



Redes de Computadores I

Endereçamento IP

Prof. Fernando Parente Garcia



Endereçamento IP

- Para que dois sistemas quaisquer comuniquem-se, eles precisam ser capazes de se identificar e localizar um ao outro;
- Cada computador em uma rede TCP/IP deve receber um identificador exclusivo, ou **endereço IP**;
 - Esse endereço permite que um computador localize outro computador na rede;
 - Um endereço IP é uma sequência de 32 bits;
 - Para facilitar a utilização do endereço IP, geralmente ele é escrito como quatro números decimais separados por pontos (formato decimal pontuado).

192.168.1.2

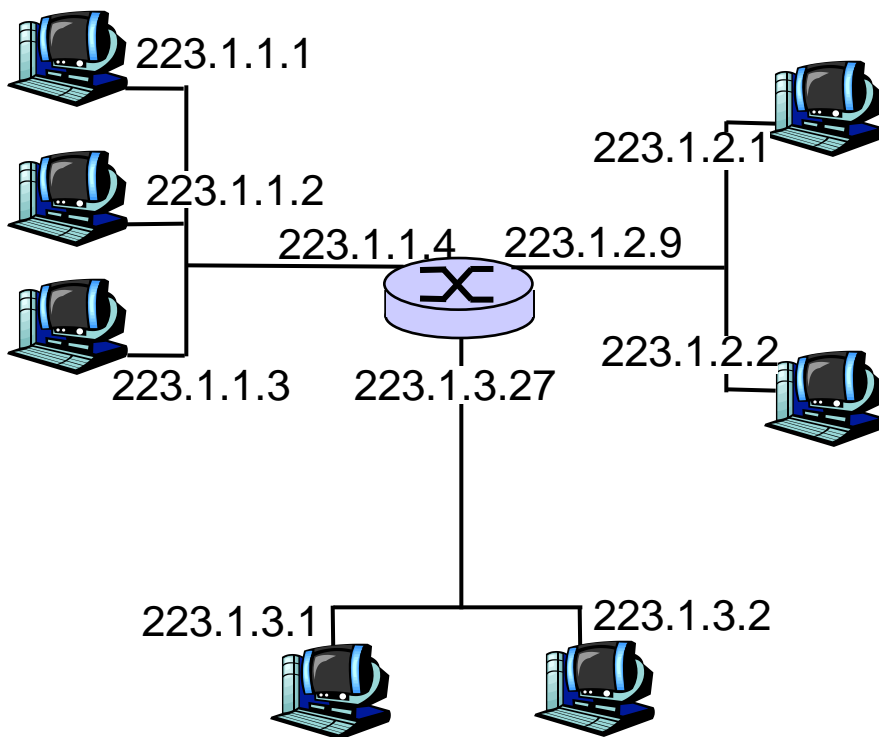
11000000 10101000 00000001 000000010



Endereçamento IP

- Para rotear os datagramas, os roteadores analisam os endereços IP no header do datagrama;
 - O endereço IP é uma palavra de 32 bits, estruturado em classes (A, B, C, D e E), que identifica a rede (NetId) e a estação na rede (HostId);
 - 2^{32} bits = aproximadamente 4 bilhões de endereços distintos
 - Endereços de rede são atribuídos de forma única por um órgão central;
 - NIC - Network Information Center;
 - Endereços de estação são de responsabilidade da própria entidade.

Endereçamento IP



Os endereços IP são
associado às interfaces e
não aos hosts



Endereçamento IP

Classes de endereços

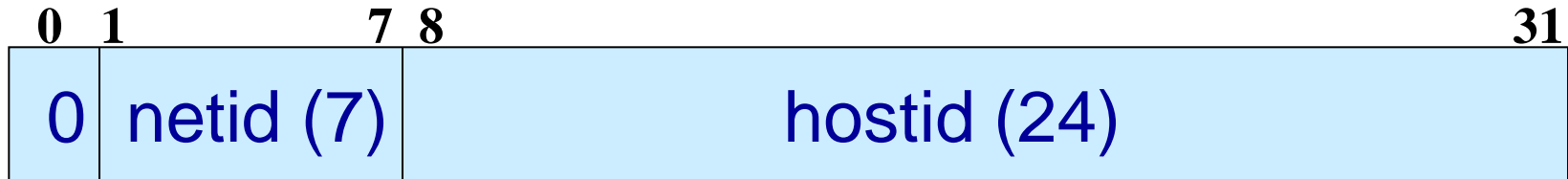
- Para acomodar redes de diferentes tamanhos e ajudar na classificação dessas redes, os endereços IP são divididos em grupos chamados classes;
 - A classe a ser utilizada é determinada em função do número de estações ligadas às redes e do número de redes interconectadas;
 - Cada endereço IP é dividido em uma parte da rede e uma parte do host;
 - Existem cinco classes (A, B, C, D e E).
 - As classes A, B e C permitem o endereçamento direto à estação;
 - A classe D permite efetuar multicasting;
 - A classe E é reservada.



