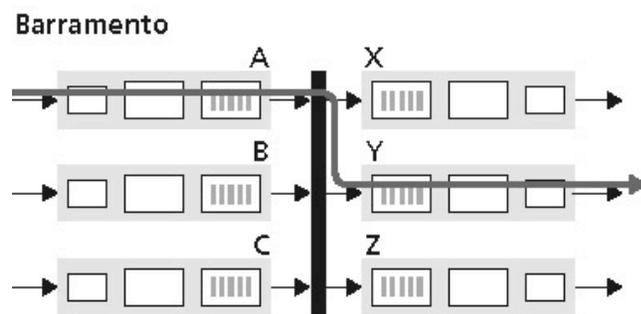
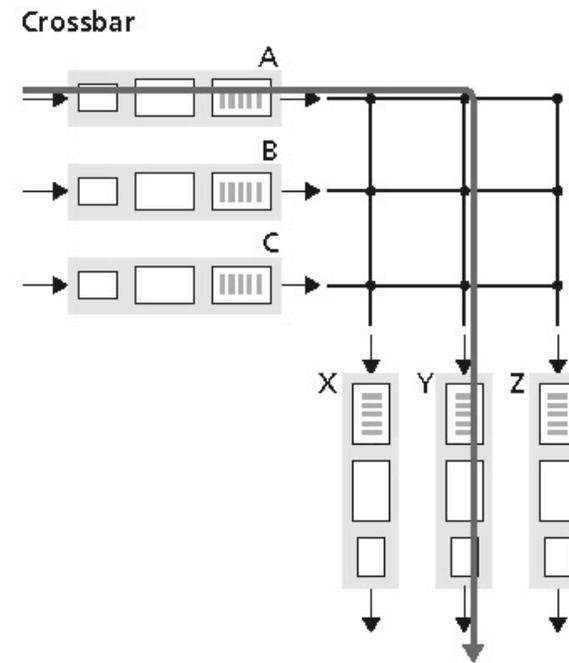
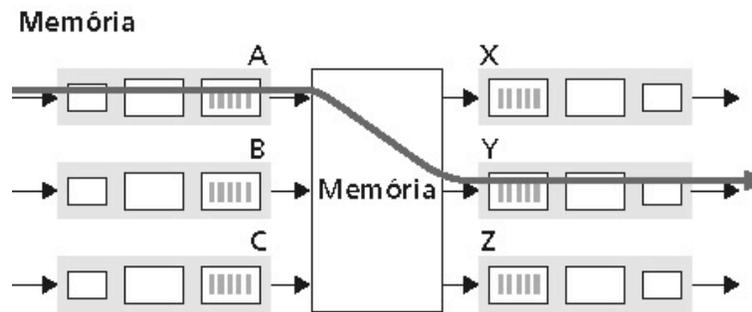


4 Três tipos de estrutura de comutação



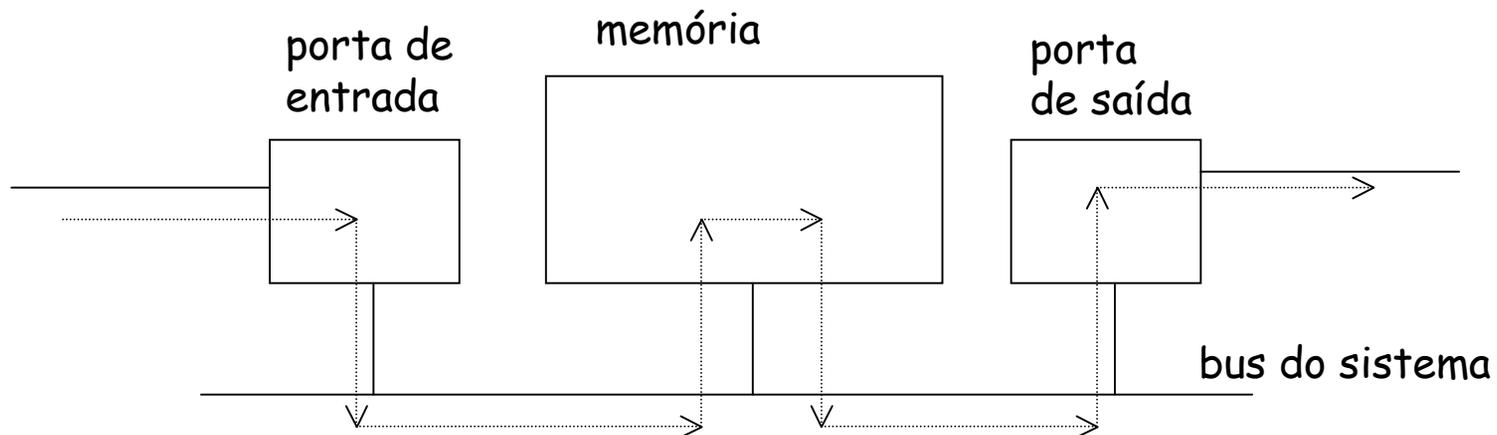
Legenda:

  Porta de entrada   Porta de saída

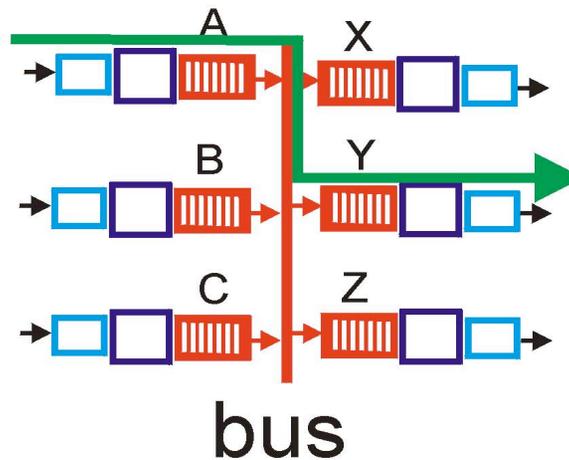
4 Comutação via memória

Primeira geração de roteadores:

- Computadores tradicionais com comutação sob controle direto da CPU
- Pacote copiado para a memória do sistema
- Velocidade limitada pela largura de banda (2 bus cruzados por datagrama)



4 Comutação via bus

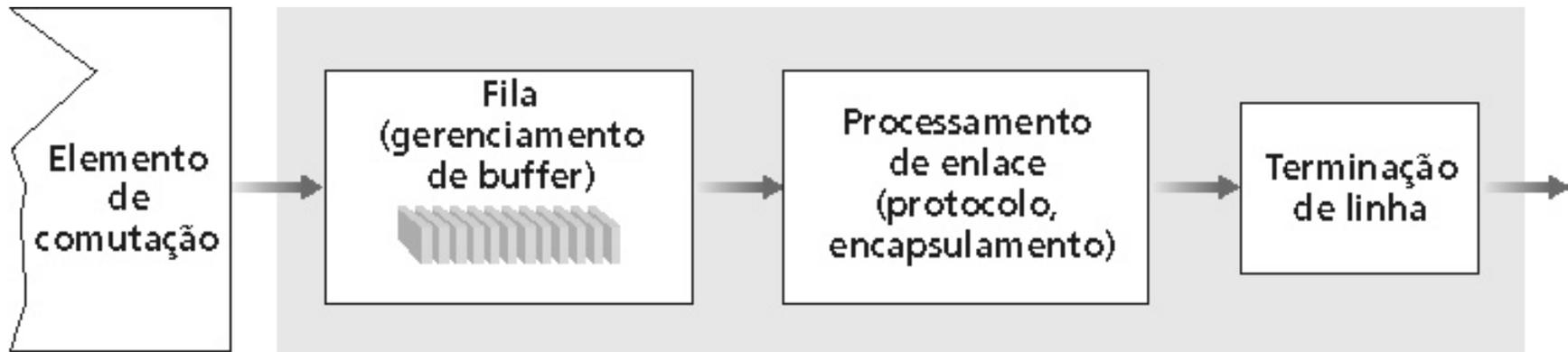


- Datagrama da memória da porta de entrada para a memória da porta de saída através de um bus compartilhado
- **Contenção do bus:** velocidade de comutação limitada pela largura de banda do bus
- Barramento de 1 Gbps, Cisco 1900: velocidade suficiente para roteadores de acesso e de empresas (não para roteadores regionais ou de backbone)

4 Comutação via rede de interconexão

- Supera as limitações de largura de banda do bus
- Redes de Banyan, outras redes de interconexão inicialmente desenvolvidas para conectar processadores em multiprocessamento
- Projeto avançado: fragmentar datagramas em células de tamanho fixo, comutar as células através do switch.
- Cisco 12000: comuta Gbps através da rede de interconexão

4 Portas de saída

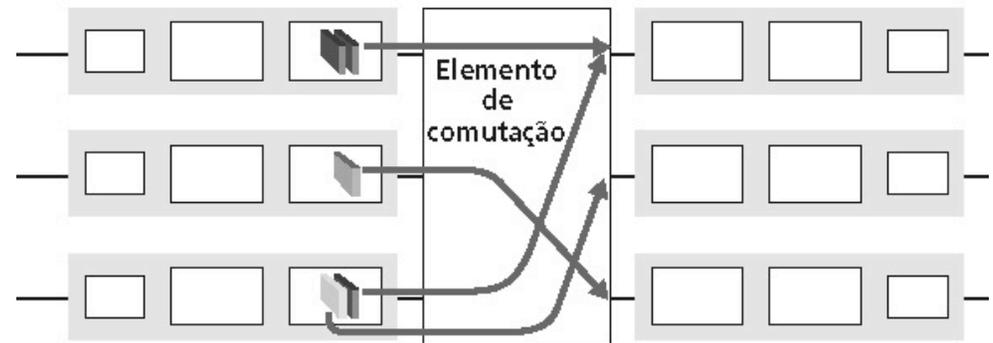


- **Buffering** necessário quando datagramas chegam do switch mais rápido do que a taxa de transmissão
- **Disciplina de agendamento** escolhe entre os datagramas na fila para transmissão

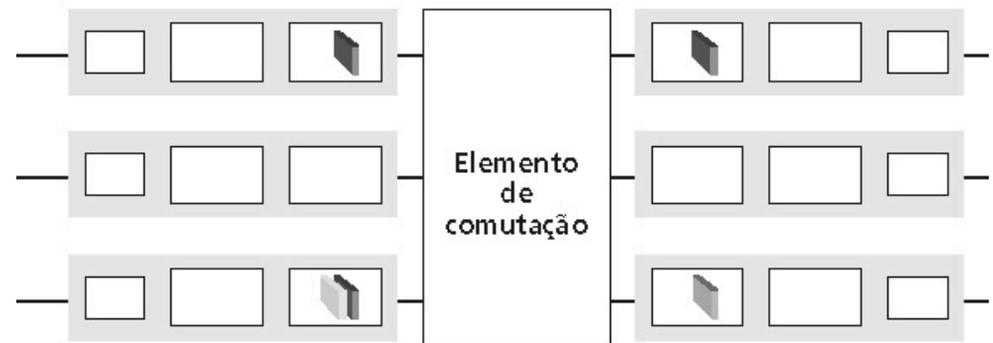
4 Enfileiramento na porta de saída

- Buffering: quando a taxa de chegada pelo switch excede a velocidade da linha de saída
- **Queueing (atraso) e perda devido ao buffer overflow da porta de saída!**

