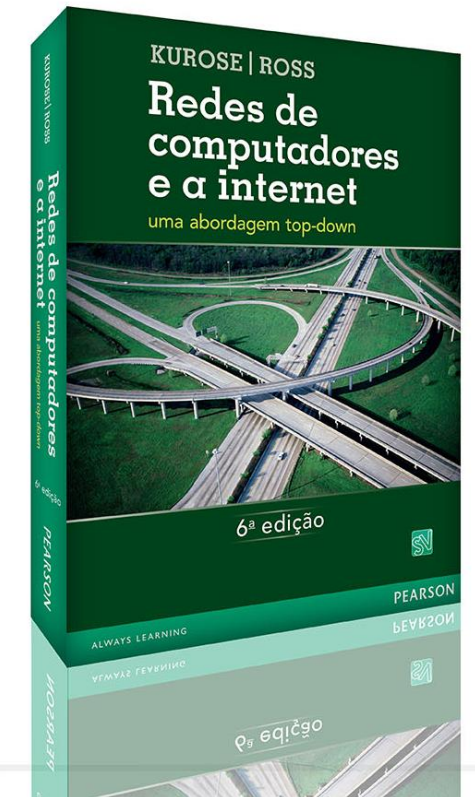


# Capítulo 4

A CAMADA DE REDE - ENDEREÇAMENT



# Objetivos – Aula de Hoje

---

Visão geral sobre o endereçamento IPv4 e IPv6

Administração do espaço de endereçamento

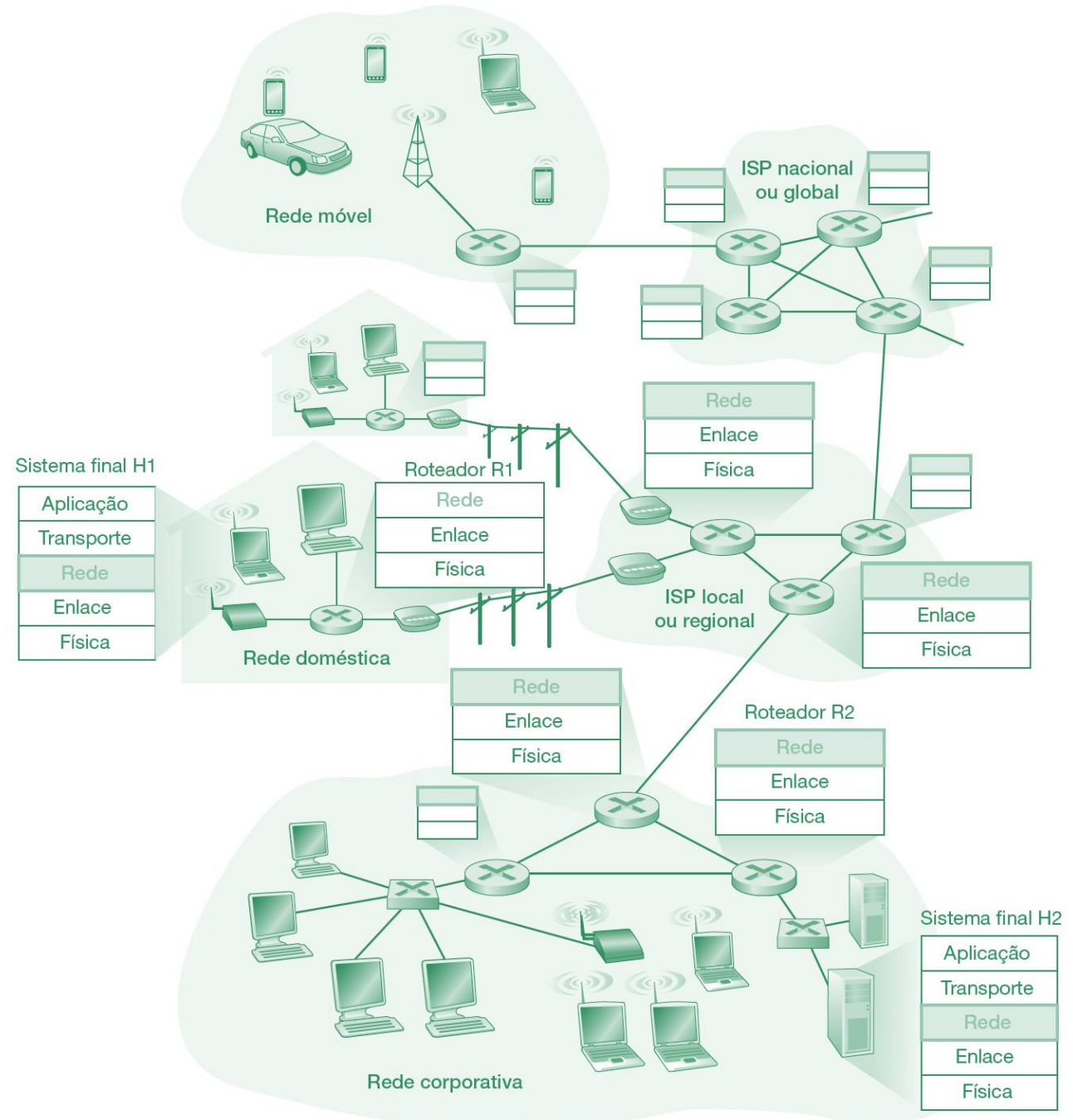
Obtenção de endereços

Atribuição de endereços (manual ou automática)