Endereçamento IP

Classe A

- O endereço de classe A foi criado para suportar poucas redes extremamente grandes.
 - Até 126 redes
 - Até $2^{24} - 2$ hosts \cong 16 milhões de hosts



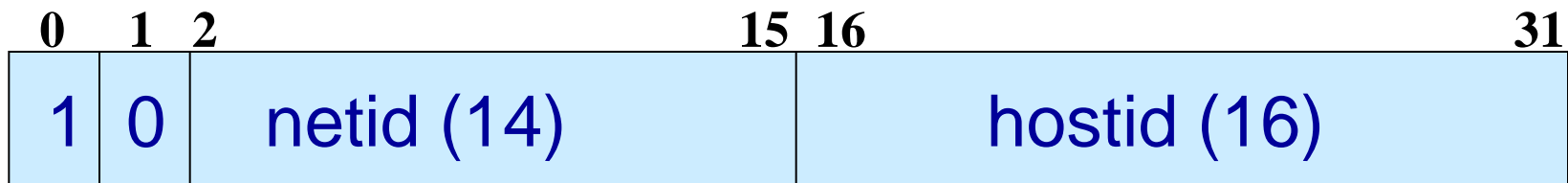
Classe	1º Octeto	Rede	Host
A	1-126	N	H.H.H



Endereçamento IP

Classe B

- O endereço classe B foi criado para dar conta das necessidades de redes de porte médio a grande.
 - Até 16.382 redes
 - Até 65.534 hosts



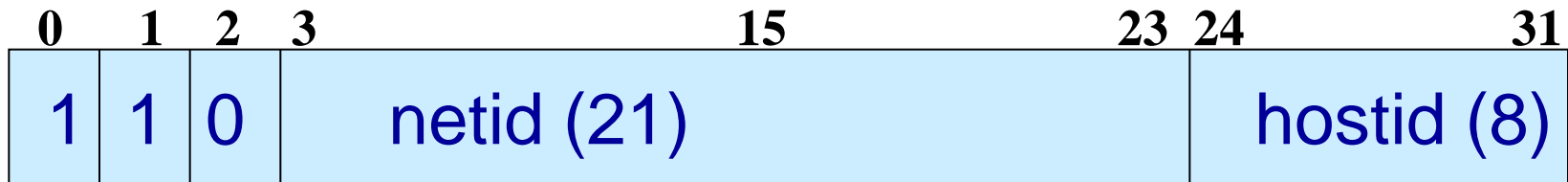
Classe	1º Octeto	Rede	Host
B	128-192	N.N	H.H



Endereçamento IP

Classe C

- A classe C tem como objetivo suportar muitas redes pequenas.
 - É a classe mais usada
 - Até $2^{21} - 2 \cong 2$ milhões de redes
 - Até 254 hosts



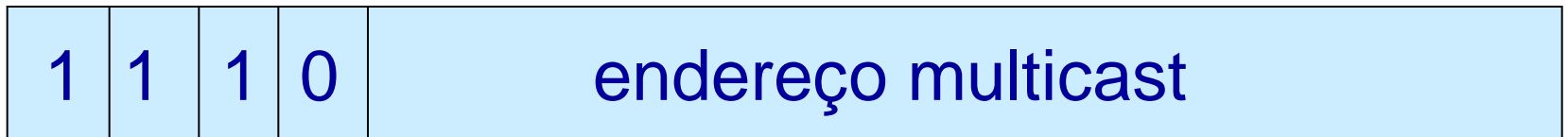
Classe	1º Octeto	Rede	Host
C	192-223	N.N.N	H



Endereçamento IP

Classe D

- O endereço classe D foi criado para permitir **multicasting** em um endereço IP.
 - Um endereço de multicast é um endereço de rede exclusivo que direciona os pacotes com esse endereço de destino para grupos predefinidos de endereços IP.



Classe	1º Octeto
D	224-239



Endereçamento IP

Classe E

- A IETF (*Internet Engineering Task Force*) reserva os endereços da classe E para suas próprias pesquisas.
 - Nenhum endereço classe E foi liberado para uso na Internet.

1	1	1	1	0	reservado
---	---	---	---	---	-----------

Classe	1º Octeto
E	240-247



Endereçamento IP

0 significa "este"
1 significa "todos" (255 - broadcast)

rede	00000000000000
------	----------------

Esta estação

000000	host
--------	------

Uma estação desta rede

11111111	11111111
----------	----------

Difusão na rede local

rede	11111111
------	----------

Difusão na rede específica

127	qualquer coisa
-----	----------------

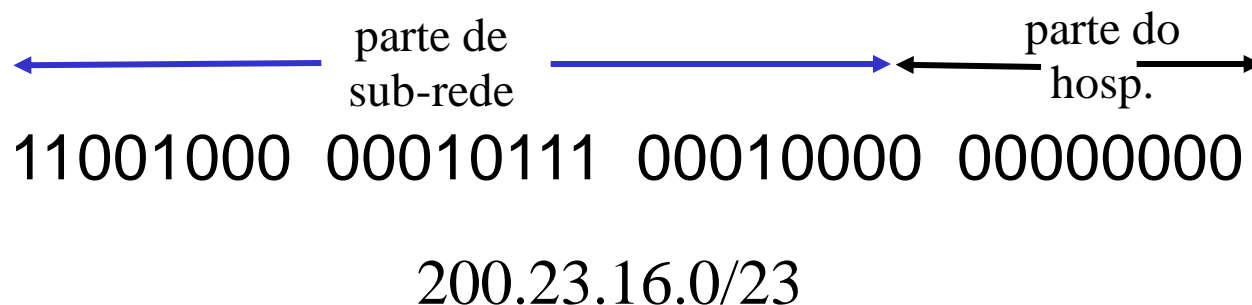
Loopback



Endereçamento IP

CIDR: Classless InterDomain Routing (roteamento interdomínio sem classes)

- parte de sub-rede do endereço de tamanho arbitrário
- formato do endereço: a.b.c.d/x, onde x é # bits na parte de sub-rede do endereço





Endereçamento IP Loopback

- 127.xx.yy.zz (exemplo: 127.0.0.0);
- São reservados para teste de loopback;
- Datagramas com este endereço não trafegam na rede;
- É utilizado pela máquina local para testar sua interface de comunicação.

