

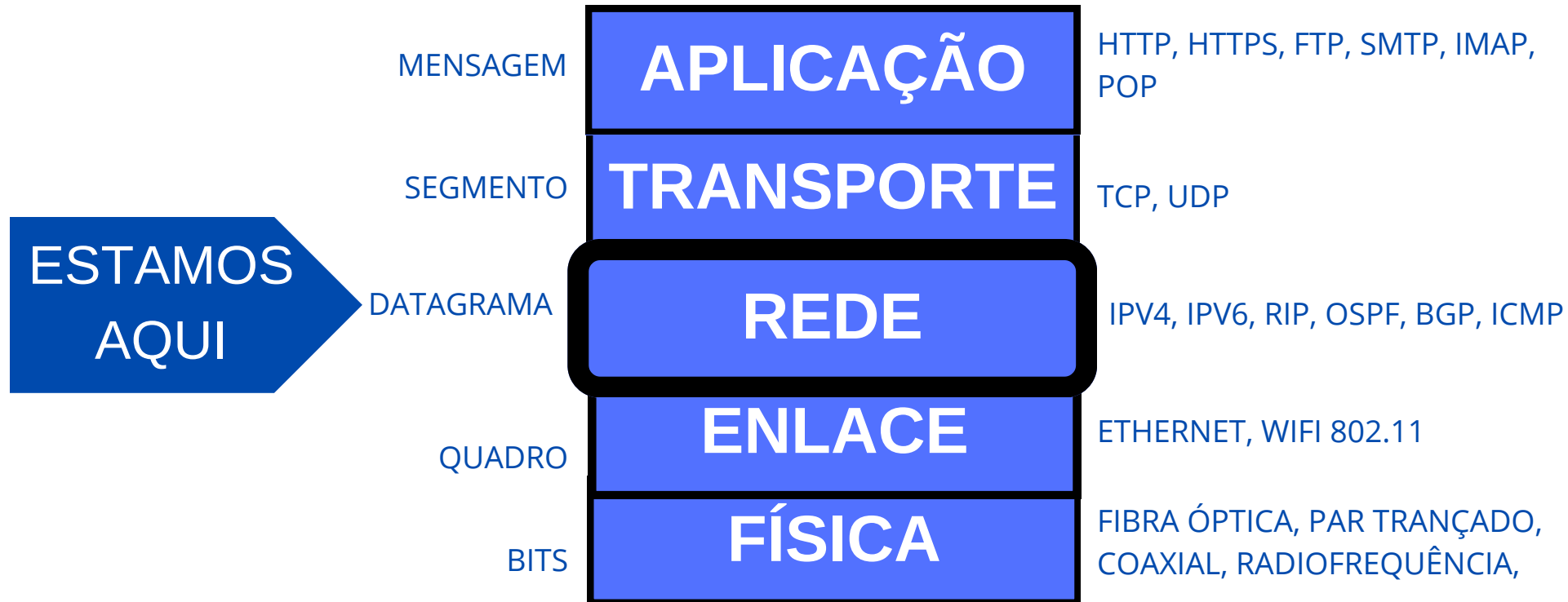




Redes de Computadores

Camada de Rede

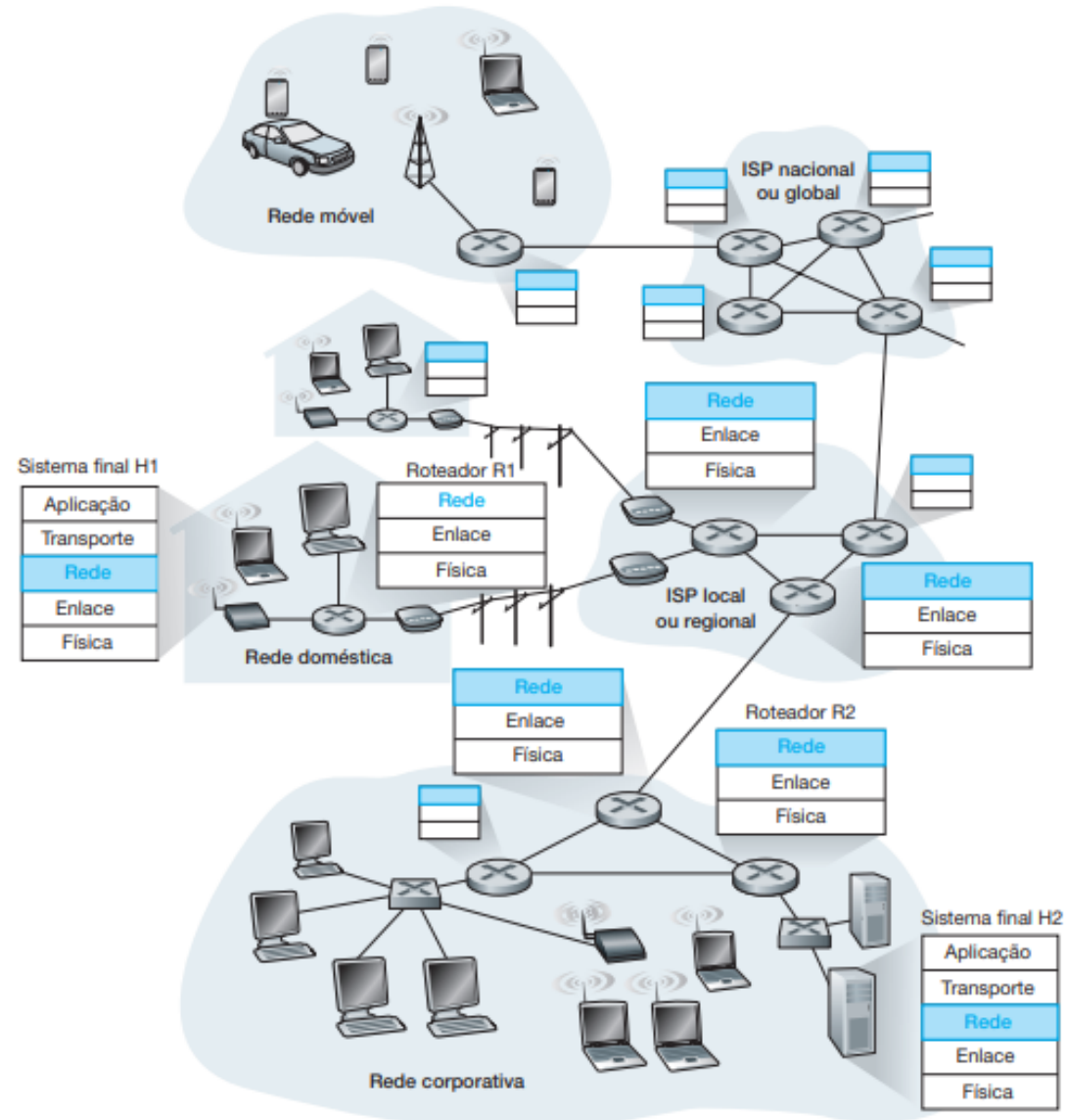
Camada de Rede



Camada de Rede

A camada de rede é responsável pela **movimentação** de pacotes entre hospedeiros remotes e hospedeiros destinatários.

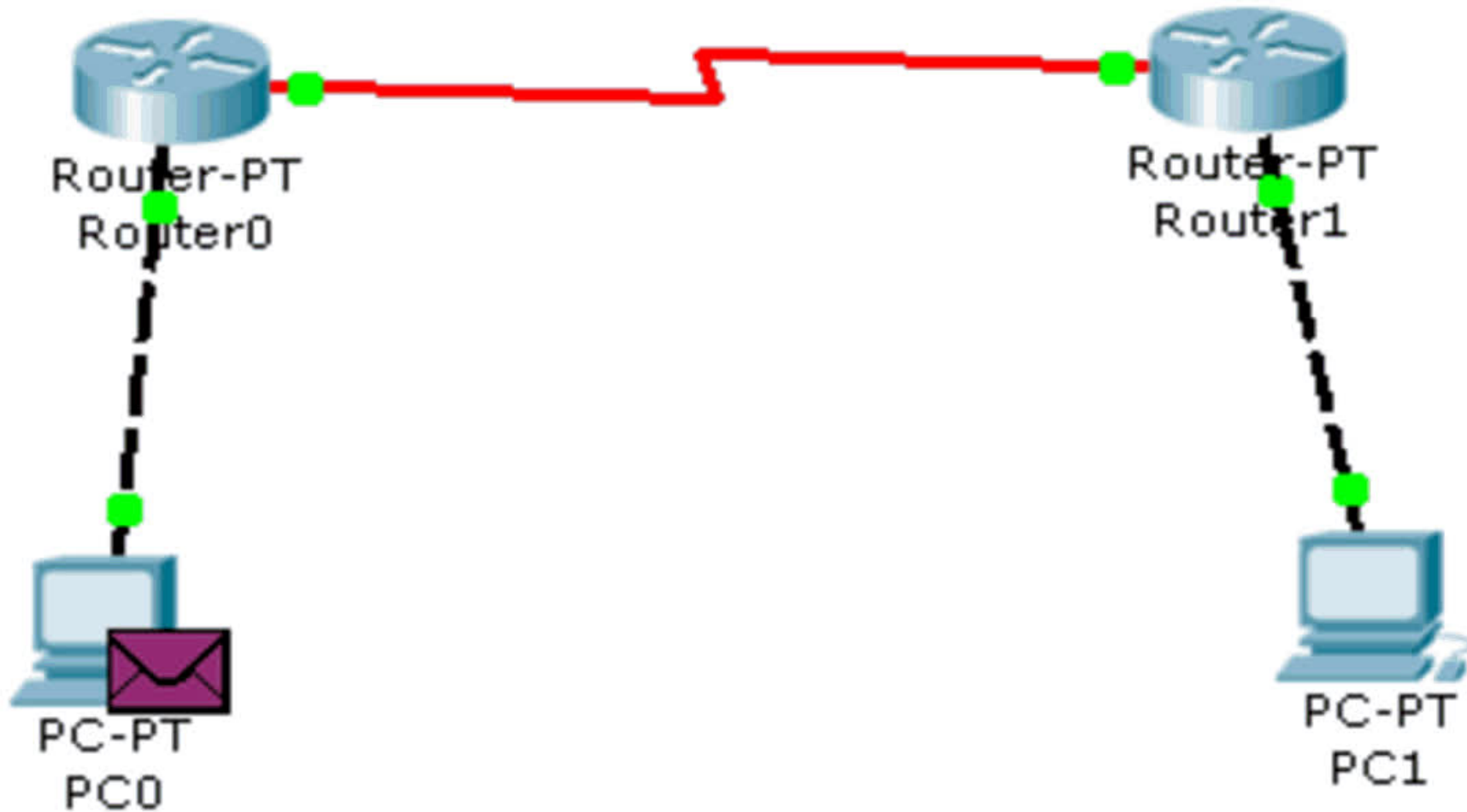
Camada de Rede



Repasse

Quando um pacote chega ao enlace de entrada de um roteador, este deve **encaminha-lo** até o enlace de saída apropriado.

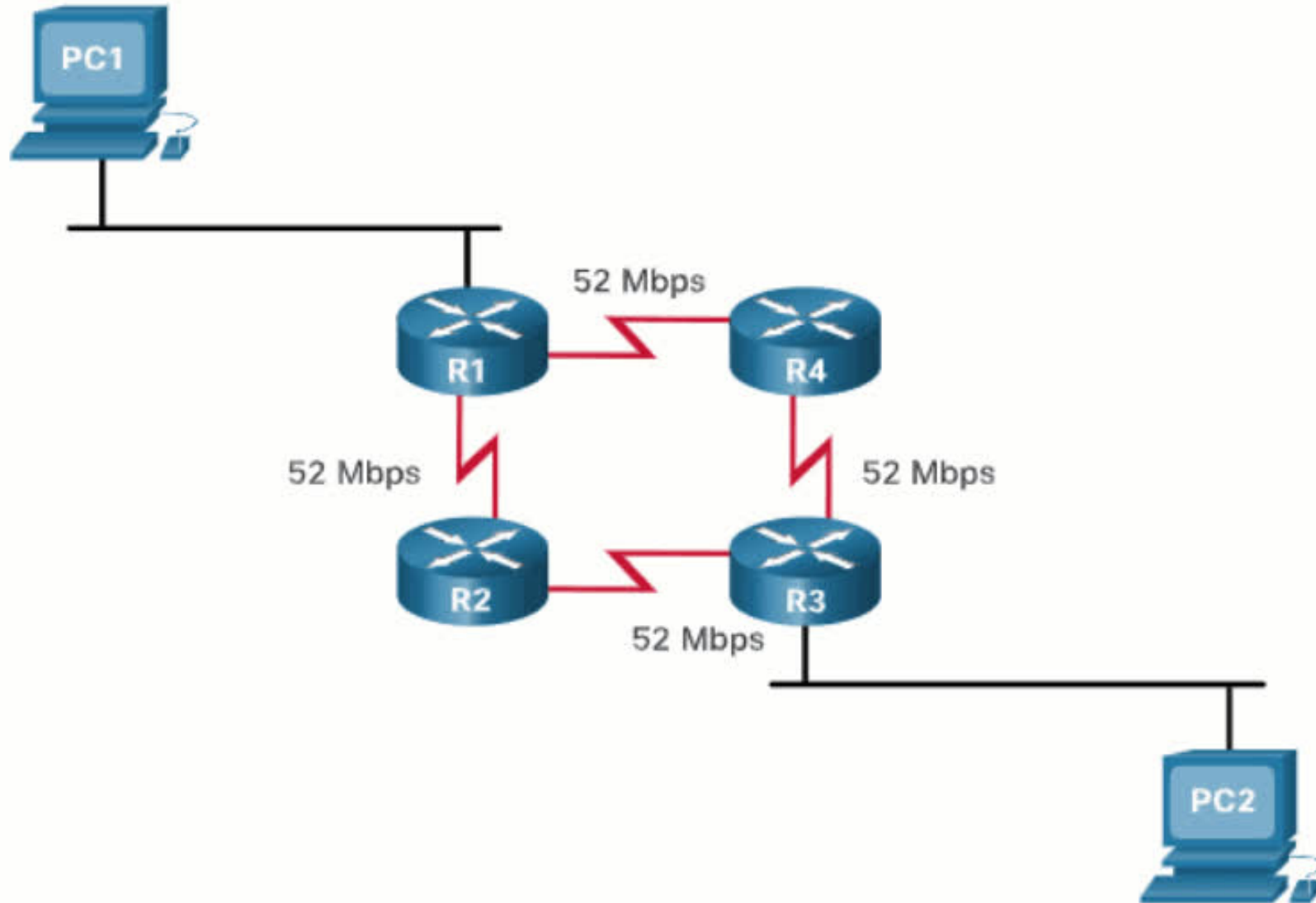
Repassse



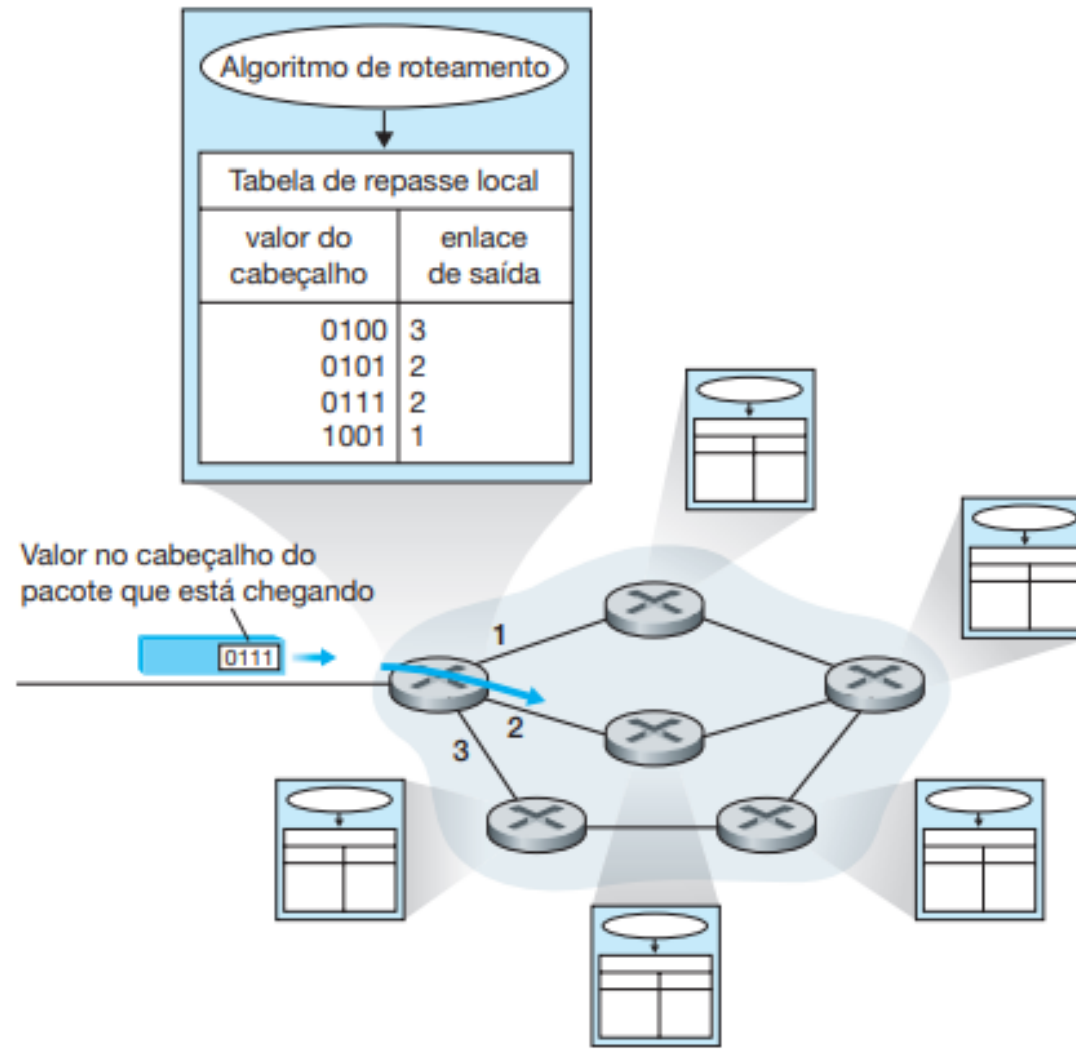
Roteamento

A camada de rede deve determinar a **rota ou o caminho** tomado pelos pacotes ao fluírem de um remetente a um destinatário. Os algoritmos que calculam esses caminhos são denominados **algoritmos de roteamento**.

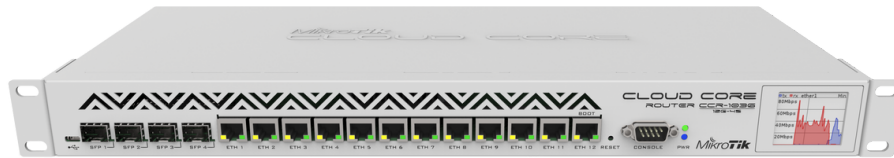
Roteamento



Repasse e Roteamento



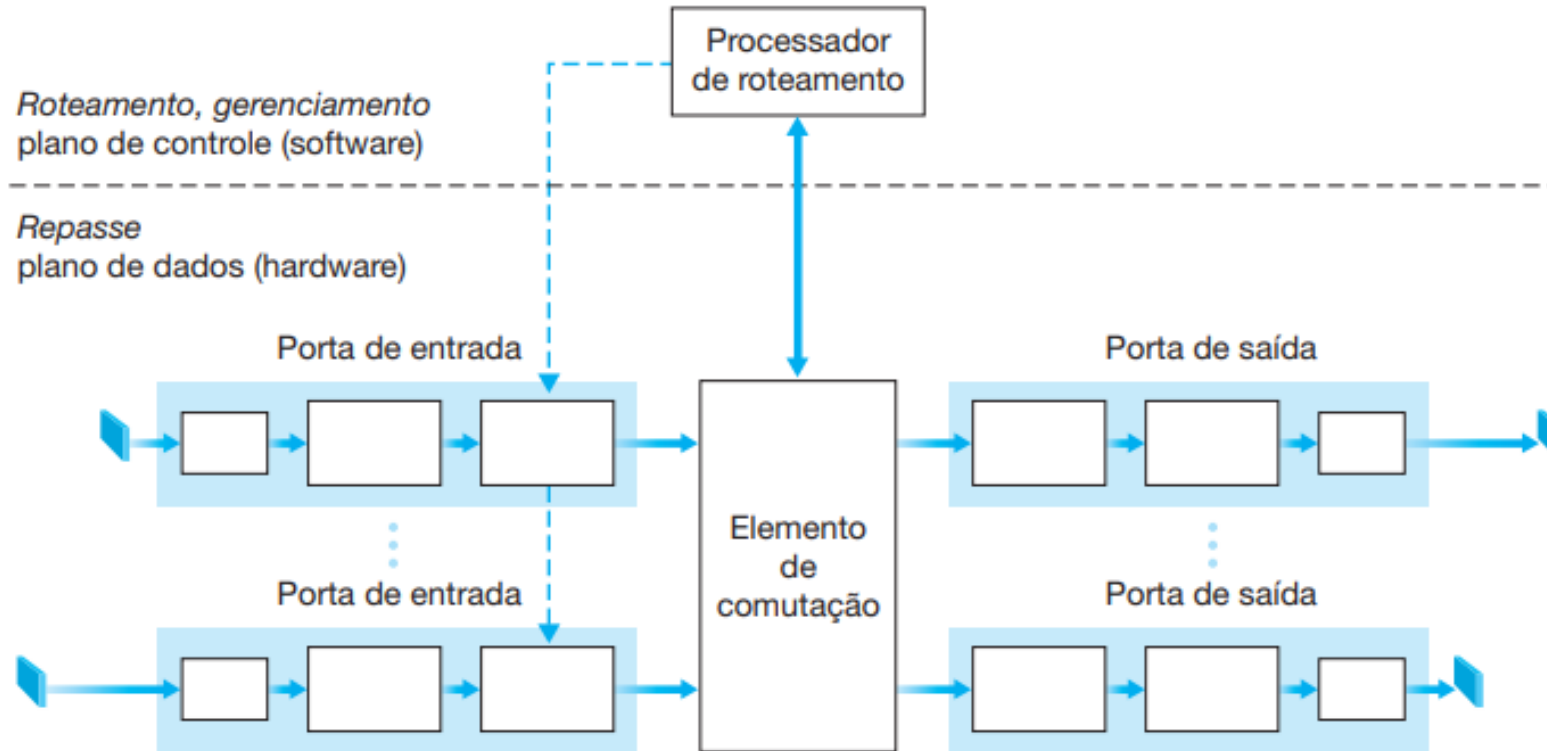
Roteador



O que há dentro do roteador?



O que há dentro do roteador?



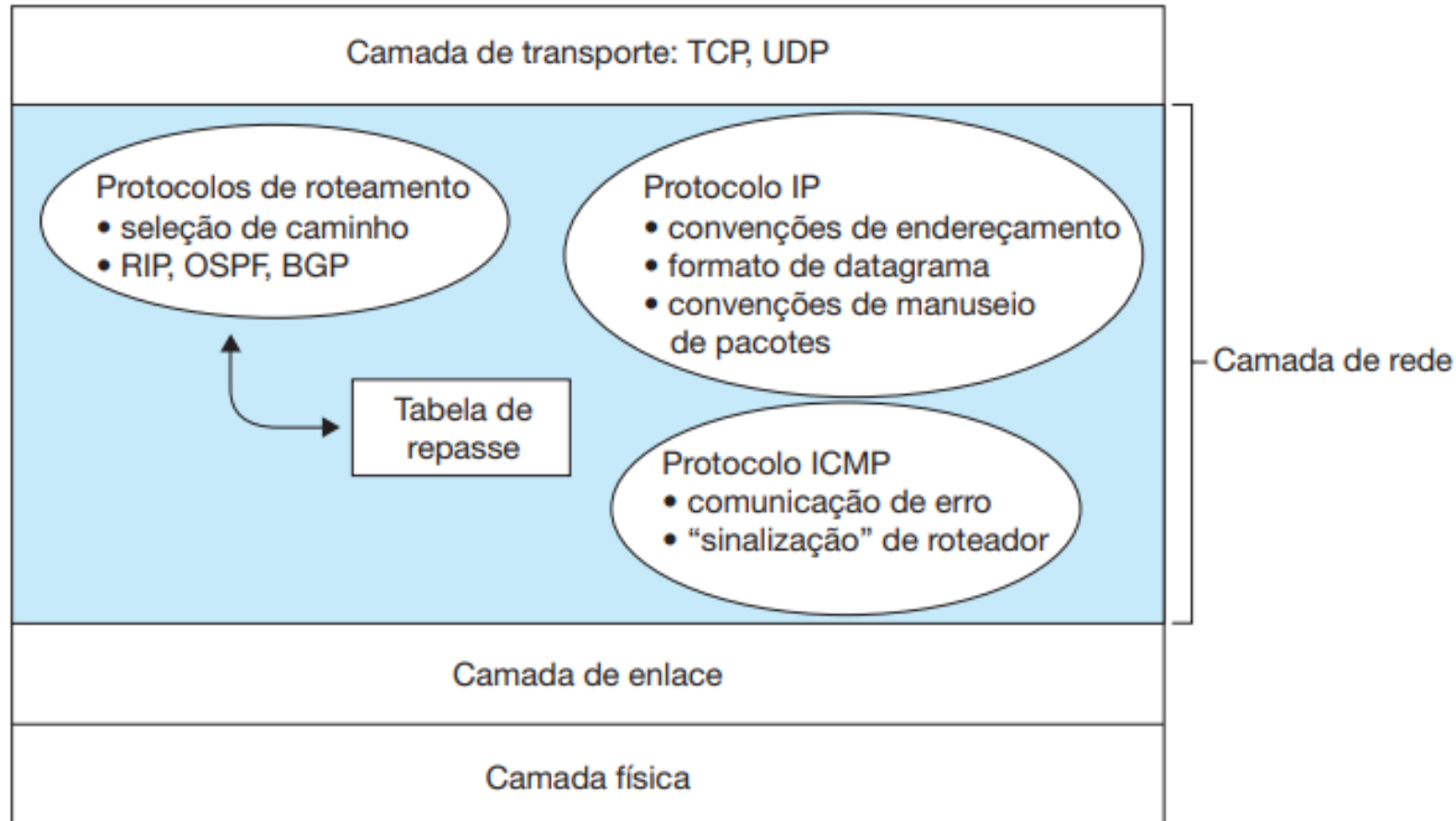
O que há dentro do roteador?

- **Porta de entrada:** interface de rede por onde o roteador recebe pacotes.
- **Porta de saída:** interface de rede por onde o roteador envia pacotes.
- **Elemento de comutação:** conecta a porta de entrada a porta de saída.
- **Processamento do Roteador:** Gerenciamento, algoritmos de roteamento, tabelas de repasse.

Atenção: Não confunda porta de interface de rede com porta de processo usadas na camada de transporte.

Protocolos da Camada de Rede

Protocolos da Camada de Rede



Sistemas autônomos

Um AS (Sistema Autônomo) é uma rede ou conjunto de redes interconectadas que são administradas por uma única organização ou provedor de serviços de internet.

AS - Sistemas autônomos

Exemplo:

- Uma rede corporativa a qual possui múltiplas redes conectadas entre si que conectam filiais.
- A rede de um provedor de internet consiste em múltiplas redes que podem abranger amplas localizações geográficas.

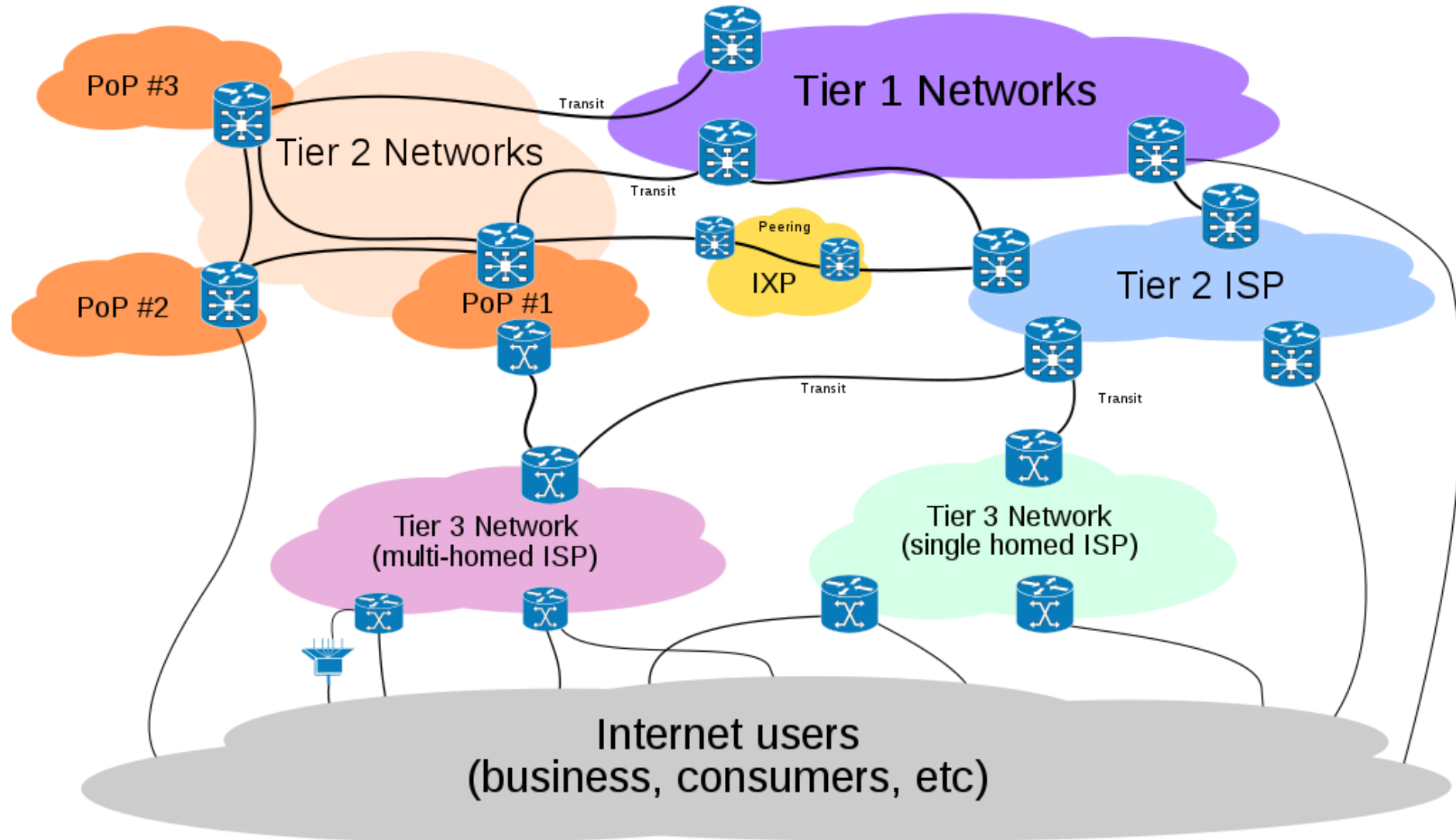
Sistemas Autônomos

Tier 1: Provedores globais que possuem uma rede extensa e não pagam por peering, conectando-se diretamente a todos os outros AS Tier 1.

Tier 2: Provedores regionais que pagam por acesso a algumas redes, mas também se conectam a outros ASs e oferecem serviços a ISPs menores e empresas.

Tier 3: Provedores locais ou de menor escala que geralmente compram conectividade de Tier 1 ou Tier 2 e vendem acesso à Internet para consumidores e empresas.

Sistemas Autônomos



Sistemas Autônomos

- **POP (*Point of Presence*)**: É um local onde um provedor de serviços de Internet tem equipamentos para interconexão e oferece serviços de conectividade, mas não necessariamente promove a troca de tráfego entre diferentes redes.

Sistemas Autônomos

ou IXP (*Internet Exchange Point*)

Um local físico onde diferentes redes e provedores de serviços de internet se conectam para trocar tráfego de **forma direta**.

É um **ponto de encontro neutro** que facilita a interconexão eficiente de diversas redes.

Protocolos da Camada de Rede

Protocolos de Roteamento: RIP, OSPF, BGP.
Calculam as tabelas de repasse que são usadas para transmitir pacotes pela rede.

Protocolos de erros e informações: ICMP (*Internet Control Message Protocol*).

IPv4

(Internet Protocol)

IP (*Internet Protocol*)

- O protocolo IP é responsável por atribuir uma **identificação numérica** a cada dispositivo (computador, impressora, smartphone etc.) conectado a uma rede.
- Um endereço IP pode identificar a **interface** de hospedeiro ou de **rede** e endereçamento de **localização**.
- O Protocolo de Internet versão 4 (IPv4) define um endereço IP como um número de **32 bits**.

Cabeçalho do IPv4

32 bits

Versão	Comprimento do cabeçalho	Tipo de serviço	Comprimento do datagrama (bytes)	
Identificador de 16 bits			Flags	Deslocamento de fragmentação (13 bits)
Tempo de vida		Protocolo da camada superior	Soma de verificação do cabeçalho	
Endereço IP da origem				
Endereço IP do destino				
Opções (se houver)				
Dados				

Cabeçalho do IPv4

 Wireshark · Packet 1743 · Wi-Fi

```
> Frame 1743: 138 bytes on wire (1104 bits), 138 bytes captured (1104 b
> Ethernet II, Src: MitraSta_21:7a:08 (d8:c6:78:21:7a:08), Dst: HonHail
  > Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.15.1, Dst: 192.168.15.97
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
    > Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
      Total Length: 124
      Identification: 0x7a40 (31296)
    > 000. .... = Flags: 0x0
      ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
      Time to Live: 64
      Protocol: ICMP (1)
      Header Checksum: 0x5fce [validation disabled]
      [Header checksum status: Unverified]
      Source Address: 192.168.15.1
      Destination Address: 192.168.15.97
  > Internet Control Message Protocol
```

IP (Internet Protocol)

Endereço IP:

10.1.85.215

Endereço IP em formato binário (32bits):

00001010.00000001.01010101.11010111

IP (*Internet Protocol*)

Conversão IP decimal para binário

		128	64	32	16	8	4	2	1
1º octeto	10	0	0	0	0	1	0	1	0
2º octeto	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3º octeto	85	0	1	0	1	0	1	0	1
4º octeto	215	1	1	0	1	0	1	1	1

Decimal

Binário

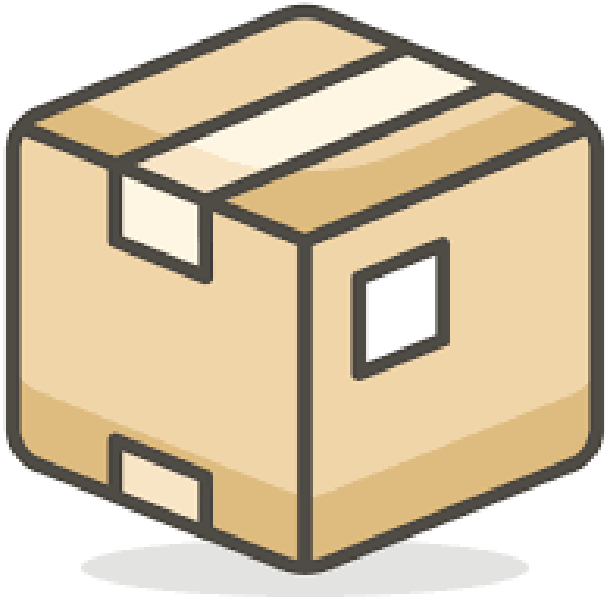
10.1.85.215 00001010.00000001.01010101.11010111

IP (Internet Protocol)

Analogia:

Para que um produto adquirido em um E-commerce e seja entregue para você, é essencial que informe o seu endereço de entrega.

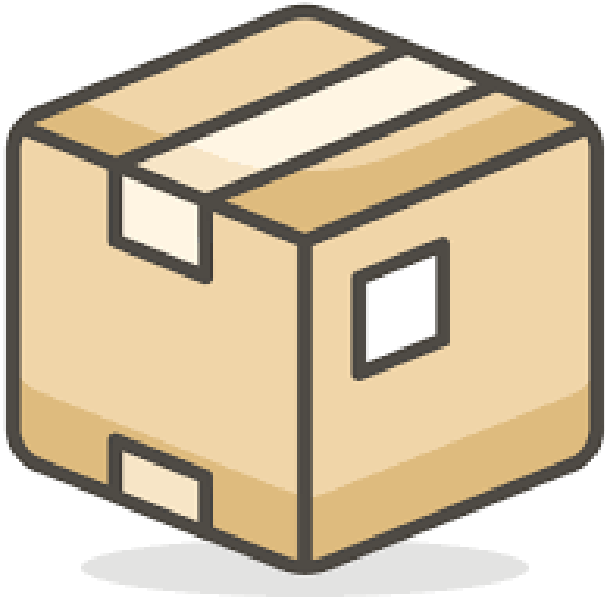
IP (Internet Protocol)



Considere que o endereço do rementeante é o seguinte:

21 Fuxing Rd, Futian District, Shenzhen,
Guangdong Province, China

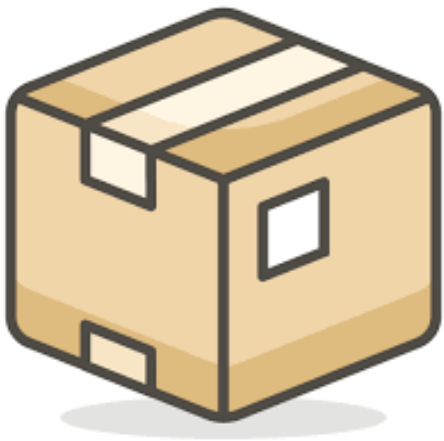
IP (Internet Protocol)



O endereço do destinatário deve ser o seu.
Suponhamos que seja:

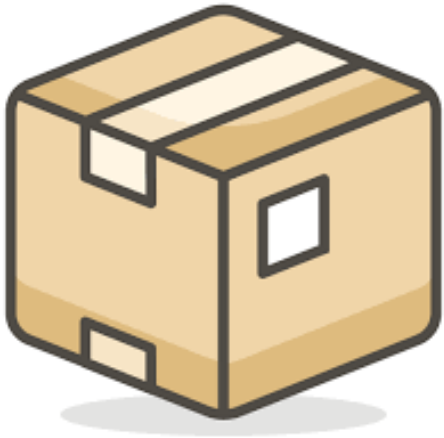
52, Rua do Príncipe, Centro, Joinville,
Santa Catarina, Brasil

IP (Internet Protocol)



O Pacote deve viajar entre origem e destino.

IP (Internet Protocol)



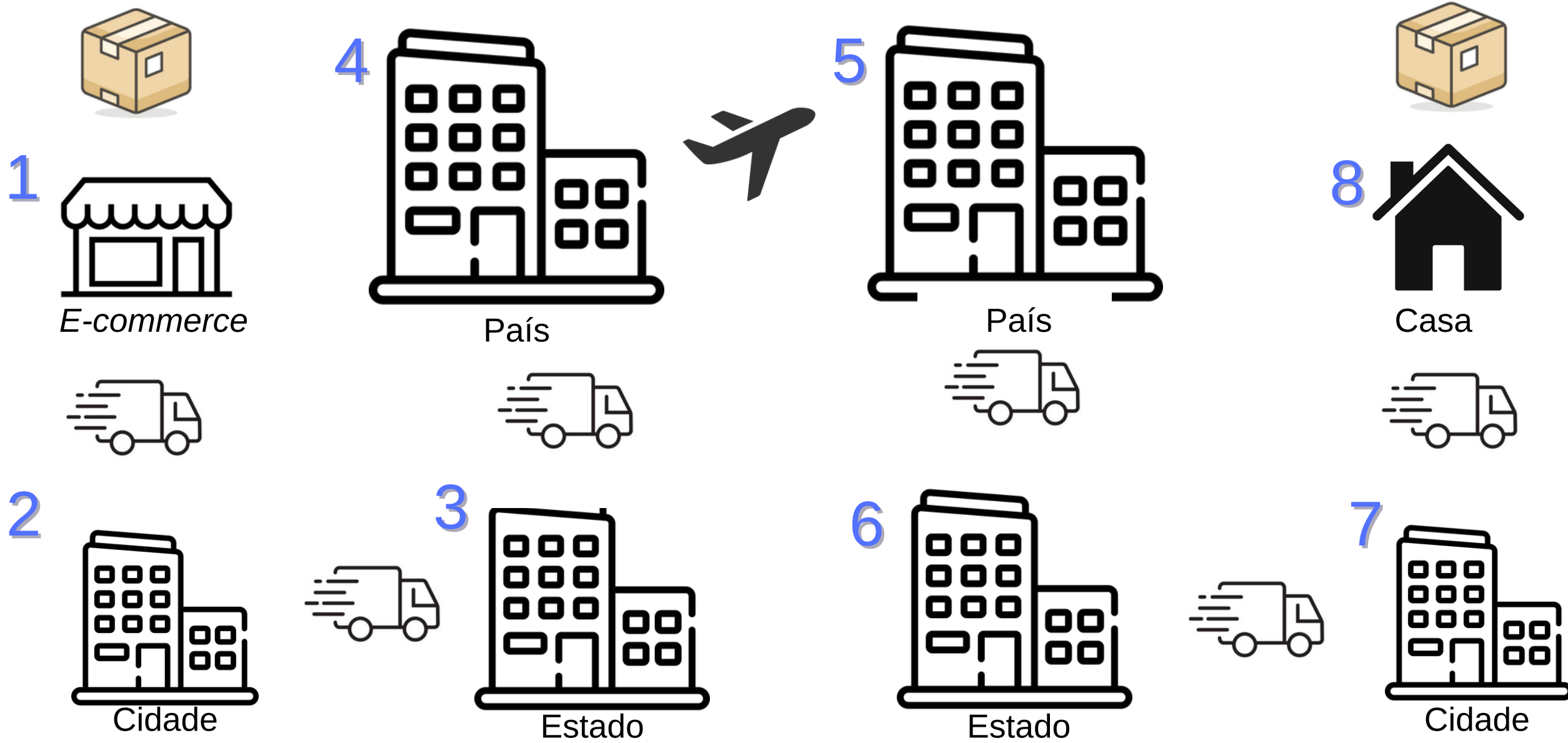
No entanto, é provável que o pacote passe por vários pontos intermediários até chegar ao seu destino.

IP (Internet Protocol)

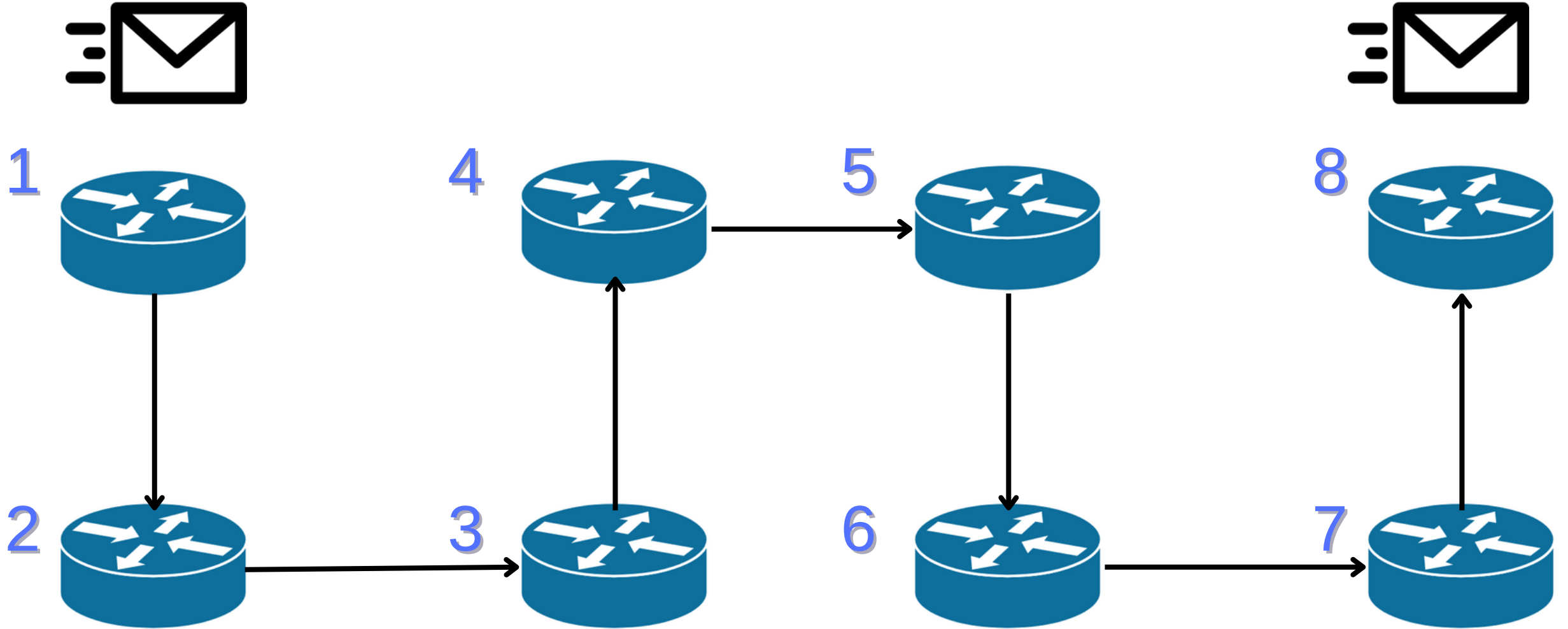
Para simplificar imagine que o E-commerce deposita o pacote na agência de entrega local, depois o pacote segue para a agência da provincia/estado, depois para a agência nacional.

Em seguida, chega a agência nacional do outro país, posteriormente segue para agência estadual e finalmente local, depois o entregador entrega o pacote na sua casa.

IP (Internet Protocol)



IP (*Internet Protocol*)



IP (Internet Protocol)

Rementente:

21 Fuxing Rd,Futian District, Shenzhen, Guangdong Province, China

China. Guangdong Province.Shenzhen.21 Fuxing Rd,Futian District

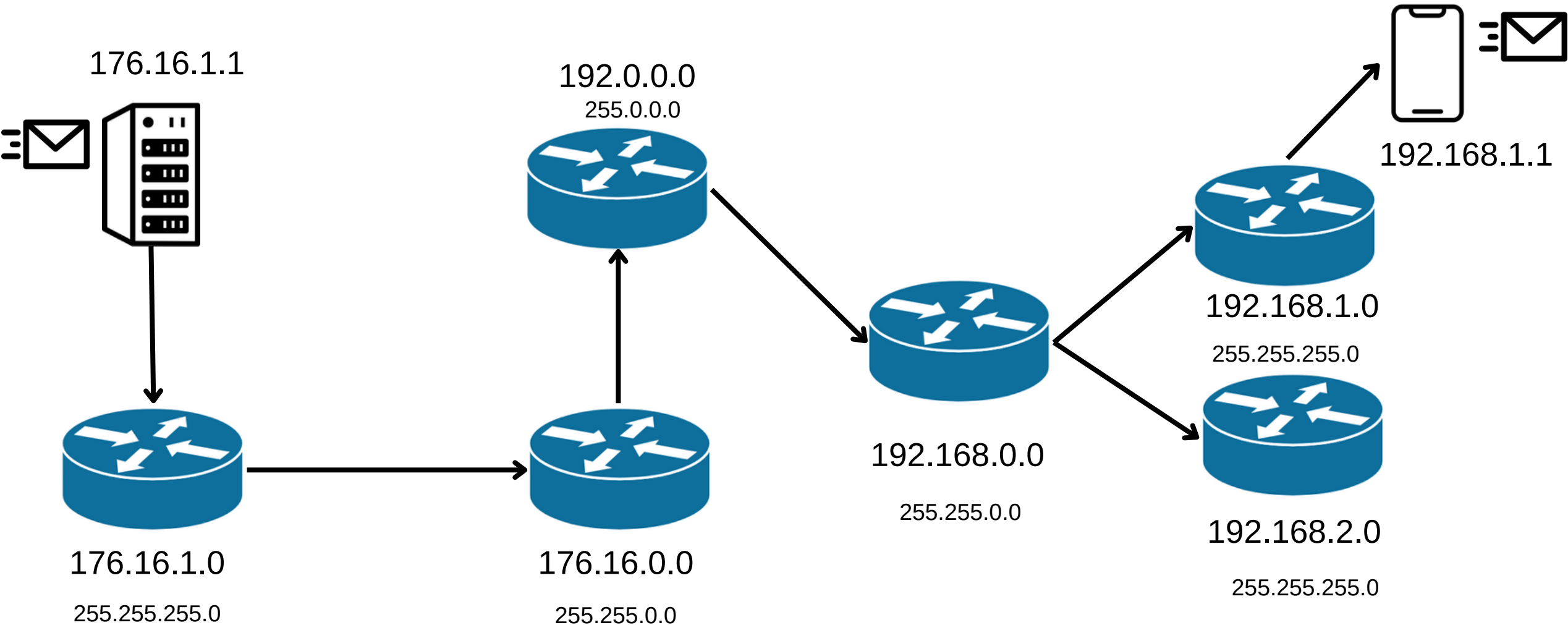
176.16.1.1

redes e sub redes | dispositivo final

IP (Internet Protocol)

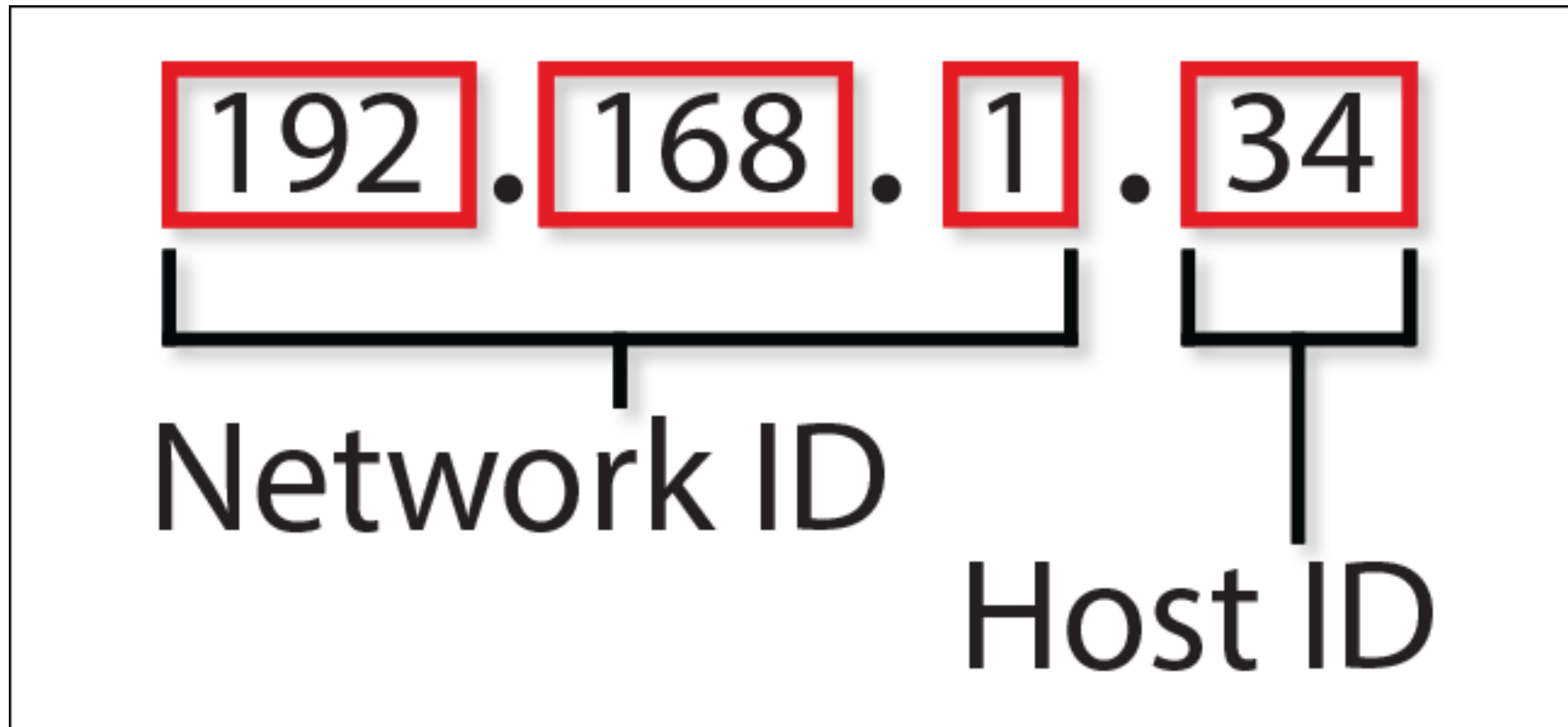
- Observando o endereço completo é possível identificar o destinatário.
- Note que se fragmentarmos o endereço teremos informações que definem a rota.
- Sabemos então que cada parte do endereço representa uma hierarquia.

IP (*Internet Protocol*)



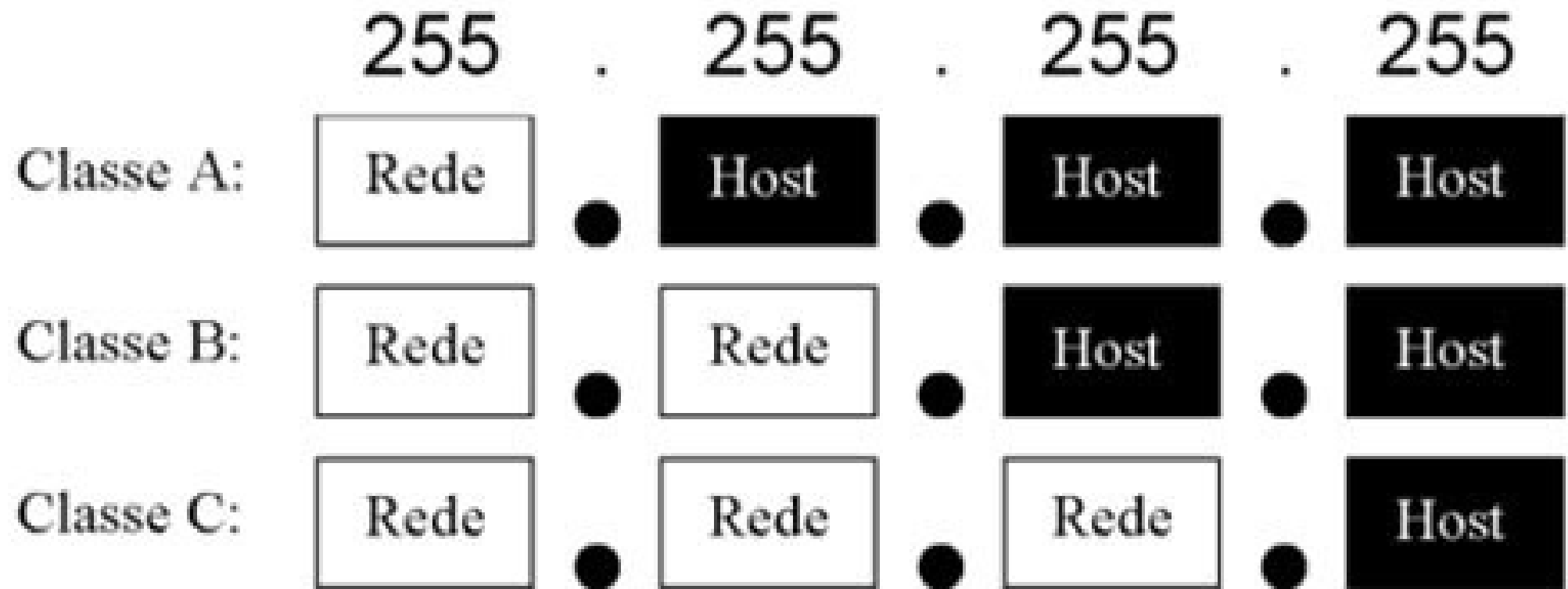
Endereçamento IP

Parte de um endereço IP pode representar uma rede e outra parte pode representar subredes ou hosts.



Classes IP

Octetos:



Classes IP

Classe	Primeiro Octeto	Parte da rede (N) e parte para hosts (H)	Máscara	Nº Redes	Endereços por rede
A	1-127	N.H.H.H	255.0.0.0	126 (2^7-2)	16,777,214 ($2^{24}-2$)
B	128-191	N.N.H.H	255.255.0.0	16,382 ($2^{14}-2$)	65,534 ($2^{16}-2$)
C	192-223	N.N.N.H	255.255.255.0	2,097,150 ($2^{21}-2$)	254 (2^8-2)
D	224-239	Multicast	NA	NA	NA
E	240-255	experimental	NA	NA	NA

IP público vs IP privado

- Um endereço IP privado é usado dentro de uma rede local para identificar dispositivos individualmente.
- Um endereço IP público é atribuído pela Internet para permitir a comunicação entre diferentes redes.

Classe	Intervalo de Início	Intervalo de Fim
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0	192.168.255.255

Endereçamento IP especial

- **Localhost**

- A faixa de IP 127.0.0.0 – 127.255.255.255 (ou 127.0.0.0/8 na notação CIDR) é reservada para a comunicação com o computador local (localhost).

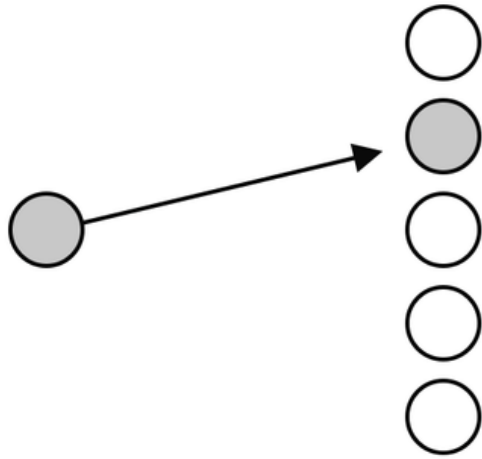


Classe endereçamento IP

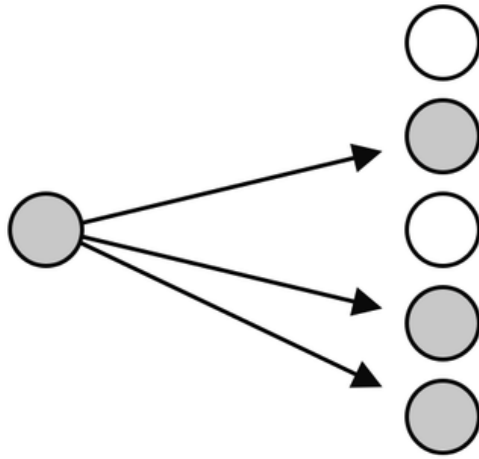
- **Localhost:**
 - Quaisquer pacotes enviados para estes endereços ficarão no computador que os gerou e serão tratados como se fossem pacotes recebidos pela rede ([Loopback](#)).
- 255.255.255.255: Broadcast.

DHCP - (*Dynamic Host Configuration Protocol*)

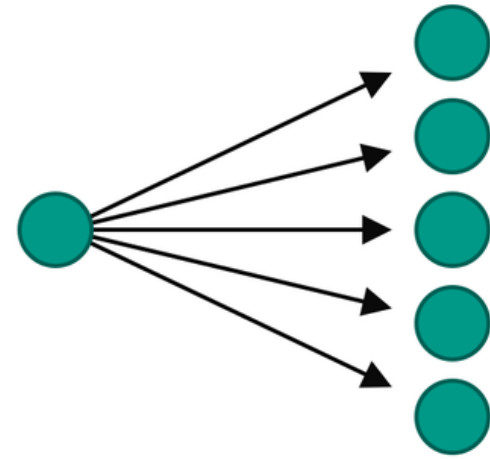
IP reservado para Broadcast: 255.255.255.255



Unicast



Multicast

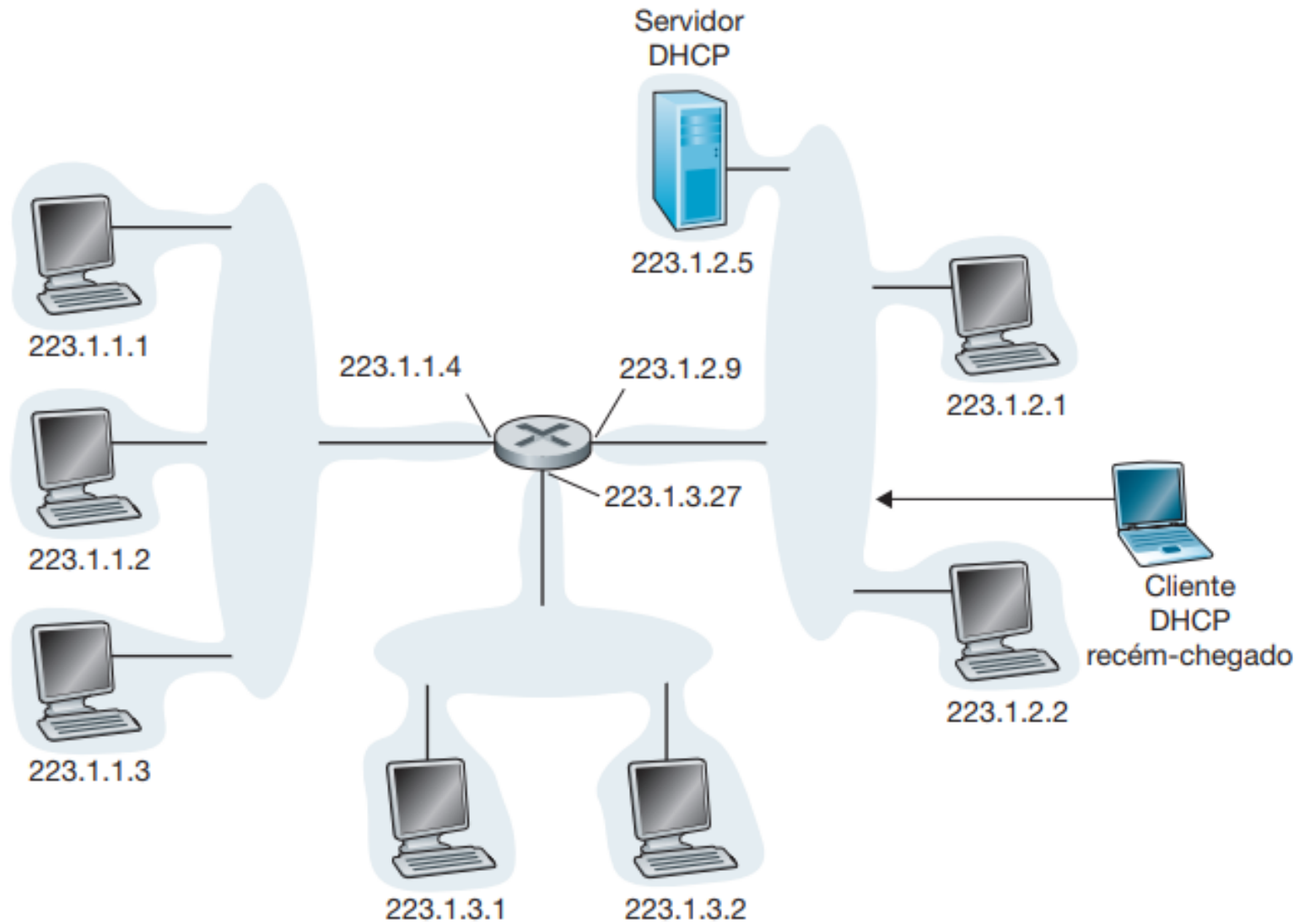


Broadcast

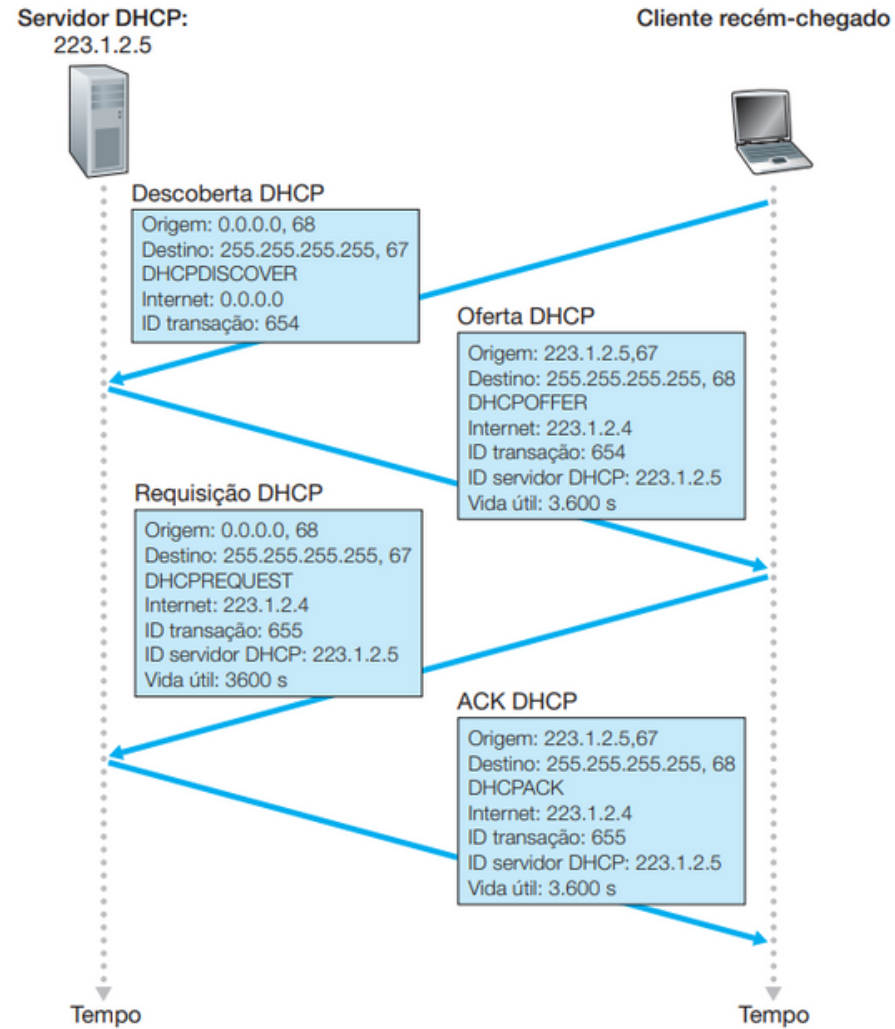
DHCP - (*Dynamic Host Configuration Protocol*)

- Quando um dispositivos se conectada a uma rede nova, ele **não tem um IP**.
- Então a primeira tarefa de um dispositivo recém-chegado é encontrar um servidor DHCP com quem interagir. Isso é feito utilizando uma **mensagem de descoberta** DHCP, a qual o dispositivo envia dentro de um pacote UDP .
- Em seguida o servidor DHCP **atribui um IP** para este novo dispositivo.

DHCP - (*Dynamic Host Configuration Protocol*)



DHCP - (*Dynamic Host Configuration Protocol*)



DHCP - (*Dynamic Host Configuration Protocol*)

APIPA (Automatic Private IP Addressing):

- Método usado para atribuir automaticamente um endereço IP privado quando não é possível obter um endereço de um servidor DHCP.
- APIPA usa endereços na faixa de **169.254.0.1** a **169.254.255.254**.
- Se um dispositivo não conseguir um endereço IP via DHCP, ele automaticamente atribui a si mesmo um endereço IP APIPA, permitindo que se comunique com outros dispositivos na mesma sub-rede APIPA.
- Comunicação apenas na LAN.

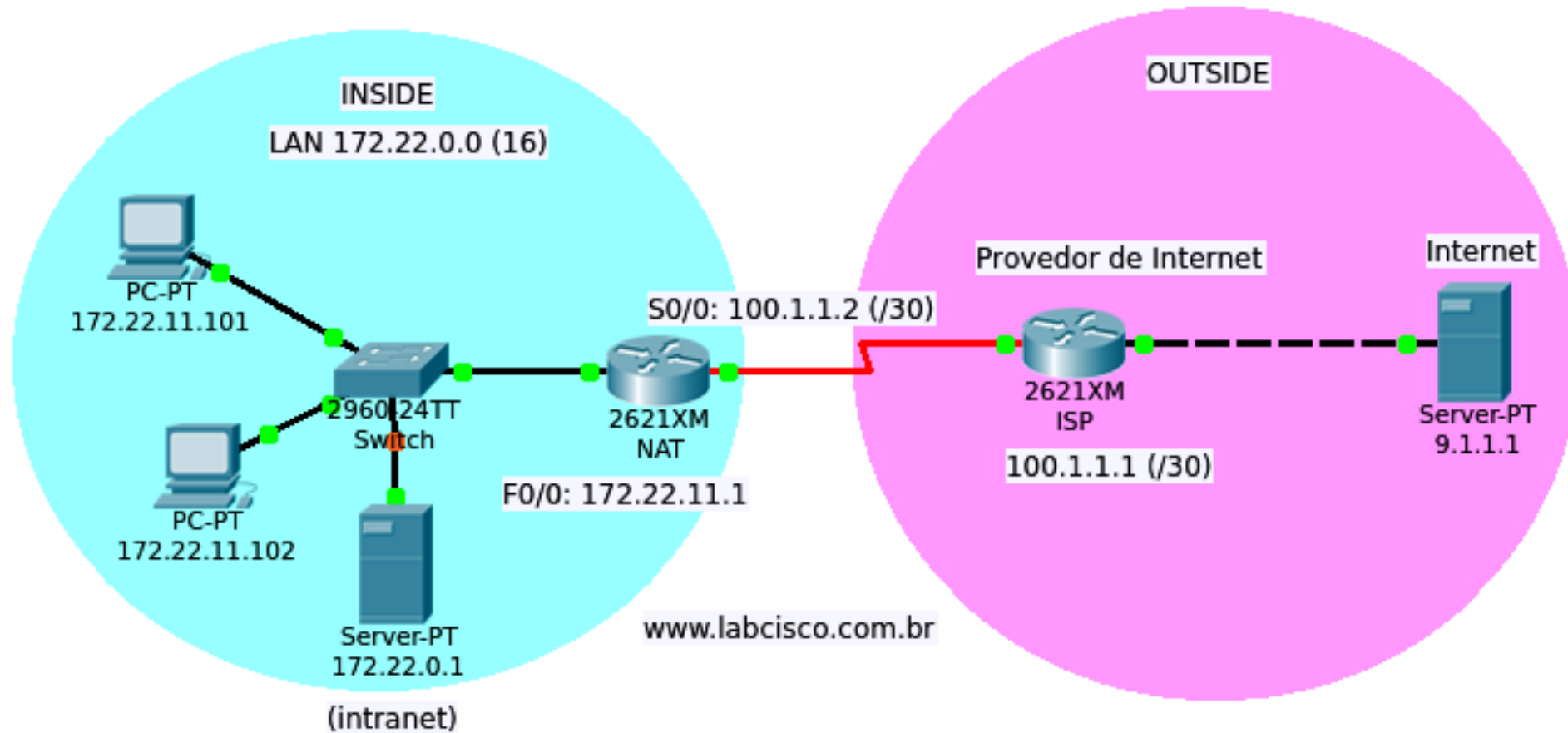
NAT (*Network Address Translation*)

- Em uma rede privada, como uma rede doméstica ou corporativa, os dispositivos são geralmente atribuídos a endereços IP privados, que **não são visíveis pela Internet pública**.
- Esses endereços IP privados são usados para identificar os dispositivos dentro da **rede local**, mas não podem ser usados diretamente para se comunicar com a Internet.

NAT (*Network Address Translation*)

- Quando um dispositivo da rede privada deseja acessar recursos na Internet, o NAT entra em ação. Ele atua como um intermediário entre a rede privada e a Internet, realizando a tradução de endereços IP.

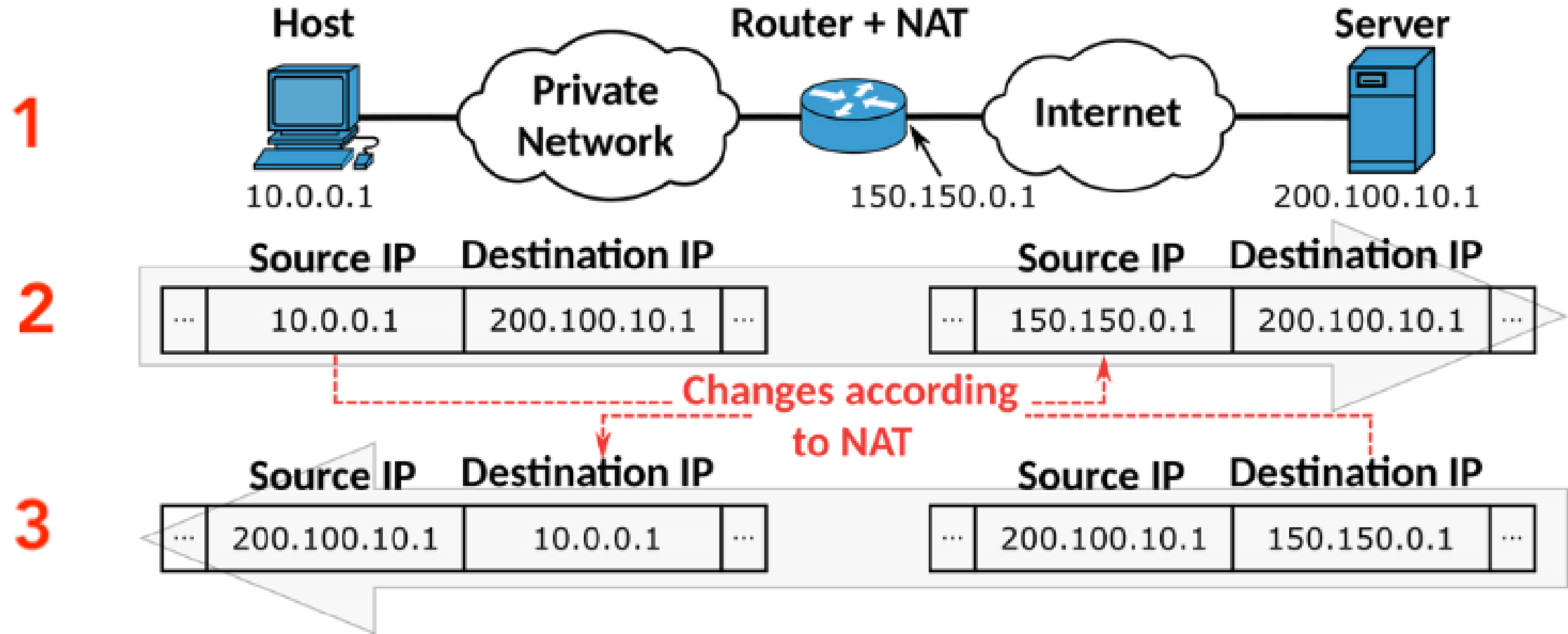
NAT (*Network Address Translation*)



NAT (*Network Address Translation*)

- Observe a figura:
 - Se o PC 172.22.11.101 acessar o site no servidor WEB 9.1.1.1 que está em outra rede.
 - O pacote será enviado ao IP público conhecido na Internet que é: 100.1.1.1. (Este é o IP do roteador da rede onde está o servidor WEB).
 - O roteador 100.1.1.1 faz a tradução e encaminha o pacote para o servidor WEB 9.1.1.1. (Apenas o roteador conhece esse IP, porque este IP pertence a sua rede).

NAT (*Network Address Translation*)



NAT (*Network Address Translation*)

- **NAT Estático:**

- Mapeamento um-para-um entre um IP público e um IP privado.
- Útil quando um dispositivo interno precisa ser acessado externamente.

NAT (*Network Address Translation*)

- **NAT Dinâmico:**

- Mapeamento de vários IPs privados para um pool de IPs públicos.
- Os IPs públicos são atribuídos conforme necessário.

NAT (*Network Address Translation*)

- NAT Sobrecarga (PAT):

- Também conhecido como NAT de Sobrecarga ou NAT com PAT (*Port Address Translation*).
- Vários IPs privados compartilham um único IP público, diferenciados pelo número da porta.
- Economiza endereços IP.

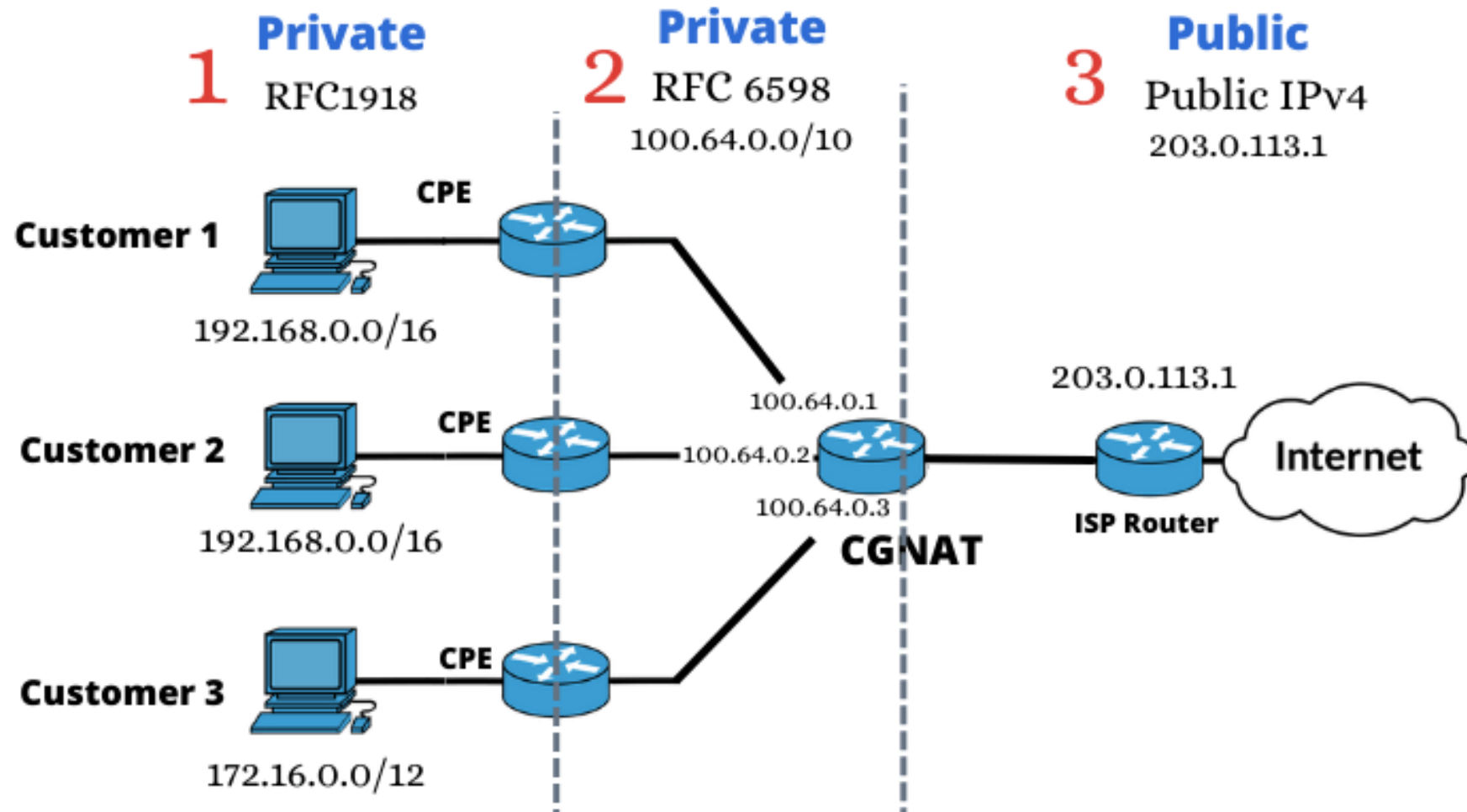
NAT (*Network Address Translation*)

- **CGNAT (*Carrier-Grade NAT*):**

- NAT em **Nível de Provedor**;
- Utilizado por **provedores** de internet para gerenciar a escassez de endereços IPv4;
- Vários clientes **compartilham** um único IP público, diferenciados por portas;
- Pode causar problemas de rastreamento de usuários e limitações de conexão.

NAT (*Network Address Translation*)

CGNAT (*Carrier-Grade NAT*):



NAT (*Network Address Translation*)

- **CGNAT (*Carrier-Grade NAT*):**
 - O CGNAT utiliza endereços de uma faixa específica de endereços IP privados, conforme definido pela RFC 6598.
 - Essa faixa é 100.64.0.0/10,

Máscaras e subredes

Máscaras

- Máscara:
 - **Máscara determina o tamanho da rede!**
 - Determina qual parte do IP representa uma sub-rede ou *host*.
 - Semelhante ao endereço IP.
 - 4 octetos, mas não é um endereço IP!

Máscaras

- **Recepção do Pacote:** Quando um roteador recebe um pacote, ele analisa o endereço IP de destino contido no pacote.
- **Aplicação da Máscara:** O roteador aplica a máscara de sub-rede ao endereço IP de destino usando a operação AND. Isso resulta no endereço da rede, que indica a qual rede o pacote pertence.

Máscaras

- **Tabela de Roteamento:** O roteador compara o endereço da rede resultante com suas entradas na tabela de roteamento, que contém informações sobre como encaminhar pacotes para diferentes redes.
- **Encaminhamento:** Com base na correspondência entre o endereço da rede e sua tabela de roteamento, o roteador determina o próximo salto (outro roteador ou dispositivo) para onde o pacote deve ser enviado, encaminhando-o na direção correta até que chegue ao seu destino final.

Máscaras

- **Exemplo:**

- IP Decimal: 10.8.16.128
- IP Binário: 00001010.00001000.00010000.10000000
- Máscara Decimal: 255.255.255.0
- Máscara Binário: 11111111.11111111.11111111.00000000

Máscaras

Exemplo:

Operação Lógica AND:

IP: 00001010.00001000.00010000.01111100

Máscara: 11111111.11111111.11111111.10000000

Resultado: 00001010.00001000.00010000.00000000

Máscaras

- **Exemplo:**

- Endereço da Rede: 10.8.16.0
- Endereço de Broadcast: 10.8.16.255
- Intervalo de Hosts: 10.8.16.1 a 10.8.16.254

Isso significa que todos os dispositivos com endereços IP na forma 10.8.16.X estão na mesma rede.

Máscaras

- **Atenção:**

- O endereço da rede **10.8.16.0**, identifica a rede e **não deve ser atribuído aos *hosts***.
- O último endereço de uma rede é utilizado para enviar pacotes de *broadcast*, permitindo que a mensagem seja entregue a **todos os dispositivos** dessa rede, nesse caso: **10.8.16.255**.
- O **intervalo** de endereços, determina quais endereços podem ser atribuídos aos *hosts* e ao *gateway*, sendo eles: **10.8.16.1 a 10.8.16.254**.
 - É comum que o primeiro ou o último endereço do intervalo seja atribuído ao *gateway* da rede.

Máscaras

- **Outro Exemplo 192.168.15.0**
 - **Máscara: 255.255.255.0:**
 - Suporta 255 endereços IP.
 - 192.168.15.1 até 192.168.15.255
 - IP para Gateway: 192.168.15.1
 - IP reservado para *broadcast*: 192.168.15.255
 - Portando, há 254 endereços IP disponíveis para subredes ou hosts.
 - A máscara pode ser descrita em notação CIDR:
 - 255.255.255.0/24 -> 24 bits reservados para rede.

CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)

- Essa notação é um método de designação de endereços IP que utiliza um formato de prefixo, representado como um endereço IP seguido por uma barra e um número.
 - **Exemplo: 192.168.1.0/24;**
 - Onde o número indica a quantidade de bits que compõem a parte da rede do endereço.

Notação decimal e CIDR

CIDR	Máscara Decimal	Número de Hosts	Máscara Binária
/30	255.255.255.252	2 hosts	11111111.11111111.11111111.11111100
/29	255.255.255.248	6 hosts	11111111.11111111.11111111.11111000
/28	255.255.255.240	14 hosts	11111111.11111111.11111111.11110000
/27	255.255.255.224	30 hosts	11111111.11111111.11111111.11100000
/26	255.255.255.192	62 hosts	11111111.11111111.11111111.11000000
/25	255.255.255.128	126 hosts	11111111.11111111.11111111.10000000
/24	255.255.255.0	254 hosts	11111111.11111111.11111111.00000000
/23	255.255.254.0	510 hosts	11111111.11111111.11111110.00000000
/22	255.255.252.0		11111111.11111111.11111100.00000000
/21	255.255.248.0	2046 hosts	11111111.11111111.11111000.00000000

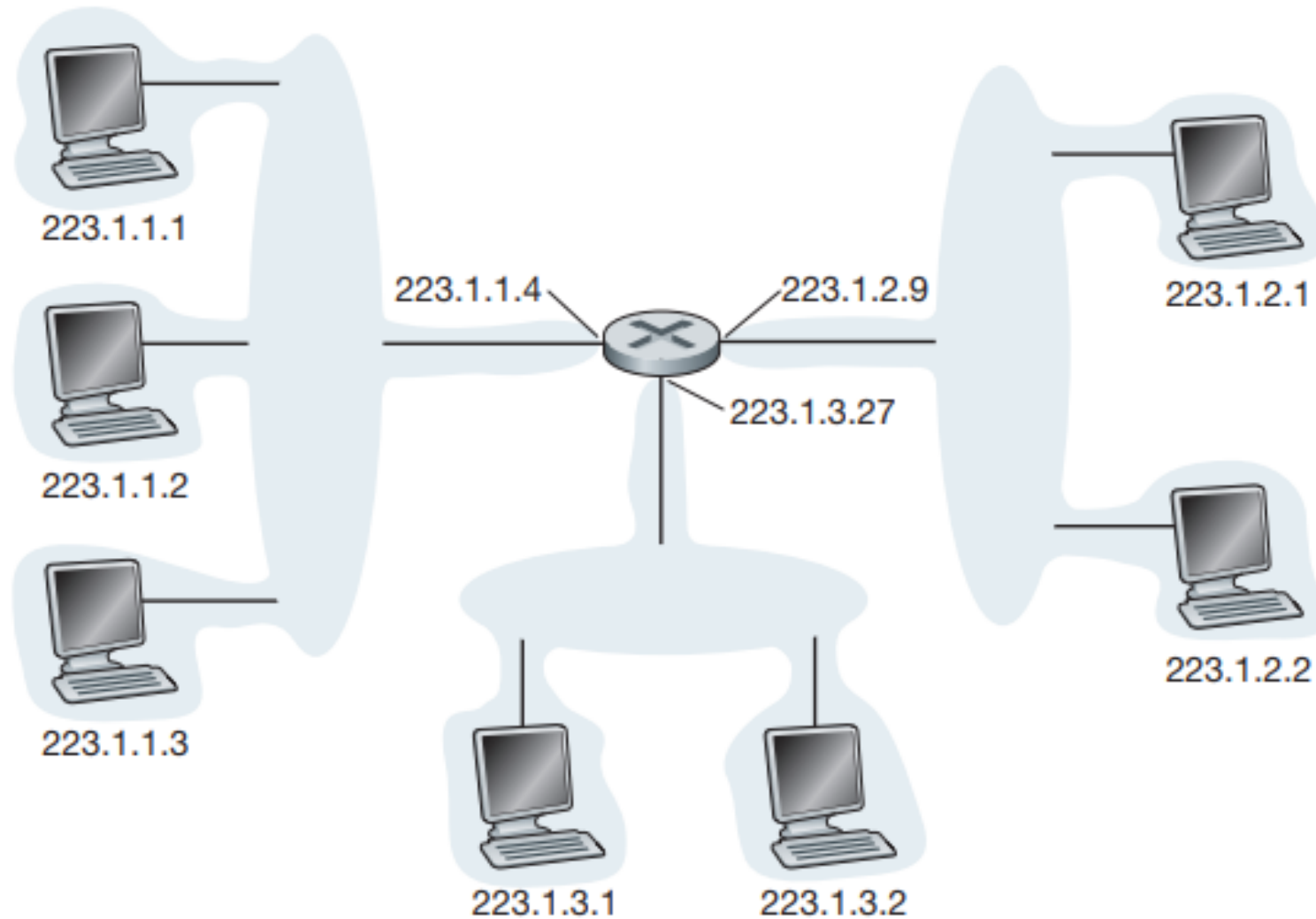
Máscaras e subredes

- **Exemplo:**
 - Máscara de rede - notação CIDR: /24
 - Máscara de rede - notação decimal: 255.255.255.0
 - Endereço de rede: 1.0.0.0/24
 - Primeiro IP utilizável da rede: 1.0.0.1 (*Gateway*)
 - Último IP utilizável da rede: 1.0.0.254
 - Endereço de *broadcast*: 1.0.0.255
 - Então os *hosts* têm endereços entre 1.0.0.2 e 1.0.0.254

Sub-redes

- Uma sub-rede é uma **subdivisão lógica** de uma rede maior que permite organizar, gerenciar e otimizar a distribuição de endereços IP. Essa técnica é utilizada para segmentar uma rede em partes menores

Hierarquias e subredes



Sub-redes

Exemplo:

Uma rede que suporte 253 *hosts* pode ser calculada da seguinte forma:

- Para determinar o número de bits necessários para suportar 253 *hosts*, utilizamos a fórmula:

$$2^x - 2 = \text{hosts}$$

- Onde x é o número de bits.
 - $2^8 = 256$
 - $256 - 2 = 254$

Sub-redes

Exemplo:

- Desconsidera-se dois endereços porque:
 - O primeiro é utilizado como endereço de rede.
 - O último é utilizado como endereço de *broadcast*.
- Um endereço é usado como *gateway*, mas esse não deve ser incluído entre os endereços disponíveis para hosts.

Sub-redes

Exemplo:

Assim, para suportar 253 hosts, a rede deve ser configurada para um total de 256 endereços, utilizando uma máscara de sub-rede que permita 8 bits para os hosts (255.255.255.0).

Encontrando a máscara em notação decimal

Se a rede precisa suportar 253 host,

Portanto, $2^8 = 254$,

Logo são necessários 8 bits para endereçar 253 hosts

Assim restam 24 bits para a rede, a rede é /24 ou 255.255.255.0

24 bits para rede

8 bits para hosts

11000000.10101000.00000000.00000000

192.168.0.0

Encontrando a máscara em notação decimal

11000000.10101000.00000000.00000000

máscara rede/24

255 em decimal

255 em decimal

255 em decimal

0 em decimal

11111111.11111111.11111111.00000000

255.255.255.0

Protocolos de Roteamento

Protocolos de Roteamento

Um protocolo de roteamento é um conjunto de regras e procedimentos que permite que os roteadores troquem informações de roteamento e tomem decisões sobre a melhor rota para encaminhar pacotes em uma rede.

Roteamento Estático

No roteamento estático as **rotas são**
manualmente configuradas pelos
administradores de rede e não se ajustam
automaticamente a mudanças na topologia.

Protocolos de Roteamento Dinâmico

RIP (*Routing Information Protocol*)

- Criado pela a XNS (*Xerox Network Systems*) em 1982.
- Usado em roteamento inter-AS.
- Usa contagem de saltos como métrica para definir o menor caminho e melhor rota.

RIP (*Routing Information Protocol*)

- Decentralizado.
- Atualizações de roteamento são trocadas entre vizinhos a cada 30 segundos.
- Cada roteador anuncia todas as rotas conhecidas aos seus roteadores vizinhos.

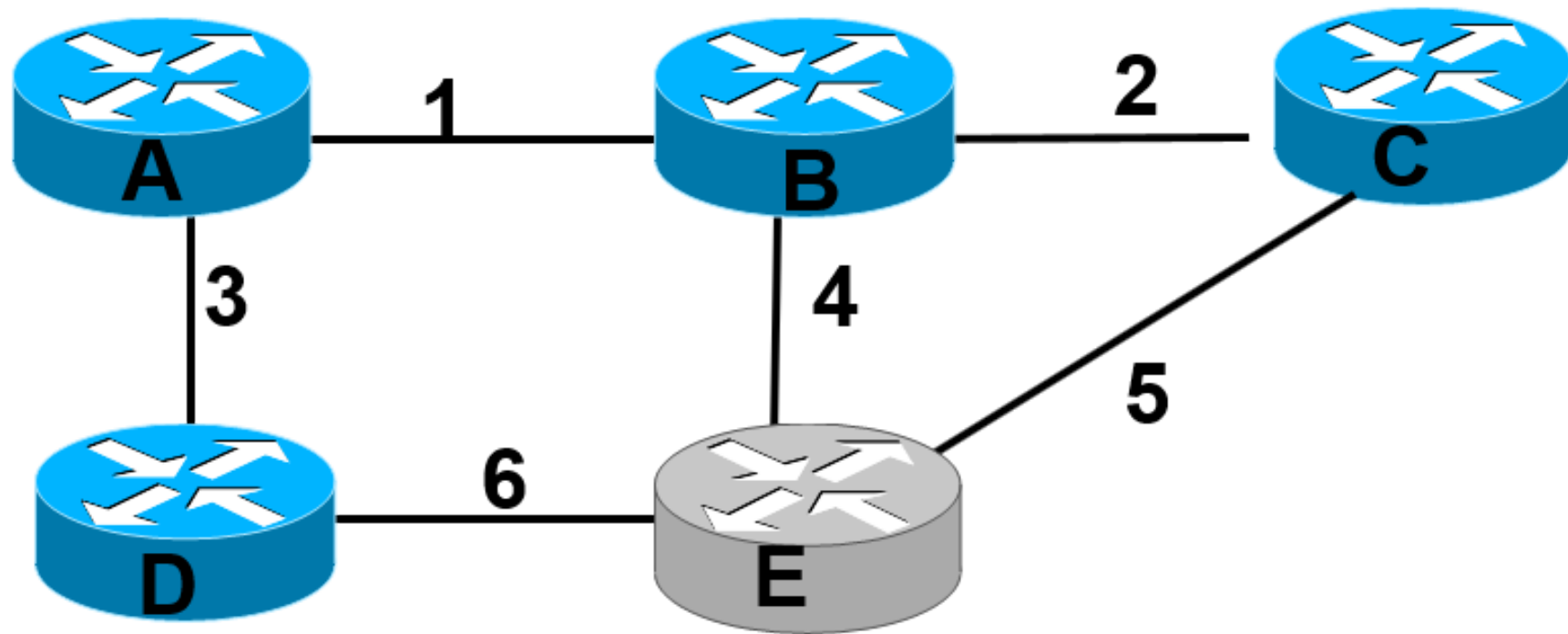
RIP (*Routing Information Protocol*)

- Permite simples configuração.
- Pode ser usado em pequenas redes.
- Em uma rede complexa o tempo de atualização de todas tabelas pode ser lento, isso faz com que tabelas de roteamento permaneçam desatualizadas.

Roteamento de Vetor de Distância

- **Bellman-Ford;**
- RIP e EIGRP;
- Métricas:
 - Saltos.
 - Atraso.

Roteamento de Vetor de Distância



OSPF (*Open Shortest Path First*)

- Roteamento inter-AS.
- Visão global da Rede.
- Permite definir o melhor caminho considerando o menor custo.
- Ao custo podem ser atribuídos métricas de largura de banda, delay e quantidade de tráfego.

RIP vs OSPF

Tipo de Algoritmo	Vetor de Distância	Estado de Link
Métrica	Número de saltos (hops)	Custo (geralmente baseado na largura de banda)
Máximo de Saltos	15 saltos	Sem limite de saltos
Escalabilidade	Limitado (menos eficiente para redes grandes)	Escalável (suporta redes grandes e complexas)
Convergência	Lenta (pode levar minutos para convergir)	Rápida (geralmente segundos)
Tipos de Mensagens	Atualizações periódicas (a cada 30 segundos)	Tipos de pacotes: Hello, LSAs (Link-State Advertisements)
Tipo de Topologia	Baseado em redes de roteadores diretamente conectados	Baseado em áreas, com roteadores principais e secundários
Protocolos de Rede Suportados	Apenas IPv4	IPv4 e IPv6

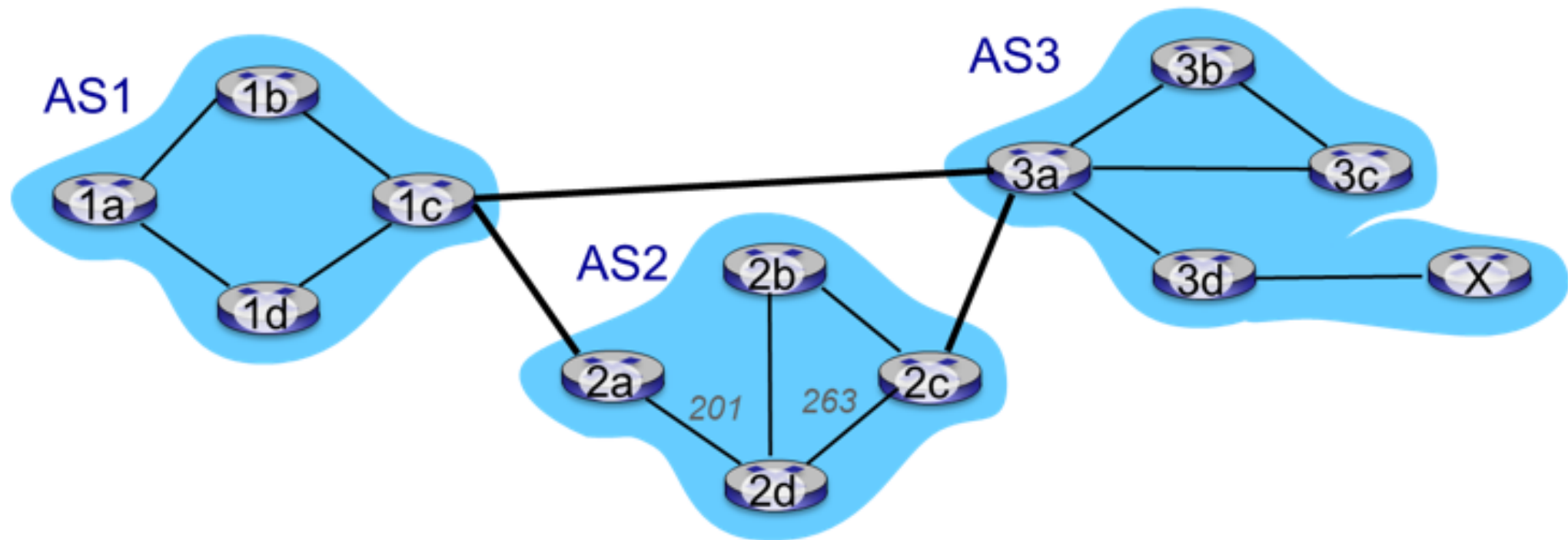
intra-AS e inter-AS

- O roteamento intra-AS refere-se ao processo de encaminhamento de pacotes dentro de um único AS.
- O roteamento inter-AS envolve o encaminhamento de pacotes entre diferentes AS, permitindo a comunicação entre AS distintos. distintos.

BGP (*Border Gateway Protocol*)

- Roteamento intra-AS.
- Conecta roteadores de borda.
- Usado em roteamento entre ISP's diferentes ou em PTTs.
- Considera regras de administração para escolher a melhor rota.
- Normalmente, custo financeiro.

BGP (*Border Gateway Protocol*)



BGP (*Border Gateway Protocol*)

O BGP, sobretudo, permite que cada sub-rede anuncie sua existência ao restante da Internet. Uma sub-rede grita “**Eu existo e estou aqui**” e o BGP garante que todos os ASs da Internet saibam de sua existência e como chegar até ela. Não fosse o BGP, cada sub-rede **ficaria isolada, sozinha e desconhecida pelo restante da Internet.**

IPv6

- Uma motivação para a criação do IPv6 foi o entendimento de que o espaço de endereços IP de 32 bits estava começando a escassear, com novas sub-redes e nós IP sendo anexados à Internet (e ainda recebendo endereços IP exclusivos) a uma velocidade estonteante.
- Para atender a essa necessidade de maior espaço para endereços IP, foi desenvolvido um novo protocolo IP, o IPv6.
- Os endereços IPv6 são normalmente escritos como oito grupos de 4 dígitos hexadecimais.

IPv6

Abreviação IPv6

2001:0DC9:0000:0000:130F:0000:0000:004B



2001:0DC9:130F:0000:0000:0000:0000:004B

2001:DC9:130F:0:0:0:0:4B



2001:DC9:130F:0:0:0:0:4B

2001:DC9:130F::4B

Sistemas numéricos

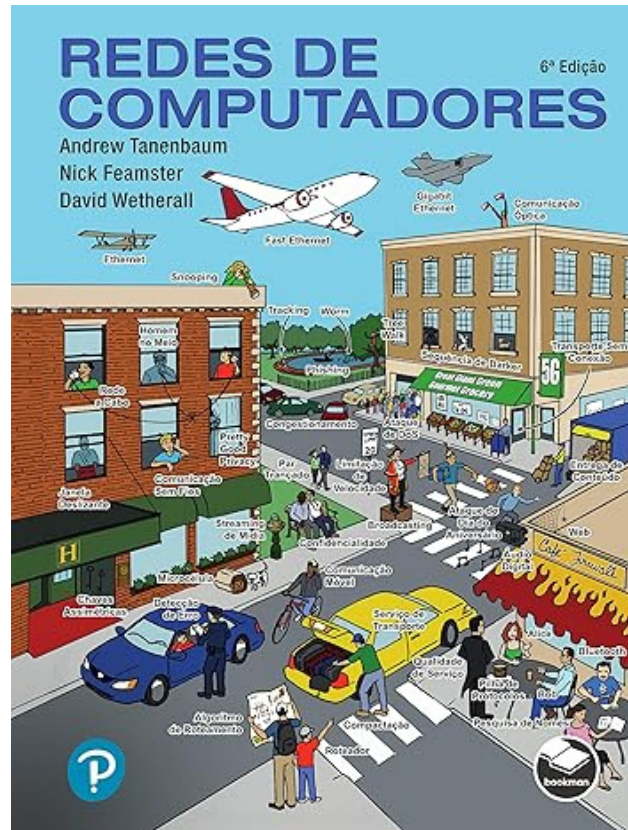
Decimal	Binario	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

ICMP (*Internet Control Message Protocol*).

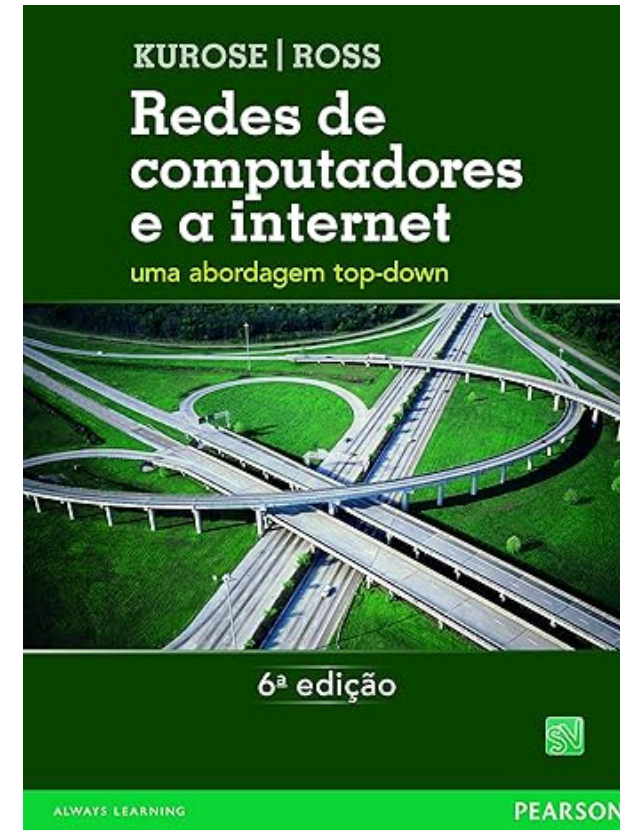
Tipo ICMP	Código	Descrição
0	0	resposta de eco (para <i>ping</i>)
3	0	rede de destino inalcançável
3	1	hospedeiro de destino inalcançável
3	2	protocolo de destino inalcançável
3	3	porta de destino inalcançável
3	6	rede de destino desconhecida
3	7	hospedeiro de destino desconhecido
4	0	repressão da origem (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

Leitura Recomendada

Capítulo 5 do livro:
Redes de Computadores



Capítulos 4 do livro:
Redes de Computadores e a internet



Referências

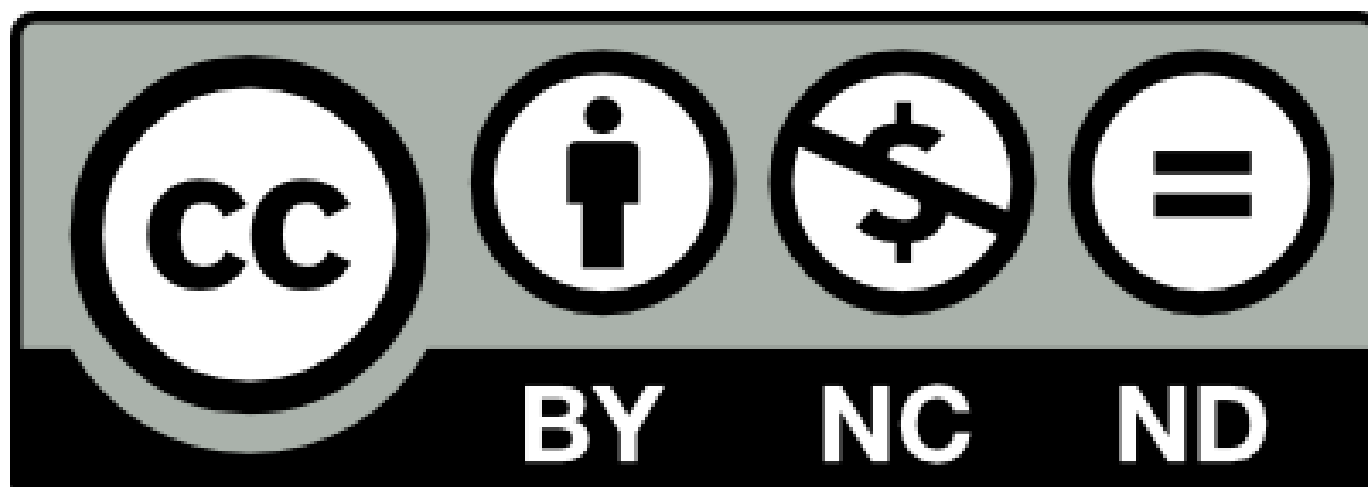
WETHERALL, J.; TANENBAUM, A. S. Redes de Computadores. 6ª edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2021.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de Computadores e a Internet. 5ª edição. São Paulo: Person, 2021.

FOROUZAN, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4ª edição. AMGH Editora, 2010.

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF). RFCs. Disponível em: <https://www.ietf.org/process/rfc/>. Acesso em: 22 out. 2024.

**Estes *slides* possuem direitos autorais reservados por uma licença
Creative Commons:**



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

<https://br.creativecommons.net/licencas/>



Redes de Computadores