Endereços públicos e privados

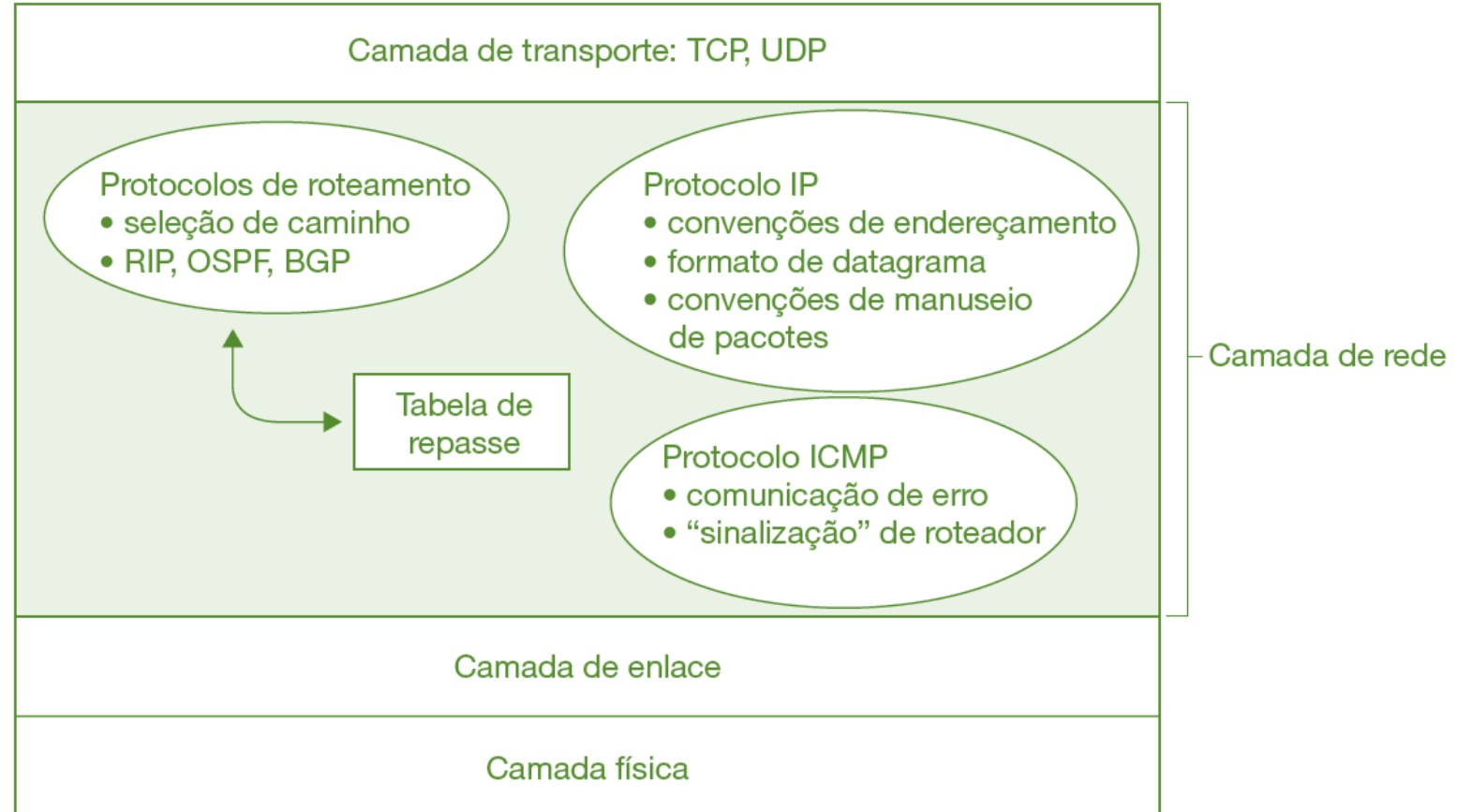
# Introdução

## A camada de rede



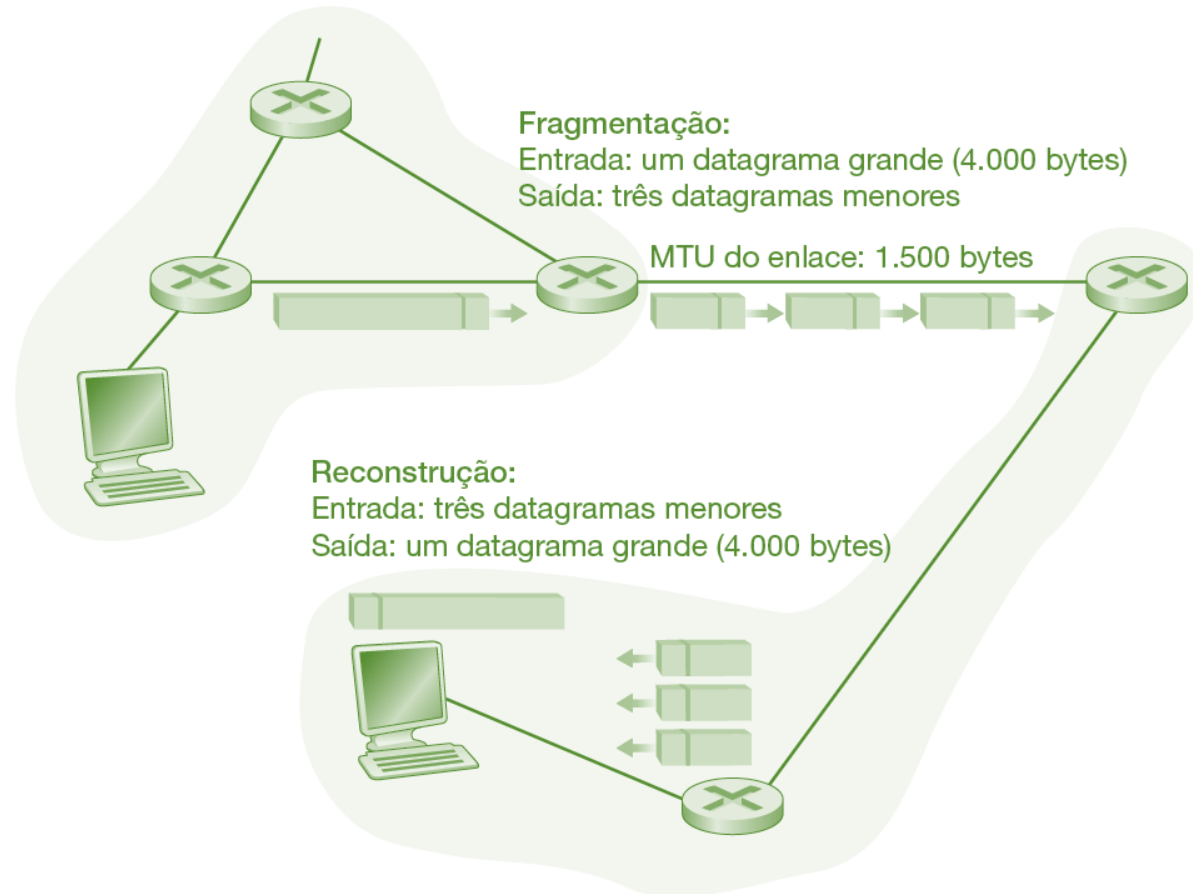
# O Protocolo da Internet (IP): repassa e endereçamento na Internet

