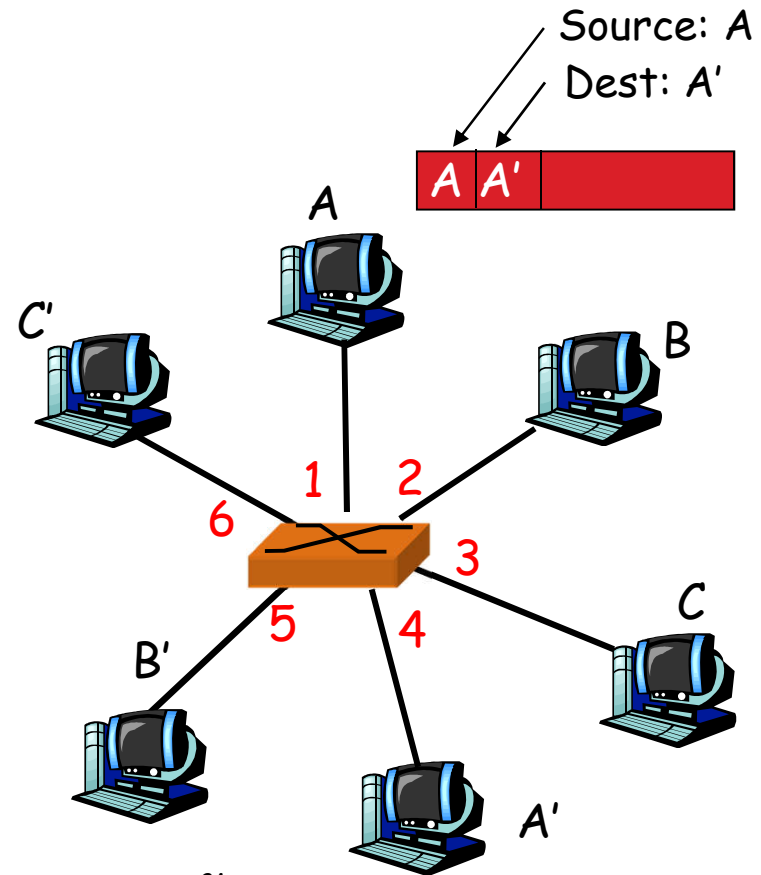
*comutador com 6 interfaces
(1,2,3,4,5,6)*

8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ **Tabela de comutação**
- ▶ comutador *descobre* quais nós podem ser alcançados por quais interfaces
 - ▶ quando quadro recebido, comutador “aprende” local do emissor: segmento de LAN de chegada
 - ▶ registra par emissor/local na tabela de comutação

end. MAC	interface	TTL
A	1	60

Tabela comutação
(inicialmente vazia)



8. Comutação na Camada de Enlace

Switch: filtragem/repassse de quadros

Quadro recebido:

1. Registra enlace associado ao host emissor
2. Indexa tabela de comutação usando endereço MAC de destino
3. **if** entrada encontrada para o destino
 then {
 if dest no segmento do qual o quadro chegou
 then descarta o quadro
 else repassa o quadro na interface indicada
 }
 else inunda

