

# **Internet Protocol – IP**

## **CIDR, DHCP, NAT**

Igor Monteiro Moraes  
Redes de Computadores

# Estrutura de Endereçamento CIDR

- Número de rede de **comprimento variável**

**a . b . c . d / x**

- Os **x** bits mais significativos do endereço são o número de rede → **prefixo**
- Os 32-**x** bits são o número de estação



200.23.16.0/23

Equivale a máscara 255.255.254.0

# Máscaras de Rede: Notação

- Uma máscara de rede pode ser representada através de diferentes notações
  - Mais comum: endereço da rede/<# de bits em 1 da máscara>
    - Ex1.: 192.168.0.0/16
      - Equivalente a dizer que a máscara é 255.255.0.0
    - Ex2.: 192.168.3.0/26
      - Equivalente a dizer que a máscara é 255.255.255.192

# Como obter um Prefixo?

- Como obter o prefixo a partir do endereço IP?

Prefixo = IP AND máscara

200.23.16.1/255.255.254.0

Endereço IP	11001000	00010111	00010000	00000001
AND máscara	11111111	11111111	11111110	00000000
rede	11001000	00010111	00010000	00000000

└──────────────────────────────────┘  
200.23.16.0

# Sub-Redes

- Um administrador pode subdividir a sua rede
  - O número de rede tem comprimento variável
- Exemplo: Provedor de Serviços X
  - Faixa de endereços do provedor: 200.23.16.0/20
  - Duas empresas clientes: A e B
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa?

# Sub-Redes

- Um administrador pode subdividir a sua rede
  - O número de rede tem comprimento variável
- Exemplo: Provedor de Serviços X
  - Faixa de endereços do provedor: 200.23.16.0/20
  - Duas empresas clientes: A e B
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa?
    - Criar duas sub-redes → aumentar o compr. do prefixo em 1 bit

# Sub-Redes

- Um administrador pode subdividir a sua rede
  - O número de rede tem comprimento variável
- Exemplo: Provedor de Serviços X
  - Faixa de endereços do provedor: 200.23.16.0/20
  - Duas empresas clientes: A e B
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa?
    - Criar duas sub-redes → aumentar o compr. do prefixo em 1 bit

Provedor X 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/20



Empresa A 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/21

Empresa B 11001000.00010111.00011000.00000000 200.23.24.0/21

# Sub-Redes

- E se o Provedor X tivesse 8 clientes?
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa cliente?




# Sub-Redes

- E se o Provedor X tivesse 8 clientes?
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa cliente?
    - Criar oito sub-redes → aumentar o compr. do prefixo em 3 bits

# Sub-Redes

- E se o Provedor X tivesse 8 clientes?
  - Como alocar igualmente os IPs para cada empresa cliente?
    - Criar oito sub-redes → aumentar o compr. do prefixo em 3 bits

Provedor X	<u>11001000.00010111.00010000.00000000</u>	200.23.16.0/20
		
Empresa A	<u>11001000.00010111.00010000</u> .00000000	200.23.16.0/23
Empresa B	<u>11001000.00010111.00010010</u> .00000000	200.23.18.0/23
Empresa C	<u>11001000.00010111.00010100</u> .00000000	200.23.20.0/23
Empresa D	<u>11001000.00010111.00010110</u> .00000000	200.23.22.0/23
Empresa E	<u>11001000.00010111.00011000</u> .00000000	200.23.24.0/23
Empresa F	<u>11001000.00010111.00011010</u> .00000000	200.23.26.0/23
Empresa G	<u>11001000.00010111.00011100</u> .00000000	200.23.28.0/23
Empresa H	<u>11001000.00010111.00011110</u> .00000000	200.23.30.0/23

# Sub-Redes

- E se a Empresa A da fosse dividida em duas?

# Sub-Redes

- E se a Empresa A da fosse dividida em duas?
  - Criar duas sub-redes a partir da sub-rede da Empresa A
    - Aumentar o compr. do prefixo em 1 bit

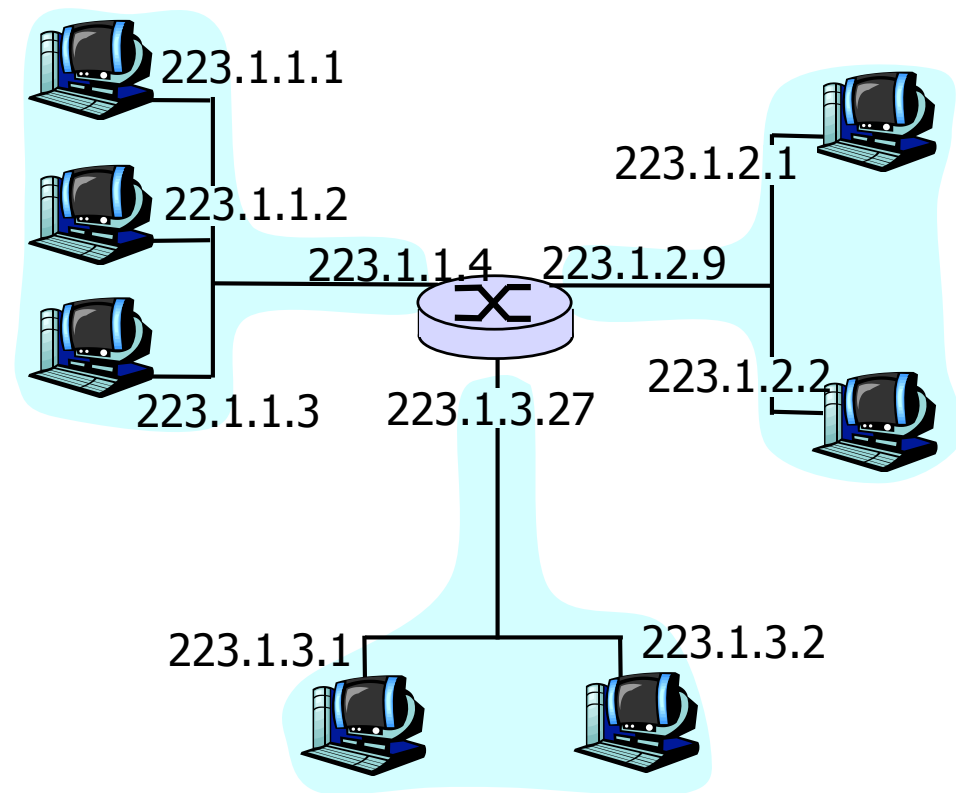
Provedor X 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/20



Empresa A1	<u>11001000.00010111.00010000</u> <b>0</b> .00000000	200.23.16.0/24
Empresa A2	<u>11001000.00010111.00010000</u> <b>1</b> .00000000	200.23.17.0/24
Empresa B	<u>11001000.00010111.00010010</u> .00000000	200.23.18.0/23
Empresa C	<u>11001000.00010111.00010100</u> .00000000	200.23.20.0/23
Empresa D	<u>11001000.00010111.00010110</u> .00000000	200.23.22.0/23
Empresa E	<u>11001000.00010111.00011000</u> .00000000	200.23.24.0/23
Empresa F	<u>11001000.00010111.00011010</u> .00000000	200.23.26.0/23
Empresa G	<u>11001000.00010111.00011100</u> .00000000	200.23.28.0/23
Empresa H	<u>11001000.00010111.00011110</u> .00000000	200.23.30.0/23

# Sub-Redes

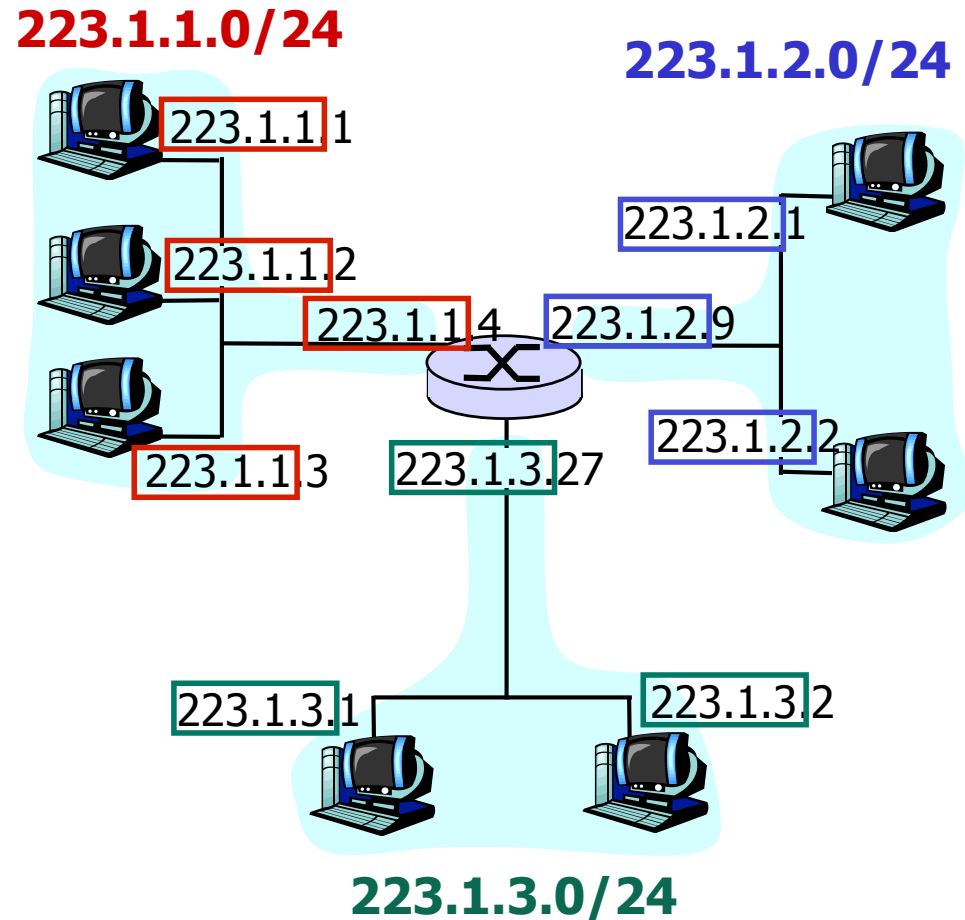
- O que é uma sub-rede IP?
  - Interfaces de dispositivos com a mesma parte de rede nos seus endereços IP
  - Podem alcançar um ao outro sem passar por um roteador



Esta rede consiste de 3 sub-redes IP

# Sub-Redes

- O que é uma sub-rede IP?
  - Interfaces de dispositivos com a mesma parte de rede nos seus endereços IP
  - Podem alcançar um ao outro sem passar por um roteador