Contenção pela porta de saída no tempo t — um pacote escuro pode ser transferido



Pacote claro do último retângulo sofre bloqueio HOL

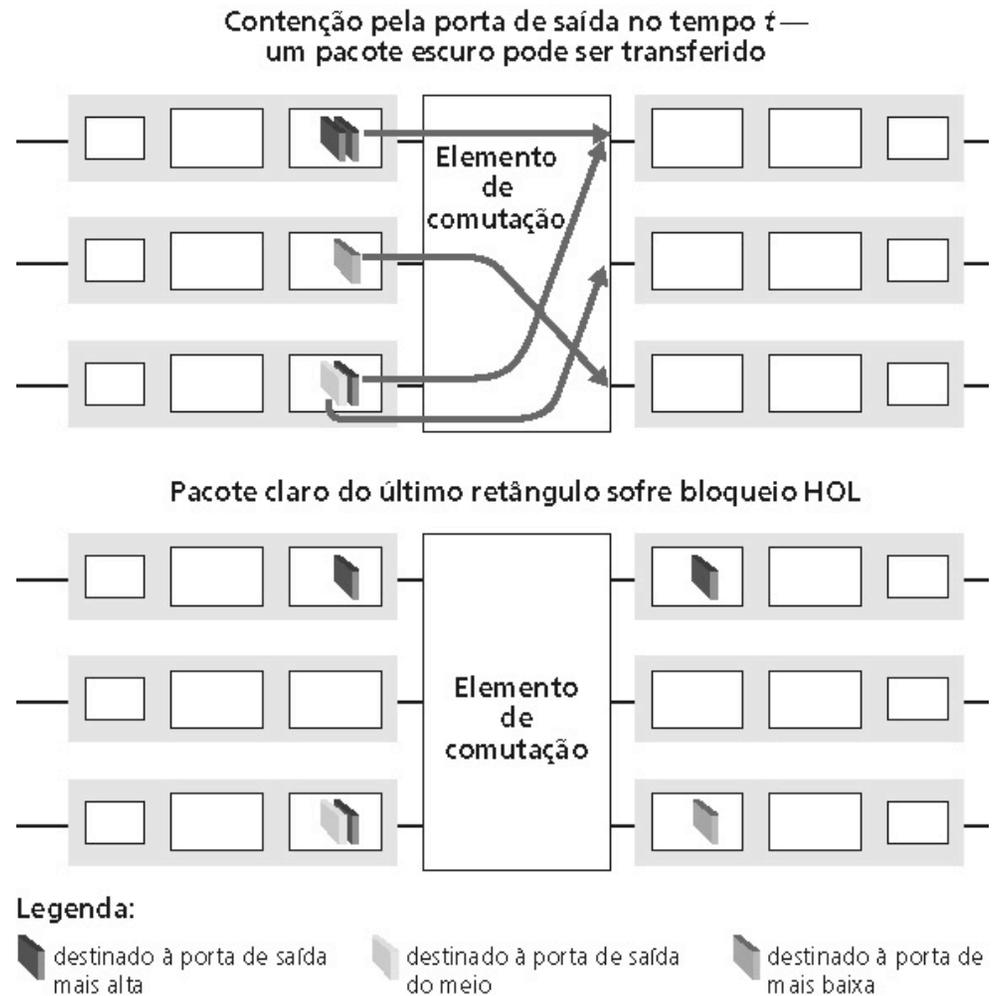


Legenda:

- destinado à porta de saída mais alta
- destinado à porta de saída do meio
- destinado à porta de saída mais baixa

4 Enfileiramento na porta de entrada

- Switch mais lento que as portas de entrada combinadas -> pode ocorrer filas na entrada
- **Bloqueio Head-of-the-Line (HOL):** datagrama na frente da fila impede os outros na fila de se moverem para adiante
- **Atraso e perda na fila devido ao overflow no buffer de entrada!**

