

# Aula 15

- ❑ Roteador;
- ❑ Princípios de Roteamento;
- ❑ Exercício

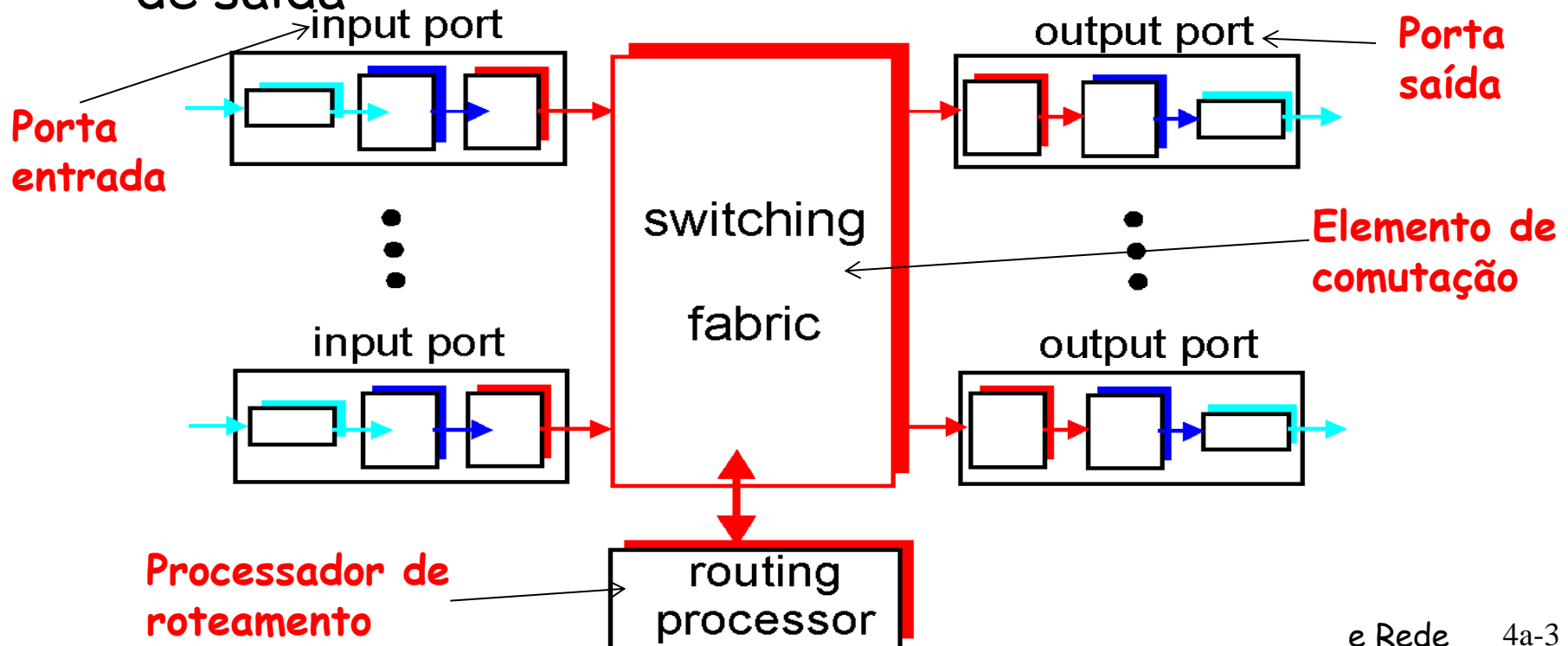
# Termos usados

- ❑ **Repasse e Comutação**; ambos termos usados no livro;
- ❑ **Portas** - refere-se as interfaces físicas de entrada e saída do roteador - é diferente das portas de software associadas a aplicações de rede e sockets.

# Sumário de Arquitetura de Roteadores

Duas funções chave de roteadores:

- ❑ usam algoritmos/protocolos de roteamento (RIP, OSPF, BGP)
- ❑ *transferência* pacotes dos enlaces de entrada para os de saída



# O que há dentro de um roteador?

## □ Portas de entrada

- Realiza funções da camada física;
- Realiza funções da camada de enlace;
- realiza a função de exame e repasse de modo que o pacote repassado ao elemento de comutação surja na porta de saída apropriada.
- pacotes de controle são repassados de uma porta de entrada até o processador do roteador.
- Na prática, várias portas são reunidas em uma única **placa de linha** no interior do roteador

# O que há dentro de um roteador?

## ❑ Elemento de comutação

- Conecta as portas de entrada do roteador às suas portas de saída;

