

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

\leftarrow número de rede \rightarrow número de estação
 11001000 00010111 00010000 00000000
 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 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/20



Empresa A 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/23

Empresa B 11001000.00010111.00010010.00000000 200.23.18.0/23

Empresa C 11001000.00010111.00010100.00000000 200.23.20.0/23

Empresa D 11001000.00010111.00010110.00000000 200.23.22.0/23

Empresa E 11001000.00010111.00011000.00000000 200.23.24.0/23

Empresa F 11001000.00010111.00011010.00000000 200.23.26.0/23

Empresa G 11001000.00010111.00011100.00000000 200.23.28.0/23

Empresa H 11001000.00010111.00011110.00000000 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 11001000.00010111.00010000.00000000 200.23.16.0/24

Empresa A2 11001000.00010111.00010001.00000000 200.23.17.0/24

Empresa B 11001000.00010111.00010010.00000000 200.23.18.0/23

Empresa C 11001000.00010111.00010100.00000000 200.23.20.0/23

Empresa D 11001000.00010111.00010110.00000000 200.23.22.0/23

Empresa E 11001000.00010111.00011000.00000000 200.23.24.0/23

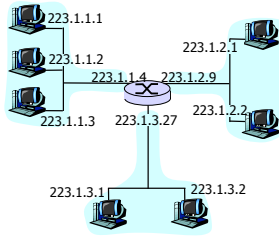
Empresa F 11001000.00010111.00011010.00000000 200.23.26.0/23

Empresa G 11001000.00010111.00011100.00000000 200.23.28.0/23

Empresa H 11001000.00010111.00011110.00000000 200.23.30.0/23

Sub-Redes

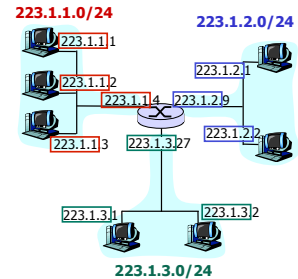
- O que é uma sub-rede IP?
 - Interfaces de dispositivos com a mesma parte de rede nos seus endereços IP
 - Podem alcançar um ao outro sem passar por um roteador



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

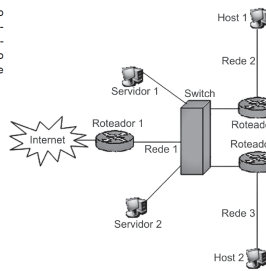
Sub-Redes

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

- 199.120.100.61, 255.255.255.224, 199.120.100.61
- 199.120.100.62, 255.255.255.224, 199.120.100.63
- 199.120.100.63, 255.255.255.128, 199.120.100.62
- 199.120.100.64, 255.255.255.128, 199.120.100.65
- 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

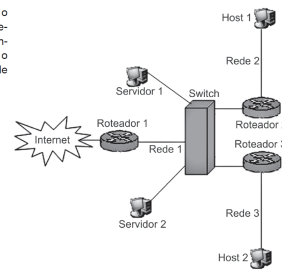
35

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

- 199.120.100.61, 255.255.255.224, 199.120.100.61
- 199.120.100.62, 255.255.255.224, 199.120.100.63
- 199.120.100.63, 255.255.255.128, 199.120.100.62
- 199.120.100.64, 255.255.255.128, 199.120.100.65
- 199.120.100.66, 255.255.255.192, 199.120.100.65

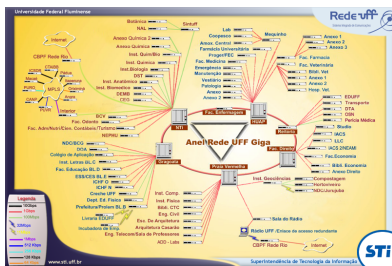
- Exercício retirado da prova objetiva do Concurso IBGE - Edital Nº. 06/2009 para o cargo de Análise de Sistemas/Suporte à Comunicação de Rede

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 \rightarrow 200.20.0.0 até 200.20.15.255
- $2^{12} = 4096$ endereços



Exemplo Prático: RedeUFF

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



Como distribuir os endereços IP para as diferentes sub-redes?

Exemplo Prático: RedeUFF



- Alocação de endereços: subdivisão do 200.20.0/20
 - IC: 200.20.15.0/24 → $2^8 = 256$ endereços
 - Mídiacom: 200.20.10.64/27 → $2^5 = 32$ endereços
 - Eng. Telecomunicações: 3 "/>

Endereçamento Hierárquico



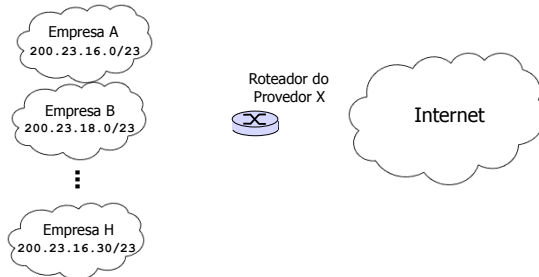
- Exemplo do Provedor X

Provedor X	<u>11001000.00010111.00010000.00000000</u>	200.23.16.0/20
Empresa A	<u>11001000.00010111.00010000</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