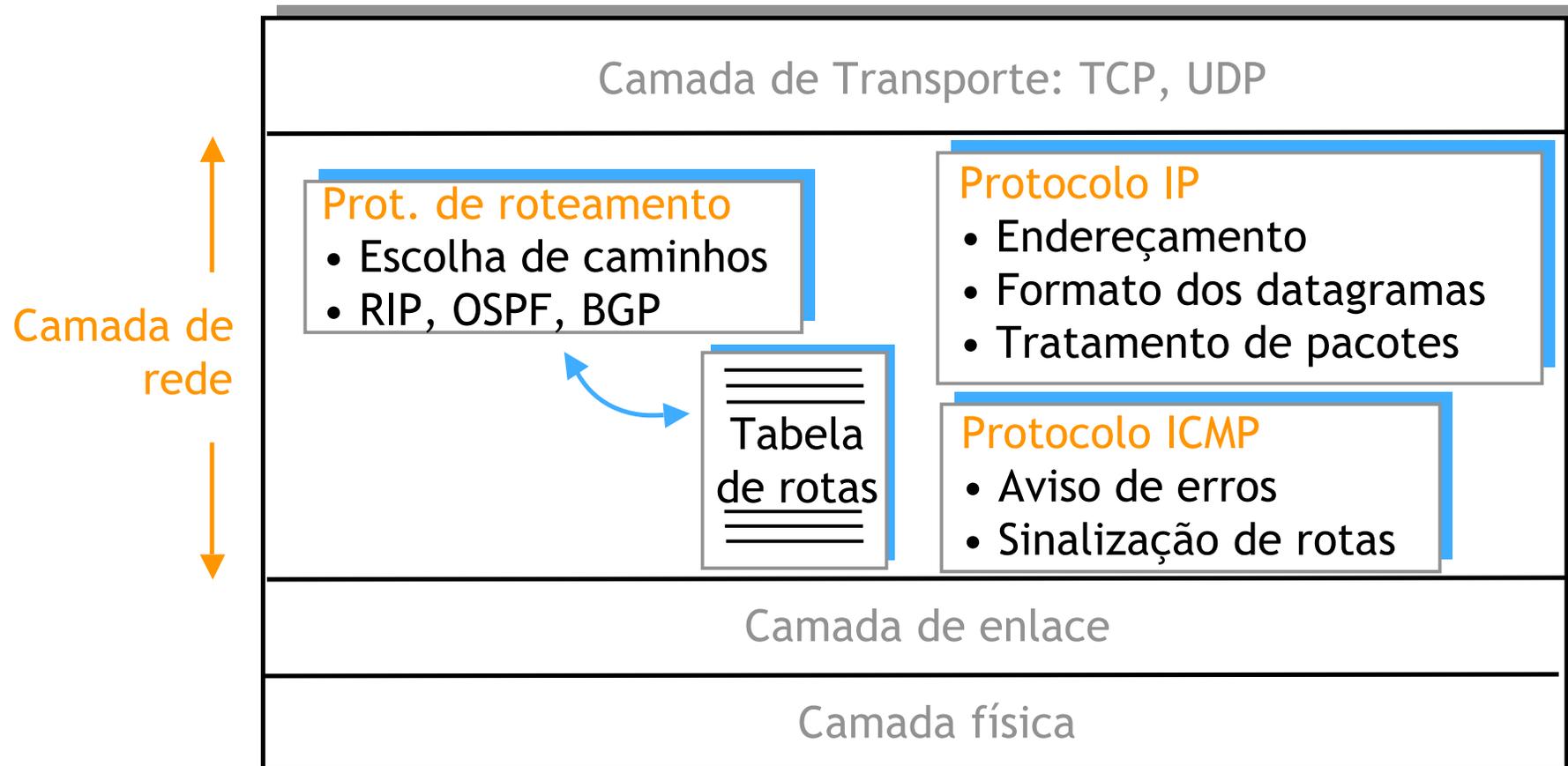


4 A camada de rede

- 4.1 Introdução
- 4.2 Circuito virtual e redes de datagrama
- 4.3 O que há dentro de um roteador
- **4.4 IP: Protocolo da Internet**
 - Formato do datagrama
 - Endereçamento IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Algoritmos de roteamento
 - Link state
 - Distance vector
 - Roteamento hierárquico
- 4.6 Roteamento na Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Roteamento de broadcast e multicast

4 A camada de rede

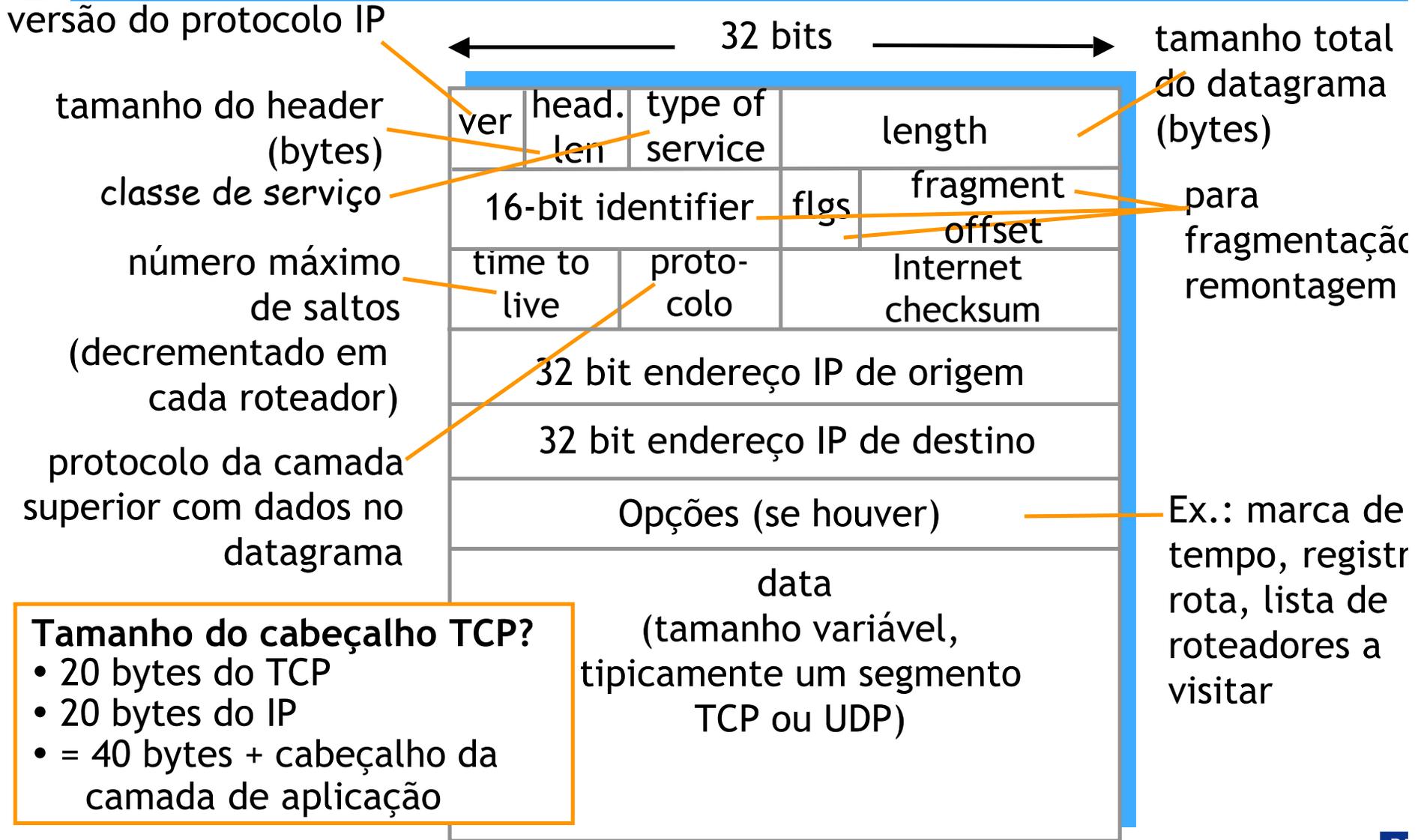
Entidade de rede em roteadores ou hospedeiros:



4 A camada de rede

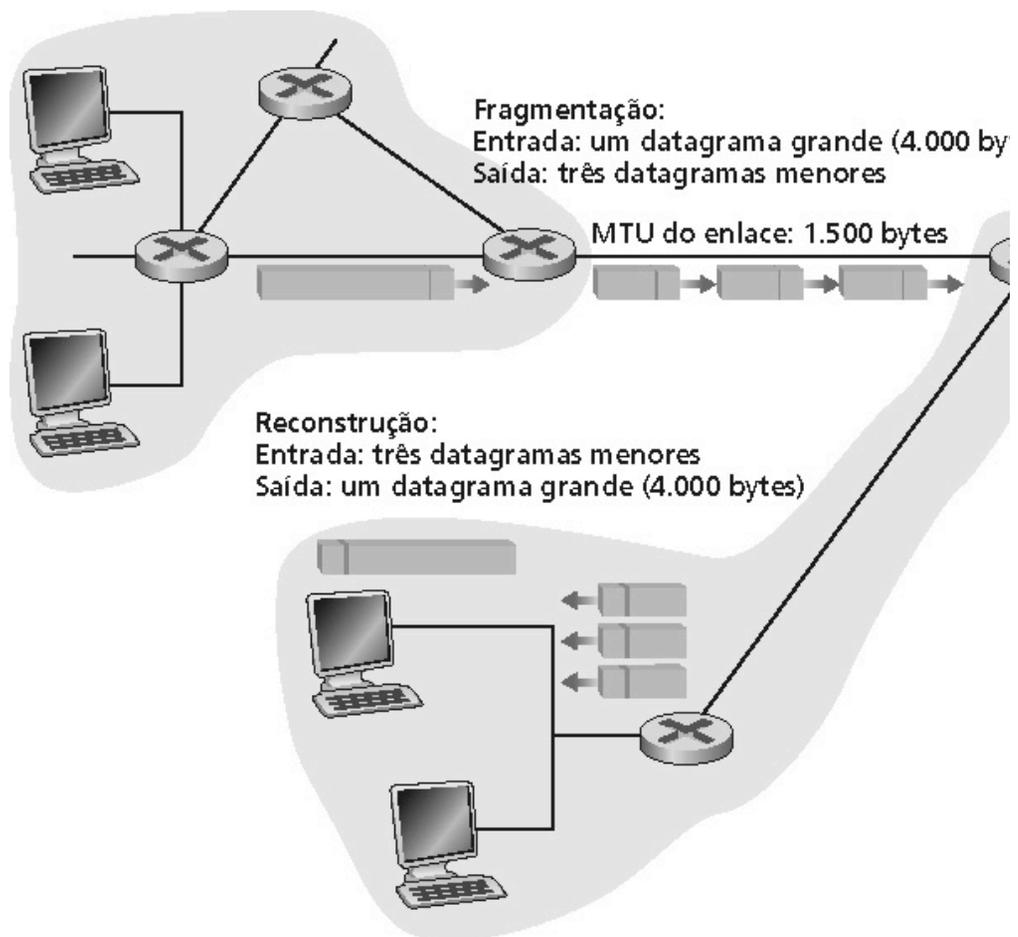
- 4.1 Introdução
- 4.2 Circuito virtual e redes de datagrama
- 4.3 O que há dentro de um roteador
- 4.4 IP: Protocolo da Internet
 - Formato do datagrama
 - Endereçamento IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Algoritmos de roteamento
 - Link state
 - Distance vector
 - Roteamento hierárquico
- 4.6 Roteamento na Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Roteamento de broadcast e multicast

4 Formato do datagrama IP



4 IP fragmentação e remontagem

- Enlaces de rede têm MTU (max. transfer size) – corresponde ao maior frame que pode ser transportado pela camada de enlace.
 - Tipos de enlaces diferentes possuem MTU diferentes (Ethernet: 1.518 bytes)
- Datagramas IP grandes devem ser divididos dentro da rede (fragmentados)
 - Um datagrama dá origem a vários datagramas
 - “Remontagem” ocorre apenas no destino final
 - O cabeçalho IP é usado para identificar e ordenar datagramas relacionados