## ❑ Portas de saída

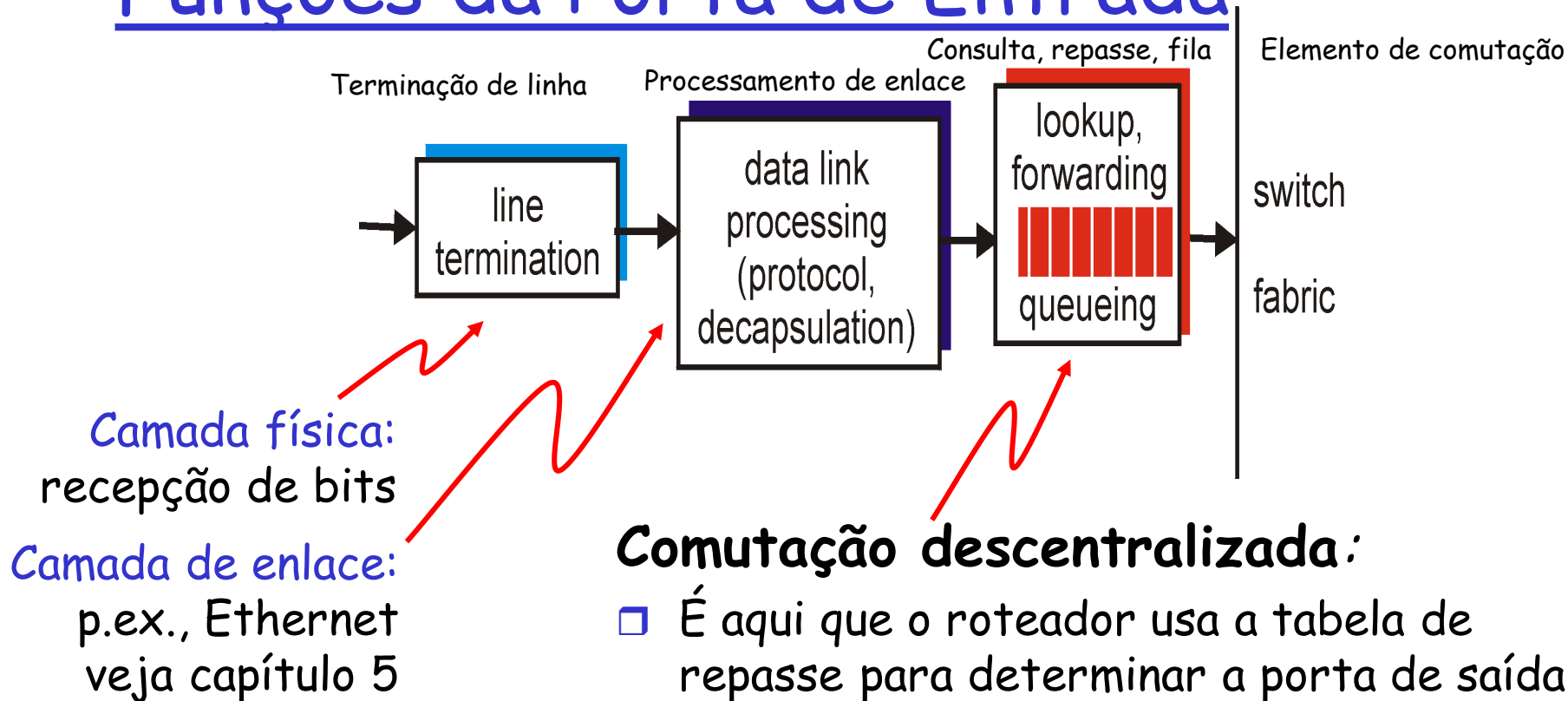
- Armazena os pacotes que foram repassados a ela através do elemento de comutação e então os transmite até o enlace de saída (inverso da funcionalidade da camada de enlace e física da porta de entrada);

# O que há dentro de um roteador?

## ❑ Processador de roteamento

- Executa os protocolos de roteamento;
- Mantém as informações de roteamento e tabela de repasse;
- Executa funções de gerenciamento de rede dentro do roteador;