Contemplando o interior  
da camada de rede da  
Internet



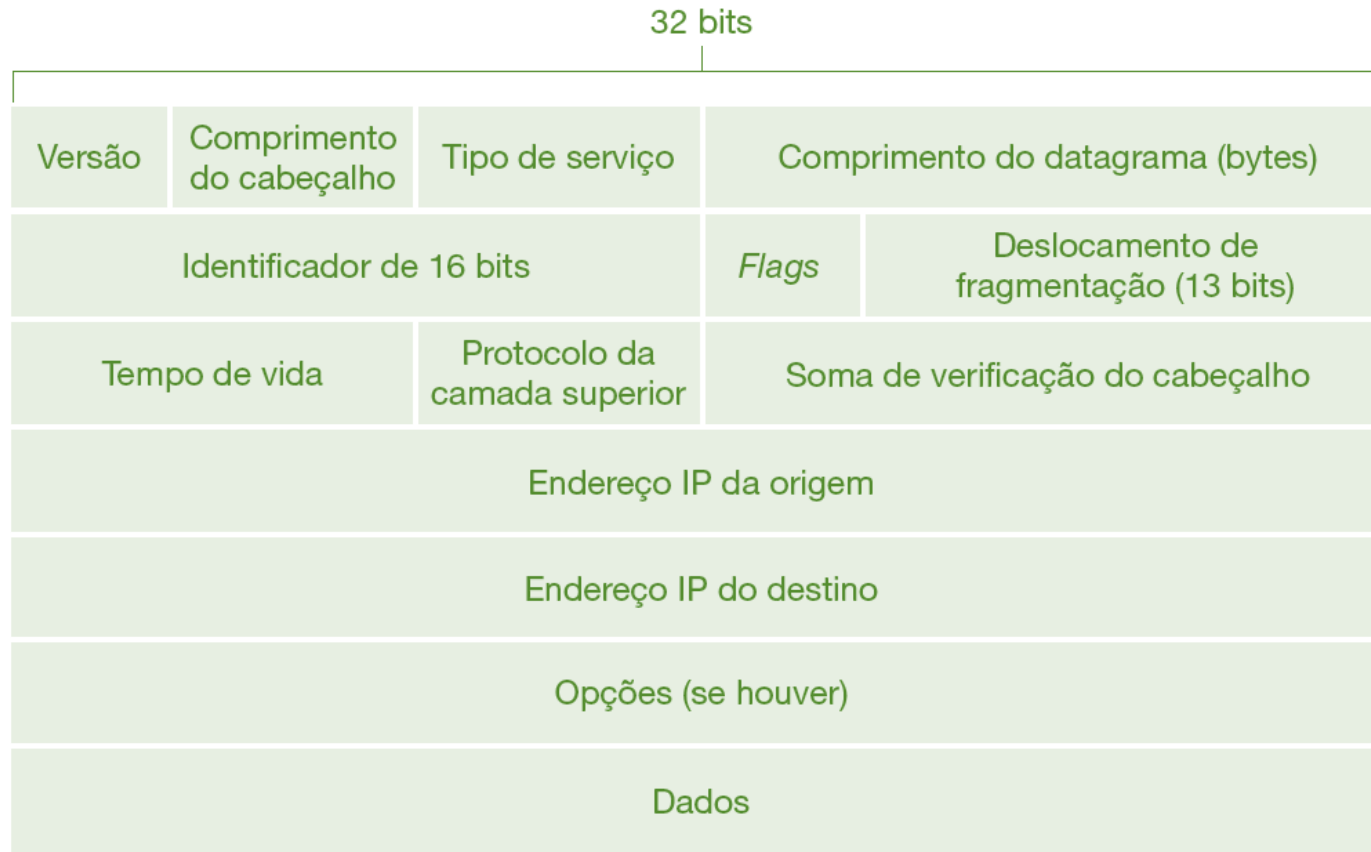
# Fragmentação do datagrama IP

## Fragmentação e reconstrução IP



# Formato do datagrama IPv4

---



# Vídeo - NICBr

---



Fragmentação de pacotes no  
IPv4 e IPv6

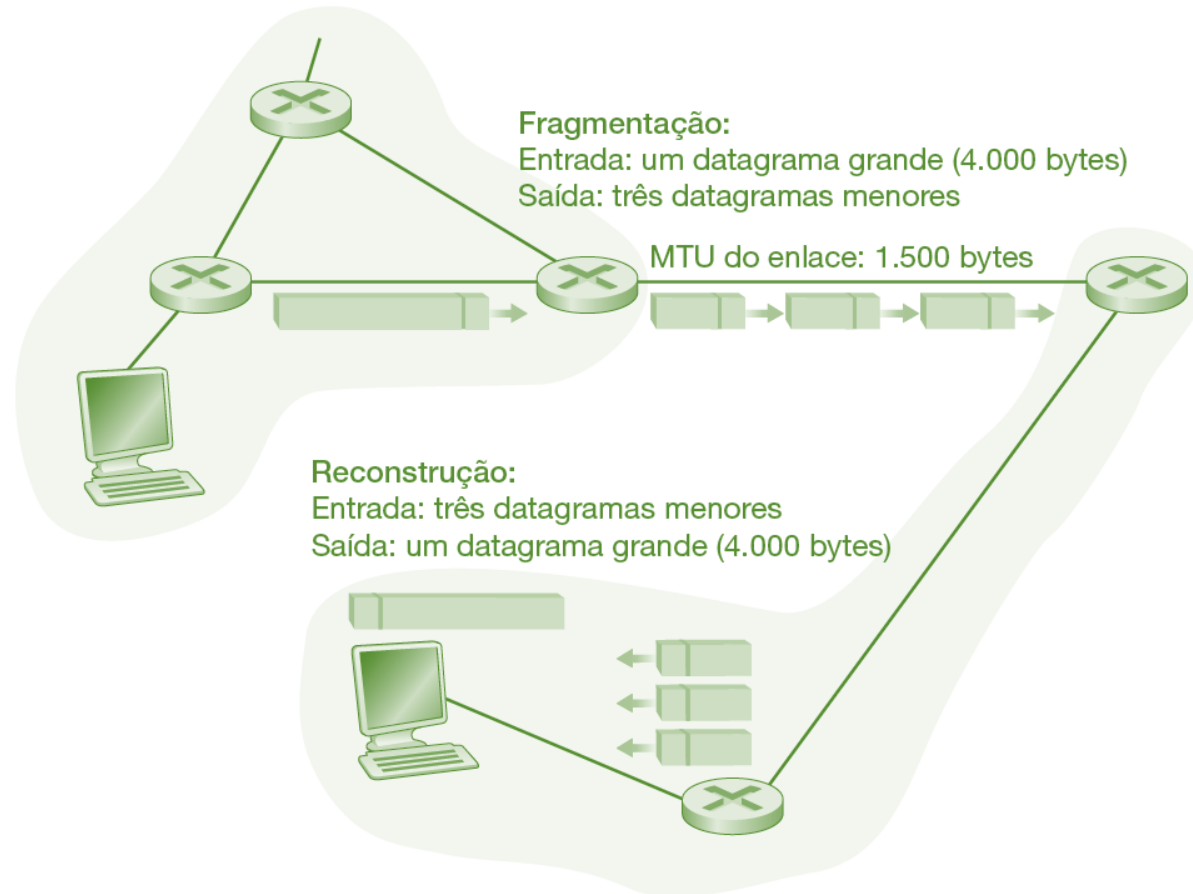


Fragmentação de pacotes IPv6 e IPv4, explicada pelo NIC.br

<https://www.youtube.com/watch?v=5OtebbSnwoM>

# Fragmentação do datagrama IP

## Fragmentação e reconstrução IP





# Fragmentação do datagrama IP

---

## Fragmentos IP

Fragmento	Bytes	ID	Deslocamento	Flag
1º fragmento	1.480 bytes no campo de dados do datagrama IP	identificação = 777	0 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 0)	1 (o que significa que há mais)
2º fragmento	1.480 bytes de dados	identificação = 777	185 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 1.480. Note que $185 \times 8 = 1.480$ )	1 (o que significa que há mais)
3º fragmento	1.020 bytes de dados (= $3.980 - 1.480 - 1.480$ )	identificação = 777	370 (o que significa que os dados devem ser inseridos a partir do byte 2.960. Note que $370 \times 8 = 2.960$ )	0 (o que significa que esse é o último fragmento)

# Porque precisamos de endereçamento?

---

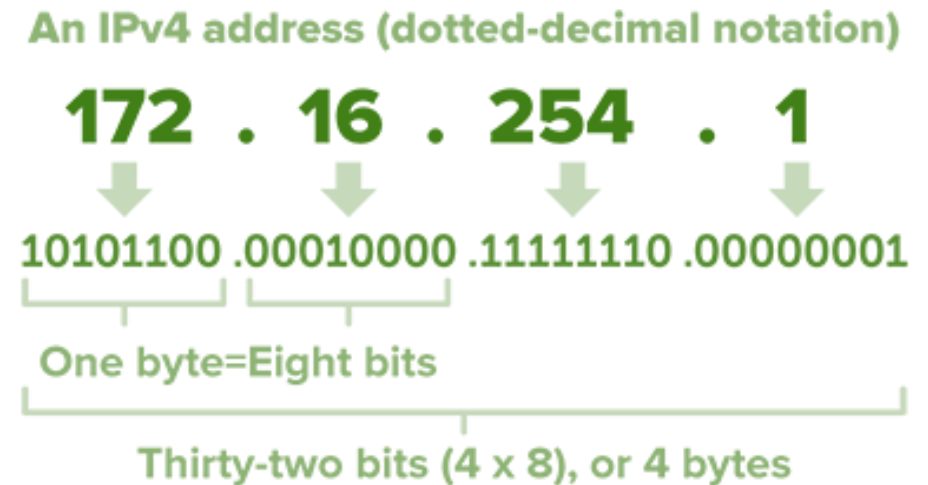
- Identificação unívoca dos sistemas na rede
- Identificação das interfaces de rede
- Base das funções de encaminhamento
  -



# Endereçamento IPv4

- Um endereço IP está tecnicamente associado com uma interface
- Cada endereço IP tem comprimento de 32 bits (equivalente a 4 bytes)

127.0.0.1  
172.16.0.9  
192.0.0.7



- Esses endereços são escritos em notação decimal separada por pontos.