Endereçamento IP

Máscaras de sub-rede

- Identifica quais bits de um endereço IP designam a rede e quais designam os hosts;
- Sub-redes
 - São apenas divisões internas;
 - São criadas pelo administrador de rede;
 - Externamente são transparentes.

Endereço IP: 192.59.66.200
Máscara: 255.255.255.0



Host **200** da Sub-Rede **192.59.66**

11000000 00111011 01000010 11001000
11111111 11111111 11111111 00000000

AND

11000000 00111011 01000010 00000000

Rede

Hosts



Endereçamento IP

Endereços públicos e privados

- Endereços IP públicos:
 - São exclusivos.
 - Nunca pode haver mais de uma máquina que se conecte a uma rede pública com o mesmo endereço IP.
 - Precisam ser obtidos de um provedor de serviços de Internet (**ISP**) ou através de registro a um certo custo.
 - Devido ao crescimento da Internet, os endereços IP estão se tornando escassos.



Endereçamento IP

Endereços públicos e privados

- Endereços IP privados:

- O RFC 1918 reserva três blocos de endereços IP para uso interno e privado.
- Os endereços dentro desses intervalos não são roteados no backbone da Internet.
- Os roteadores da Internet descartam imediatamente os endereços privados.

Classe	Intervalo de endereços Internos
A	10.0.0.0 até 10.255.255.255
B	172.16.0.0 até 172.31.255.255
C	192.168.0.0 até 192.168.255.255



Endereçamento IP

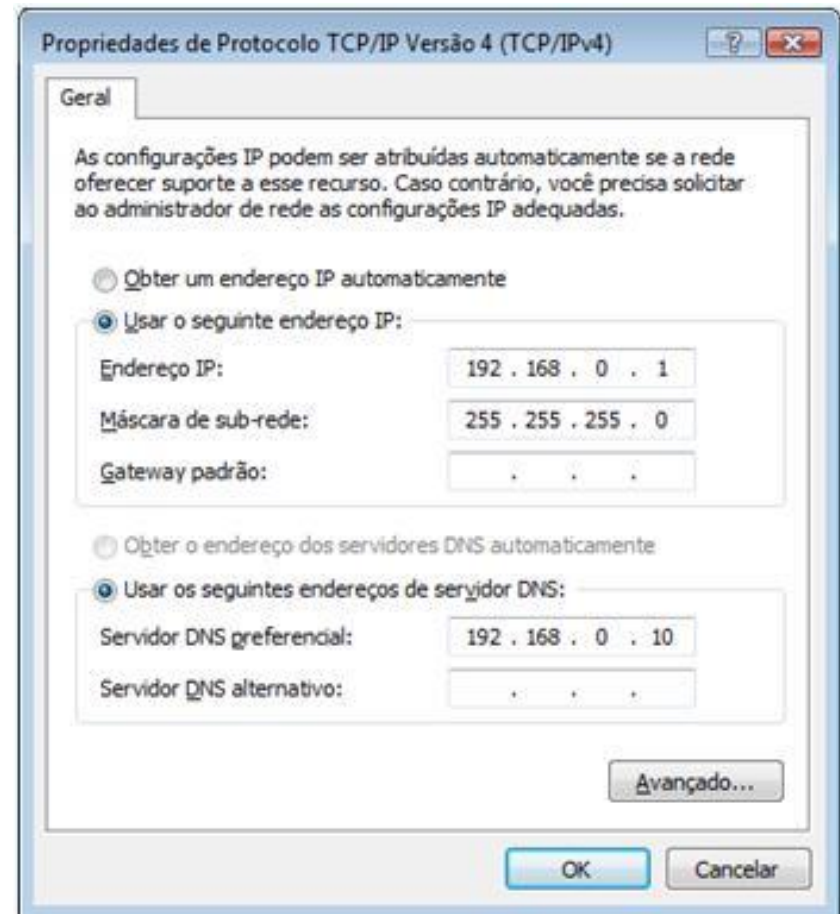
Formas de atribuição

- Existem duas formas básicas de se distribuir um endereço IP para uma estação:
 - Atribuição Manual
 - Atribuição Automática
 - DHCP

Endereçamento IP

Atribuição manual

- O administrador da rede atribui e rastreia manualmente os endereços IP de cada estação;
- Funciona bem em redes pequenas, que mudam pouco;
- Gerenciamento complicado.