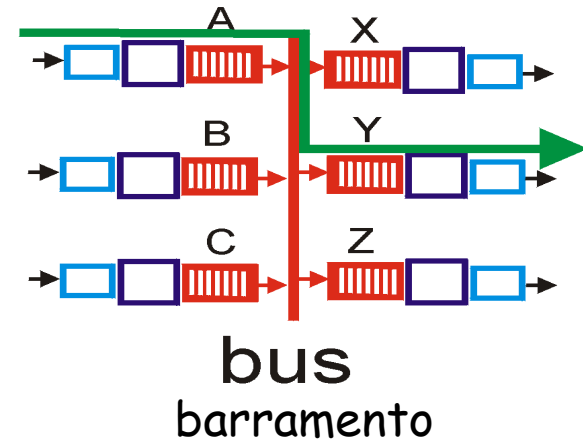
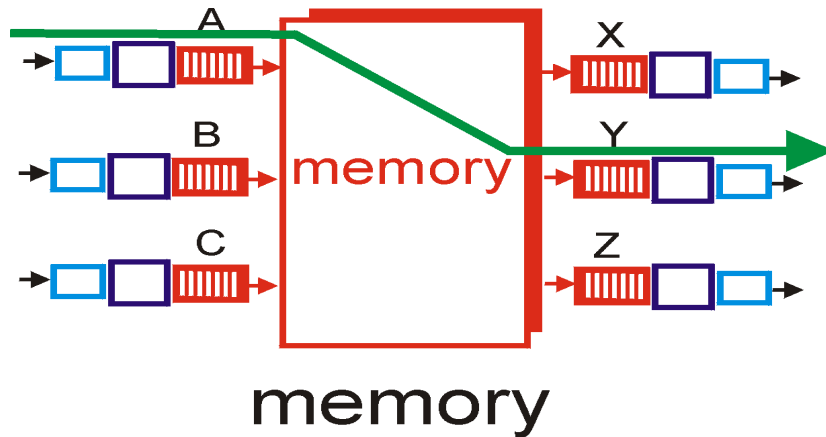
# Funções da Porta de Entrada



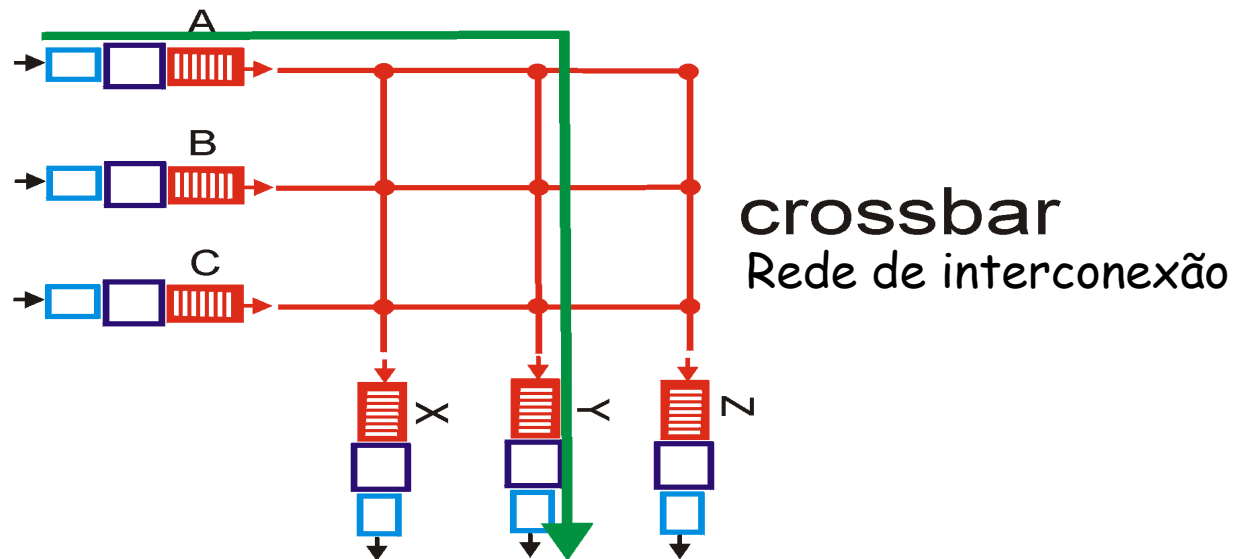
## Comutação descentralizada:

- ❑ É aqui que o roteador usa a tabela de repasse para determinar a porta de saída para qual o pacote que está chegando seja repassado pelo elemento de comutação
- ❑ filas: se os pacotes de outras portas de entrada estiverem usando o elemento nesse instante.