# Desafio Simples

---

Quantos endereços IPv4 podem existir?

Isso é suficiente?



4.294.967.296

# Dotted-decimal notation

---

- Quatro números decimais de 0 a 255, separados por pontos
- Cada número corresponde à representação decimal de um dos 4 bytes do endereço IP.

11000000 10101001 00100011 00000111

192.169.35.7

# Classes de endereços IP

---

- Inicialmente, o espaço de endereçamento estava dividido em classes.
- Hoje usa-se um endereçamento não baseado em classes para IPV4
- Designação /n (indica nº de bits)
  - Classe A / 8
  - Classe B / 16
  - Classe C / 24

# Classes de endereços IPv4

---



# Gamas de endereços para as diversas classes

---

Classe	Gama
A ( / 8 )	0.0.0.0 a 127.255.255.255
B ( / 16 )	128.0.0.0 a 191.255.255.255
C ( / 24 )	192.0.0.0 a 223.255.255.255
D	224.0.0.0 a 239.255.255.255
E	240.0.0.0 a 247.255.255.255



# Endereços IP especiais

Tudo a '0'		<i>Este host</i>
Tudo a '0'	ID do <i>host</i>	<i>host nesta rede</i>
Tudo a '1'		<i>Broadcast limitado</i>
ID da rede	Tudo a '0'	<i>Esta rede</i>
ID da rede	Tudo a '1'	<i>Broadcast dirigido à rede</i>
127	Qualquer combinação (normalmente 0.0.1)	<i>Endereço de loopback</i>

# Sub-endereçamento

---

- Dentro de uma dada rede, a parte reservada para a identificação dos hosts poderá ser dividida
- Reservam-se alguns desses bits para a identificação de sub-redes da rede em causa.
- Sub-endereçamento: introdução de um novo nível hierárquico de endereçamento

# Sub-endereçamento (cont.)

---



# Sub-endereçamento (cont.)

---

A utilização de sub-endereçamento conduz a uma utilização mais eficiente do espaço de endereçamento.

O encaminhamento também é simplificado

- Todas as sub-redes são vistas do exterior como uma única rede

# Máscara de sub-rede

---

Número binário de 32 bits que, após produto lógico com um qualquer endereço IP de um host da sub-rede, permite determinar o endereço da sub-rede em causa.

**Endereço de host:**

11000001 10001000 11101111 10001001

**Máscara de sub-rede:**

11111111 11111111 11111111 11000000

**Endereço de sub-rede:**

11000001 10001000 11101111 10000000

# Máscaras de sub-rede: exemplos

---

Nº bits rede	Nº end. IP	Máscara de sub-rede
/ 24	256	255.255.255.0
/ 25	128	255.255.255.128
/ 26	64	255.255.255.192
/ 27	32	255.255.255.224
/28	16	255.255.255.240

# Máscara de sub-rede (cont.)

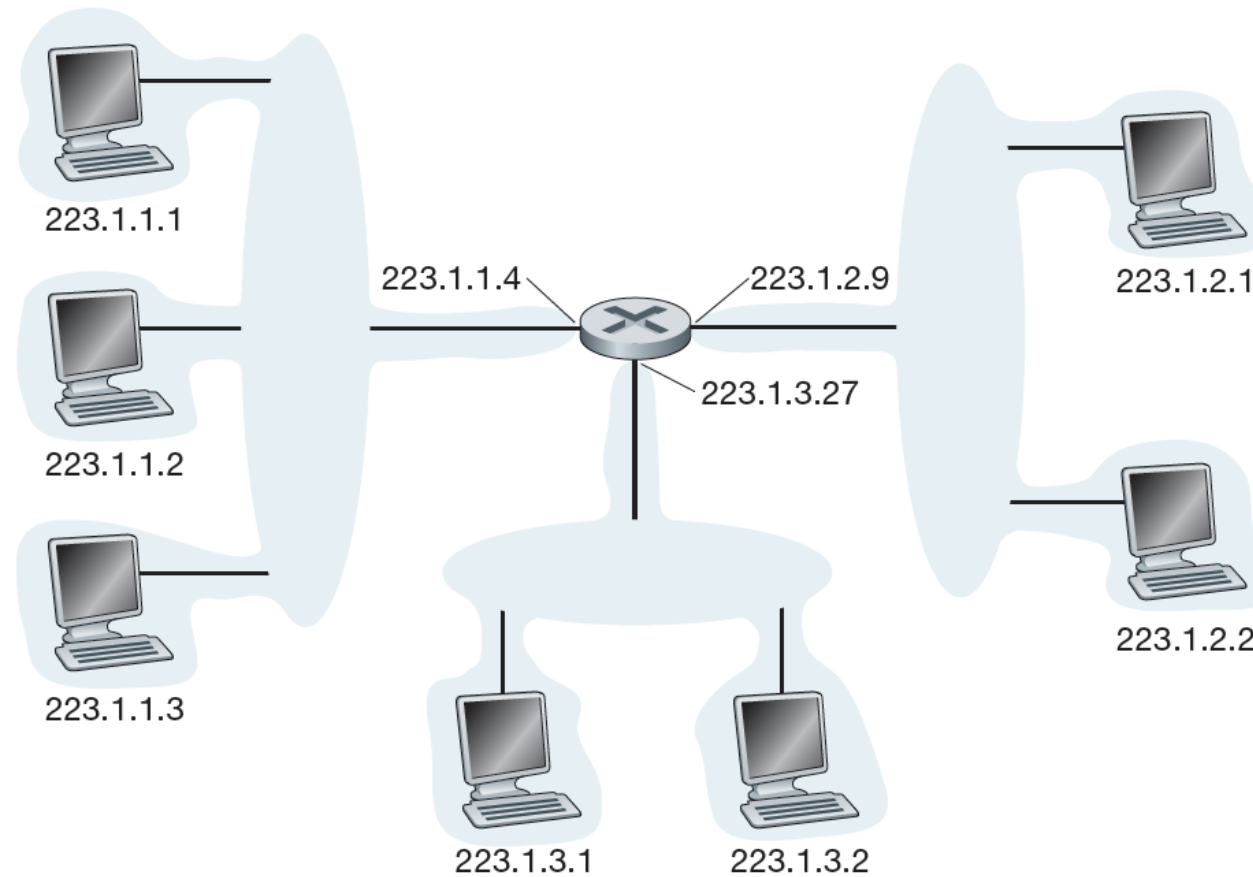
---

Tal como nas redes, nas sub-redes o 1º endereço IP (todos os bits do host a zero) é reservado para indentificar a sub-rede.

Tal como nas redes, nas sub-redes o último endereço IP (todos os bits do host a um) é reservado para endereço de broadcast da sub-rede.