Endereçamento Hierárquico



- Exemplo do Provedor X



Endereçamento Hierárquico



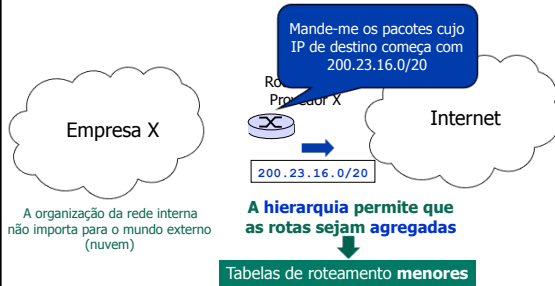
- Exemplo do Provedor X



Endereçamento Hierárquico



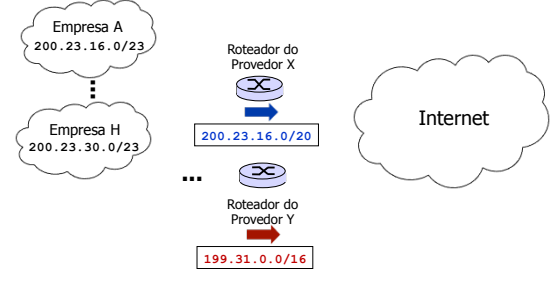
- Exemplo do Provedor X



Endereçamento Hierárquico



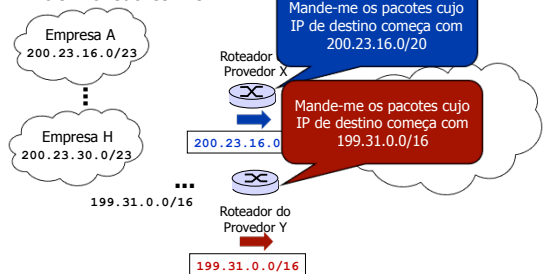
- Dois Provedores X e Y



Endereçamento Hierárquico



- Dois Provedores X e Y

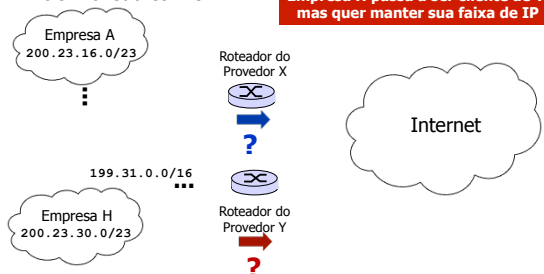


Endereçamento Hierárquico



- Dois Provedores X e Y

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

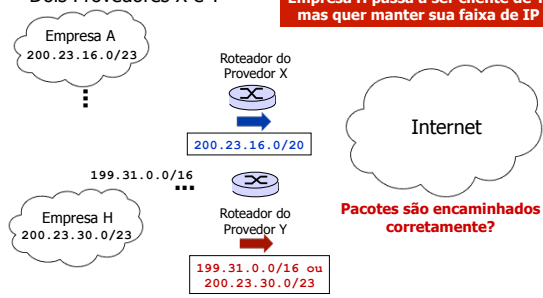


Endereçamento Hierárquico



- Dois Provedores X e Y

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

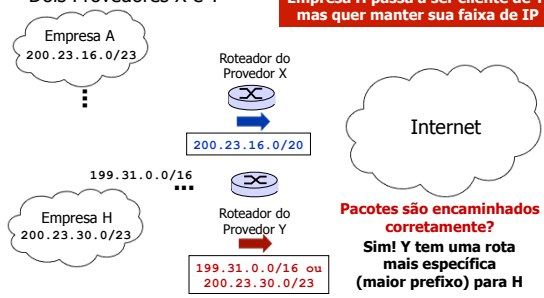


Endereçamento Hierárquico



- Dois Provedores X e Y

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

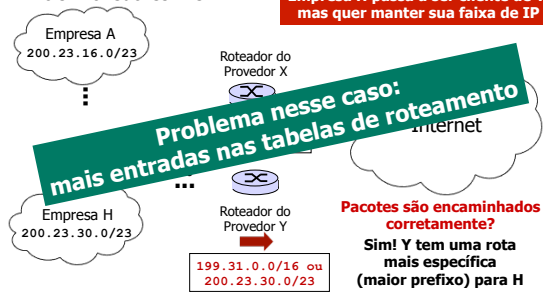


Endereçamento Hierárquico



- 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 Uso Iface
200.20.10.64 0.0.0.0       255.255.255.224 U        0      0 0 eth0
169.254.0.0  0.0.0.0       255.255.0.0  U        0      0 0 eth0
0.0.0.0      200.20.10.65 0.0.0.0      UG       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 → $2^8 = 256$ 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.: 10000010.00000100.01100100.00000000
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