# Elemento de comutação- três tipos de técnicas de comutação



O elemento conecta as portas de entrada as portas de saída do roteador





# Comutação via Memória

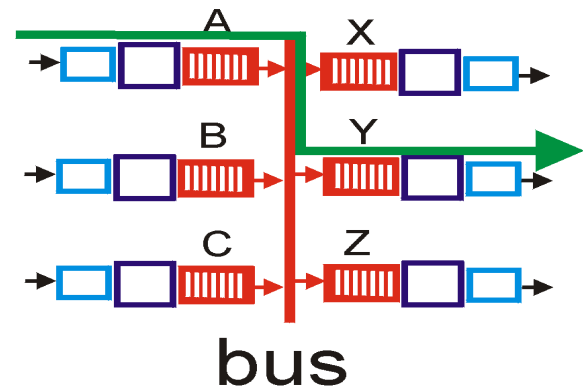
## Roteadores da primeira geração:

- ❑ a comutação entre as portas de entrada e de saída era realizada sob o controle direto do processador de roteamento
- ❑ velocidade limitada pela largura de banda da memória

## Roteadores modernos:

- ❑ comutam pacotes por uma memória compartilhada.
- ❑ Cisco Catalyst 8500

# Comutação via Barramento

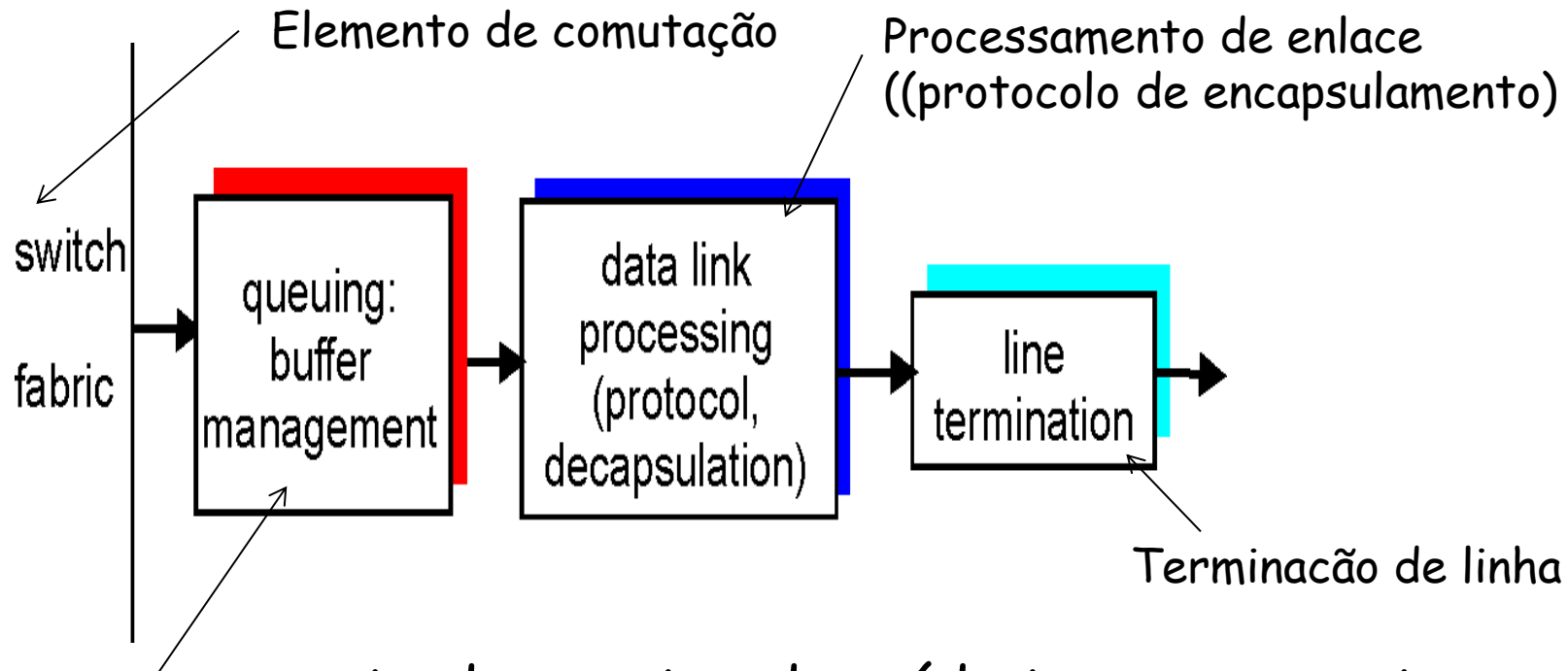


- ❑ As portas de entrada transferem um pacote diretamente para porta de saída por um barramento compartilhado sem a intervenção do processador de roteamento.
- ❑ **contenção pelo barramento:** taxa de comutação limitada pela largura de banda do barramento
- ❑ Cisco 5600: comutam pacotes por um barramento da placa-mãe de 32 bits/s.