Esta rede consiste de 3 sub-redes IP

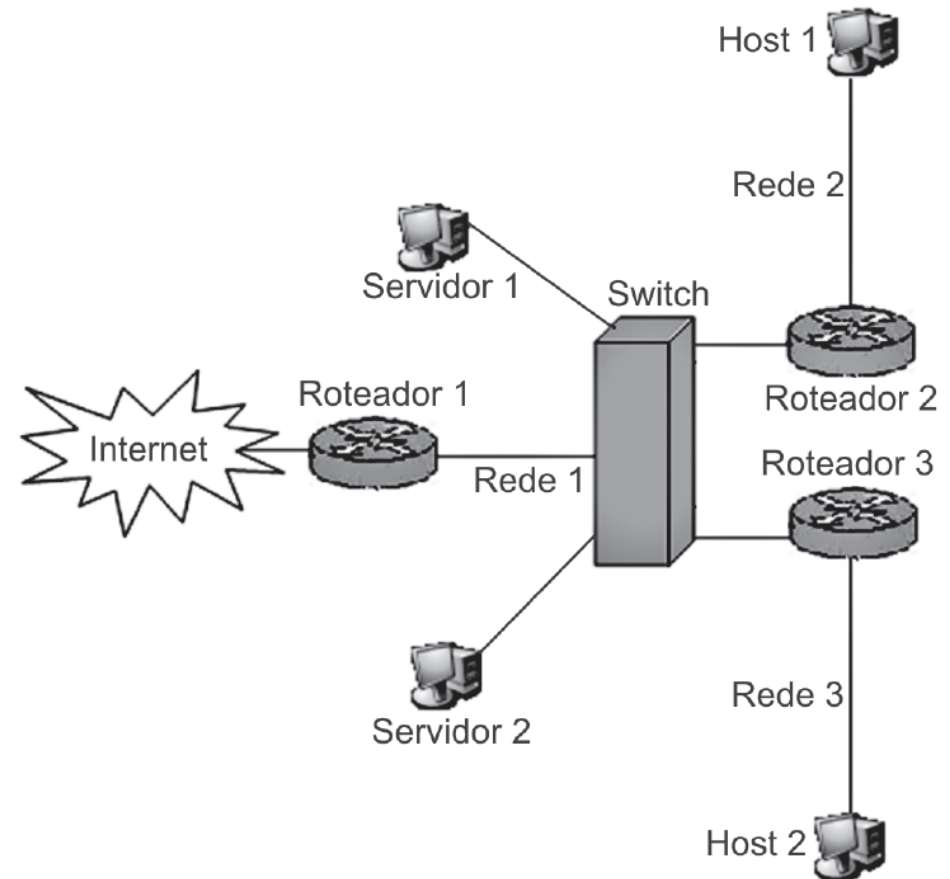
# Sub-Redes

35

O administrador da rede representada na figura recebeu o endereço IP 199.120.100.0 para utilizá-lo em 24 endereços da Rede 1, em 61 endereços da Rede 2 e, em 30 endereços da Rede 3. Uma configuração válida para o host 1, na rede 2, quanto ao seu endereço IP, máscara de sub-rede e gateway default, respectivamente, é

- (A) 199.120.100.61, 255.255.255.224, 199.120.100.61
- (B) 199.120.100.62, 255.255.255.224, 199.120.100.63
- (C) 199.120.100.63, 255.255.255.128, 199.120.100.62
- (D) 199.120.100.64, 255.255.255.128, 199.120.100.65
- (E) 199.120.100.66, 255.255.255.192, 199.120.100.65

- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede



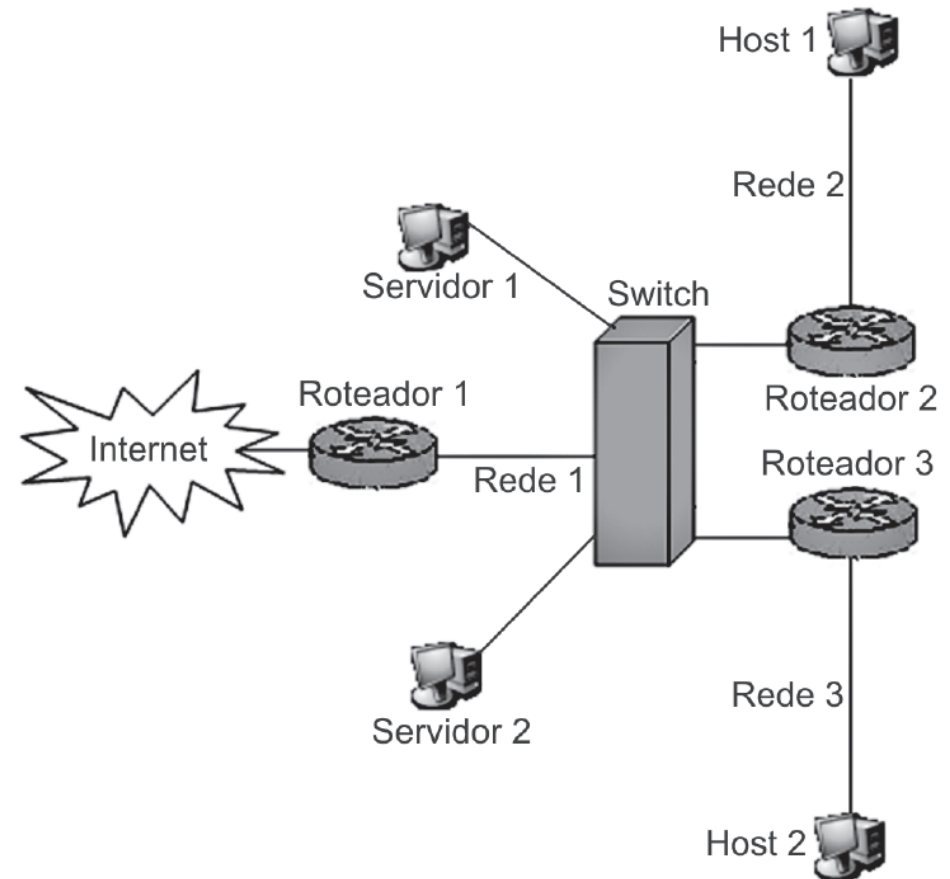
# Sub-Redes

35

O administrador da rede representada na figura recebeu o endereço IP 199.120.100.0 para utilizá-lo em 24 endereços da Rede 1, em 61 endereços da Rede 2 e, em 30 endereços da Rede 3. Uma configuração válida para o host 1, na rede 2, quanto ao seu endereço IP, máscara de sub-rede e gateway default, respectivamente, é

- (A) 199.120.100.61, 255.255.255.224, 199.120.100.61
- (B) 199.120.100.62, 255.255.255.224, 199.120.100.63
- (C) 199.120.100.63, 255.255.255.128, 199.120.100.62
- (D) 199.120.100.64, 255.255.255.128, 199.120.100.65
- (E) 199.120.100.66, 255.255.255.192, 199.120.100.65**

- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede

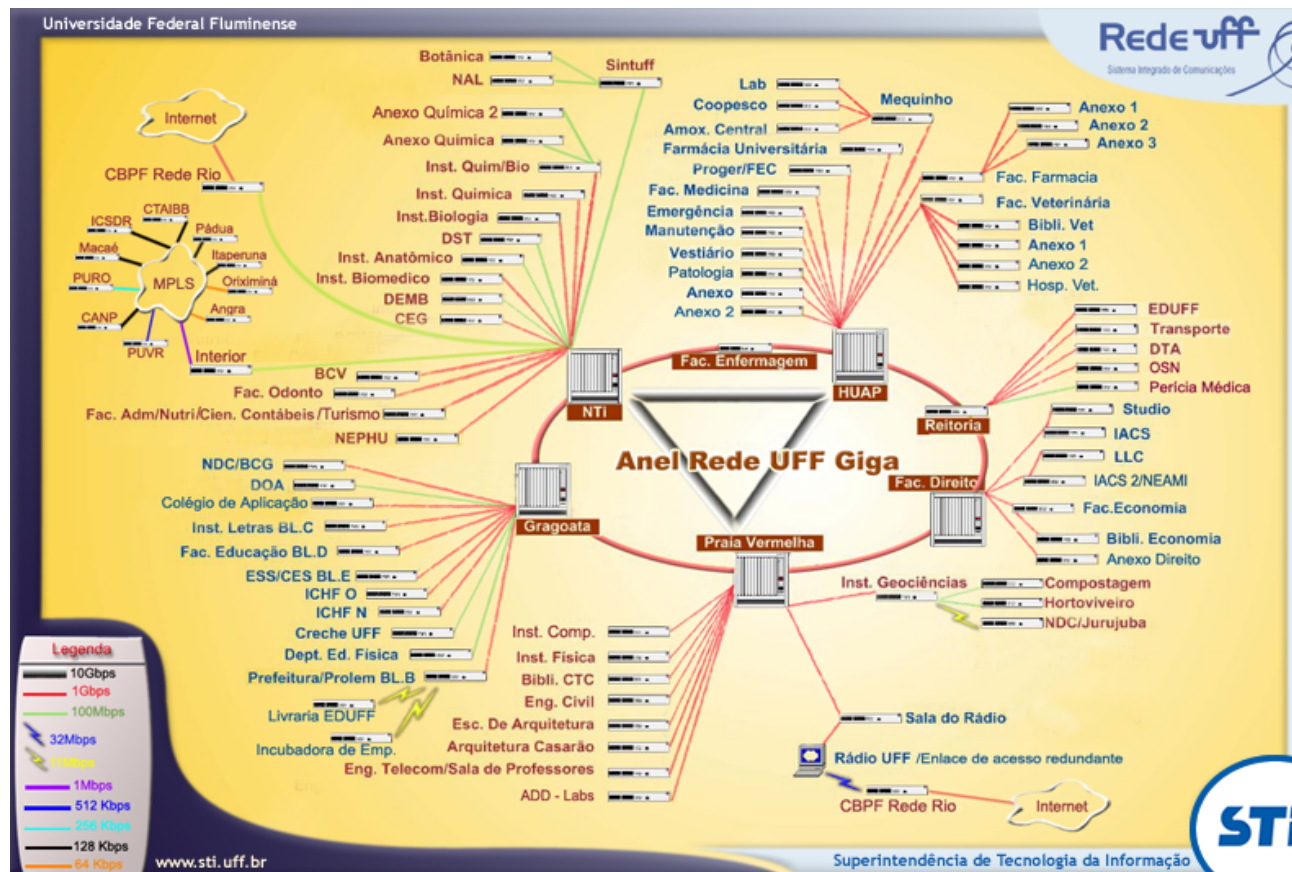


**Host 1 está na Rede2: 61 endereços  $\rightarrow 2^6 = 64$  endereços  
 $\rightarrow$  prefixo de  $32-6 = 26$  bits  $\rightarrow$  máscara deve ser 255.255.255.192**