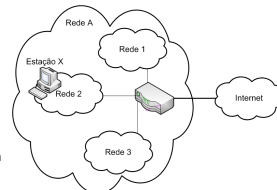
Não considerar o broadcast 130.4.103.255

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 estações 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)



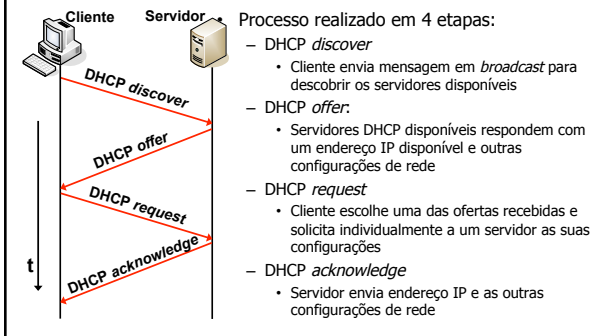
- A premissa até o momento é que cada estação conhece o seu próprio endereço IP
 - Endereço pré-configurado
- Entretanto, isso pode nem sempre ser verdade...
 - Nesses casos, é necessário obter um endereço IP
- Alguns protocolos com essa finalidade são
 - RARP: *Reverse Address Resolution Protocol*
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

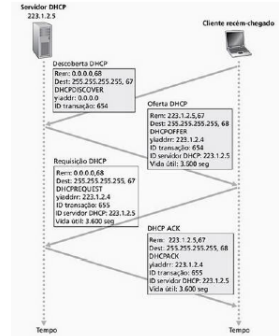
Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)



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)

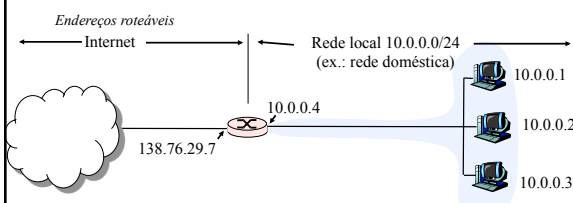


- IP *masquerading*
 - Processo de tradução dos endereços de uma rede local com endereços privados para endereços públicos
 - Consiste em "mascarar" um espaço de endereços privados para Internet
 - Roteador deve manter estado dos fluxos que possuem pacotes traduzidos
 - Necessário para encaminhar respostas 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)



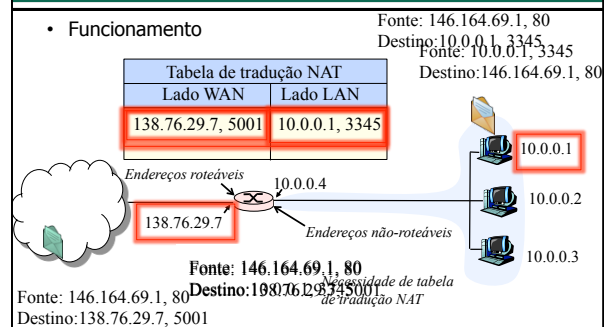
Estrutura



Network Address Translation (NAT)



Funcionamento



Network Address Translation (NAT)

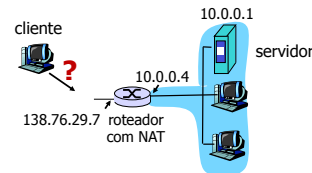


- Quebra do requisito fim-a-fim da Internet
 - Nós na Internet não conseguem se comunicar com nós "atrás" de dispositivos NAT
 - Prejudicam as aplicações par-a-par
- Soluções
 - Mapeamento de portas
 - NAT estático
 - UPnP (*Universal Plug-and-Play*)
 - Padrão que utiliza protocolos para realizar mapeamento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

Como atravessar o NAT?



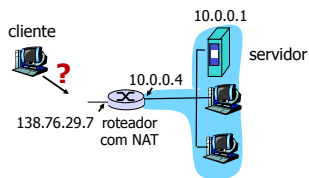
- Problema: cliente quer se conectar com servidor, cujo endereço é 10.0.0.1
 - Endereço do servidor é local à LAN que usa NAT
 - Cliente não pode usá-lo como endereço de destino
 - Único endereço válido externamente é o do roteador: 138.76.29.7



Como atravessar o NAT?



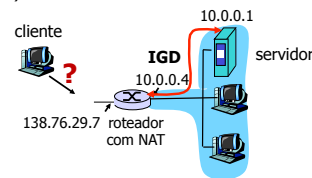
- Solução 1: Configurar o roteador NAT **estaticamente** para encaminhar pedidos de requisição de conexão em uma dada porta para o servidor
 - Ex.: (138.76.29.7, porta 2500) sempre é encaminhado para (10.0.0.1, porta 25000)



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)

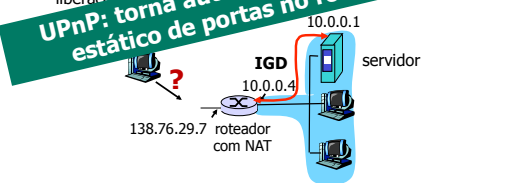


Como atravessar o NAT?



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

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