# Comutação via uma Rede de Interconexão

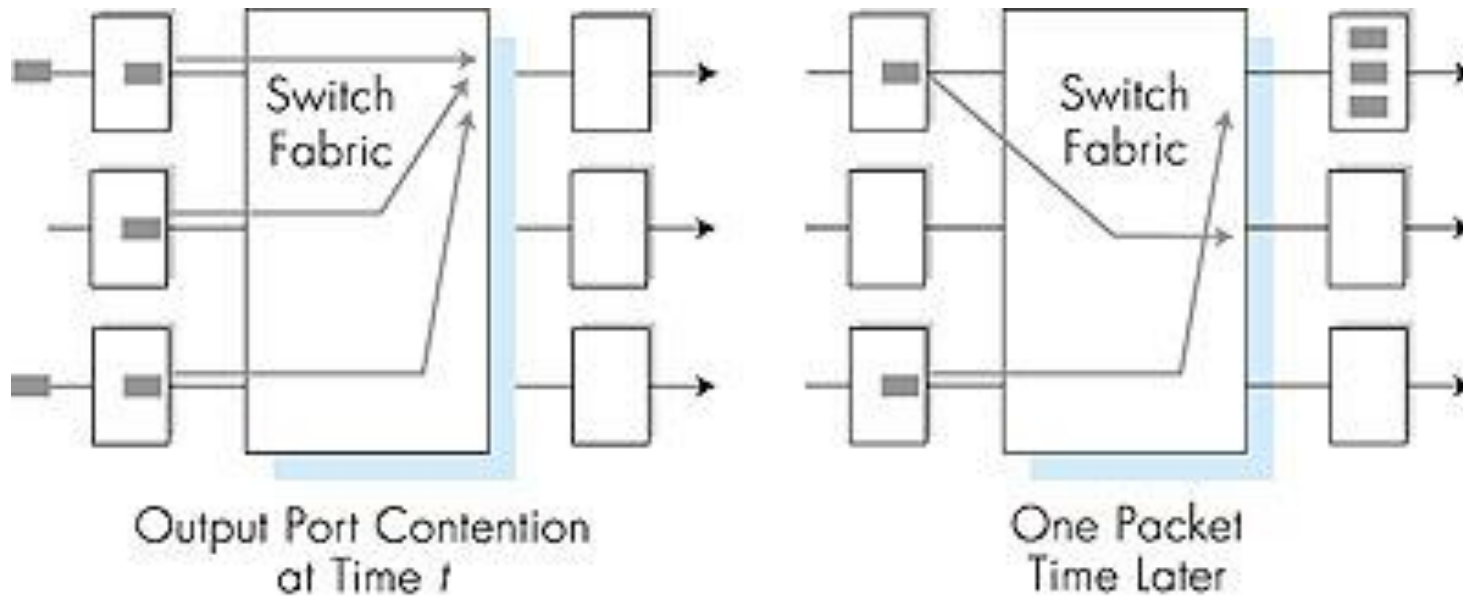
- ❑ Supera limitações de banda dos barramentos
- ❑ São capazes de repassar vários pacotes em paralelo.
- ❑ Cisco 12000: usam uma rede de interconexão.