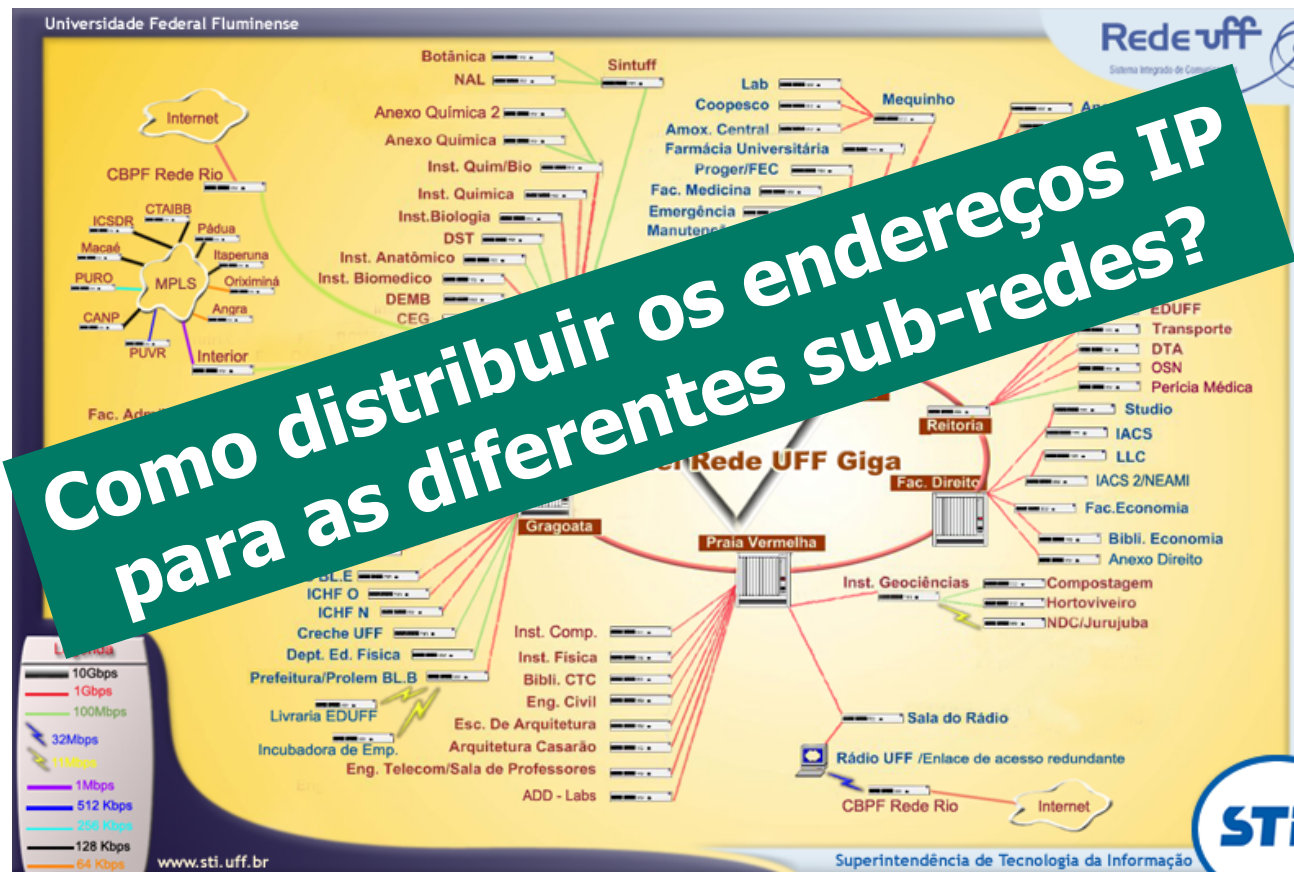
# Exemplo Prático: RedeUFF

- UFF: 200.20.0/20 → 200.20.0.0 até 200.20.15.255
  - $2^{12} = 4096$  endereços



# Exemplo Prático: RedeUFF

- UFF: 200.20.0/20 → 200.20.0.0 até 200.20.15.255
  - $2^{12} = 4096$  endereços



# Exemplo Prático: RedeUFF

- Alocação de endereços: subdivisão do 200.20.0/20
  - IC: 200.20.15.0/24  $\rightarrow 2^8 = 256$  endereços
  - Mídiacom: 200.20.10.64/27  $\rightarrow 2^5 = 32$  endereços
  - Eng. Telecomunicações: 3 “/27” (200.20.10.0/27, 200.20.10.32/27, 200.20.10.96/27)  $\rightarrow 3 \times 2^5 = 96$  endereços
  - Etc.

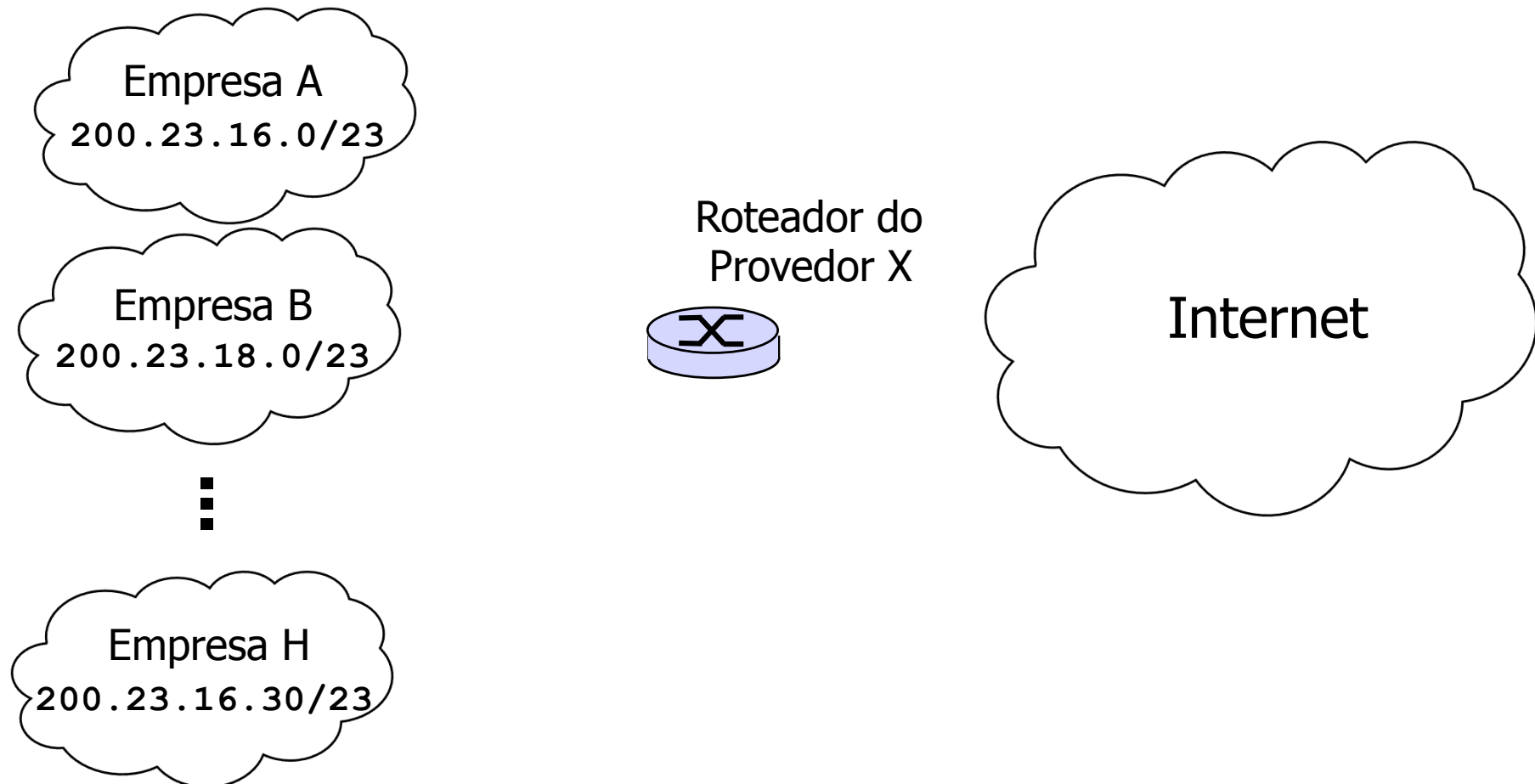
# Endereçamento Hierárquico

- Exemplo do Provedor X

Provedor X	<u>11001000.00010111.00010000.00000000</u>	200.23.16.0/20
	↓	
Empresa A	<u>11001000.00010111.00010000.00000000</u>	200.23.16.0/23
Empresa B	<u>11001000.00010111.00010010.00000000</u>	200.23.18.0/23
Empresa C	<u>11001000.00010111.00010100.00000000</u>	200.23.20.0/23
Empresa D	<u>11001000.00010111.00010110.00000000</u>	200.23.22.0/23
Empresa E	<u>11001000.00010111.00011000.00000000</u>	200.23.24.0/23
Empresa F	<u>11001000.00010111.00011010.00000000</u>	200.23.26.0/23
Empresa G	<u>11001000.00010111.00011100.00000000</u>	200.23.28.0/23
Empresa H	<u>11001000.00010111.00011110.00000000</u>	200.23.30.0/23