# Endereços de interfaces e sub-redes

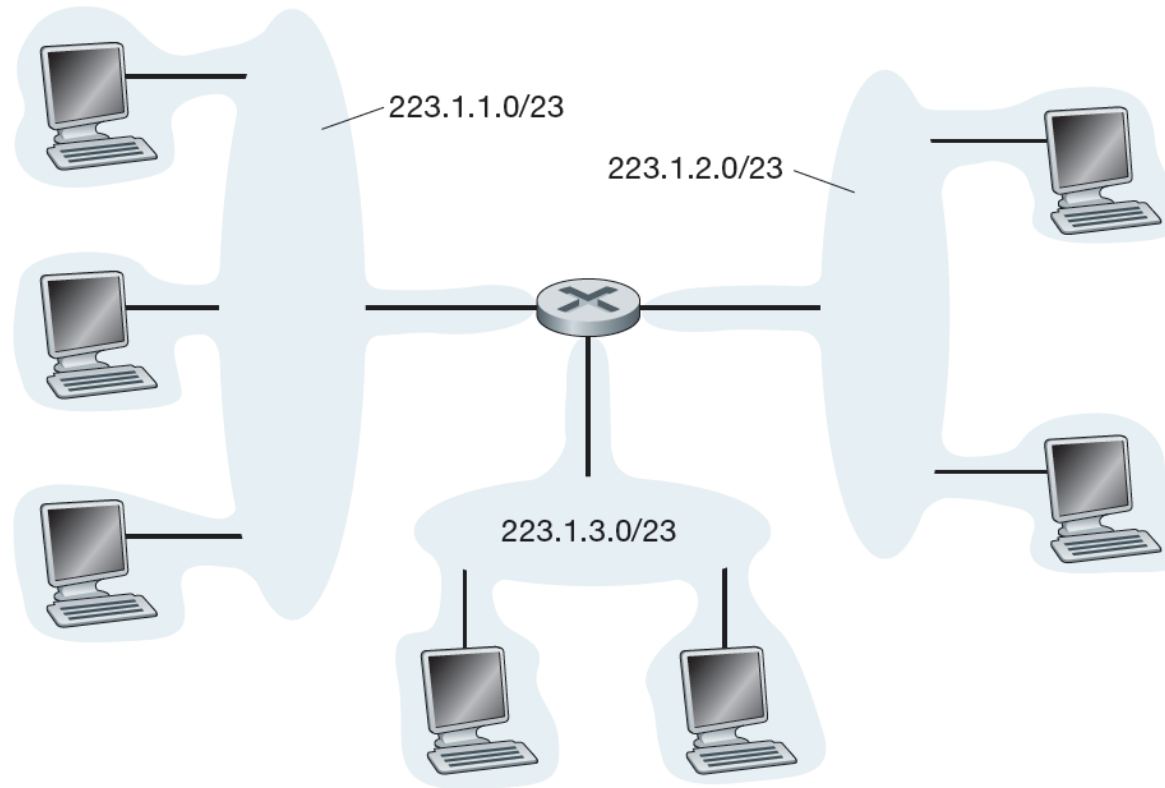
---



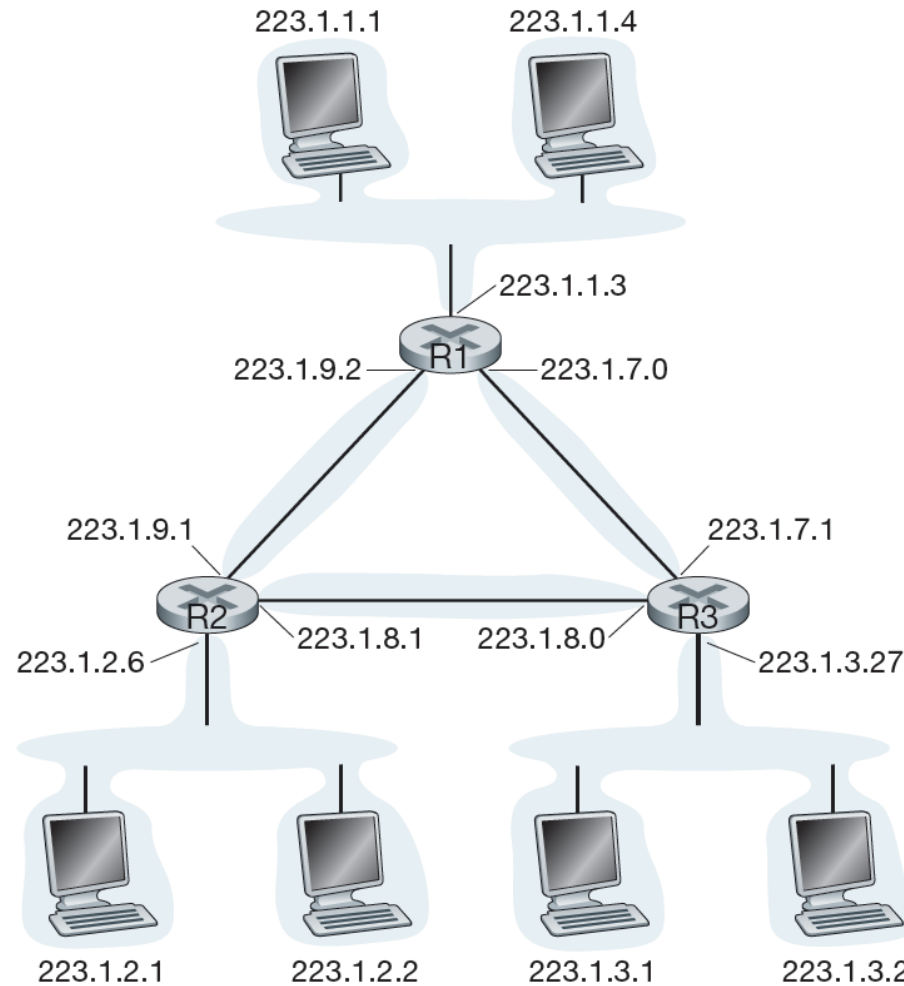


# Endereços de interfaces e sub-redes

---



# Três roteadores interconectando seis sub-redes



# Obtenção de um bloco de endereços

---

Para obter um bloco de endereços IP para utilizar dentro da sub-rede de uma organização, um administrador de rede poderia:

contatar seu ISP, que forneceria endereços a partir de um bloco maior de endereços que já estão alocados ao ISP.

O ISP, por sua vez, dividiria seu bloco de endereços em oito blocos de endereços contíguos, do mesmo tamanho, e daria um deles a cada uma de um conjunto de oito organizações suportadas por ele (veja figura a seguir):

# Obtenção de um bloco de endereços

---

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

# Súper-endereçamento e CIDR

---

Endereçamento hierárquico (1990):

- – Esgotamento do espaço de endereçamento

IPv6

- – Escassez de endereços de classe B
- – Elevado crescimento das tabelas de routing

Classless Inter-Domain Routing

# Endereços IPv6

---

O IPv6 é especificado no RFC 2460

- — Espaço de endereçamento alargado
  - • 296 vezes o espaço de endereçamento do IPv4
  - • Cerca de  $10^{18}$  endereços
  - • Mais de 1500 endereços por m<sup>2</sup> da superfície terrestre
  - • Arquitectura de endereçamento: RFC 2373