# Porta de Saída



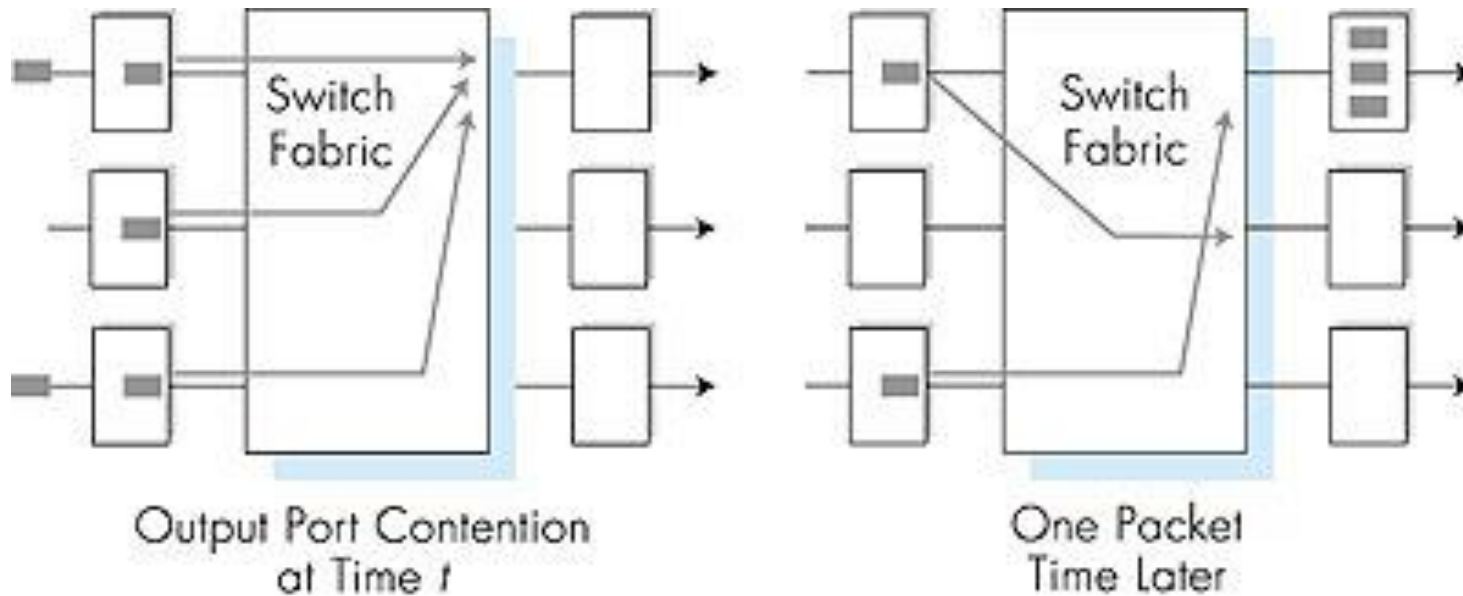
- ❑ O processamento das portas de saída toma os pacotes que foram armazenados na memória da porta de saída e os transmite pelo enlace de saída.
- ❑ Inclui a seleção e a retirada dos pacotes da fila para transmissão, com a realização das funções de transmissão necessárias nas camadas de enlace e física.

# Filas na Porta de Saída



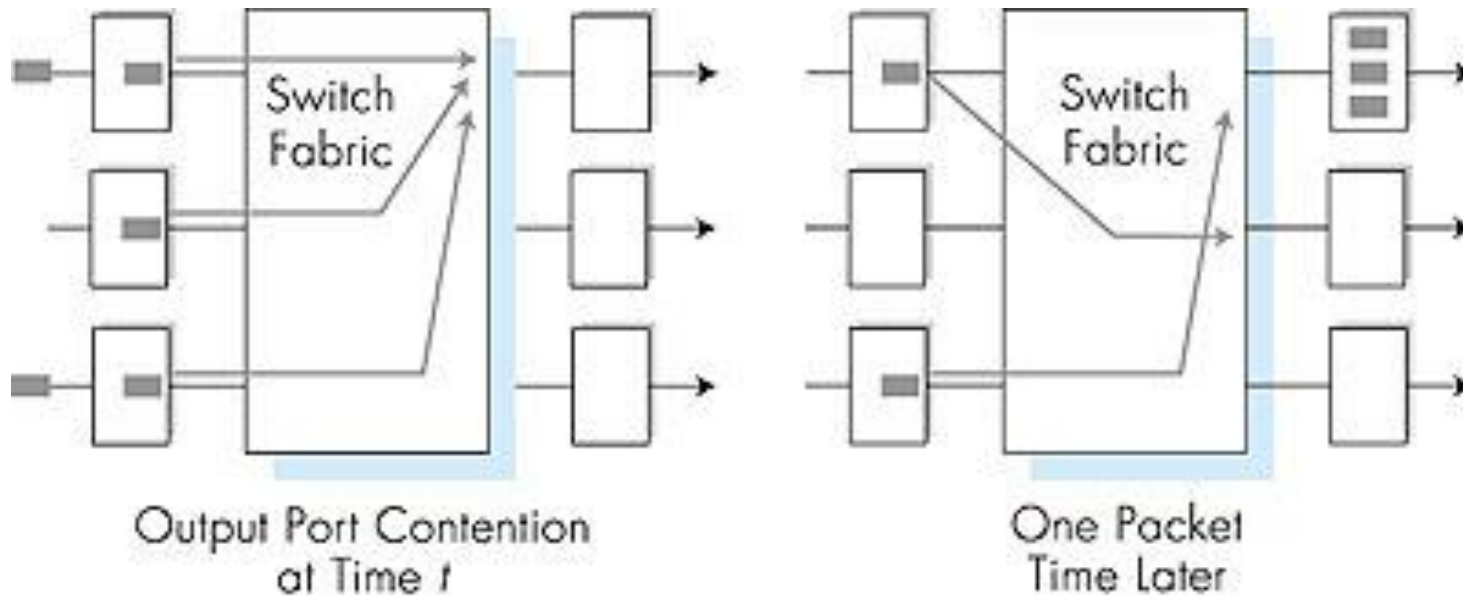
- ❑ No tempo  $t$ , um pacote chegou a cada uma das portas de entrada, cada um deles destinado à porta de saída que está acima.
- ❑ Todos os três pacotes foram transferidos para a porta de saída e estão em fila aguardando a transmissão.