# Endereçamento Hierárquico

- Exemplo do Provedor X



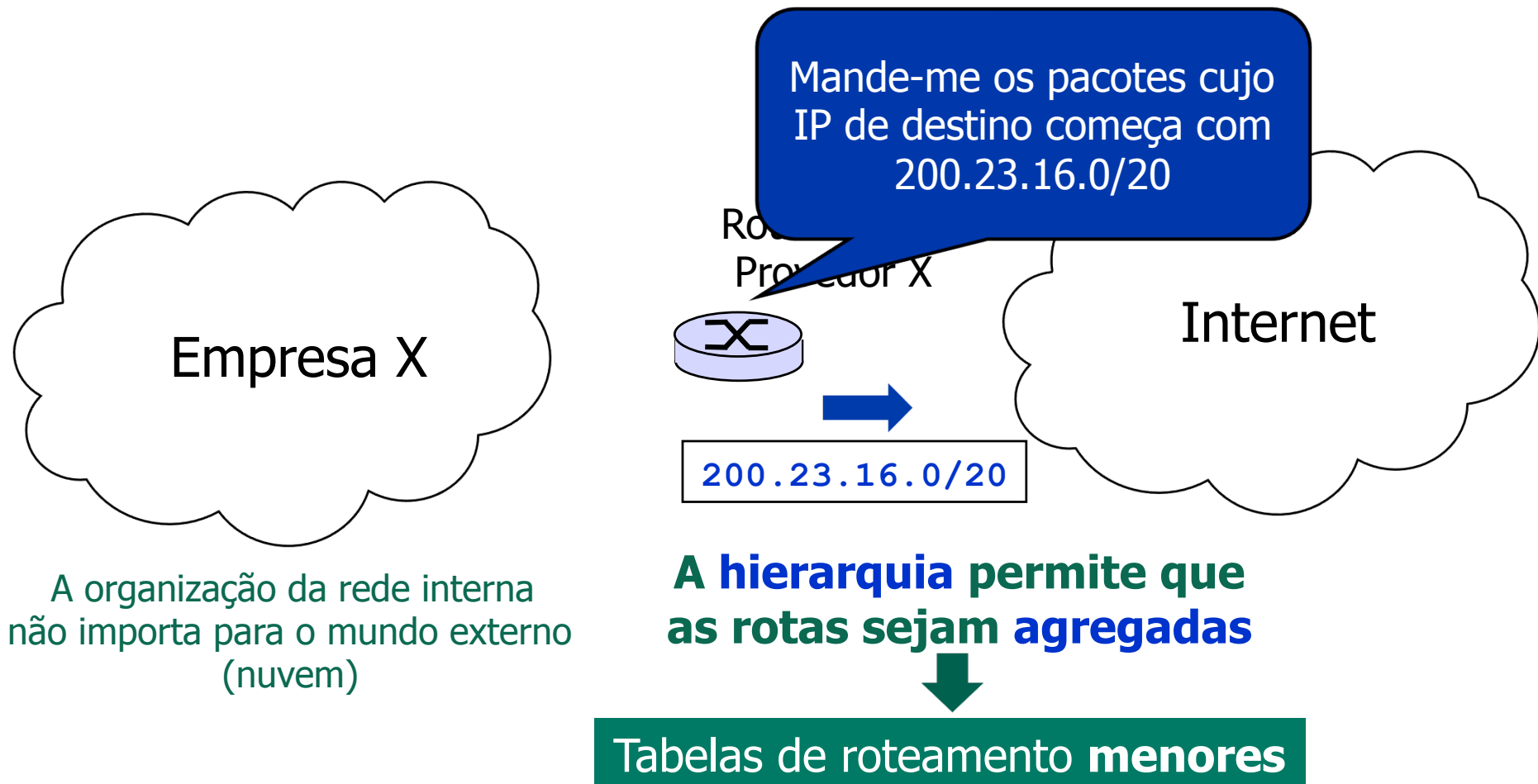
# Endereçamento Hierárquico

- Exemplo do Provedor X



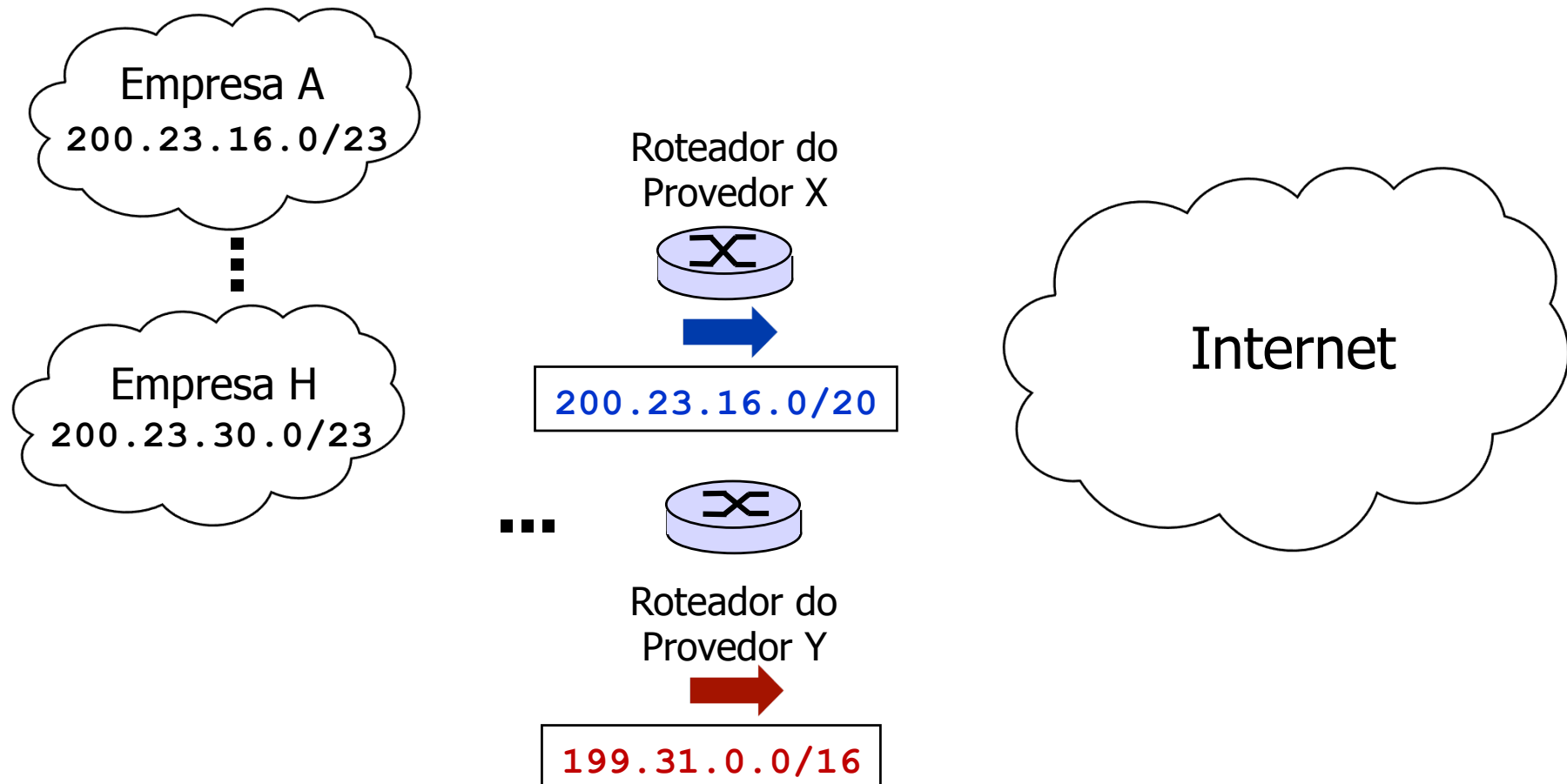
# Endereçamento Hierárquico

- Exemplo do Provedor X



# Endereçamento Hierárquico

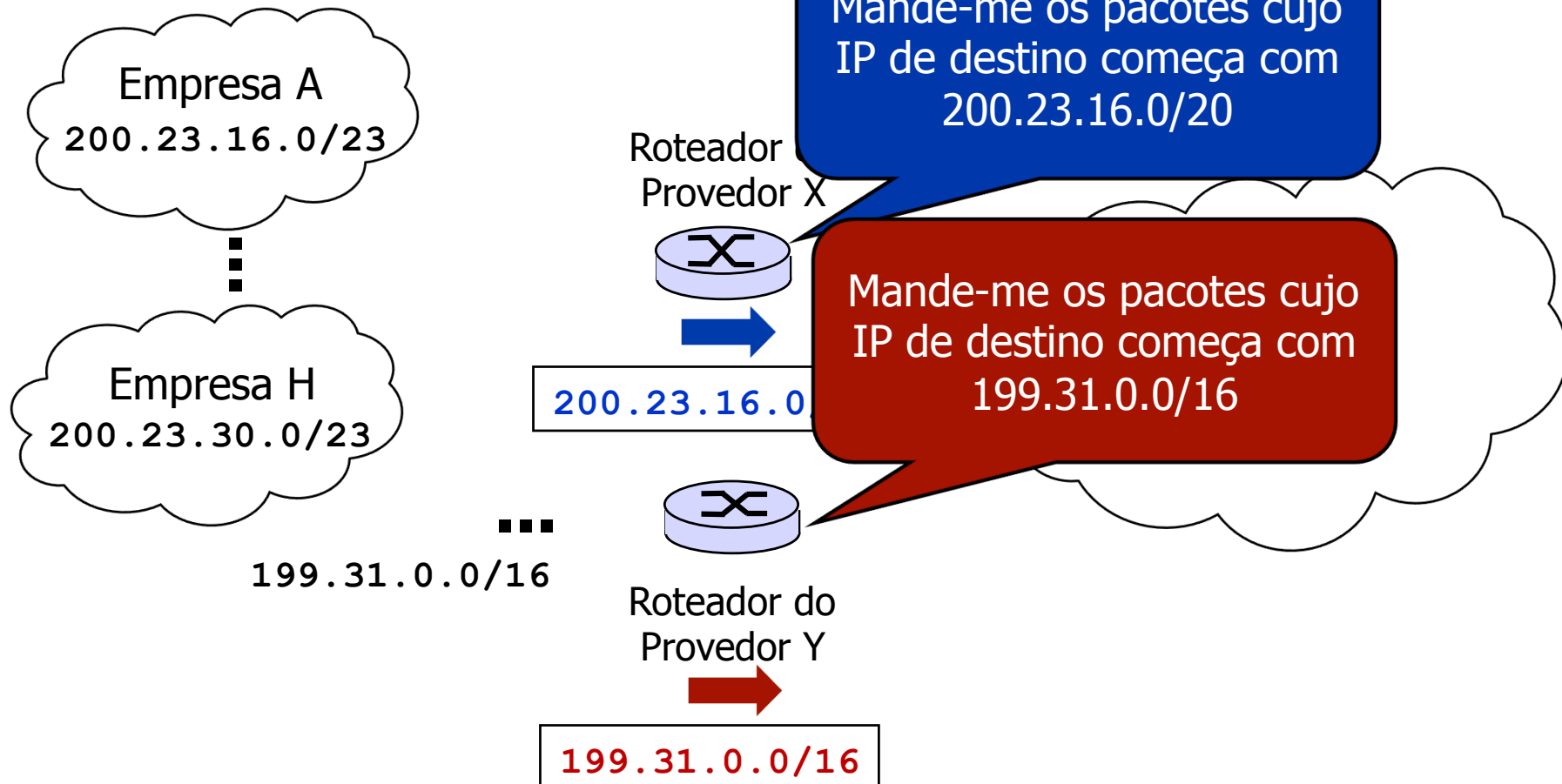
- Dois Provedores X e Y





# Endereçamento Hierárquico

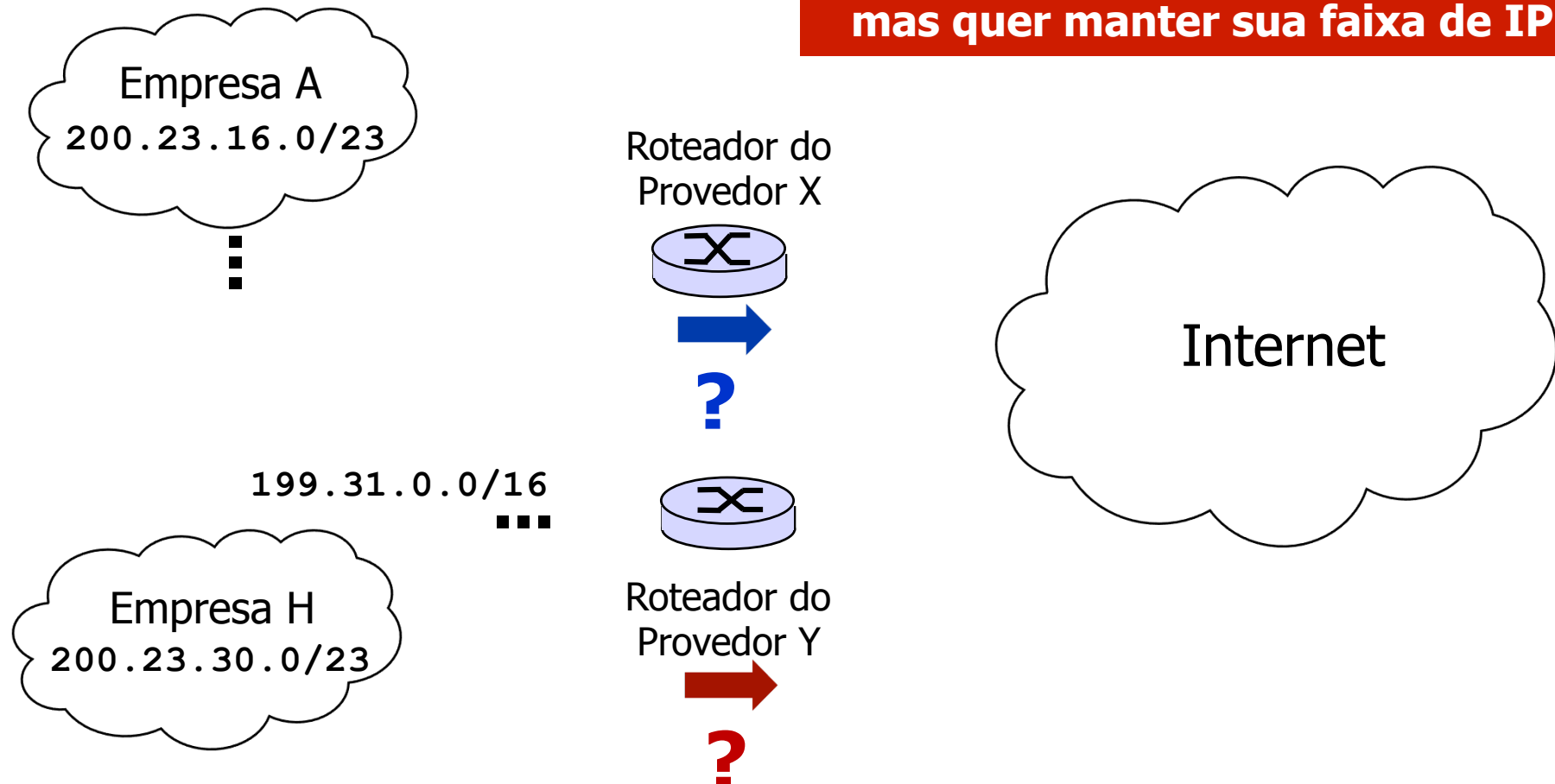