4 IP fragmentação e remontagem

- **Exemplo**
- datagrama de 4000 bytes
- MTU = 1500 bytes

	tamanho	ID	fragflag	offset	
	=4000	=x	=0	=0	

Um grande datagrama se torna vários datagramas menores

1480 bytes no campo de dados

offset =
1480/8

	tamanho	ID	fragflag	offset	
	=1500	=x	=1	=0	

	tamanho	ID	fragflag	offset	
	=1500	=x	=1	=1480	

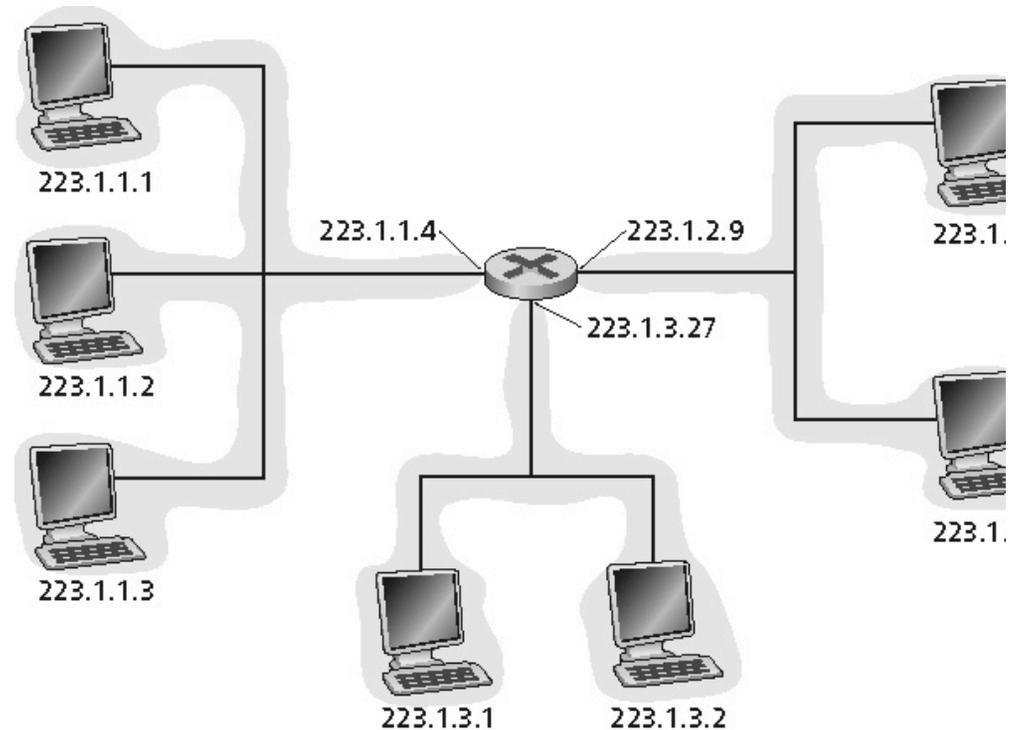
	tamanho	ID	fragflag	offset	
	=1040	=x	=0	=2960	

4 A camada de rede

- 4.1 Introdução
- 4.2 Circuito virtual e redes de datagrama
- 4.3 O que há dentro de um roteador
- 4.4 IP: Protocolo da Internet
 - Formato do datagrama
 - Endereçamento IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- 4.5 Algoritmos de roteamento
 - Link state
 - Distance vector
 - Roteamento hierárquico
- 4.6 Roteamento na Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- 4.7 Roteamento de broadcast e multicast

4 Endereçamento IP: Introdução

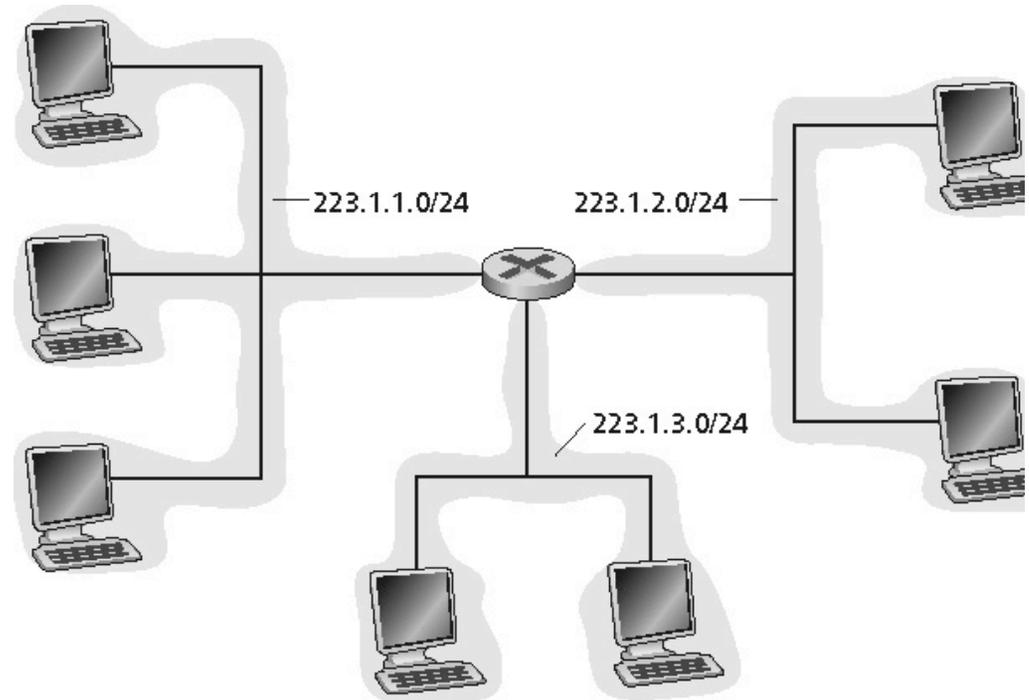
- **Endereço IP:** identificador de 32 bits para **interfaces** de roteadores e hospedeiros
- **Interface:** conexão entre roteador ou hospedeiro e enlace físico
 - Roteador tem tipicamente múltiplas interfaces
 - Hospedeiros podem ter múltiplas interfaces
 - Endereços IP são associados com interfaces, não com o hospedeiro ou com o roteador



$$223.1.1.1 = \underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$$

4 Sub-redes

- **Endereço IP:**
 - Parte da sub-rede (bits de ordem superior)
 - Parte do hospedeiro (bits de ordem inferior)
- **O que é uma sub-rede?**
 - Interfaces de dispositivo com a mesma parte de sub-rede do endereço IP
 - Podem alcançar fisicamente uns aos outros sem intervenção de roteador