# Filas na Porta de Saída



- ❑ No tempo seguinte, um desses três terá sido transmitido pelo enlace de saída.
- ❑ Dois novos pacotes chegaram do lado de entrada do comutador; um deles é destinado aquela mesma porta de saída que está mais acima.

# Filas na Porta de Saída



- Uma consequência da fila na porta de saída é que um **escalador de pacotes** na porta de saída deve escolher para transmissão um dentre os que estão na fila. Essa seleção pode ser feita com base em uma regra simples, como no escalonamento do primeiro a chegar seja o primeiro a ser atendido.

# Filas na Porta de Entrada

- ❑ Se não houver memória suficiente para armazenar um pacote que está chegando, será preciso tomar a decisão de descartar esse pacote (política conhecida como **descarte do final da fila**) ou remover um ou mais pacotes enfileirados para liberar lugar para o pacote recém-chegado.



# Filas na Porta de Entrada

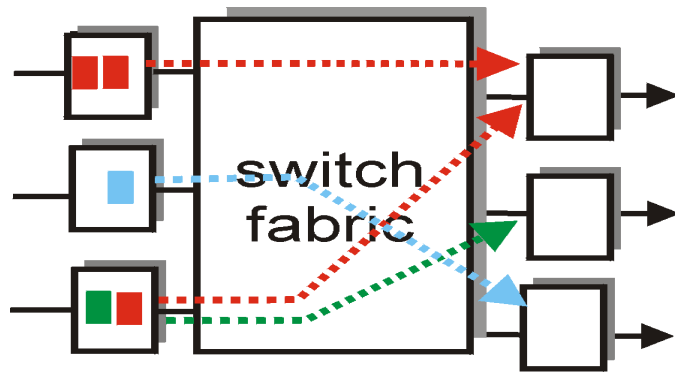
- ❑ Se o elemento de comutação não for veloz o suficiente (em relação às taxas da linha de entrada) para transmitir sem atraso todos os pacotes que chegam através dele, então poderá haver formação de fila também nas portas de entrada, pois os pacotes devem se juntar às filas nas portas de entrada para esperar sua vez de ser transferidos pelo elemento de comutação até a porta de saída.

# Filas na Porta de Entrada

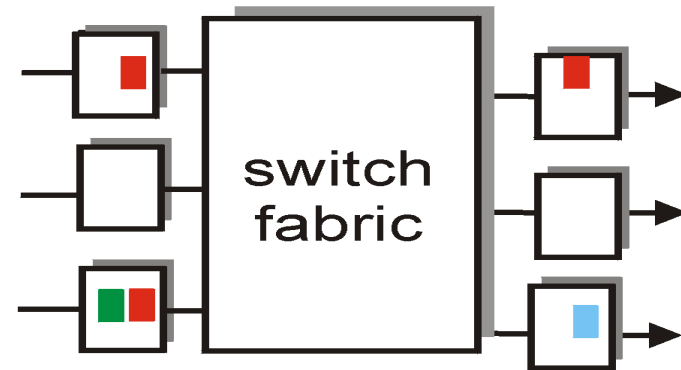
- ❑ Vários pacotes podem ser transferidos em paralelo, contanto que suas portas de saída sejam diferentes.
- ❑ O elemento comutador só pode transferir um pacote por vez até uma porta de saída.

# Filas na Porta de Entrada

- A figura abaixo apresenta um exemplo em que dois pacotes (vermelhos) à frente de suas filas de entrada são destinados à mesma porta de saída mais alta à direita.