- Dois Provedores X e Y



# Endereçamento Hierárquico

- Dois Provedores X e Y

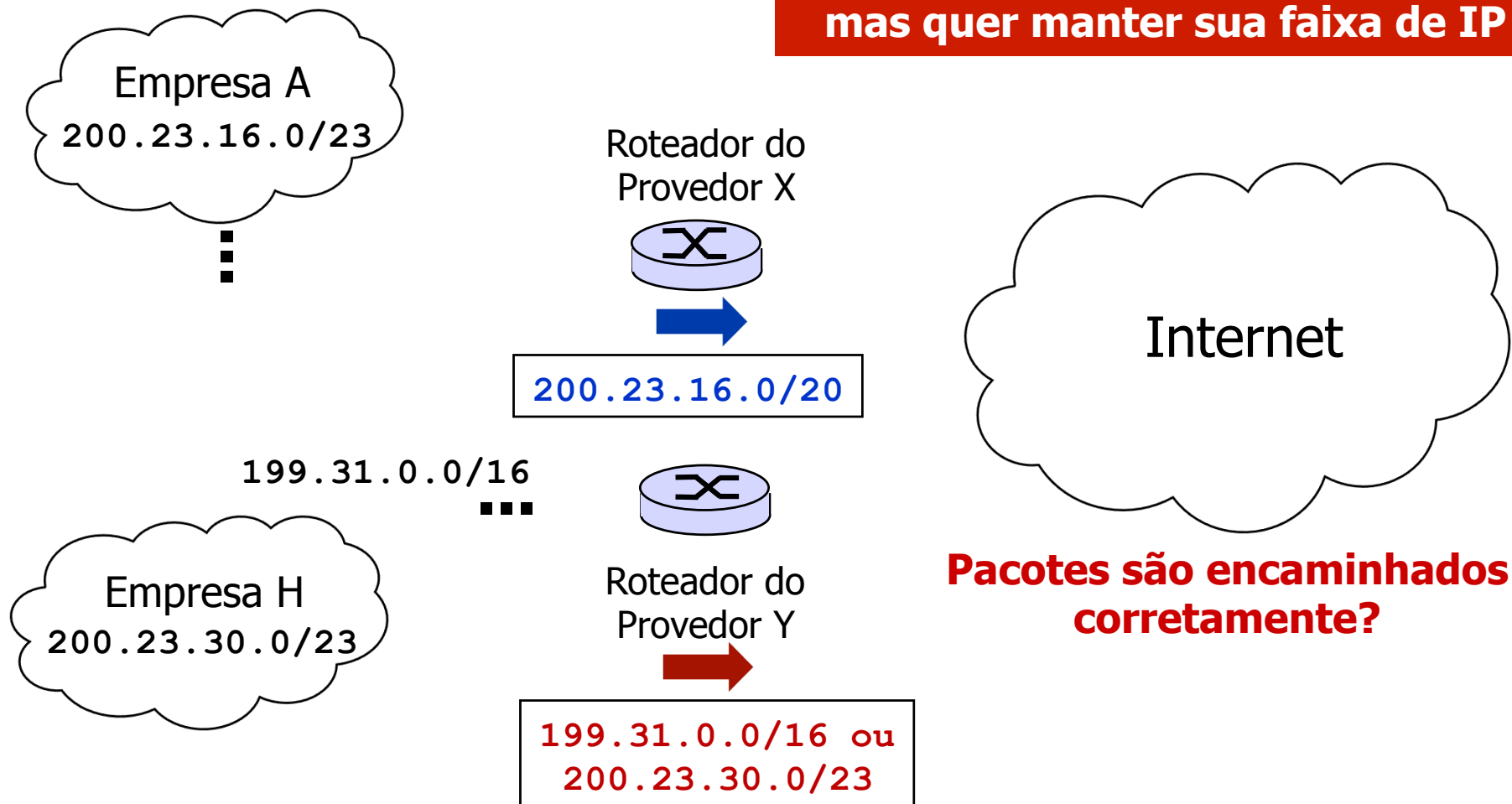
**Empresa H passa a ser cliente de Y, mas quer manter sua faixa de IP**



# Endereçamento Hierárquico

- Dois Provedores X e Y

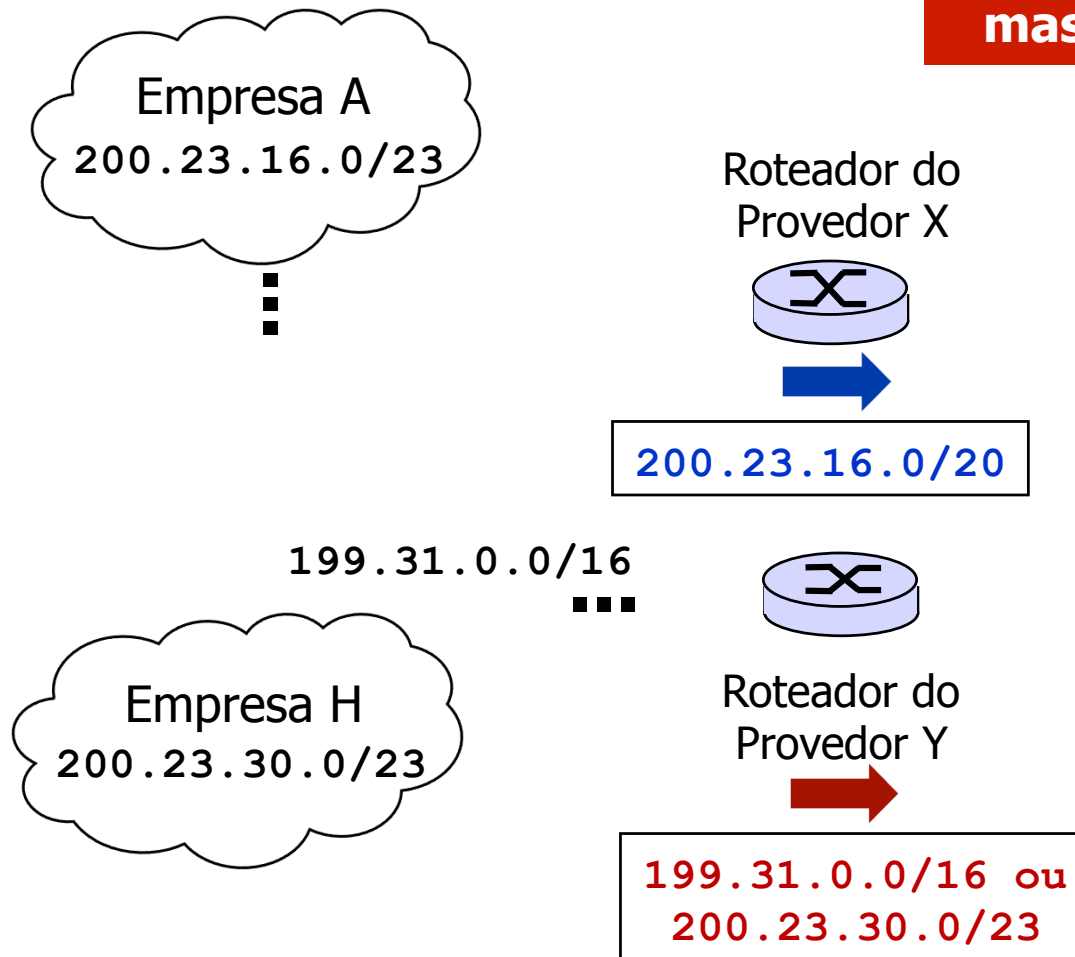
**Empresa H passa a ser cliente de Y, mas quer manter sua faixa de IP**