Endereçamento IP

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

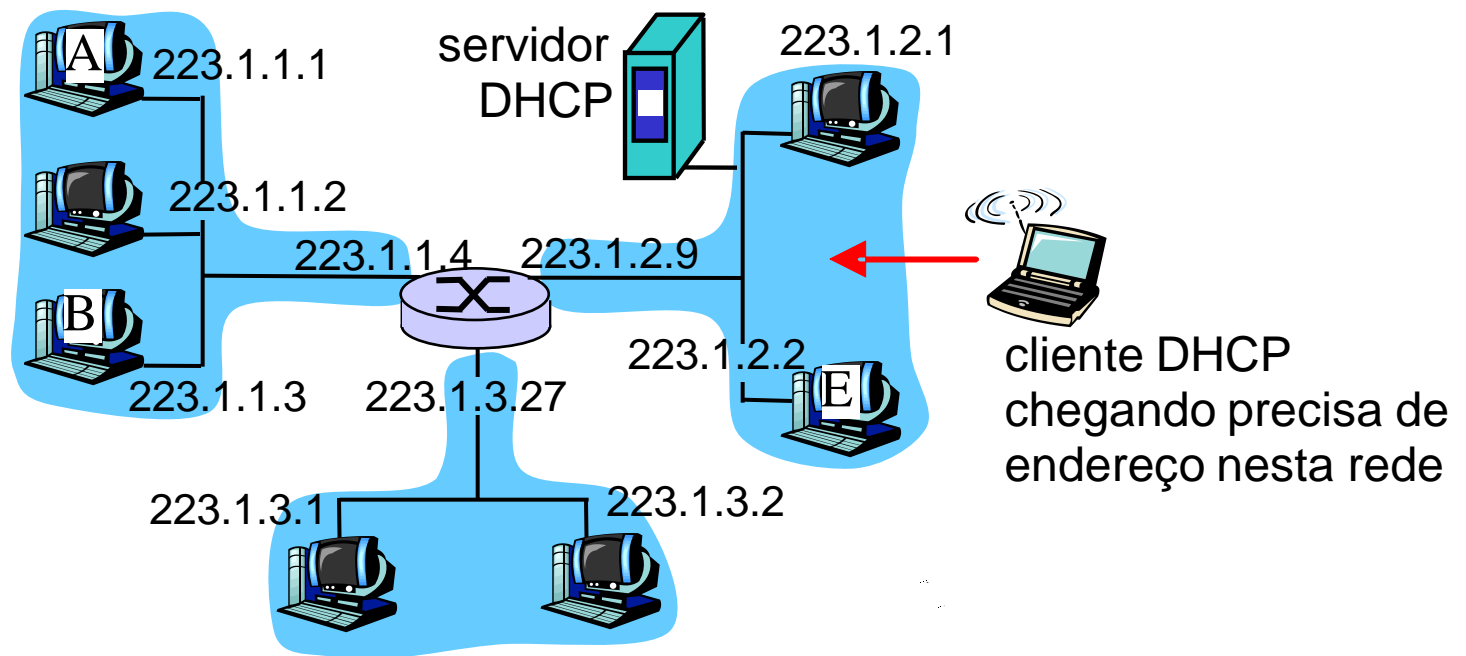
Objetivo: permitir que o hospedeiro obtenha *dinamicamente* seu endereço IP do servidor de rede quando se conectar à rede
pode renovar seu prazo no endereço utilizado
permite reutilização de endereços (só mantém endereço enquanto conectado e “ligado”)
aceita usuários móveis que queiram se juntar à rede

Visão geral do DHCP:

- host broadcasts “DHCP discover” msg [optional]
- servidor DHCP responde com msg “DHCP offer” [opcional]
- hospedeiro requer endereço IP: msg “DHCP request”
- servidor DHCP envia endereço: msg “DHCP ack”

Endereçamento IP

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol



Endereçamento IP

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Descoberta DHCP

servidor DHCP: 223.1.2.5



src : 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255, 67
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654



cliente
chegando

Oferta DHCP

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 654
Lifetime: 3600 secs

Solicitação DHCP

src: 0.0.0.0, 68
dest.: 255.255.255.255, 67
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

DHCP ACK

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs

tempo



Endereçamento IP

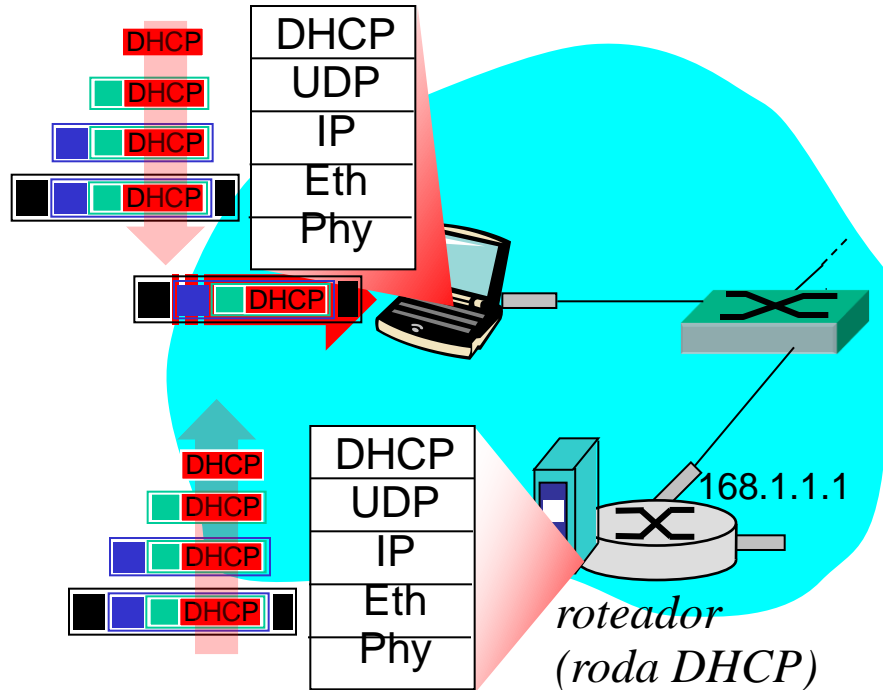
DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

DHCP pode retornar mais do que apenas o endereço IP alocado na sub-rede:

- endereço do roteador do primeiro salto para o cliente
- nome e endereço IP do servidor DNS
- máscara de rede