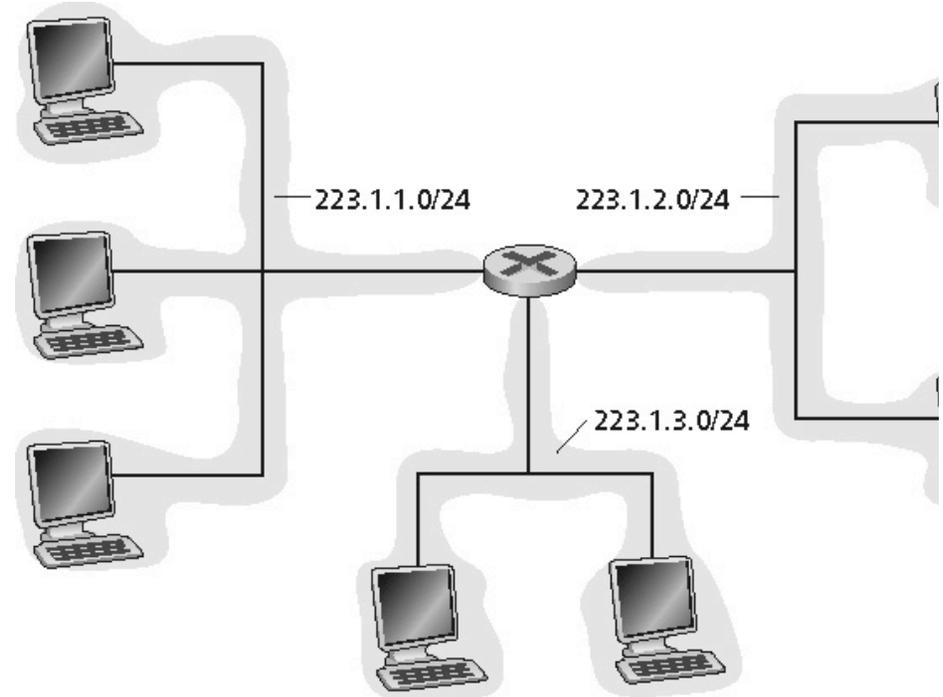


rede consistindo de 3 sub-redes

4 Sub-redes

Receita

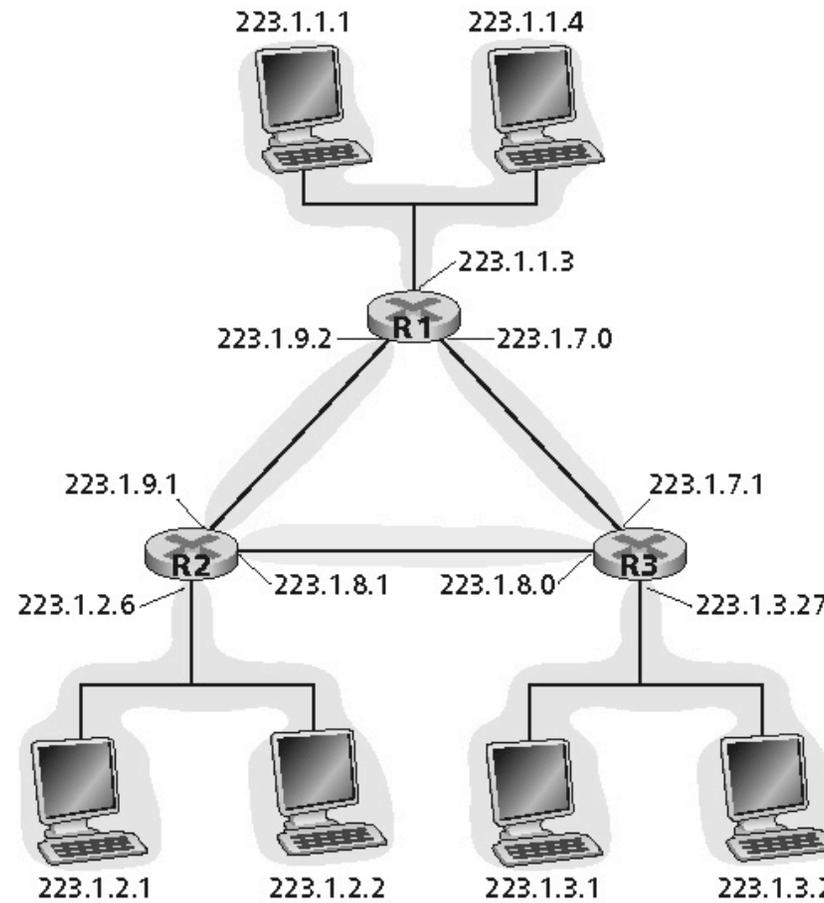
- Para determinar as sub-redes, destaque cada interface de seu hospedeiro ou roteador, criando ilhas de redes isoladas. Cada rede isolada é considerada uma **sub-rede**.