# Endereçamento Hierárquico

- Dois Provedores X e Y

**Empresa H passa a ser cliente de Y, mas quer manter sua faixa de IP**



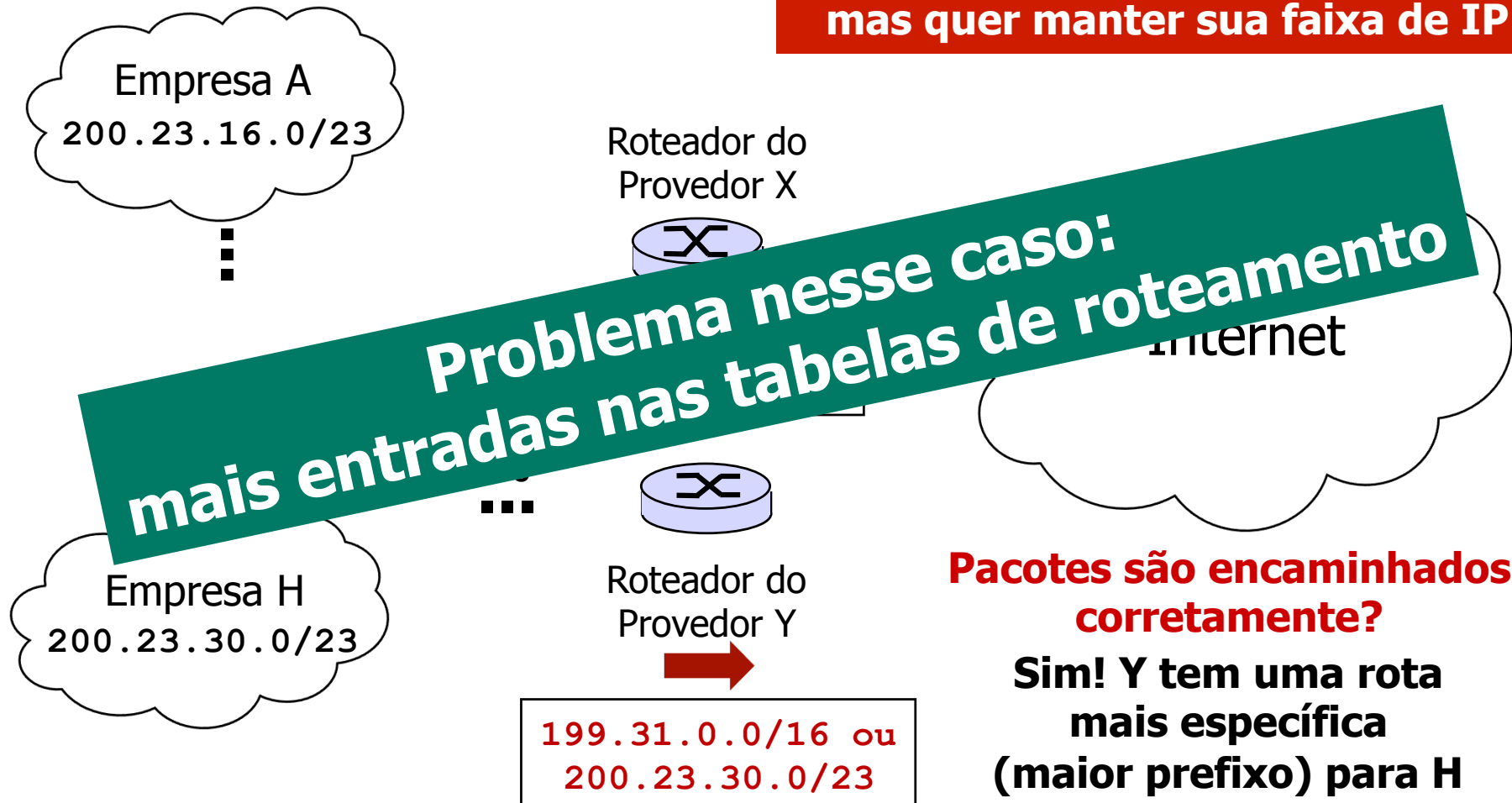
**Pacotes são encaminhados corretamente?**

**Sim! Y tem uma rota mais específica (maior prefixo) para H**

# Endereçamento Hierárquico

- Dois Provedores X e Y

**Empresa H passa a ser cliente de Y, mas quer manter sua faixa de IP**



# Endereços e Interfaces

- Endereços IP identificam **interfaces de rede**
  - **NÃO** identificam estações
    - Uma única estação pode ter várias interfaces de rede
- Uma estação com várias interfaces de rede possui vários endereços IP
  - Estação *multi-homed*
    - Exs. roteadores, estações que balanceiam o tráfego entre diversas redes
- Cada endereço pertence a uma sub-rede, que geralmente corresponde a uma “rede física”

# Endereços e Interfaces

- Entradas na tabela de roteamento dos roteadores
  - Normalmente apontam para **sub-redes**
    - Entretanto, podem eventualmente apontar para endereços de máquinas

```
[user@exemplo ~]$ route -n
```

```
Tabela de Roteamento IP do Kernel
```

Destino	Roteador	MáscaraGen.	Opções	Métrica	Ref	Usa	Uso	Iface
200.20.10.64	0.0.0.0	255.255.255.224	U	0	0	0	0	eth0
169.254.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	0	0	0	0	eth0
0.0.0.0	200.20.10.65	0.0.0.0	UG	0	0	0	0	eth0

# Endereços Especiais

- Endereço de rede
  - Usado para identificar uma rede
  - Geralmente, o primeiro endereço IP da faixa de endereços
    - Ex1.: 200.20.15.0 → Rede do IC
    - Ex2.: 200.20.10.64 → Rede do Mídiacom
- O "0" pode ser utilizado como **endereço de origem de um pacote IP**, quando o número de rede é desconhecido, portanto:
  - 0.0.0.0 significa "esta estação nesta rede"
  - 0.x.y.z significa "a estação x.y.z nesta rede"
    - Utilizado por ex. quando uma estação está iniciando



# Endereços Especiais

- Difusão limitada (*limited broadcast*)
  - Formado por todos os bits em "1" – 255.255.255.255
  - Só pode ser utilizado como **endereço de destino**
  - Pacote é enviado a todas as estações da sub-rede
  - Não é retransmitido por um roteador

# Endereços Especiais

- Difusão direcionada (*directed broadcast*)
  - Todos os bits da “parte estação” do endereço são colocados em “1”
    - Ex. “A.255.255.255”, “C.C.C.255”
  - Com sub-redes a mesma regra é válida
    - Todos os bits do complemento da máscara são colocados em “1”
      - Ex1.: 200.20.15.255 → End. de *broadcast* do IC
      - Ex2.: 200.20.10.95 → End. de *broadcast* do Mídiacom

# Endereços Especiais

- Consequências
  - Não existe sub-rede identificada apenas por 0's,
  - Assim como não existe sub-rede identificada apenas por 1's
  - O tamanho da sub-rede é maior ou igual a 2 bits

# Endereços Especiais

- **ATENÇÃO** ao projetar uma rede
  - Considerar os endereços de rede e de *broadcast*
- Exemplo: 200.20.15.0/24  $\rightarrow 2^8 = 256$  endereços
  - É possível ter até  $(256 - 2) = 254$  estações na sub-rede
    - Endereço de rede: 200.20.15.0
    - Endereço de *broadcast*: 200.20.15.255

# Endereços Especiais

44

Dado o endereço IP 130.4.102.1 e máscara 255.255.252.0, qual é o último endereço IP válido na sub-rede?

- (A) 130.4.102.254
- (B) 130.4.102.255
- (C) 130.4.103.1
- (D) 130.4.103.254
- (E) 130.4.103.255

- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede

# Endereços Especiais

44

Dado o endereço IP 130.4.102.1 e máscara 255.255.252.0, qual é o último endereço IP válido na sub-rede?

- (A) 130.4.102.254
- (B) 130.4.102.255
- (C) 130.4.103.1
- (D) 130.4.103.254**
- (E) 130.4.103.255

- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede

**IP:**        10000010 . 00000100 . 01100110 . 00000001

**Masc.:**    11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

**Pref::**    10000010 . 00000100 . 011001**00** . 00000000

130 . 4 . 100 / 22

00 , 01 , 10 , **11**

# Endereços Especiais

44

Dado o endereço IP 130.4.102.1 e máscara 255.255.252.0, qual é o último endereço IP válido na sub-rede?

- (A) 130.4.102.254
- (B) 130.4.102.255
- (C) 130.4.103.1
- (D) 130.4.103.254**
- (E) 130.4.103.255

- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede

IP: 10000010 . 00000100 . 01100110 . 00000001

Masc.: 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Pref:: 10000010 . 00000100 . 01100100 . 00000000

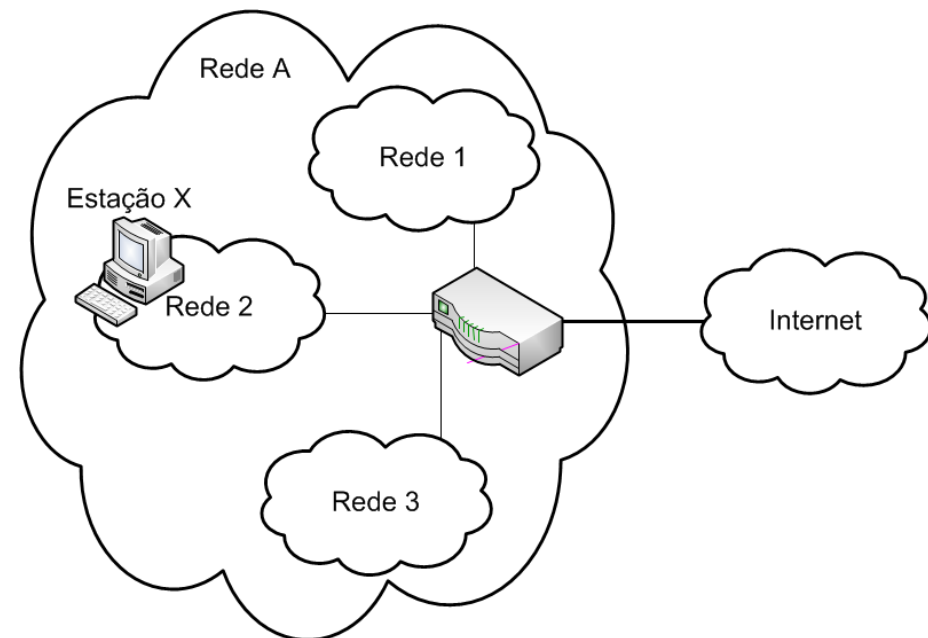
130 . 4 . 100 / 22

00 , 01 , 10 , 11

Não considerar o *broadcast* 130.4.103.255

# Exercício

- O administrador da Rede A representada na figura ao lado possui a faixa de endereços IP iniciada por 200.120.100.0, que deve ser dividida entre suas sub-redes. A Rede 1 possui 24 estações, a Rede 2 possui 61 estações e a Rede 3 possui 30 estações. Com base nessas informações determine:
  1. O comprimento do prefixo da Rede A, considerando o menor comprimento do número de estação possível para acomodar as três sub-redes de A.
  2. Uma configuração válida para o endereço IP e a máscara de sub-rede da Estação X. Justifique sua resposta, indicando passo-a-passo como foram definidas as faixas de endereços IP para cada sub-rede e citando quais os endereços de rede e a máscara de sub-rede atribuídos para as Redes 1, 2 e 3.