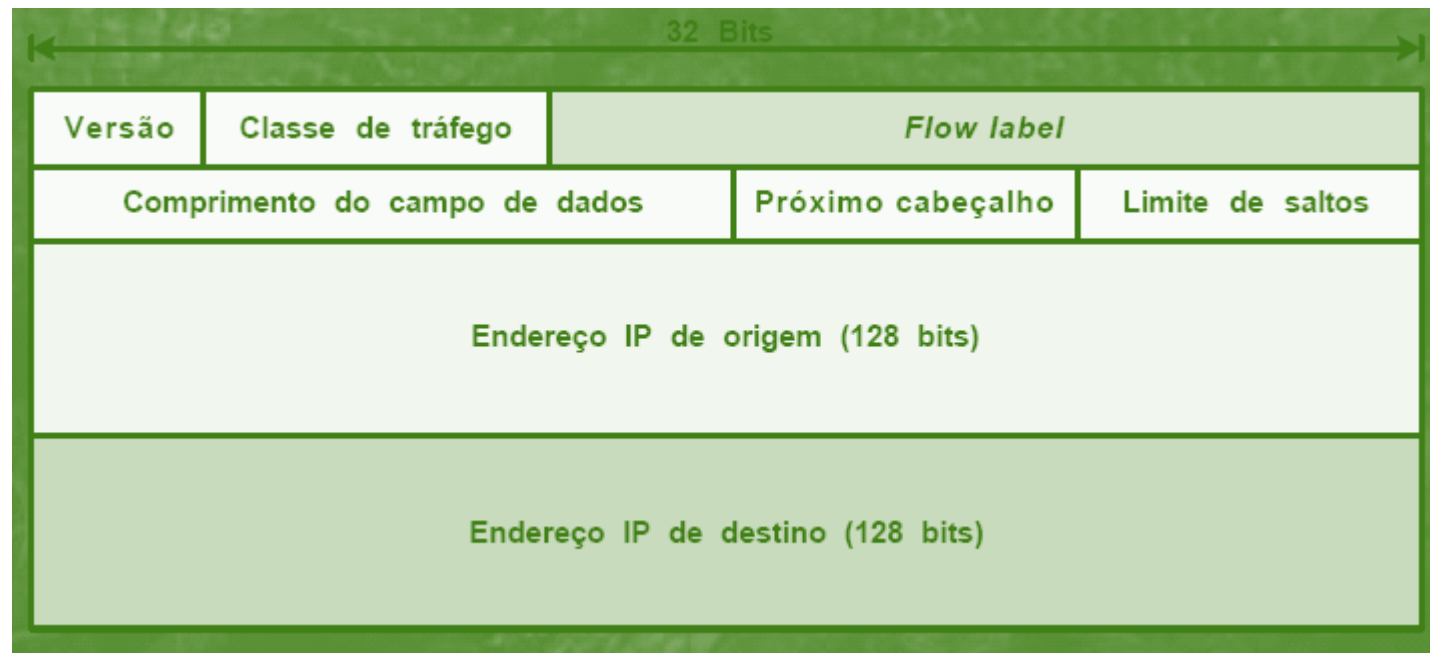
# Endereços IPv6

---

- Simplificação do cabeçalho dos pacotes
- Suporte de cabeçalhos de extensão
- Capacidade de identificação de fluxos
- Suporte de mecanismos de segurança

# Pacotes IPv6

---



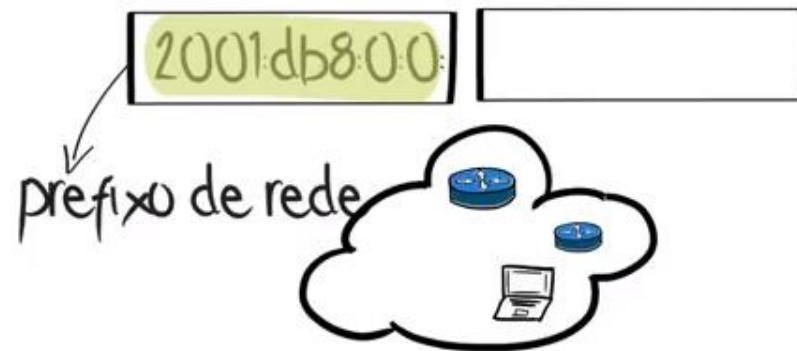


# Vídeo

---

## Endereços IP

- Divididos em duas partes



Os endereços IP não são todos iguais - parte 1

<https://www.youtube.com/watch?v=jnuHODaLcO8>

# Obtenção de endereços IP

---

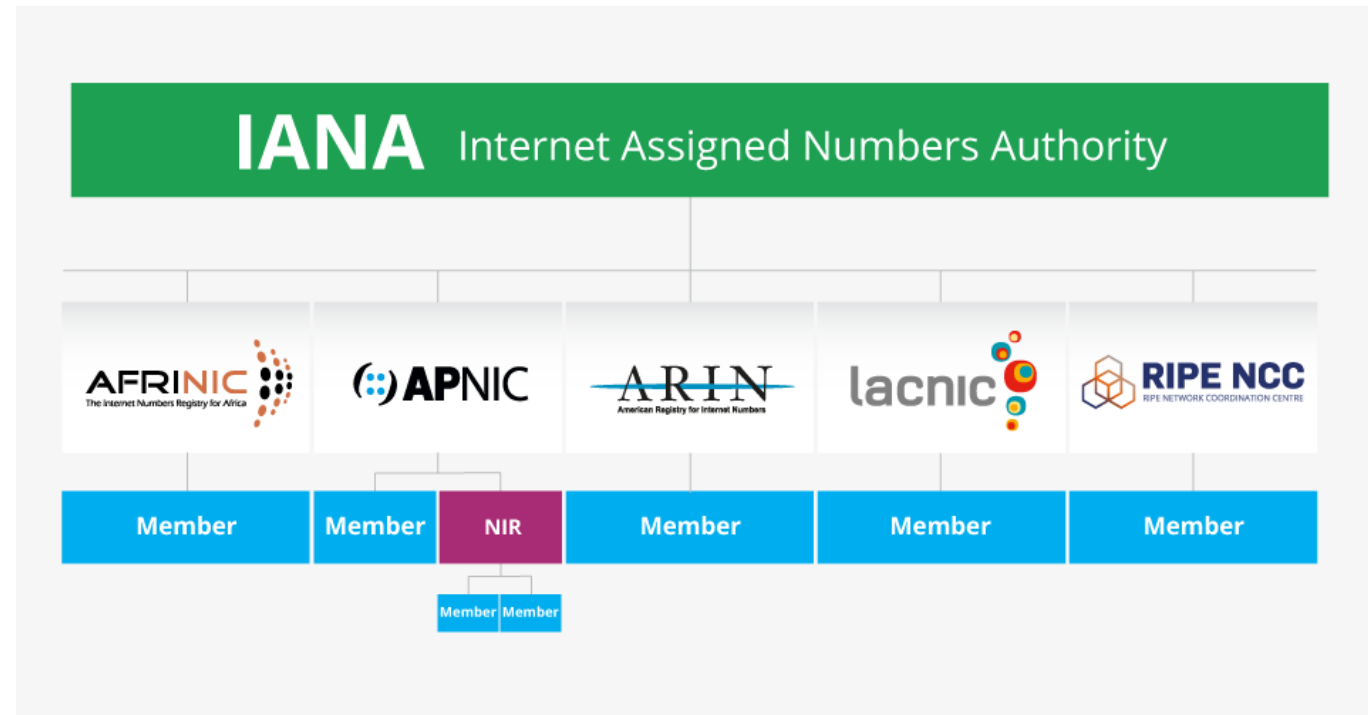
Até 1998 a atribuição de endereços IP oficiais era feita sob coordenação da IANA (<http://www.iana.org/>)

Em 1998, foi formada a ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, <http://www.icann.org/>)

- – Gestão de endereços (IPv4, IPv6)
- – Gestão de nomes (espaço de nomeação, DNS)
- – Gestão de números (de protocolos)

# Obtenção de endereços IP (cont.)

- A gestão de endereços é feita pela ASO
  - Address Supporting Organization, <http://www.aso.icann.org/> )
- Por sua vez, a ASO delega nos Regional Internet Registries, RIR)
  - – Ásia-Pacífico: APNIC (<http://www.apnic.net/>)
  - – América: ARIN (<http://www.arin.net/>)
  - – Europa: RIPE-NCC (<http://www.ripe.net/>)



# Obtenção de endereços IP (cont.)

---

Os objectivos dos RIR são:

- – Utilização eficiente do espaço de endereçamento
- – Agregação de rotas por recurso a CIDR
- – Fornecimento de serviços de registo de endereços

Os RIR são, basicamente, associações de ISPs que agem como entidades de registo local (Local Internet Registries, LIR)

# Atribuição de endereços LAN

---

- Configuração manual
  - – Simples
  - – Não necessidade de servidores de atribuição de endereços
  - – Obriga a configuração manual de clientes e servidores
  - – Não exequível em redes grandes ou redes com razoável dinâmica de utilizadores
  - – Na prática, impede a mobilidade de utilizadores

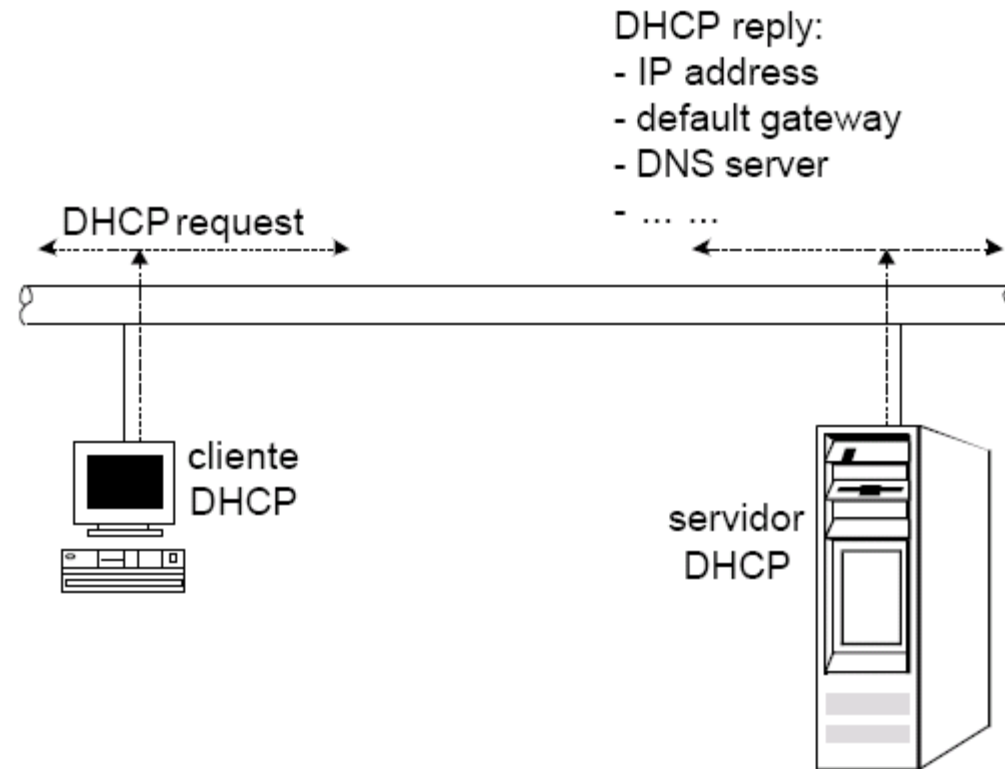
# Atribuição de endereços LAN

---

- Configuração automática
  - – DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
  - – Definido no RFC 2131
  - – Obtenção de informação de configuração de clientes através da rede
    - Endereço IP
    - Servidor de DNS
    - Gateway (router)
    - Outra informação
  - – Baseado no BOOTP (Boot Protocol), usado para atribuição de endereços IP a clientes diskless

# Funcionamento básico do DHCP

---



# DHCP

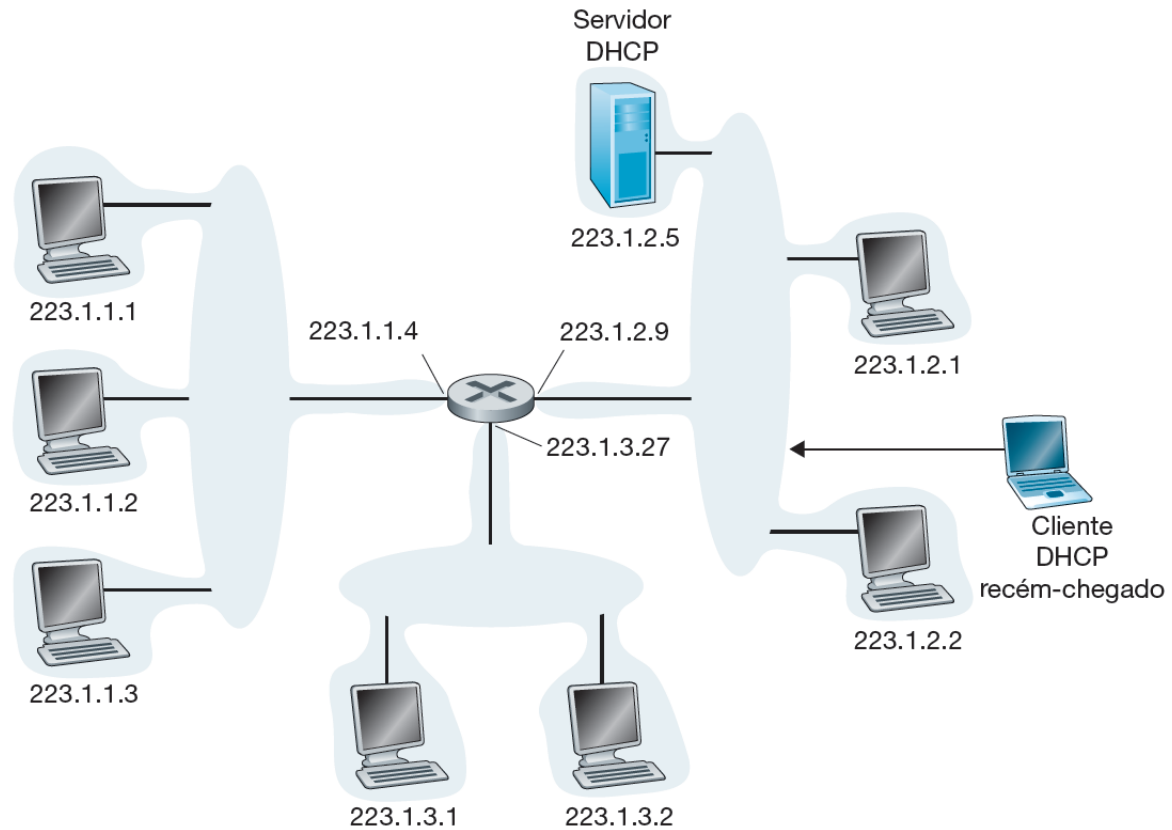
---

- O DHCP permite que um hospedeiro obtenha (seja alocado a) um endereço IP de maneira automática.
- O DHCP é em geral denominado um **protocolo *plug and play***.
- O protocolo DHCP é um processo de quatro etapas:
  1. Descoberta do servidor DHCP.
  2. Oferta(s) dos servidores DHCP.
  3. Solicitação DHCP.
  4. DHCP ACK.