Endereçamento IP

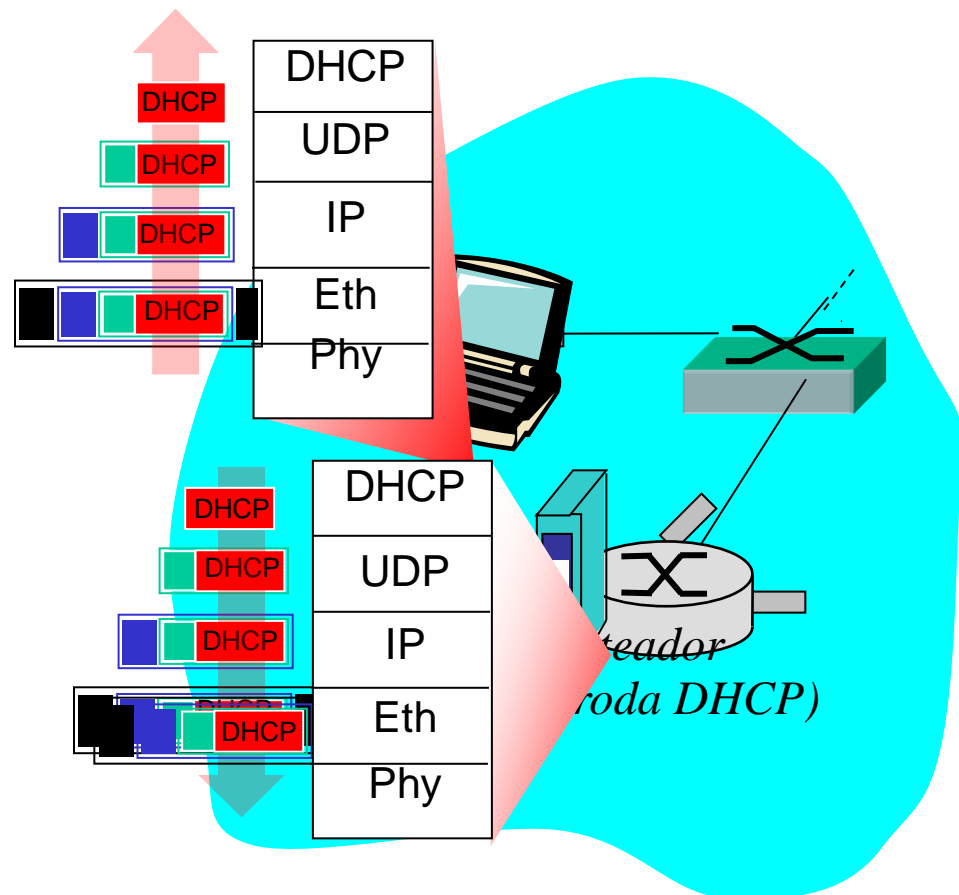
DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol



- conexão de laptop precisa do seu endereço IP, endereço do roteador do primeiro salto, endereço do servidor DNS: use DHCP
- solicitação DHCP encapsulada no UDP, encapsulada no IP, encapsulado no Ethernet 802.1
- broadcast de quadro Ethernet (dest: FFFFFFFFFFFFFFFF) na LAN, recebido no roteador rodando DHCP
- Ethernet demultiplexado para IP demultiplexado, UDP demultiplexado para DHCP