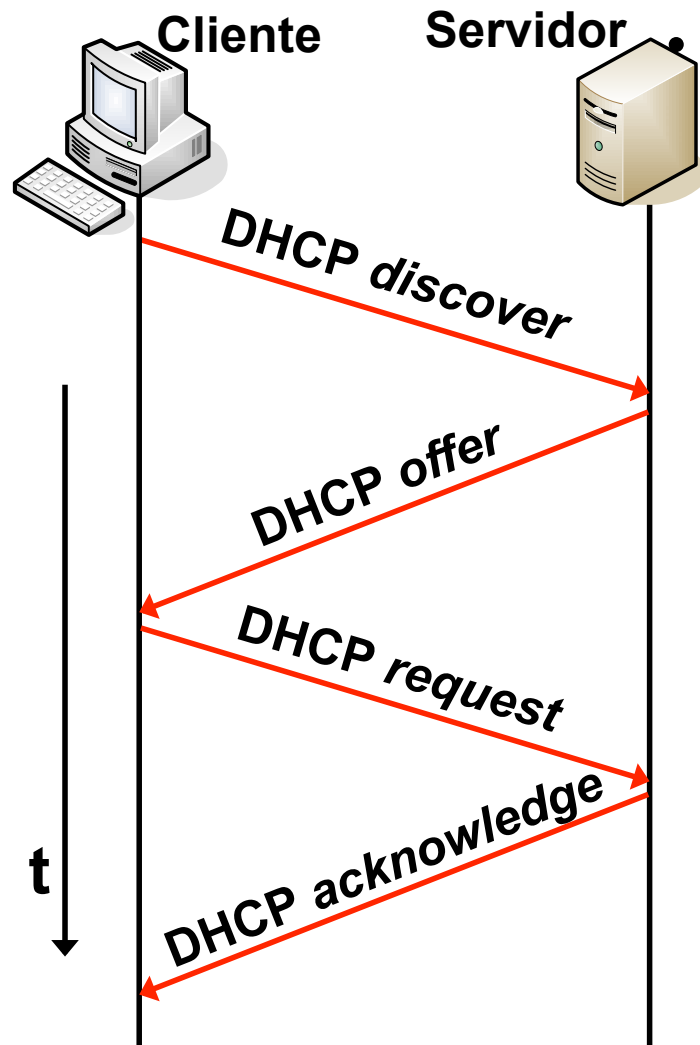
# *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP)

- A premissa até o momento é que cada estação conhece o seu próprio endereço IP
  - Endereço pré-configurado
- Entretanto, isso pode nem sempre ser verdade...
  - Nesses casos, é necessário obter um endereço IP
- Alguns protocolos com essa finalidade são
  - RARP: *Reverse Address Resolution Protocol*
  - BOOTP: *Bootstrap Protocol*
  - DHCP
    - Mais utilizado atualmente

# Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- Aloca automaticamente endereços IP para estações em uma sub-rede
  - Os endereços podem ser reusados
- Passa outras informações adicionais
  - Ex. Rota *default*, máscara de sub-rede, servidor DNS
- Utiliza uma arquitetura cliente-servidor
  - Cliente DHCP
    - Estação que solicita parâmetros de configuração de rede
  - Servidor DHCP
    - Estação que responde as solicitações por parâmetros de configuração das estações clientes

# Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

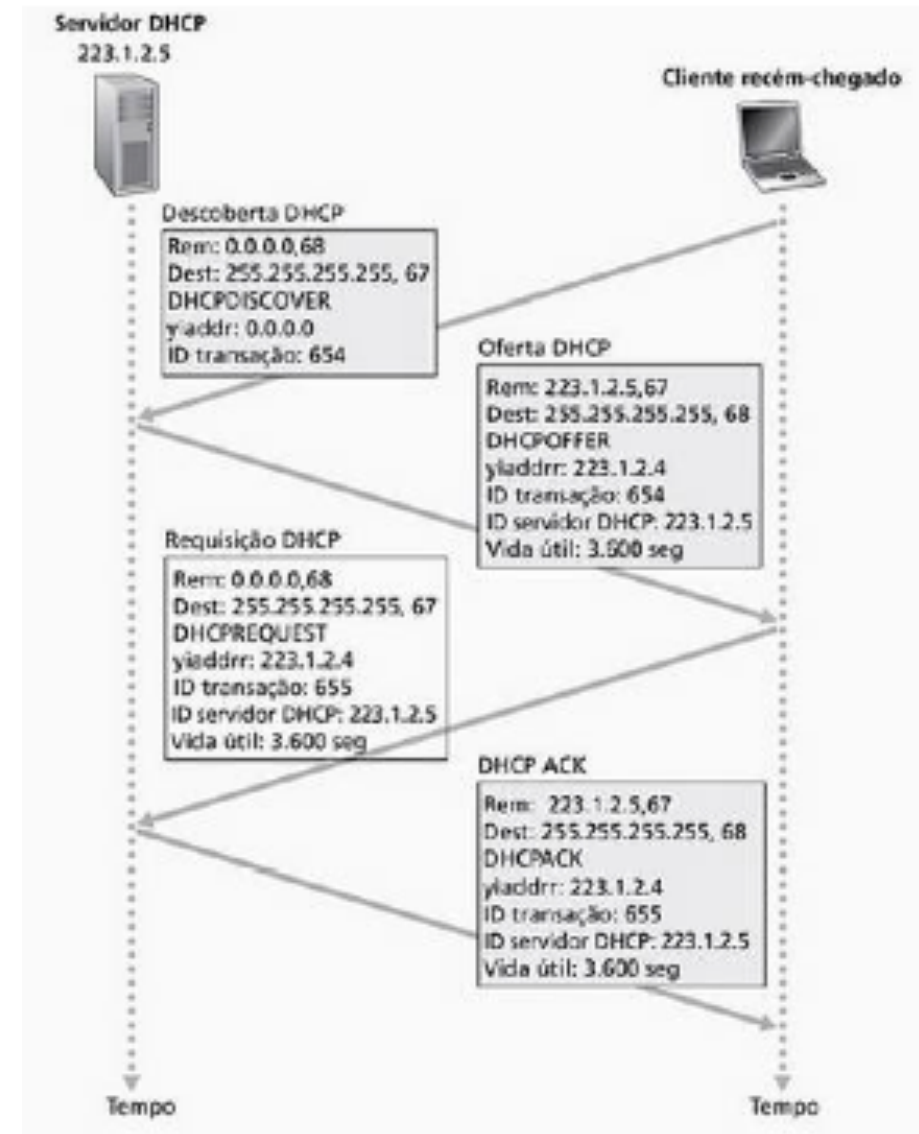


Processo realizado em 4 etapas:

- DHCP *discover*
  - Cliente envia mensagem em *broadcast* para descobrir os servidores disponíveis
- DHCP *offer*.
  - Servidores DHCP disponíveis respondem com um endereço IP disponível e outras configurações de rede
- DHCP *request*
  - Cliente escolhe uma das ofertas recebidas e solicita individualmente a um servidor as suas configurações
- DHCP *acknowledge*
  - Servidor envia endereço IP e as outras configurações de rede

# Exemplo DHCP

- DHCP usa UDP
  - servidor porta 67 e
  - cliente porta 68



# Network Address Translation (NAT)

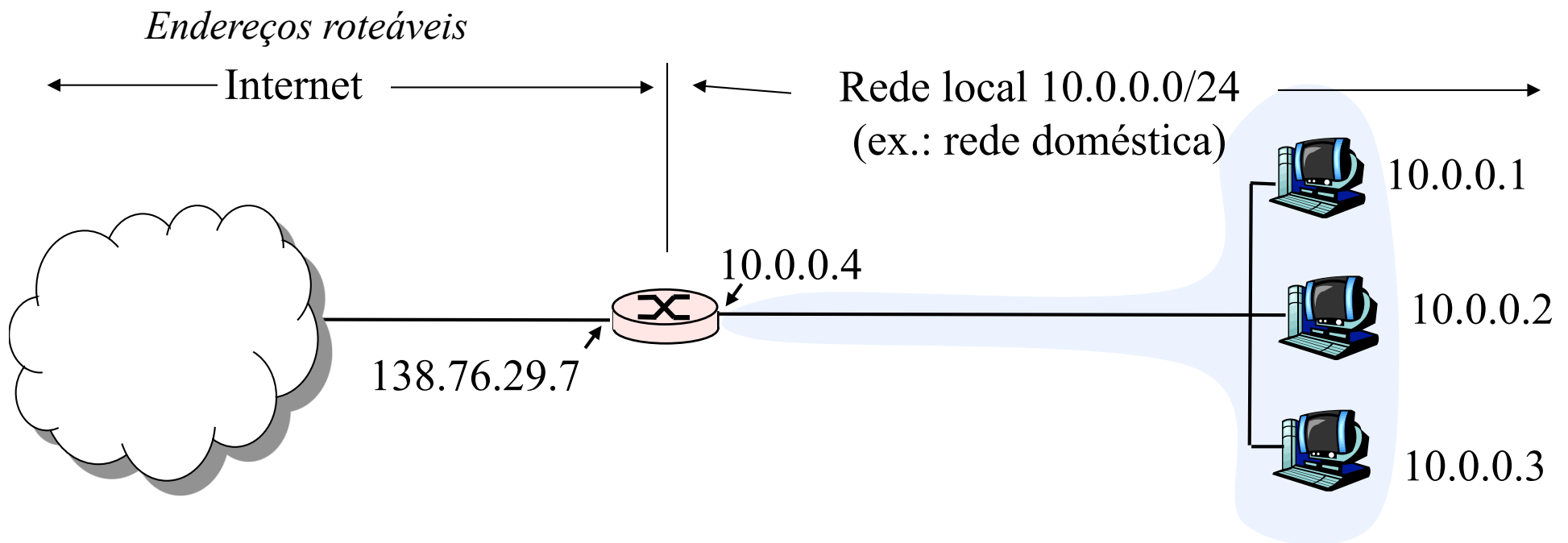
- Recurso utilizado inicialmente para contornar a possível escassez de endereços IP
  - Usado por mais da metade dos usuários domésticos nos EUA
- Endereço IP público X Endereço IP privado
  - Endereço IP público
    - Definido em escopo global → Internet
      - Endereço roteável
  - Endereço IP privado
    - Definido em escopo local → rede local
      - Endereço não roteável
        - » Blocos de endereços definidos pelo IANA: Rede 10.0.0.0/8, 192.168.0.0/16 e 172.16.0.0/12

# Network Address Translation (NAT)

- IP *masquerading*
  - Processo de tradução dos endereços de uma rede local com endereços privados para endereços públicos
    - Consiste em “mascarar” um espaço de endereços privados para Internet
  - Roteador deve manter estado dos fluxos que possuem pacotes traduzidos
    - Necessário para encaminhar respostas para a origem
  - Roteador responsável pela tradução pode converter...
    - Endereço IP da origem para endereço IP próprio
    - Porta de origem para uma porta conhecida

# Network Address Translation (NAT)

- Estrutura



# Network Address Translation (NAT)

- Funcionamento

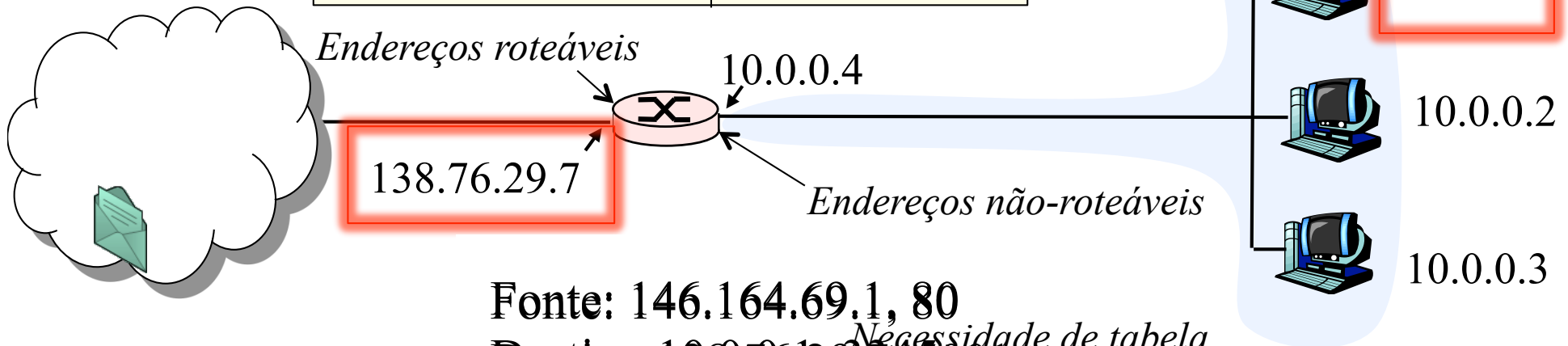
Fonte: 146.164.69.1, 80

Destino: 10.0.0.1, 3345

Fonte: 10.0.0.1, 3345

Destino: 146.164.69.1, 80

Tabela de tradução NAT	
Lado WAN	Lado LAN
138.76.29.7, 5001	10.0.0.1, 3345



Fonte: 146.164.69.1, 80

Fonte: 146.164.69.1, 80

Destino: 138.76.29.7, 5001

Destino: 138.76.29.7, 5001

*Necessidade de tabela de tradução NAT*

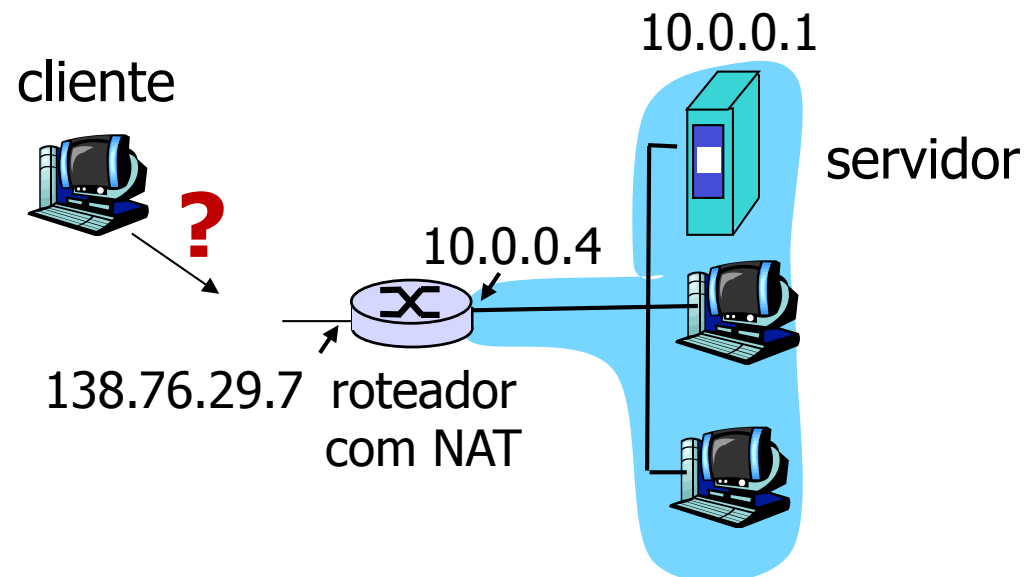


# Network Address Translation (NAT)

- Quebra do requisito fim-a-fim da Internet
  - Nós na Internet não conseguem se comunicar com nós “atrás” de dispositivos NAT
    - Prejudicam as aplicações par-a-par
- Soluções
  - Mapeamento de portas
    - NAT estático
  - UPnP (*Universal Plug-and-Play*)
    - Padrão que utiliza protocolos para realizar mapeamento automático de portas
  - Uso de nós intermediários
    - Ex.: Skype

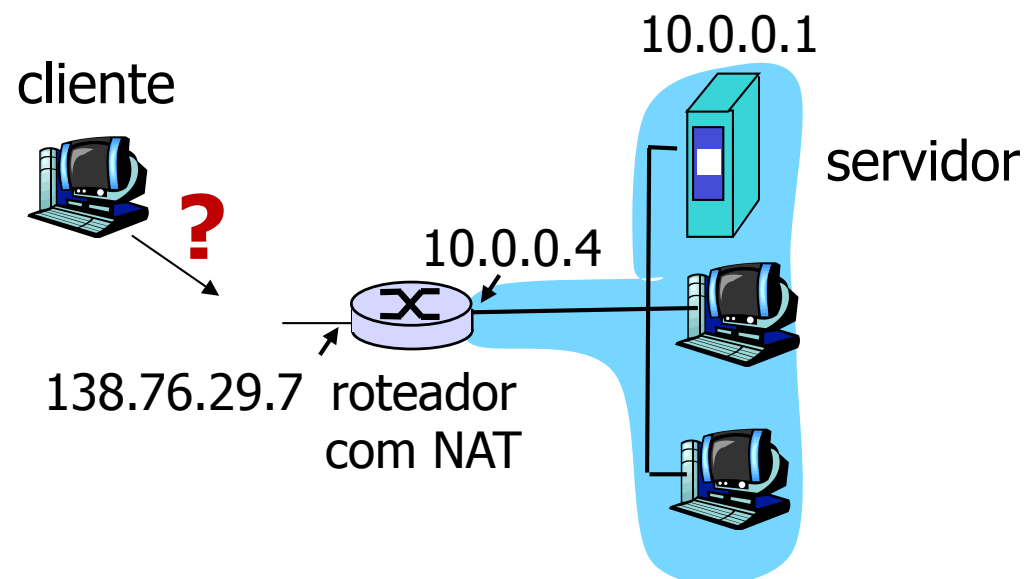
# Como atravessar o NAT?

- Problema: cliente quer se conectar com servidor, cujo endereço é 10.0.0.1
  - Endereço do servidor é local à LAN que usa NAT
    - Cliente não pode usá-lo como endereço de destino
  - Único endereço válido externamente é o do roteador: 138.76.29.7



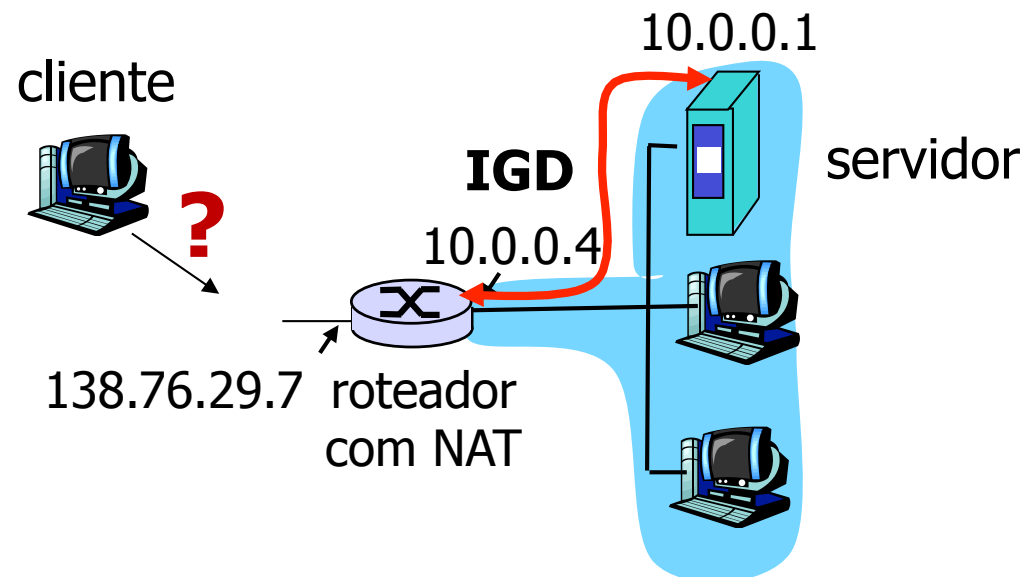
# Como atravessar o NAT?

- Solução 1: Configurar o roteador NAT **estaticamente** para encaminhar pedidos de requisição de conexão em uma dada porta para o servidor
  - Ex.: (138.76.29.7, porta 2500) sempre é encaminhado para (10.0.0.1, porta 25000)



# Como atravessar o NAT?

- Solução 2: *Universal Plug and Play (UPnP) Internet Gateway Device (IGD) Protocol*
  - Permite que estações “atrás” do roteador
    - Aprendam o endereço IP público (138.76.29.7)
    - Adicionem/removam mapeamentos de portas (com tempos de liberação)



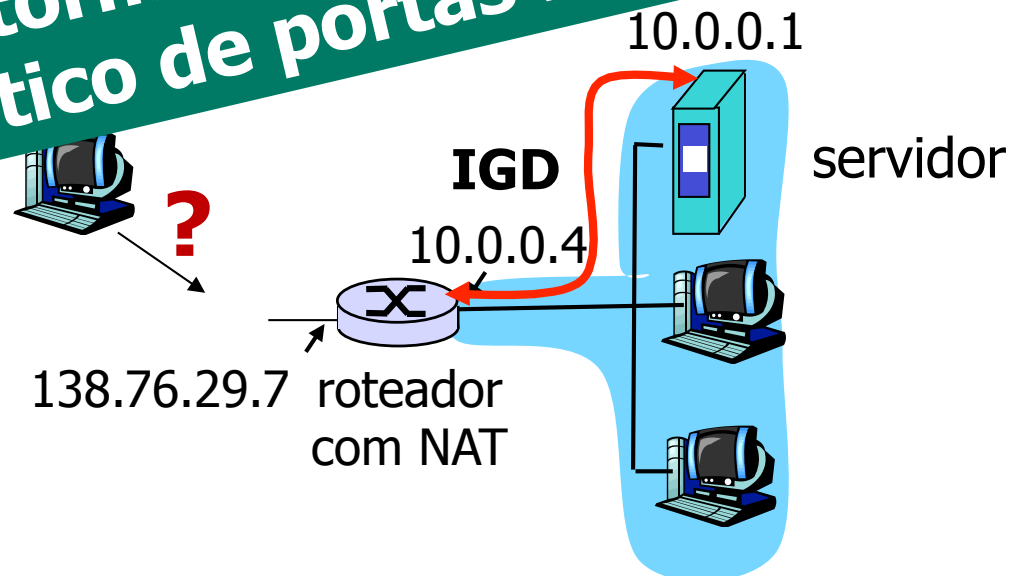
# Como atravessar o NAT?

- Solução 2: *Universal Plug and Play (UPnP) Internet Gateway Device (IGD) Protocol*

- Permite que estações "atrás" do roteador

- Aprendam o endereço IP público (138.76.29.7)
- Adicionem/removam regras de liberação (portas de

**UPnP: torna automático o mapeamento estático de portas no roteador NAT**



# UPnP – *Universal Plug and Play*

- Funcionamento
  - Aplicação executando em uma estação pode solicitar um mapeamento NAT entre (*IP privado, #porta privado*) e (*IP público, #porta público*) para algum número de porta público
  - Se o NAT aceitar o pedido, estações remotas podem iniciar conexões TCP para a porta pública e as aplicações podem anunciar seu par IP e porta públicos para a Internet

# Como atravessar o NAT?

- Solução 3: Uso de nós intermediários (Ex. Skype)
  - Cliente atrás do NAT estabelece uma conexão com o nó intermediário (*relay*)
  - Cliente externo se conecta ao nó intermediário
  - Nó intermediário faz uma ponte entre as duas conexões