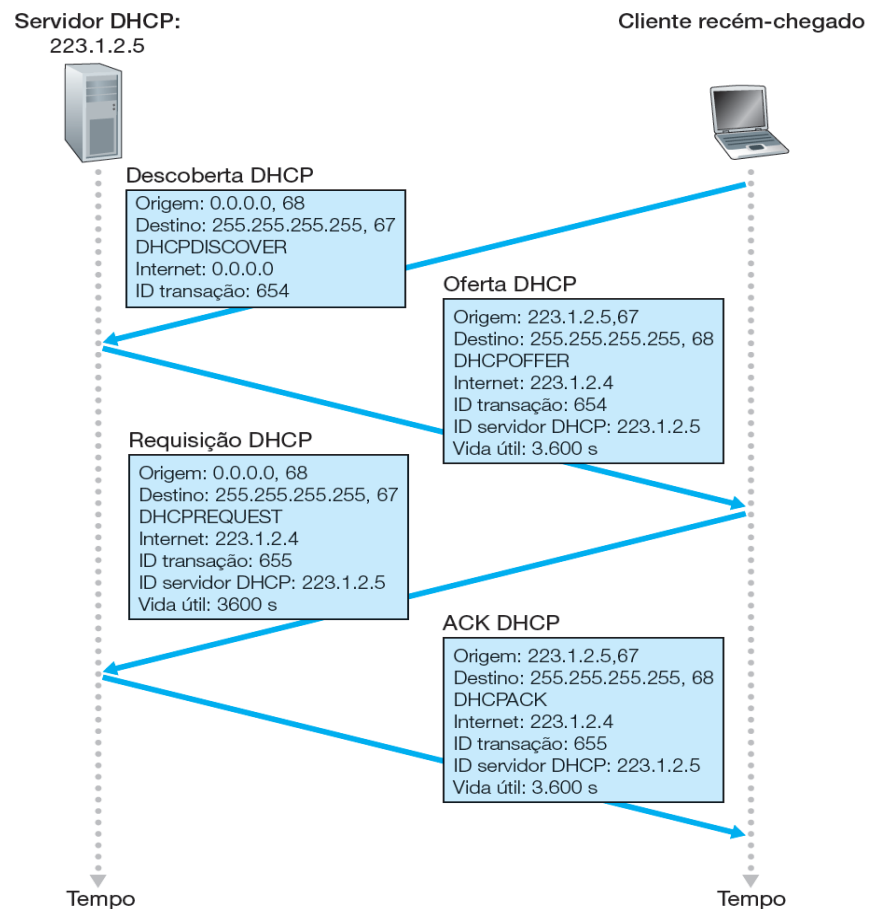


# Cenário cliente-servidor DHCP

---



# Cenário cliente-servidor DHCP



# NAT

---

Tradução de endereços de rede (*network address translation* - NAT)

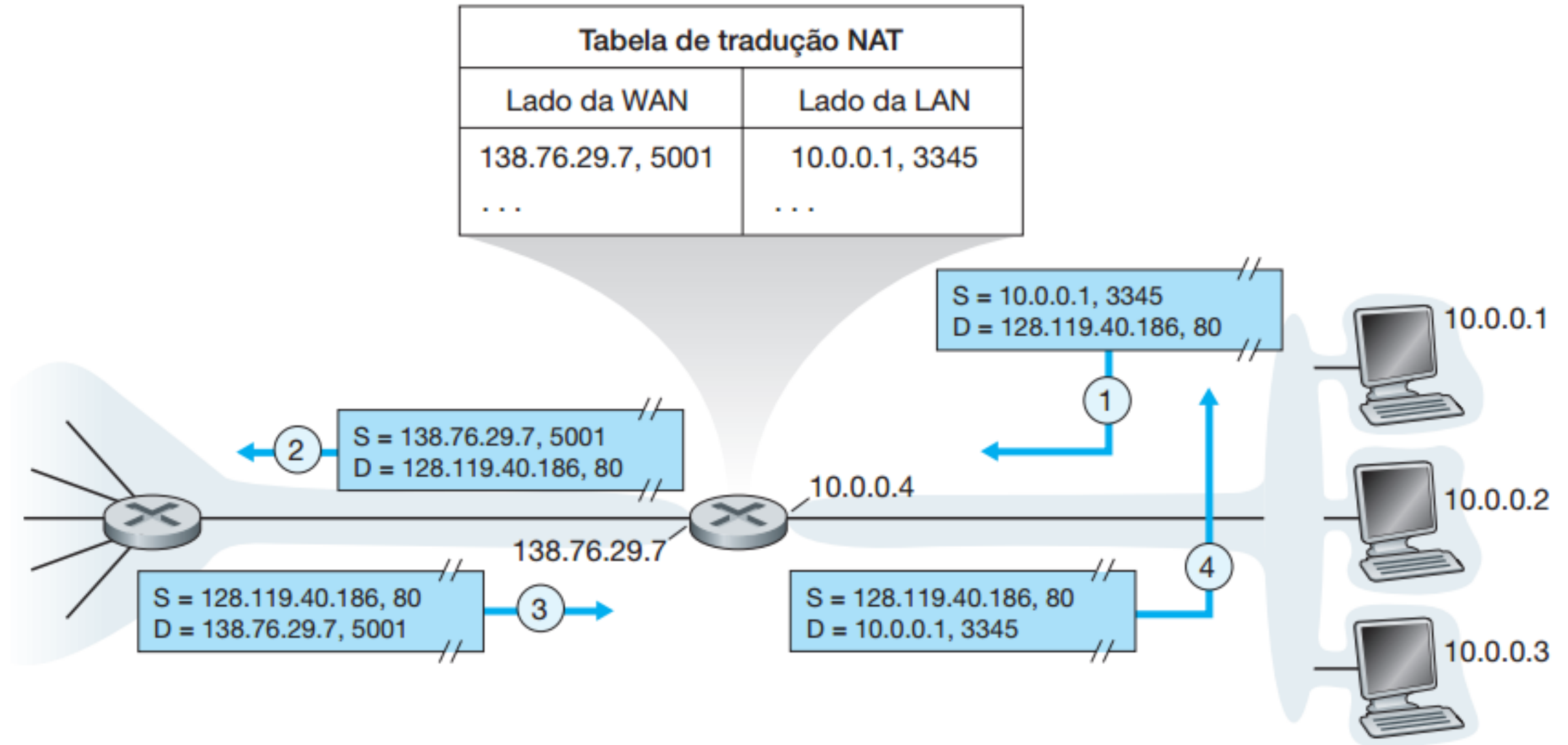
O roteador que usa NAT não parece um roteador para o mundo externo, pois se comporta como um equipamento único com um único endereço IP

O roteador que usa NAT está ocultando do mundo exterior os detalhes da rede residencial

Onde os computadores de redes residenciais obtêm seus endereços e onde o roteador obtém seu endereço IP exclusivo?

- DHCP

**FIGURA 4.22** TRADUÇÃO DE ENDEREÇOS DE REDE (S = ORIGEM, D = DESTINO)



# ICMP

---

ICMP - *Internet Control Message Protocol*

Protocolo de mensagens de controle da internet

Usado por hospedeiros e roteadores para comunicar informações de camada de rede entre si

A utilização mais comum do ICMP é para comunicação de erros

Mensagens ICMP têm um campo de tipo e um campo de código

## PING

- Envia uma mensagem ICMP do tipo 8 código 0 para o hospedeiro especificado
- O hospedeiro de destino, ao ver a solicitação de eco, devolve uma resposta de eco ICMP do tipo 0 código 0

**FIGURA 4.23 TIPOS DE MENSAGENS ICMP**

Tipo ICMP	Código	Descrição
0	0	resposta de eco (para <i>ping</i> )
3	0	rede de destino inalcançável
3	1	hospedeiro de destino inalcançável
3	2	protocolo de destino inalcançável
3	3	porta de destino inalcançável
3	6	rede de destino desconhecida
3	7	hospedeiro de destino desconhecido
4	0	repressão da origem (controle de congestionamento)
8	0	solicitação de eco
9	0	anúncio do roteador
10	0	descoberta do roteador
11	0	TTL expirado
12	0	cabeçalho IP inválido