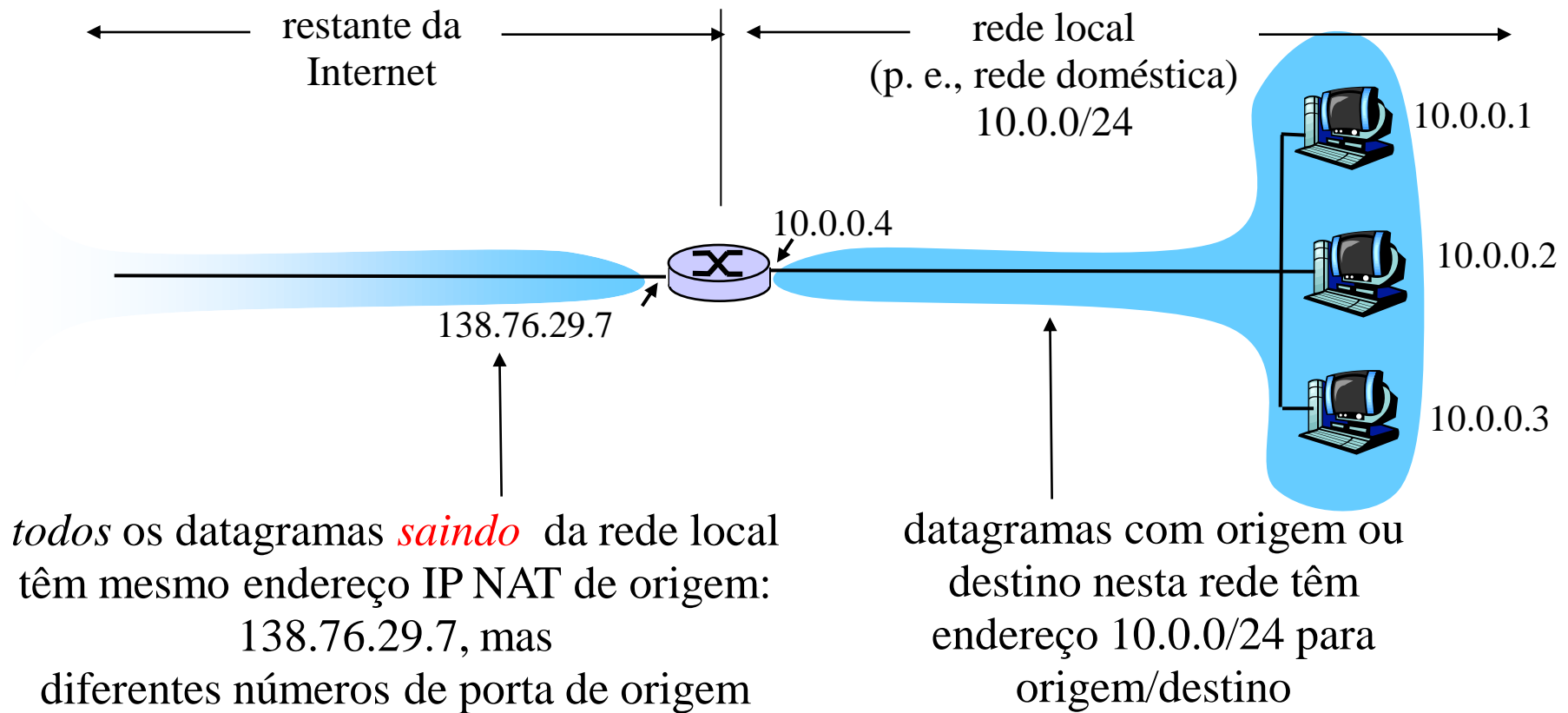
Endereçamento IP

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol



- servidor DHCP formula DHCP ACK contendo endereço IP do cliente, endereço IP do roteador do primeiro salto para cliente, nome & endereço IP do servidor DNS
- encapsulamento do servidor DHCP, quadro repassado ao cliente, demultiplexando para DHCP no cliente
- cliente agora sabe seu endereço IP, nome e endereço IP do servidor DNS, endereço IP do seu roteador do primeiro salto

NAT: Network Address Translation





NAT: Network Address Translation

- **motivação:** rede local usa apenas um endereço IP no que se refere ao mundo exterior:
 - intervalo de endereços não necessário pelo ISP: apenas um endereço IP para todos os dispositivos
 - pode mudar os endereços dos dispositivos na rede local sem notificar o mundo exterior
 - pode mudar de ISP sem alterar os endereços dos dispositivos na rede local
 - dispositivos dentro da rede local não precisam ser explicitamente endereçáveis ou visíveis pelo mundo exterior (uma questão de segurança).



NAT: Network Address Translation

Implementação: roteador NAT deve:

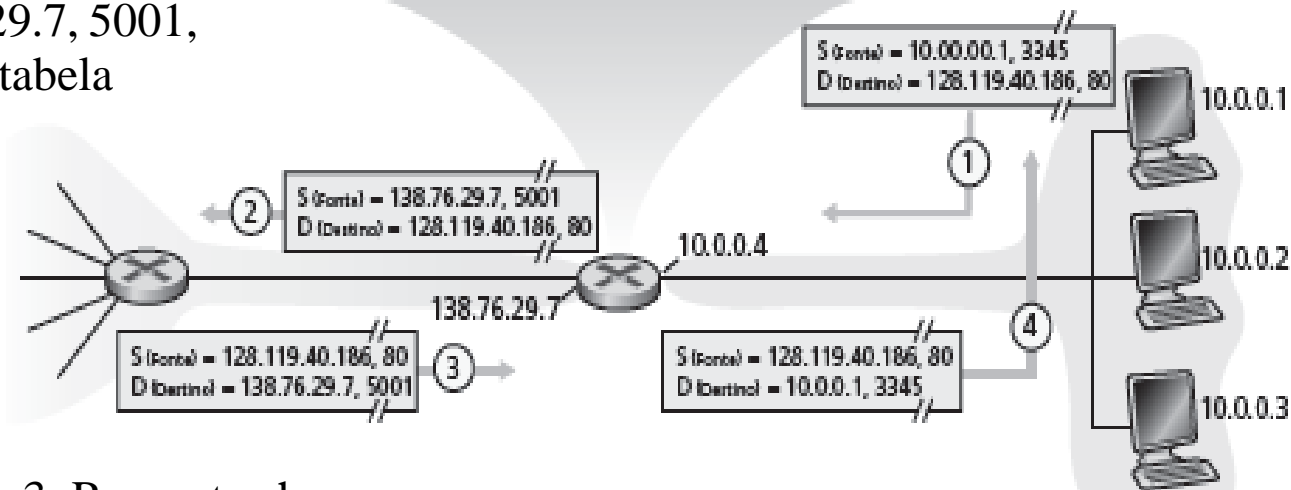
- *enviando datagramas: substituir* (endereço IP de origem, # porta) de cada datagrama saindo por (endereço IP da NAT, novo # porta)
 - . . . clientes/servidores remotos responderão usando (endereço IP da NAT, novo # porta) como endereço de destino
- *lembrar (na tabela de tradução NAT)* de cada par de tradução (endereço IP de origem, # porta) para (endereço IP da NAT, novo # porta)
- *recebendo datagramas: substituir* (endereço IP da NAT, novo # porta) nos campos de destino de cada datagrama chegando por (endereço IP origem, # porta) correspondente, armazenado na tabela NAT

NAT: Network Address Translation

2: roteador NAT muda endereço de origem do datagrama de 10.0.0.1, 3345 para 138.76.29.7, 5001, atualiza tabela