máscara de sub-rede: /24

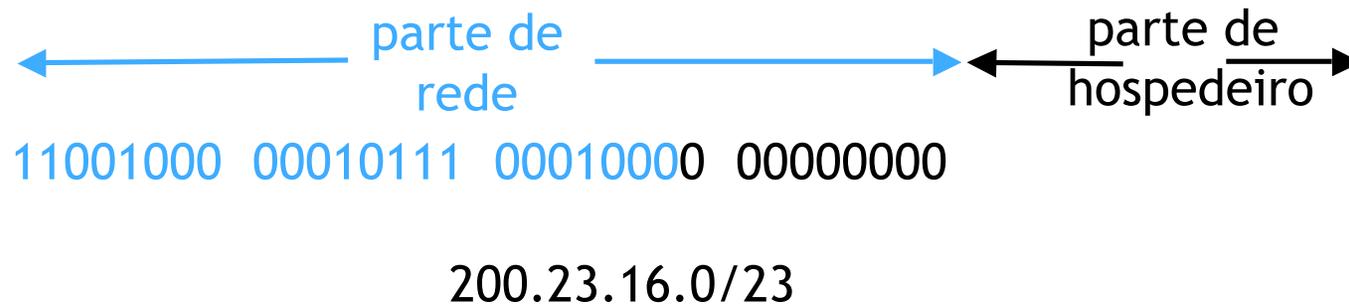
4 Sub-redes

Quantas?



4 Endereçamento IP: CIDR

- **CIDR: Classless InterDomain Routing**
 - A porção de endereço de rede tem tamanho arbitrário
 - Formato do endereço: **a.B.C.D/x**, em que **x** é o número de bits na parte de rede do endereço



4 Como obter um endereço IP

P.: Como um hospedeiro obtém endereço IP ?

- Definido pelo administrador do sistema
 - Wintel: control-panel->network->configuration->tcp/ip->properties
 - UNIX: /etc/rc.config
- **DHCP:** dynamic host configuration protocol: obtém dinamicamente endereços IP de um servidor
 - “plug-and-play”
 - (mais no próximo capítulo)

4 Como obter um endereço IP

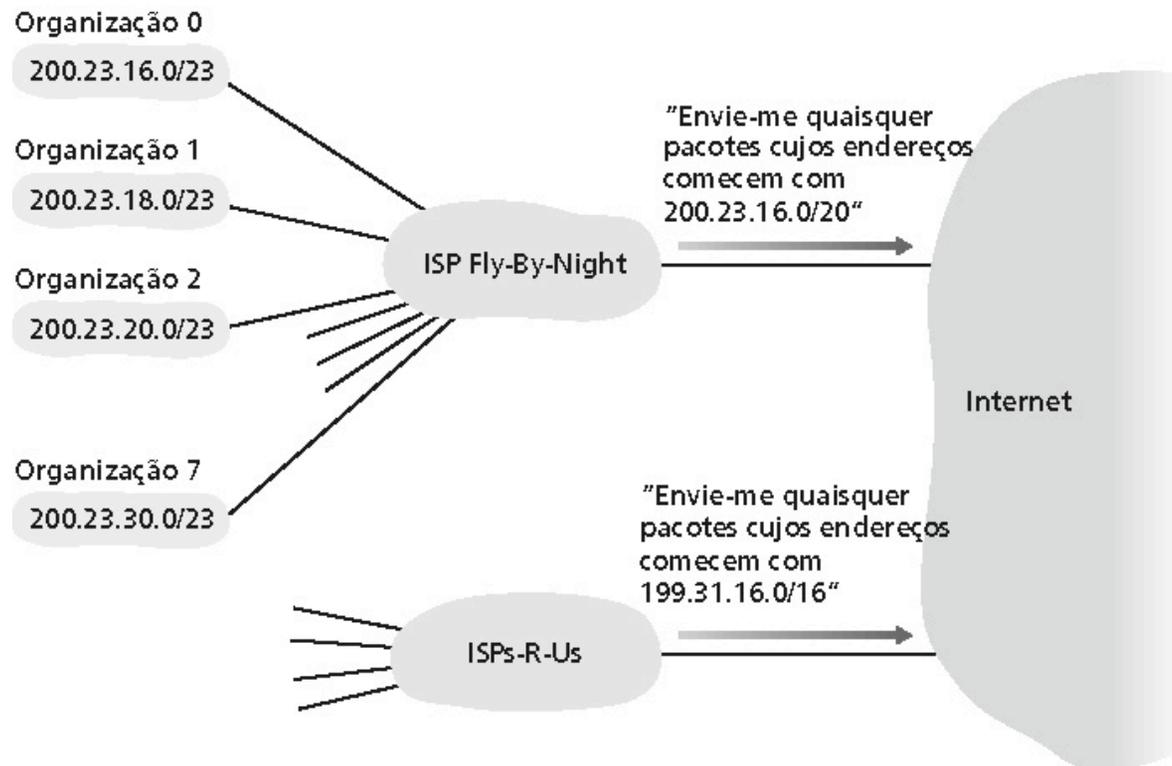
P.: Como uma **rede** obtém a parte de sub-rede do endereço IP?

R.: Obtém a porção alocada no espaço de endereço do seu provedor ISP

bloco do ISP	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/20
Organização 0	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Organização 1	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Organização 2	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...
Organização 7	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23

4 Endereçamento hierárquico: agregação de rotas

O endereçamento hierárquico permite uma propagação de rotas mais eficiente



4 Endereçamento hierárquico: rotas mais específicas