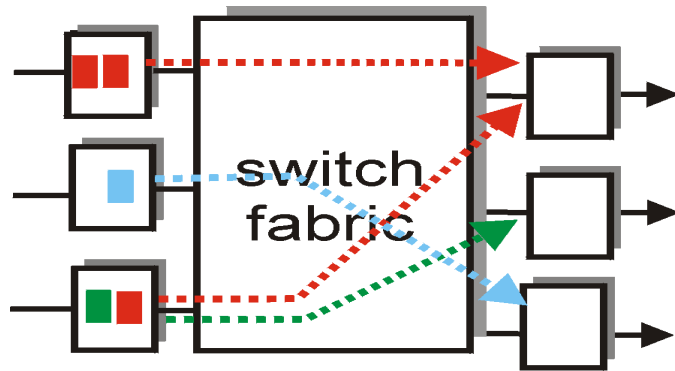
output port contention  
at time  $t$  - only one red  
packet can be transferred



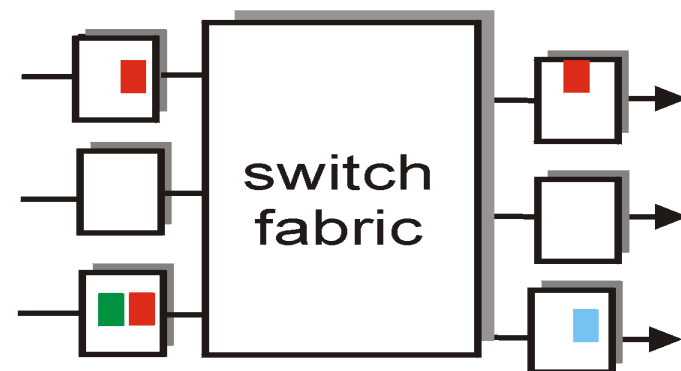
green packet  
experiences HOL blocking

## Bloqueio de cabeça de fila (HOL-head-of-the-line blocking)

- Suponha que o elemento de comutação escolha transferir o pacote que está a frente da fila mais alta a esquerda. Nesse caso o pacote (vermelho) da fila mais baixa à esquerda tem que esperar. Mas não é apenas esse último que tem de aguardar; também tem de esperar o pacote (verde) que está na fila atrás dele, mesmo que não haja nenhuma disputa pela porta de saída do meio à direita (que é o destino do pacote verde).



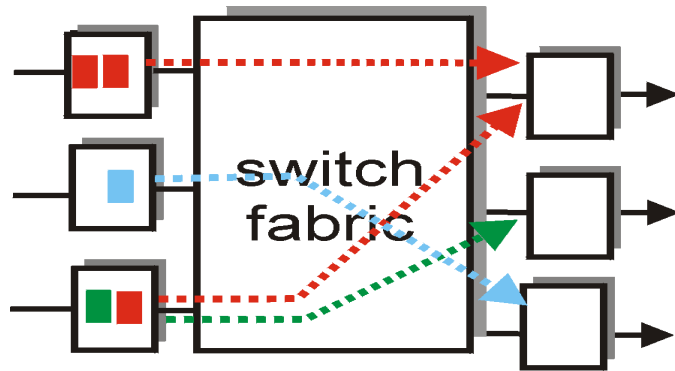
output port contention  
at time t - only one red  
packet can be transferred



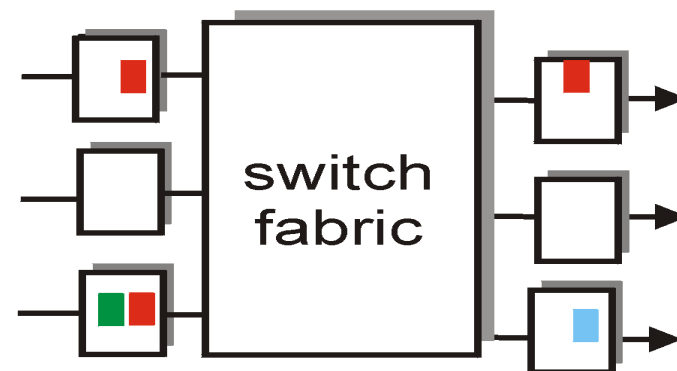
green packet  
experiences HOL blocking

# Bloqueio de cabeça de fila (HOL-head-of-the-line blocking)

- ❑ Um pacote que está na fila de entrada deve esperar pela transferência através do elemento de comutação (mesmo que sua porta de saída esteja livre) porque ele está bloqueado por outro pacote na cabeça da fila.
- ❑ Por causa desse bloqueio o comprimento da fila de entrada cresce sem limites (haverá perda de pacotes) em determinadas circunstâncias.



output port contention  
at time  $t$  - only one red  
packet can be transferred



green packet  
experiences HOL blocking

# Exercício

1. Quais os componentes de um roteador?
2. Quais as funções da porta de entrada?
3. O que faz o elemento de comutação?
4. O que fazem as portas de saída?
5. O que faz o processador de roteamento?
6. A função de repasse é implementada em hardware ou em software?
7. Onde ocorre formação de fila?