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

1: hospedeiro 10.0.0.1 envia datagrama para 128.119.40.186, 80



3: Resposta chega endereço destino: 138.76.29.7, 5001

4: roteador NAT muda endereço de destino do datagrama de 138.76.29.7, 5001 para 10.0.0.1, 3345

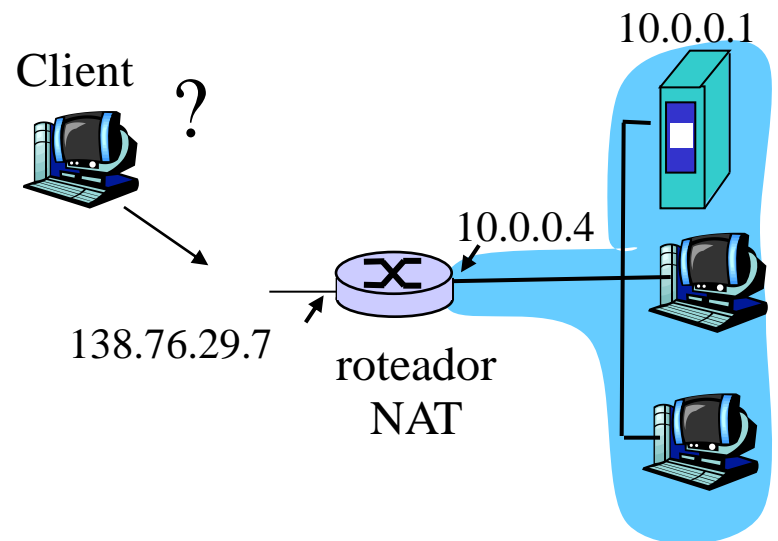


NAT: Network Address Translation

- campo de número de porta de 16 bits:
 - Mais de 65.000 conexões simultâneas com um único endereço no lado da LAN!
- NAT é controverso:
 - roteadores só devem processar até a camada 3
 - viola argumento de fim a fim
 - a possibilidade de NAT deve ser levada em conta pelos projetistas da aplicação, p. e., aplicações P2P

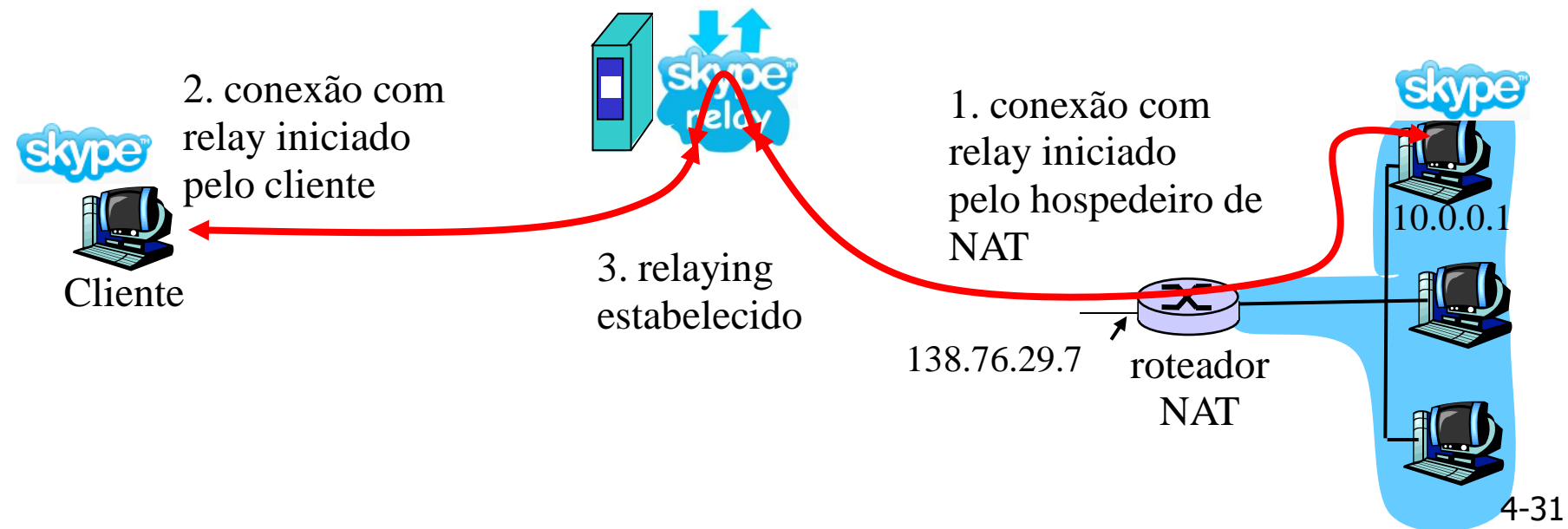
NAT - Problema da travessia

- cliente quer se conectar ao servidor com endereço 10.0.0.1
 - endereço do servidor 10.0.0.1 local à LAN (cliente não pode usá-lo como endereço destino)
 - apenas um endereço NAT visível externamente: 138.76.29.7
- **solução 1:** configure a NAT estaticamente para repassar as solicitações de conexão que chegam a determinada porta ao servidor
 - p. e., (123.76.29.7, porta 2500) sempre repassado para 10.0.0.1 porta 25000



NAT - Problema da travessia

- **Solução 2:** repasse (usado no Skype)
 - cliente com NAT estabelece conexão com repasse
 - cliente externo se conecta ao repasse
 - repasse liga pacotes entre duas conexões