*repassa para todas as interfaces,
menos aquela em que o quadro chegou*

8. Comutação na Camada de Enlace

Switch: filtragem/repasse de quadros

- ▶ destino do quadro desconhecido: *inunda*

- ❑ local de destino A conhecido: *envio seletivo*

end. MAC	interface	TTL
A	1	60
A'	4	60

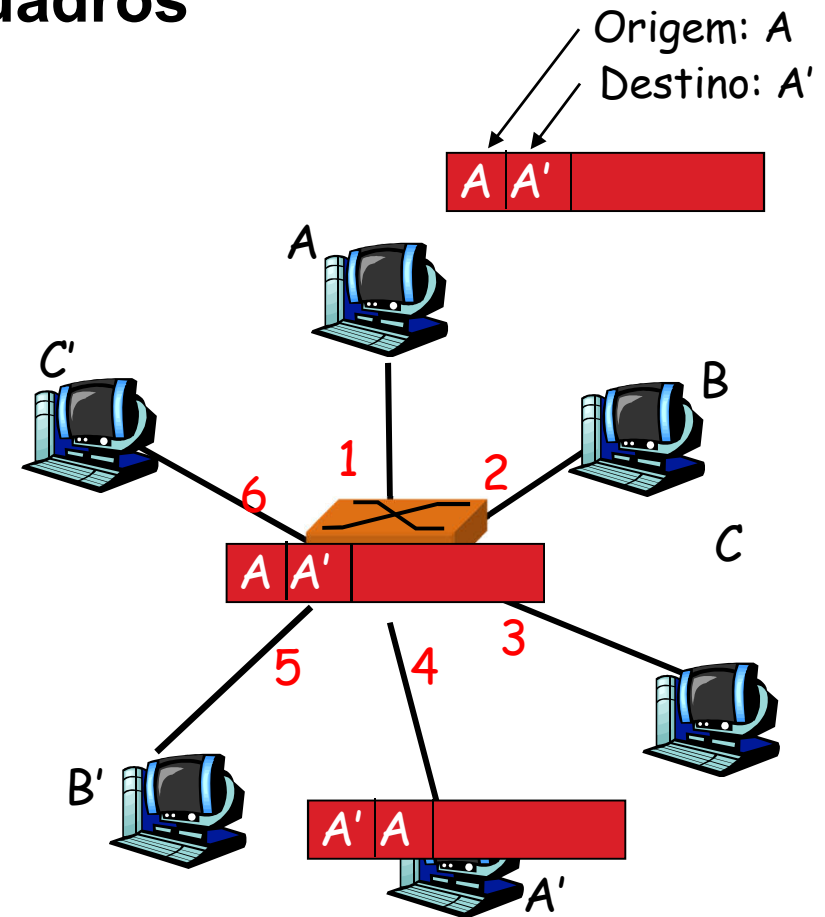
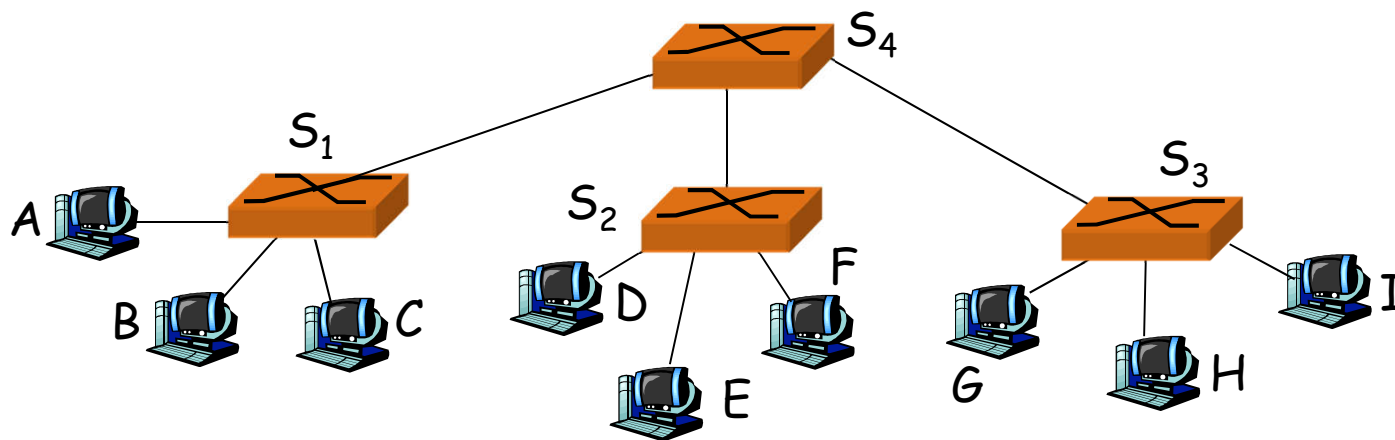


Tabela comutação
(inicialmente vazia)

8. Comutação na Camada de Enlace

Interconectando comutadores

- comutadores podem ser conectados



- ❑ **P:** Enviando de A p/ G - como S₁ sabe repassar quadro destinado a G por S₄ e S₃?
- ❑ **R:** Autoaprendizagem! (funciona da mesma forma que no caso do único comutador!)
- ❑ Suponha que G responde a A, como seria as tabelas de comutação ?

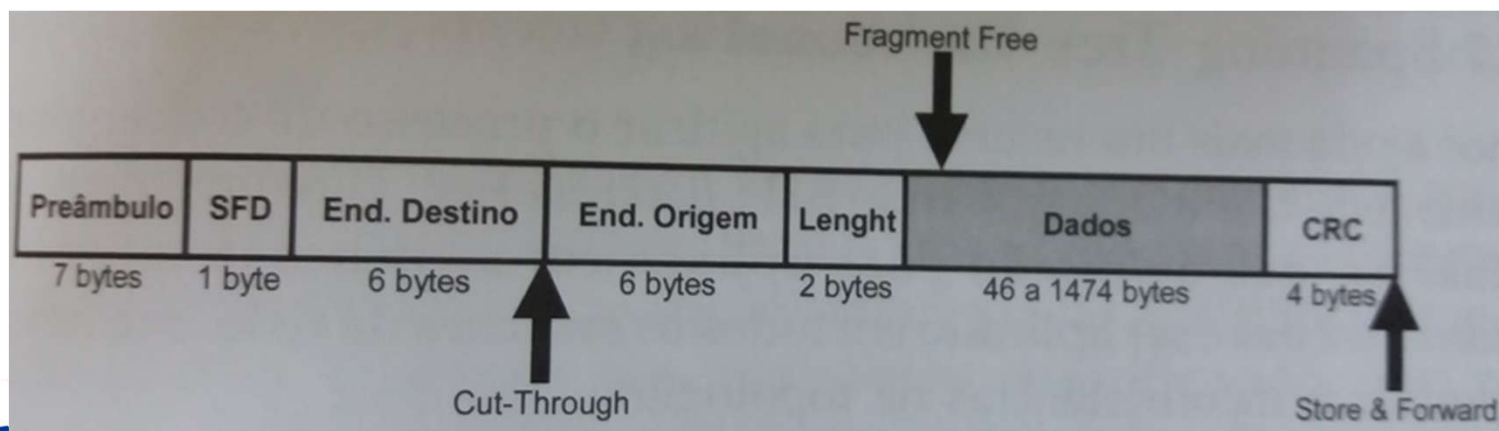
8. Comutação na Camada de Enlace

▶ 8.4.4 Tipos de Comutação

- ▶ A latência na comutação de um frame depende do modo de comutação configurado. Existem 3 tipos de comutação:
 - ▶ Store and Forward
 - ▶ O Frame é totalmente recebido e armazenado no buffer do switch
 - ▶ É feita uma checagem de erros (CRC), caso haja erros o frame é descartado
 - ▶ Caso não haja erros o frame é encaminhado à porta de seu destino.
 - ▶ Devido a essa verificação a latência deste modo é a maior dos 3.
 - ▶ Cut-Through (Tempo Real)
 - ▶ Modo predominante na comutação LAN
 - ▶ O switch copia apenas o endereço de destino no seu buffer
 - ▶ Na sequência o frame é encaminhado ao destino de acordo com a tabela MAC

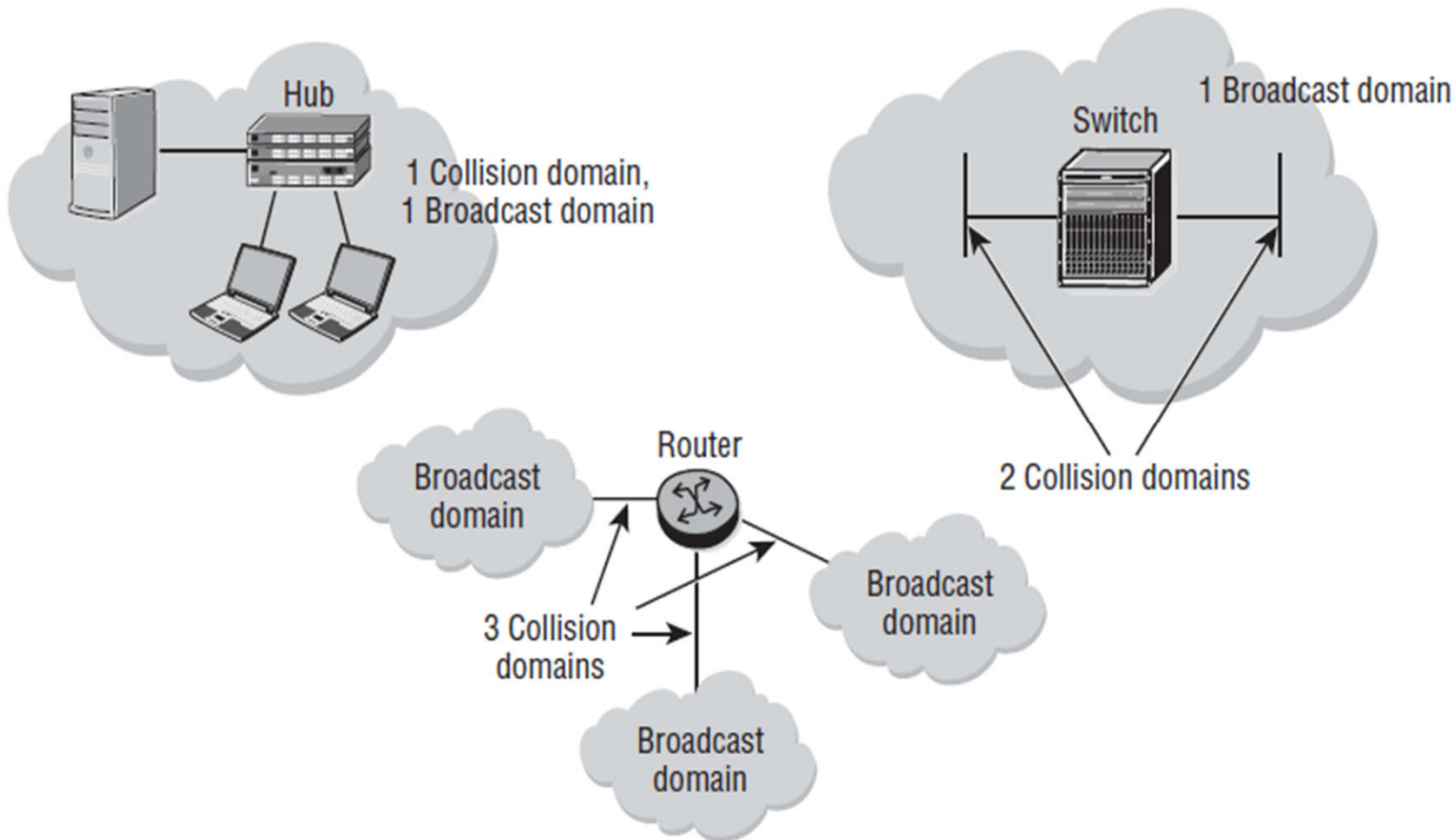
8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ Esse modo apresenta baixa latência, pois o quadro é encaminhado assim que o endereço de destino é localizado;
- ▶ **FragmentFree (cut-through modificado)**
 - ▶ Este modo funciona similar ao Cut-Through, porém aguarda a passagem da janela de colisão antes de encaminhar o pacote
 - ▶ É considerada alta probabilidade de que, se um frame possui erros, este será identificado nos primeiros 64 Bytes iniciais.
 - ▶ Conclui-se que o FragmentFree promove uma checagem de erros, acrescentando pouco à latência do processo.



8. Comutação na Camada de Enlace

► Domínio de Broadcast e Domínio de Colisão



8. Comutação na Camada de Enlace

- ▶ **Comutadores *versus* roteadores**
- ▶ ambos dispositivos de armazenamento e repasse
 - ▶ roteadores: dispositivos da camada de rede (examinam cabeçalhos da camada de rede). Mantêm tabelas de roteamento, implementam algoritmos de roteamento
 - ▶ comutadores são dispositivos da camada de enlace. Mantêm tabelas de comutação, implementam filtragem, algoritmos de aprendizagem