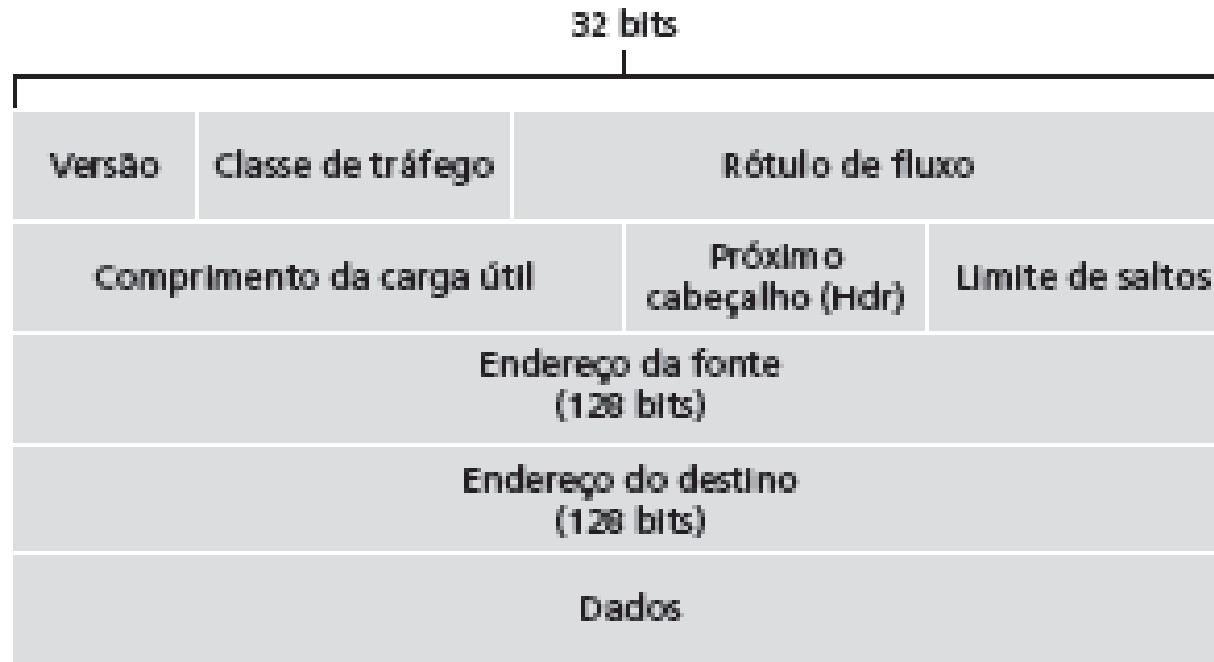


IPv6

- **motivação inicial:** espaço de endereço de 32 bit logo estará completamente alocado
- **motivação adicional:**
 - formato de cabeçalho ajuda a agilizar processamento e repasse
 - mudanças no cabeçalho para facilitar QoS
- **formato de datagrama IPv6:**
 - cabeçalho de 40 bytes de tamanho fixo
 - fragmentação não permitida



Mudanças em relação ao IPv4



Classe de tráfego: identificar prioridade entre datagramas no fluxo

rótulo de fluxo: identificar datagramas no mesmo “fluxo.”

(conceito de “fluxo” não bem definido)

próximo cabeçalho: identificar protocolo da camada superior



Mudanças em relação ao IPv4

- *soma de verificação*: removida inteiramente para reduzir tempo de processamento em cada salto
- *opções*: permitidas, mas fora do cabeçalho, indicadas pelo campo de "Próximo Cabeçalho"
- *ICMPv6*: nova versão do ICMP
 - tipos de mensagem adicionais, p. e. "Pacote Muito Grande"
 - funções de gerenciamento de grupo multicast

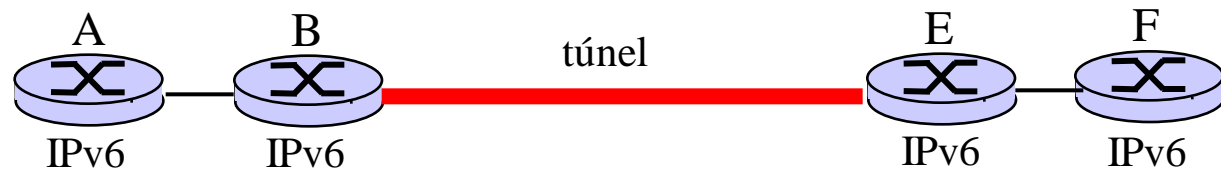


Transição de IPv4 para IPv6

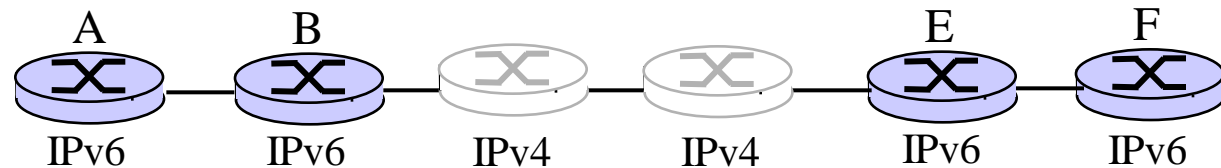
- nem todos os roteadores podem ser atualizados simultaneamente
 - sem “dia de conversão”
 - como a rede operará com roteadores IPv4 e IPv6 misturados?
- *implantação de túnel*: IPv6 transportado como carga útil no datagrama IPv4 entre roteadores IPv4

Transição de IPv4 para IPv6

Visão lógica:



Visão física:



Transição de IPv4 para IPv6

Visão lógica:



Visão física:

