

Endereçamento IPv4

Prof. Michel Sales Bonfim

Disciplina: Internet e Arquitetura TCP/IP

Endereço IPv4

- ▶ Identificador numérico que designa cada um dos dispositivos da rede;
- ▶ Trata-se de um endereço lógico (software) e não físico (hardware).
- ▶ O IPv4 utiliza endereços de 32 bits, o que limita o espaço de endereço para 4.294.967.296 (2^{32}) endereços.

Endereço IPv4

▶ Terminologias Importantes:

- ▶ **Bit** – Um dígito 1 ou 0;
- ▶ **Byte** – Conjunto de 8 bits.
- ▶ **Octeto** – Conjunto de 8 bits, parte de um endereço IP;
- ▶ **Endereço Broadcast** – endereço utilizado por aplicações para encaminhar mensagens para todos os dispositivos da rede;
- ▶ **Endereço Multicast** – endereço utilizado por apenas um dispositivo para alcançar um grupo de dispositivos na rede;
- ▶ **Endereço Unicast** – comunicação direta de um dispositivo para outro na rede.

Representação de Endereços IPv4

- ▶ Os endereços IPv4 podem ser representados em qualquer notação expressando um valor inteiro de 32 bits:
 - ▶ **Decimal** – 192.168.31.123
 - ▶ Binário – 11000000.10101000.00011111.01111011
 - ▶ Hexadecimal – C0 A8 1F 7B

IPv4 address in dotted-decimal notation

172 . 16 . 254 . 1

↓ ↓ ↓ ↓

10101100.00010000.11111110.00000001

8 bits 32 bits (4 bytes)

Primeira Dica

- Converter binário para decimal e vice-versa.

Exemplo: 00100110

$$0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$0 + 0 + 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 0 = 38$$

Primeira Dica

- Memorize a seguinte tabela:

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

- Resolvendo o mesmo exemplo
00100110

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

0	0	1	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

0	x	128	=	0
0	x	64	=	0
1	x	32	=	32
0	x	16	=	0
0	x	8	=	0
1	x	4	=	4
1	x	2	=	2
0	x	1	=	0

$$00100110 = 32 + 4 + 2 = 38$$

Endereçamento Classful

Representação de Endereços IPv4

- ▶ Divide o espaço de endereços em 5 classes: **A, B, C, D e E;**
- ▶ **OBJETIVO:** Acomodar diferentes tamanhos de redes físicas.
- ▶ O Endereço de 32 bits está estruturado de forma **hierárquica**, obedecendo ao seguinte esquema:

REDE.HOST

REDE – identifica uma rede

HOST – identifica um dispositivo na rede

- ▶ Cada classe possui uma posição diferente para delimitar o prefixo de rede e o delimitador de estação.

Classes de Endereços

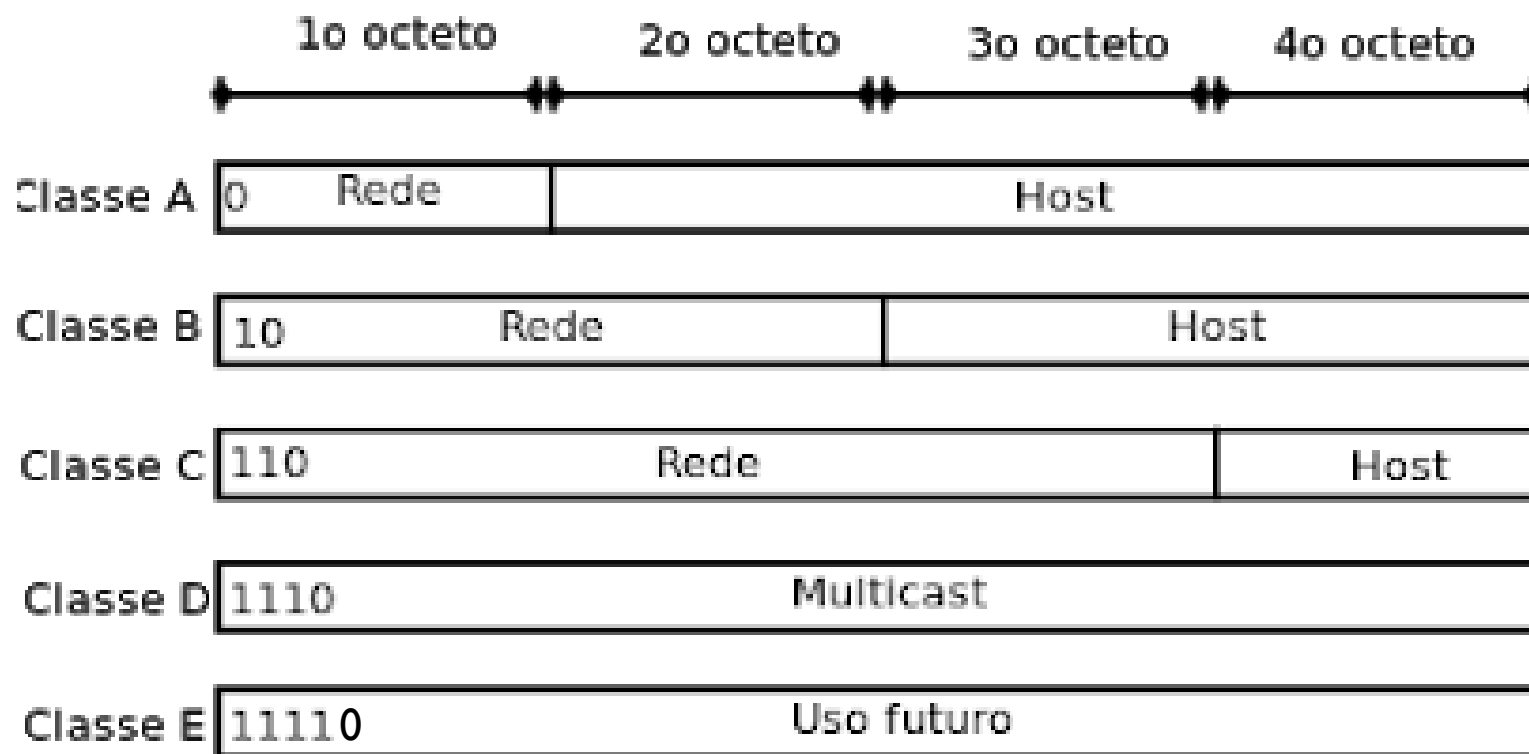
Primeiro Octeto



	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	Intervalo	Exemplo
Classe A	NET	HOST	HOST	HOST	0-127	10.0.0.1
Classe B	NET	NET	HOST	HOST	128-191	172.19.0.1
Classe C	NET	NET	NET	HOST	192-223	192.168.0.1
Classe D	Classe reservada para endereços multicast					
Classe E	Classe reservada para pesquisa					

Determinação de cada Classe

- ▶ Para que os roteadores identificassem as classes de endereços os projetistas utilizaram-se da regra dos **bits iniciais no primeiro octeto**.



Determinação de cada Classe

128	64	32	16	8	4	2	1			128	64	32	16	8	4	2	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	1	1	127
1	0	0	0	0	0	0	0	128		1	0	1	1	1	1	1	1	191
1	1	0	0	0	0	0	0	192		1	1	0	1	1	1	1	1	223
1	1	1	0	0	0	0	0	224		1	1	1	0	1	1	1	1	239
1	1	1	1	0	0	0	0	240		1	1	1	1	0	1	1	1	247

Classes de Endereços

Classe	Faixa de Endereçamento
A	0.0.0.0 a 127.255.255.255
B	128.0.0.0 a 191.255.255.255
C	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 reservados: privados e ilegais

► Endereços Privados:

10.0.0.0	a	10.255.255.255	1 rede Classe A
172.16.0.0	a	172.31.255.255	16 redes Classe B
192.168.0.0	a	192.168.255.255	255 redes Classe C

► Endereços Ilegais (1 rede classe A):

127.0.0.0	a	127.255.255.255	loopback interno (localhost)
-----------	---	-----------------	------------------------------

Número de Endereços Válidos por Rede

- ▶ **DICA:** os bits do endereço do host não podem estar todos ligados (endereço broadcast) ou desligados (endereço de rede)

- **Classe A**

- Número de Redes: $2^7 - 2 = 126$
- Número de Hosts Válidos por Rede: $2^{24} - 2 = 16.777.214$

- **Classe B**

- Número de Redes: $2^{14} = 16.384$
- Número de Hosts Válidos por Rede: $2^{16} - 2 = 65.534$

- **Classe C**

- Número de Redes: $2^{21} = 2.097.152$
- Número de Hosts Válidos por Rede: $2^8 - 2 = 254$

Cenário em meados dos anos 1980...

Redes locais se tornaram amplamente disponíveis...

Desvantagens do Endereçamento Classful

- ▶ Não propicia uma alocação eficiente do espaço de endereços:
 - ▶ Classe C: apenas 254 hosts (muito pequeno);
 - ▶ Classe B: 65.534 hosts (muito grande).
- ▶ Má distribuição de endereços no passado:
 - ▶ Depleção prematura de endereços Classe B.
 - ▶ Instituições de médio porte com endereços Classe C:
 - ▶ **Impacto negativo no tamanho global das tabelas de roteamento da Internet.**
- ▶ Muita perda de endereços já que nem todos são efetivamente usados;
- ▶ **Eventual exaustão do espaço de endereços.**

Surgiu uma questão....

Como a tecnologia poderia acomodar o crescimento sem abandonar o esquema de endereçamento **classful** original?

Endereçamento em sub-rede IPv4

Sub-redes (subnetting)

- ▶ RFC 950 (1985);
- ▶ Fragmentar um endereço de rede em N redes menores, chamadas de sub-redes;
- ▶ Técnica que consiste em pegar bits da porção de host emprestados para reservar a definição de novas sub-redes;
- ▶ Vantagens:
 - ▶ Distribuição coerente de LANs;
 - ▶ Redução no Tráfego da Rede;
 - ▶ Gerenciamento simplificado.

Representação de Endereços IPv4

- ▶ O Endereço de 32 bits está estruturado de forma **hierárquica**, obedecendo ao seguinte esquema:

REDE.<SUBREDE>.HOST

REDE – identifica uma rede

SUBREDE – identifica uma sub-rede
específica

HOST – identifica um dispositivo na rede

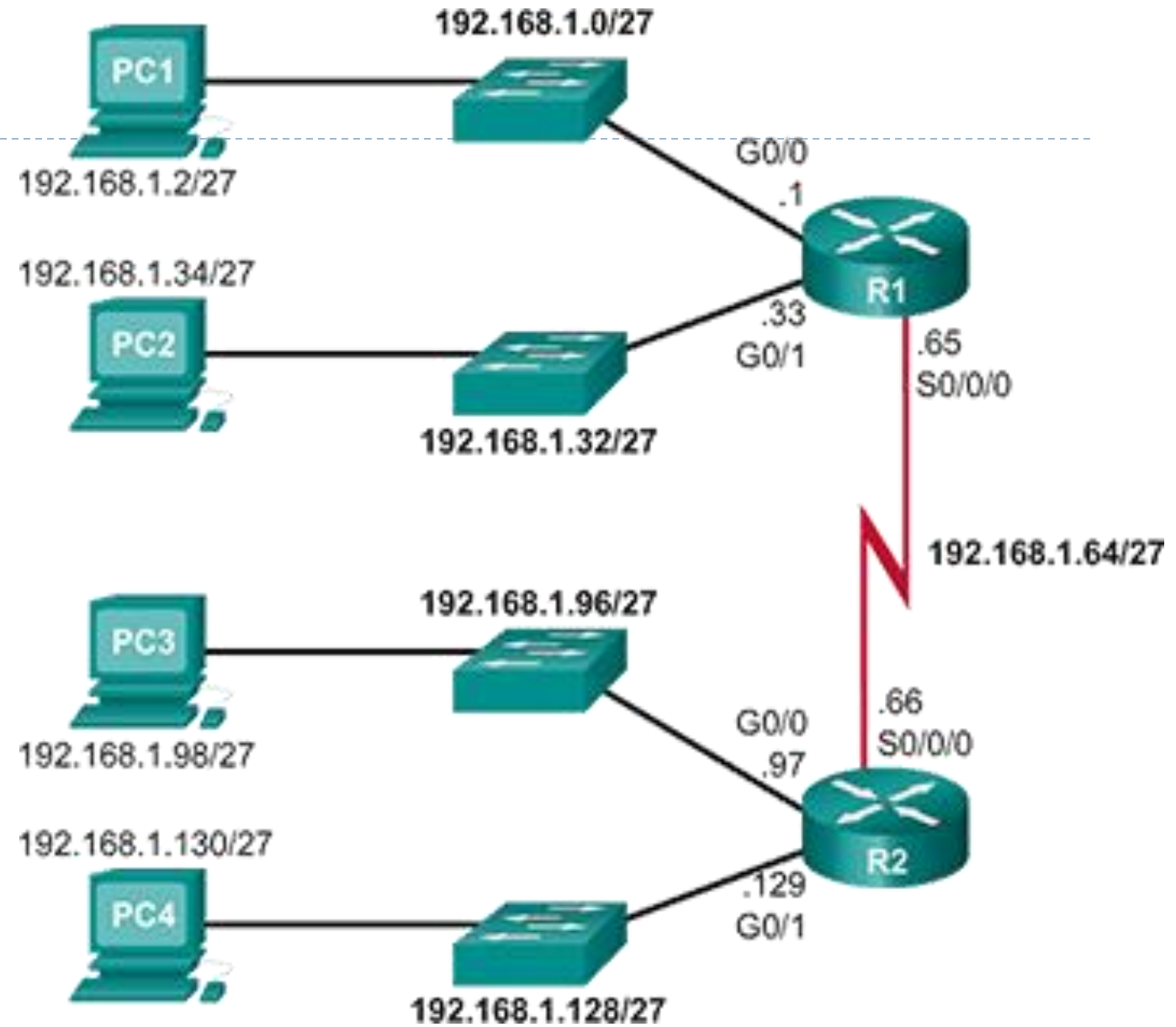
Máscara de Rede (Netmask) ou Sub-Rede (Subnet mask)

- ▶ Todos os dispositivos conectados necessitam saber qual a parte do endereço do host que será destinada ao endereço de sub-rede;
- ▶ Designação de uma **Máscara de Sub-rede** a cada dispositivo;
 - ▶ Binário de **32 bits**
 - ▶ Composto, da esquerda para a direita por uma sequência de 32 bits, iniciando por bits 1 e seguido por outra sequência de bits zero:
 - ▶ Exemplos:
 - ▶ 255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000
 - ▶ 255.255.0.0 = 11111111.11111111.00000000.00000000
 - ▶ 255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000
 - ▶ 255.255.192.0 = 11111111.11111111.11000000.00000000

Máscara de Rede (Netmask) ou Sub-Rede (Subnet mask)

- ▶ Especifica qual parte do endereço IP identifica a rede/subrede e qual parte identifica o host
 - ▶ A **parte da rede/subrede** da máscara tem todos os bits = 1
 - ▶ A parte do **host** da máscara tem todos os bits = 0
- ▶ Notação alternativa:
 - ▶ Uso notação de barra (por exemplo /24 ao invés de 255.255.255.0)
 - ▶ Essa notação especifica a quantidade de bits 1 da máscara

Máscara de Rede (Netmask) ou Sub-Rede (Subnet mask)



Máscara de Sub-rede Padrão

Classe	Formato	Máscara Padrão
A	Rede . Host . Host . Host	255.0.0.0
B	Rede . Rede . Host . Host	255.255.0.0
C	Rede . Rede . Rede . Host	255.255.255.0

Segunda Dica

- ▶ Memorize a seguinte para auxiliar na determinação de máscaras de sub-rede:

	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

Exemplo 1

- Máscara

11111111 11111111 11111111 11000000

- Qual a notação de barra?

/26

- Qual a notação de ponto decimal?

255.255.255.192

	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1



Exemplo 2

- Máscara

11111111 11111111 11110000 00000000

- Qual a notação de barra?

/20

- Qual a notação de ponto decimal?

255.255.240.0

	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1



Exemplo 3

- Máscara
11111111 11111111 11111000 00000000
- Qual a notação de barra?
/21
- Qual a notação de ponto decimal?
255.255.248.0

	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

Projetando Redes com Endereços de Sub-redes

- ▶ Dada um endereço de rede e uma máscara de sub-rede, você deverá saber responder:
 - 1.1)** Quantas sub-redes tal máscara produz?
 - 1.2)** Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?
 - 1.3)** Quais são as sub-redes válidas?
 - 1.4)** Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?
 - 1.5)** Qual o endereço broadcast de cada sub-rede?

Recomendações da RFC 950

- ▶ Os bits reservados para sub-redes não podem estar todos ligados (All-Ones Subnet) ou desligados (Subnet Zero):
 - ▶ <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/dynamic-address-allocation-resolution/13711-40.html>
- ▶ Não pode haver apenas 1 bit para a definição de sub-redes:
 - ▶ Gera All-Ones Subnet ou Subnet Zero
- ▶ São necessários pelo menos 2 bits para a definição de hosts:
 - ▶ 0: endereço de rede;
 - ▶ 1: endereço broadcast.

Exemplo 1:

Endereço de Rede: 193.1.1.0

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.192

Máscara de Rede (Notação 2): /26

- 1.1)** Quantas sub-redes tal máscara produz?
- 1.2)** Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?
- 1.3)** Quais são as sub-redes válidas?
- 1.4)** Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?
- 1.5)** Qual o endereço broadcast de cada sub-rede?

Exemplo 1:

Endereço de Rede: 193.1.1.0 (Classe C)

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.192

Máscara de Rede (Notação 2): /26


- 1.1)** Quantas sub-redes tal máscara produz?
- 1.2)** Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?
- 1.3)** Quais são as sub-redes válidas?
- 1.4)** Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?
- 1.5)** Qual o endereço broadcast de cada sub-rede?

Exemplo 1:

Endereço de Rede: 193.1.1.0 (**Classe C**)

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.192

Máscara de Rede (Notação 2): /26



	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

1.1) Quantas sub-redes tal máscara produz?

$2^x - 2$, onde x é o número de bits para definição sub-redes

$2^2 - 2 = 2$ sub-redes

1.2) Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?

$2^y - 2$, onde y é o número de bits para end. de hosts

$2^6 - 2 = 62$ endereços de host válidos por sub-rede


Exemplo 1:

Endereço de Rede: 193.1.1.0 (**Classe C**)

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.192

Máscara de Rede (Notação 2): /26

1.3) Quais são as sub-redes válidas? (1ª Forma)



	1	2	3	4	5	6	7	8
	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

Binário	Decimal	Endereço da Sub-rede
01000000	64	193.1.1.64/26
10000000	128	193.1.1.128/26

Exemplo 1:

1.3) Quais são as sub-redes válidas? (2ª Forma)

Etapa 1) $SB = 256 - z$, onde:

<SB> é a sub-rede base

<z> é a parte da máscara da sub-rede usada para definir as sub-redes

$SB = 256 - 192 = 64$ (sub-rede base)

Etapa 2) Soma-se o valor obtido até que se atinja o número da máscara (que seria inválido)

	Decimal	Endereço da Sub-rede
1ª Sub-rede válida	64	193.1.1.64/26
2ª Sub-rede válida	$64 + 64 = 128$	193.1.1.128/26
3ª Sub-rede válida	$128 + 64 = 192$ (PARE!)	

Exemplo 1:

1.4) Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?

Os valores válidos seriam compreendidos entre as sub-redes, menos todos os bits ligados e desligados.

Endereço da Sub-rede	Intervalo de Hosts Válidos
193.1.1.64/26	193.1.1.65 até 193.1.1.126
193.1.1.128/26	193.1.1.129 até 193.1.1.190

Exemplo 1:

1.5) Quais são os endereços broadcast em cada sub-rede?

Seria o valor imediatamente anterior ao da próxima sub-rede.

Endereço da Sub-rede	Endereço Broadcast
193.1.1.64/26	193.1.1.127
193.1.1.128/26	193.1.1.191

Exemplo 2:

Endereço de Rede: 172.16.0.0

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.0

Máscara de Rede (Notação 2): /24

- 1.1)** Quantas sub-redes tal máscara produz?
- 1.2)** Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?
- 1.3)** Quais são as sub-redes válidas?
- 1.4)** Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?
- 1.5)** Qual o endereço broadcast de cada sub-rede?

Exemplo 2:

Endereço de Rede: 172.16.0.0 (Classe B)

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.0

Máscara de Rede (Notação 2): /24

- 1.1)** Quantas sub-redes tal máscara produz?
- 1.2)** Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?
- 1.3)** Quais são as sub-redes válidas?
- 1.4)** Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?
- 1.5)** Qual o endereço broadcast de cada sub-rede?

Exemplo 2:

Endereço de Rede: 172.16.0.0 (Classe B)

Máscara de Rede (Notação 1): 255.255.255.0

Máscara de Rede (Notação 2): /24

	1	2	3	4	5	6	7	8
	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
128	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	1	0	0	0	0	0	0
224	1	1	1	0	0	0	0	0
240	1	1	1	1	0	0	0	0
248	1	1	1	1	1	0	0	0
252	1	1	1	1	1	1	0	0
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

1.1) Quantas sub-redes tal máscara produz?

$2^x - 2$, onde x é o número de bits para definição sub-redes

$2^8 - 2 = 254$ sub-redes

1.2) Quantos endereços de host válidos são obtidos por sub-rede?

$2^y - 2$, onde y é o número de bits para end. de hosts

$2^8 - 2 = 254$ endereços de host válidos por sub-rede

Exemplo 2:

1.3) Quais são as sub-redes válidas? (2ª Forma)

Etapa 1) $SB = 256 - z$, onde:

<SB> é a sub-rede base

<z> é a parte da máscara da sub-rede usada para definir as sub-redes

$SB = 256 - 255 = 1$ (sub-rede base)

Etapa 2) Soma-se o valor obtido até que se atinja o número da máscara (que seria inválido)

	Decimal	Endereço da Sub-rede
1ª Sub-rede válida	1	172.16.1.0/24
2ª Sub-rede válida	$1 + 1 = 2$	172.16.2.0/24
3ª Sub-rede válida	$2 + 1 = 3$	172.16.3.0/24
...
254ª Sub-rede válida	$253 + 1 = 254$	172.16.254.0/24
255ª Sub-rede válida	$254 + 1 = 255$ (PARE!)	

Exemplo 2:

1.4) Quais são os endereços de host válidos em cada sub-rede?

Os valores válidos seriam compreendidos entre as sub-redes, menos todos os bits ligados e desligados.

Endereço da Sub-rede	Intervalo de Hosts Válidos
172.16.1.0/24	172.16.1.1 até 172.16.1.254
172.16.2.0/24	172.16.2.1 até 172.16.2.254
172.16.3.0/24	172.16.3.1 até 172.16.3.254
...	
172.16.254.0/24	172.16.254.1 até 172.16.254.254

Exemplo 2:

1.5) Quais são os endereços broadcast em cada sub-rede?

Seria o valor imediatamente anterior ao da próxima sub-rede.

Endereço da Sub-rede	Intervalo de Hosts Válidos
172.16.1.0/24	172.16.1.255
172.16.2.0/24	172.16.2.255
172.16.3.0/24	172.16.3.255
...	
172.16.254.0/24	172.16.254.255

Sub-redes - Desvantagens

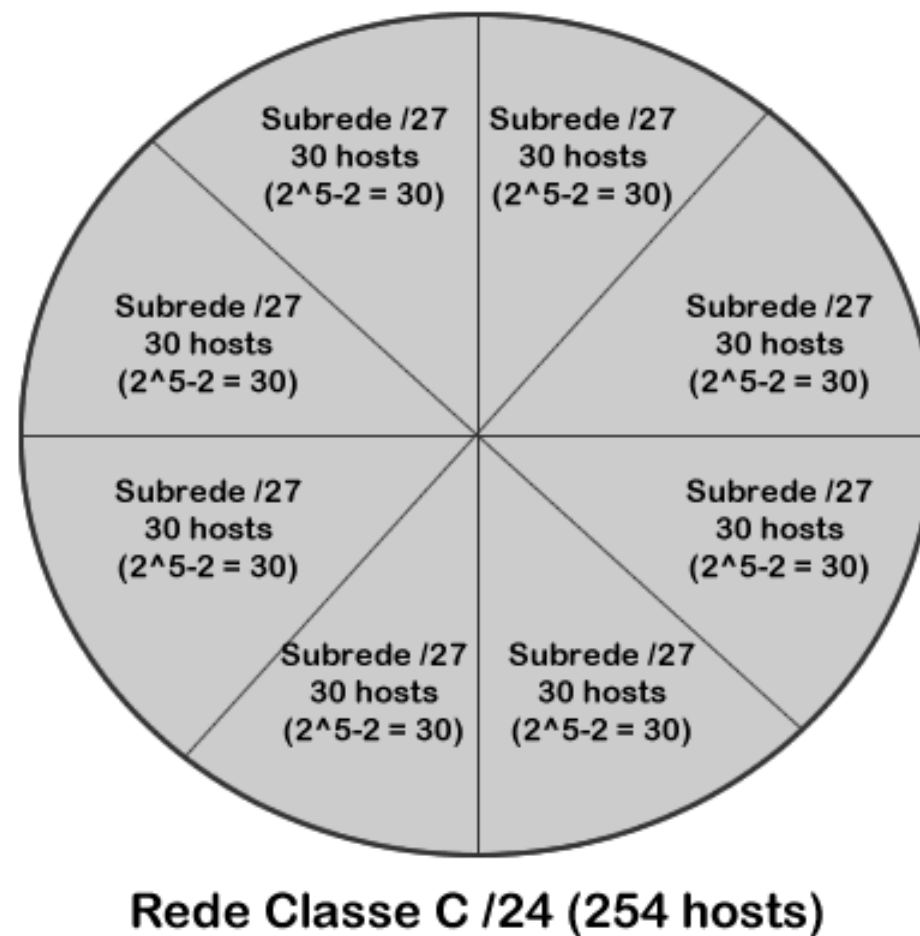
- ▶ Comprimento fixo:
 - ▶ Problemático se uma empresa possui redes grandes e pequenas;
 - ▶ Não propicia uma alocação eficiente do espaço de endereços.

VLSM (Variable Length Subnet Masking)

- ▶ **VLSM (Variable Length Subnet Masks)**
 - ▶ Tradução Literal: Máscara de Sub-rede de Tamanho Variável
- ▶ É uma técnica que permite que mais de uma máscara de rede seja utilizada em um endereço IP.
 - ▶ O campo “prefixo de rede” pode ter diferentes tamanhos.

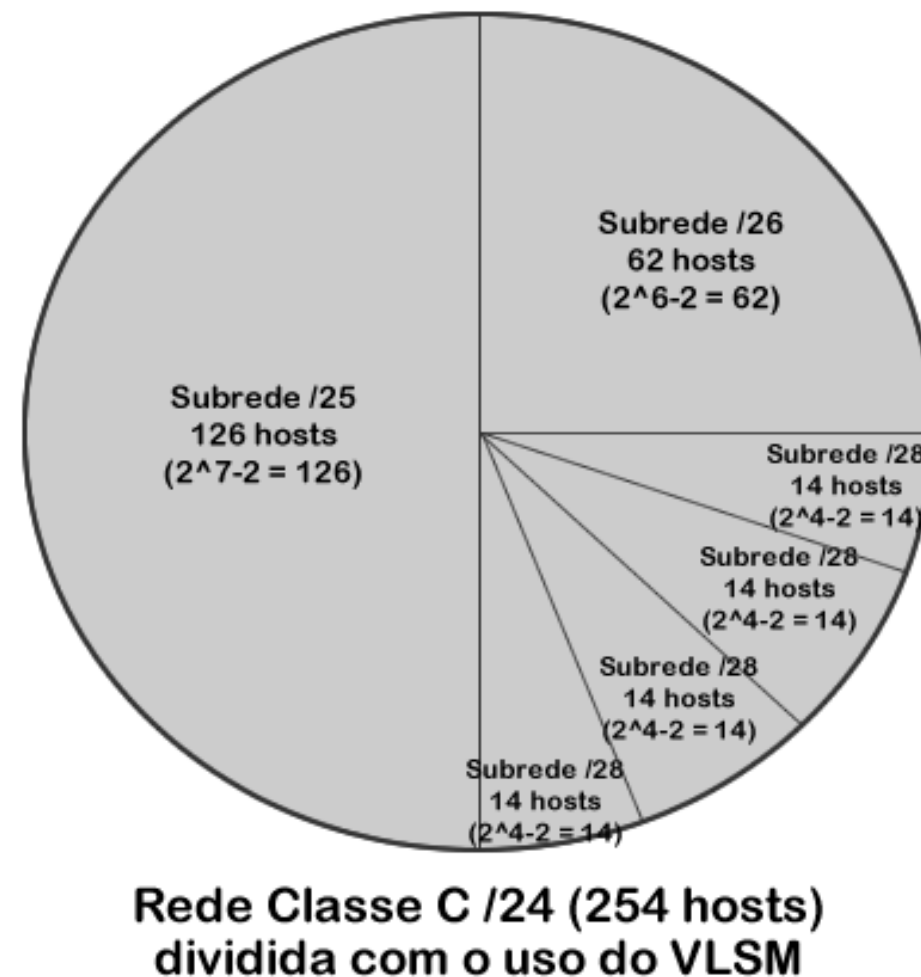
VLSM

- ▶ Por exemplo, podemos dividir uma rede classe C em 08 sub-redes com a máscara /27.



VLSM

- ▶ Com VLSM, podemos pegar a mesma rede classe C da figura anterior e agora dividir as sub-redes em outras sub-redes, cada uma delas com um tamanho específico.



VLSM (Vantagens)

- ▶ Uso mais eficiente do espaço de endereço atribuído a organização;
- ▶ Permite agregação de rotas (Sumarização), reduzindo o tamanho das tabelas de roteamento.

VLSM (Desvantagens)

- ▶ Apenas protocolos de roteamento do tipo classless suportam esse tipo de endereçamento (RIPv2, OSPF, etc);
- ▶ Exige mais do Administrador de Redes, pois o plano de endereçamento se tornará uma tarefa mais complexa.

Cálculo de Sub-redes - VLSM

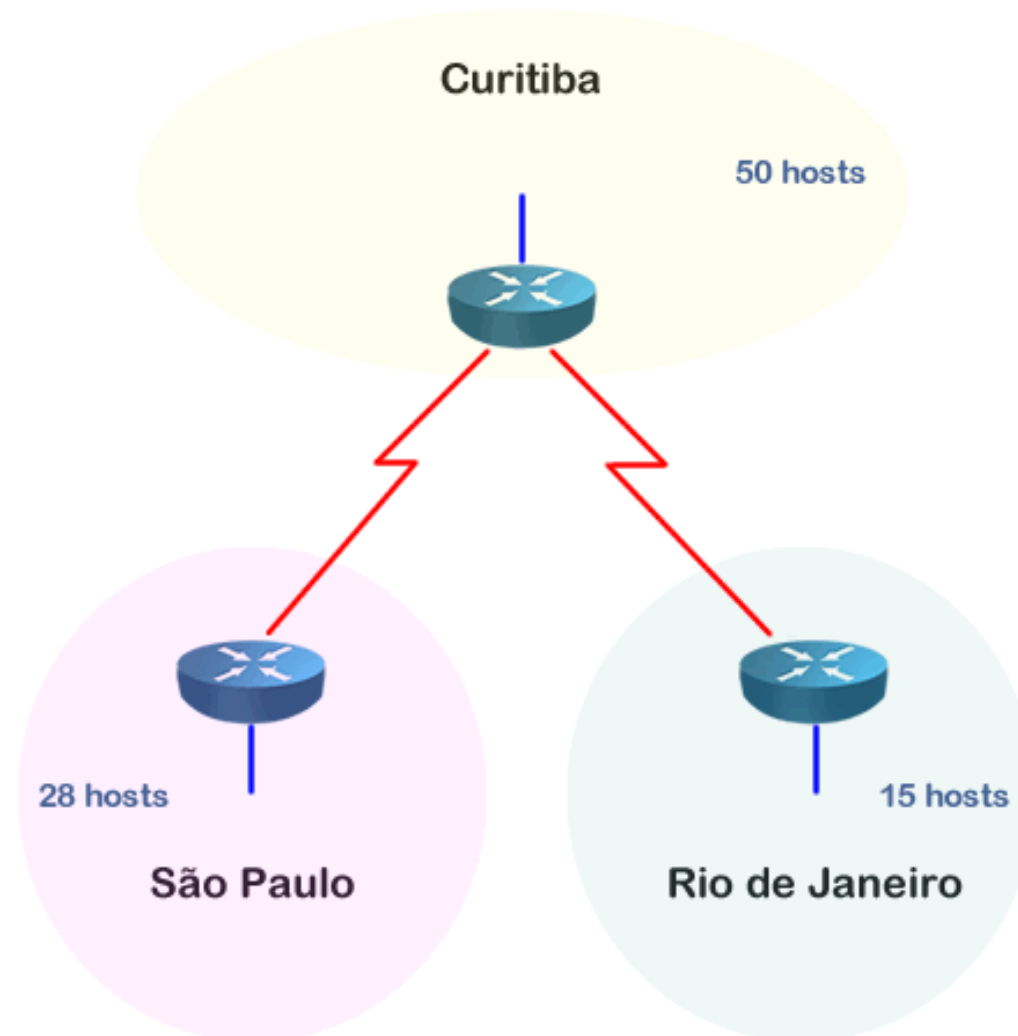
- ▶ Sempre começar pela rede com número maior de Hosts.
- ▶ Usar a seguinte fórmula:

$$2^n - 2 \geq \textit{Número de Hosts}$$

onde n é o número de bits para endereçamento de hosts

Exemplo

195.1.1.0/24



Exemplo

► Curitiba (50 hosts):

$$2^n - 2 \geq 50$$

$$2^n \geq 52$$

$$2^6 = 64 \geq 52$$

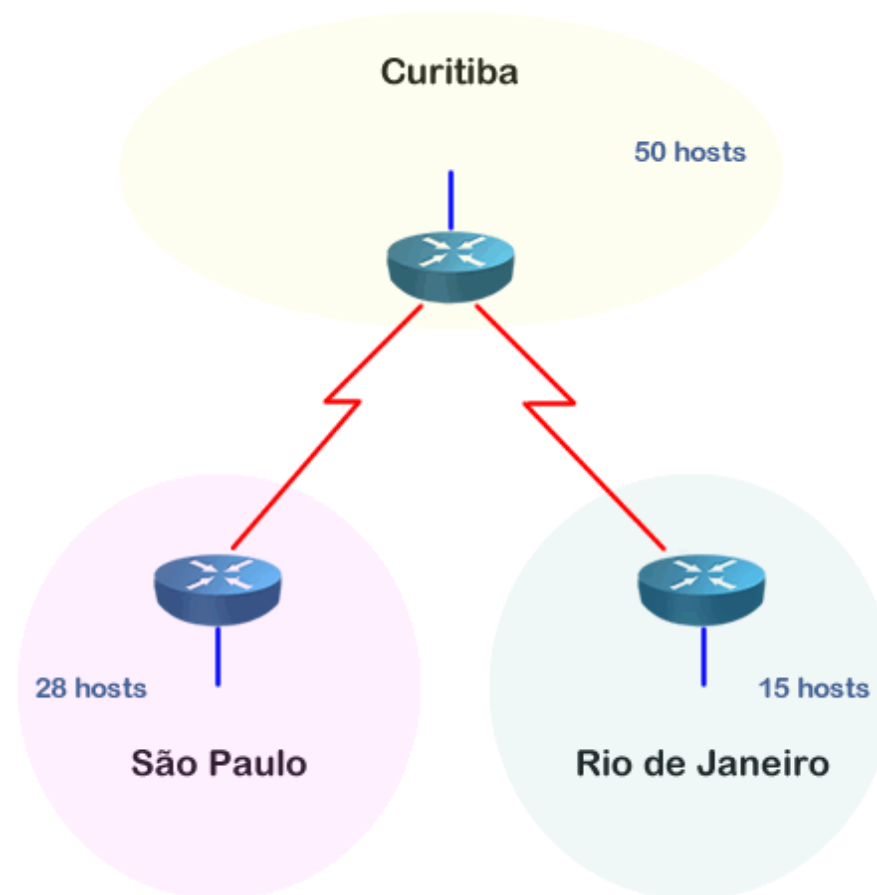
Temos que utilizar **6 bits para hosts**

Utilizando 6 bits para hosts temos **2 bits para sub-rede**, ou seja, teremos uma **máscara /26**

Endereço de Rede: 195.1.1.64/26

Endereço para Hosts: 195.1.1.65 até 195.1.1.126

Endereço Broadcast: 195.1.1.127



Exemplo

- São Paulo (28 hosts):

$$\begin{aligned}2^n - 2 &\geq 28 \\2^n &\geq 30 \\2^5 = 32 &\geq 30\end{aligned}$$

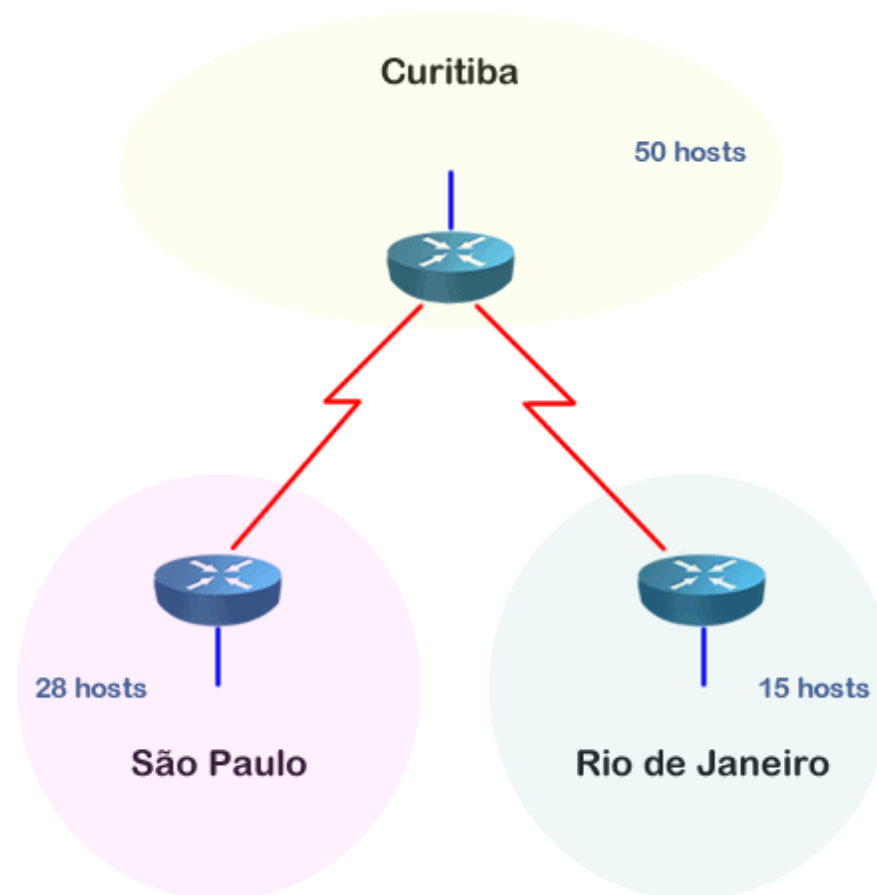
Temos que utilizar **5 bits para hosts**

Utilizando 5 bits para hosts temos **3 bits para sub-rede**, ou seja, teremos uma **máscara /27**

Endereço de Rede: 195.1.1.128/27

Endereço para Hosts: 195.1.1.129 até 195.1.1.158

Endereço Broadcast: 195.1.1.159



Exemplo

- ▶ Rio de Janeiro (15 hosts):

$$\begin{aligned}2^n - 2 &\geq 15 \\2^n &\geq 17 \\2^5 = 32 &\geq 17\end{aligned}$$

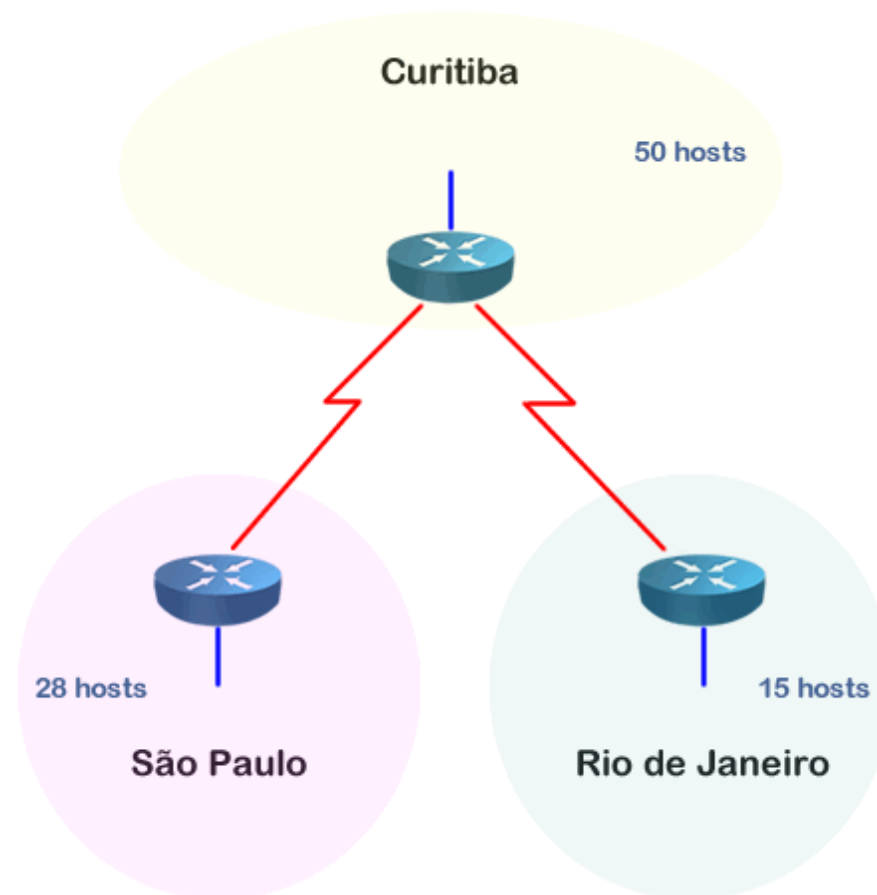
Temos que utilizar **5 bits para hosts**

Utilizando 5 bits para hosts temos **3 bits para sub-rede**, ou seja, teremos uma **máscara /27**

Endereço de Rede: 195.1.1.160/27

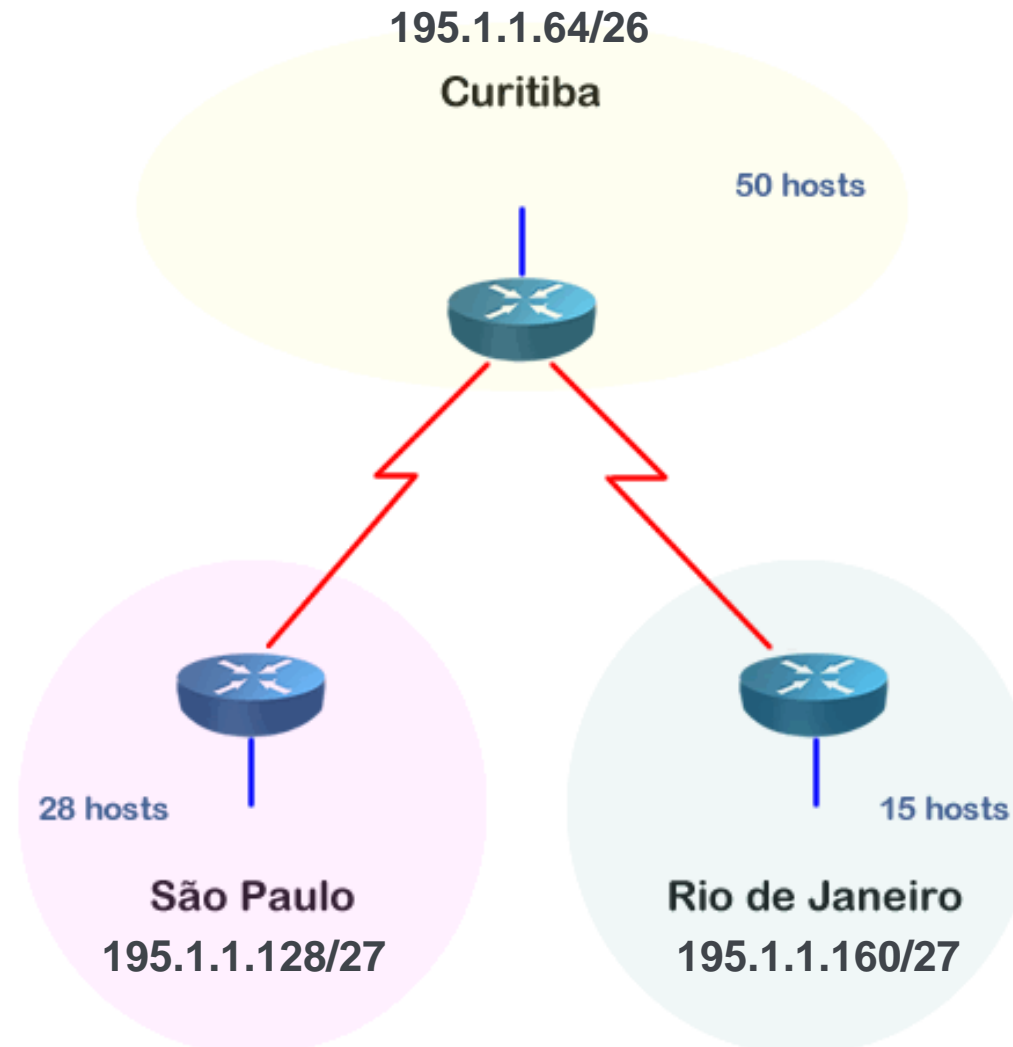
Endereço para Hosts: 195.1.1.161 até 195.1.1.190

Endereço Broadcast: 195.1.1.191



Exemplo

195.1.1.0/24



Problemática (1993)

- ▶ O esquema classful não dividiu os endereços de rede em classes de tamanho iguais:
 - ▶ Milhares de endereços de rede classe B contra milhões da classe C.
- ▶ Prefixos classe C são apenas suficientes para redes pequenas e não são passíveis de sub-redes;
- ▶ Demanda por prefixos classe C eram muito menor do que a demanda por prefixos classe B;
- ▶ Pesquisas mostraram que, na taxa que os números da classe B estavam sendo atribuídos, se esgotariam rapidamente.

Endereçamento sem Classes (Classless)

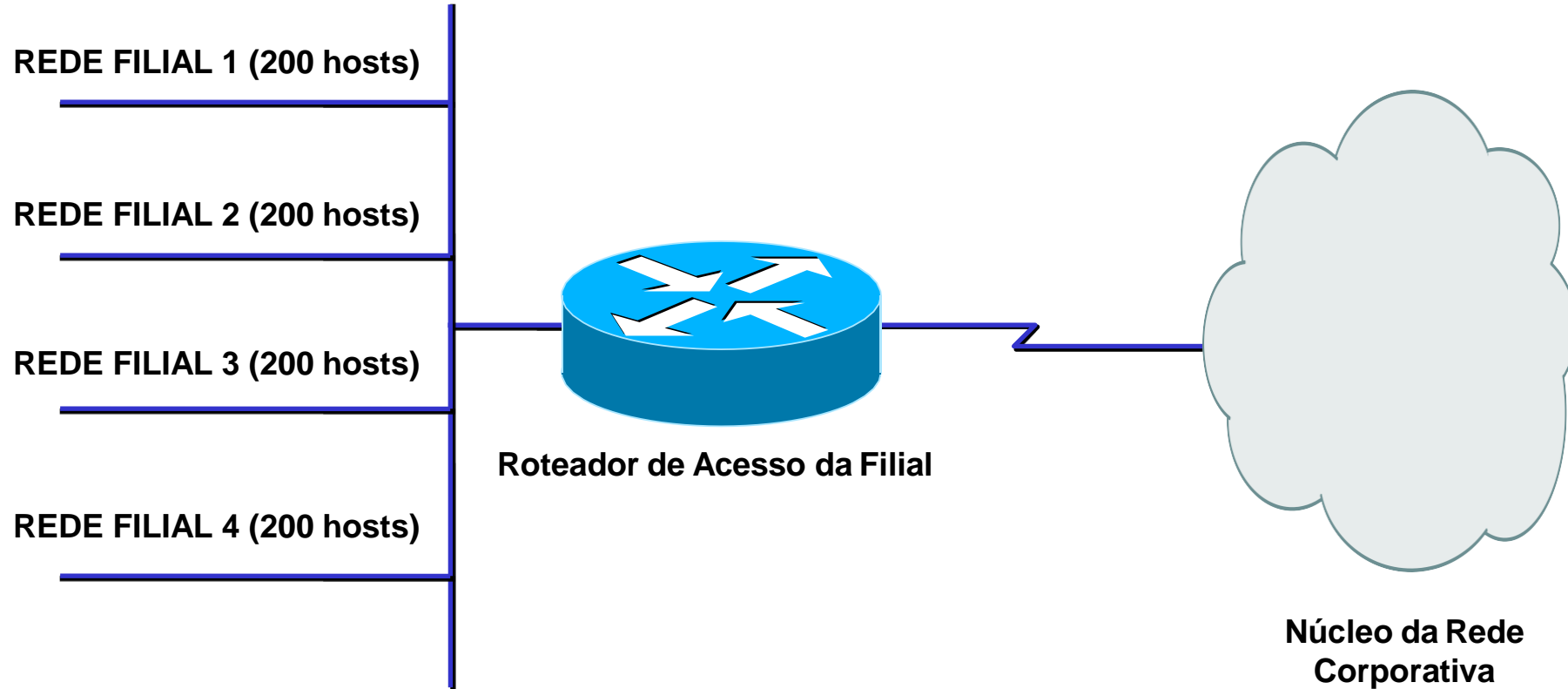
- ▶ Em 1993, tornou-se evidente que sub-redes por si só não impediriam, com o crescimento da Internet, o esgotamento de endereços;
- ▶ Início dos trabalhos para o IPv6;
- ▶ Solução Temporária: **Endereçamento Classless;**

CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

CIDR

- ▶ **Roteamento entre domínios sem classes** ou **CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*)**;
- ▶ Definido na RFC 1519;
- ▶ Quebra o conceito de classes de endereços;
 - ▶ A divisão de rede/host pode ocorrer em qualquer fronteira de bits no endereço (**prefixo de comprimento arbitrário**);
- ▶ Usa **Máscaras de Sub-rede** para delimitar;
- ▶ Usa máscaras de comprimento variável, o **VLSM**;
- ▶ **OBJETIVO**: Sumarizar diversas redes em apenas uma, movendo-se a porção de rede ("1s") da máscara original.

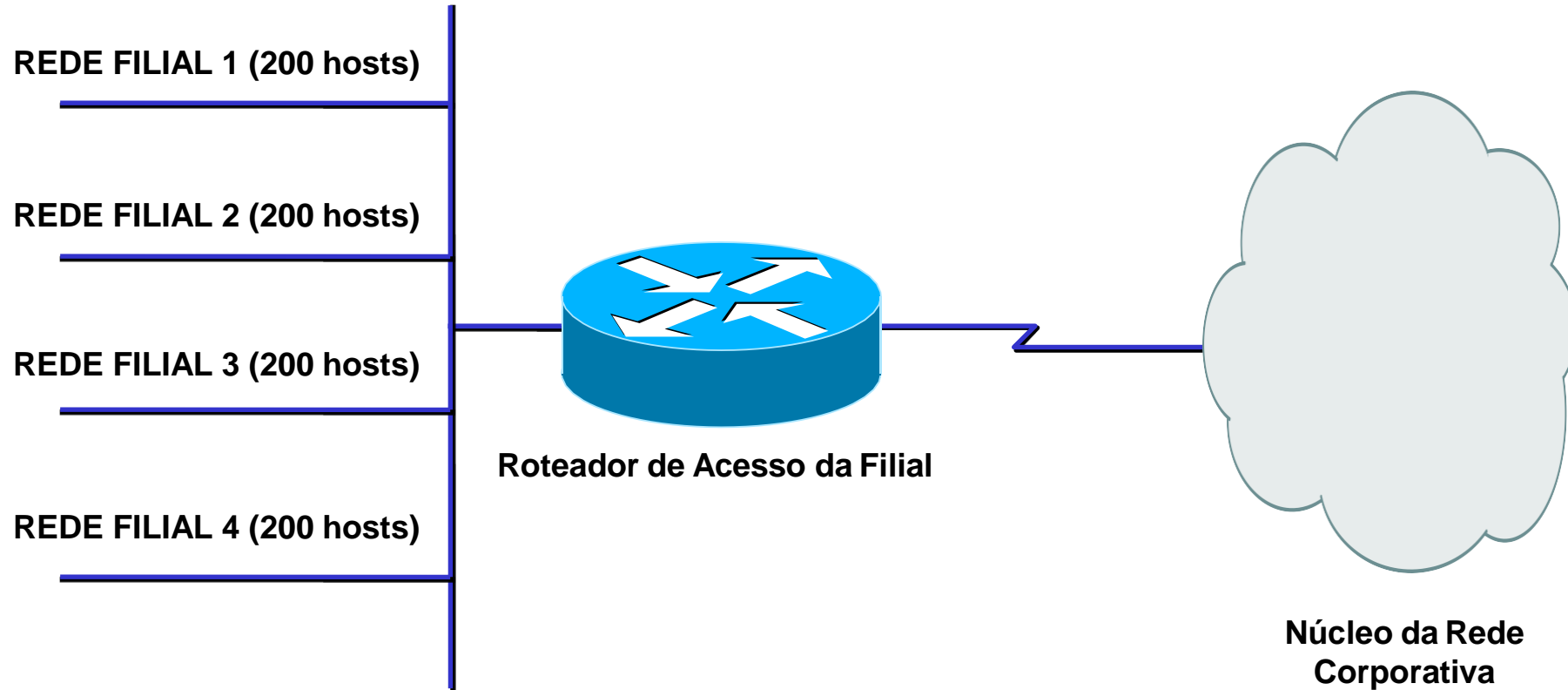
CIDR- Super-rede (Supernetting)



Para endereçar todas as filiais, precisaríamos de um Classe B



CIDR- Super-rede (Supernetting)



Com CIDR, ao invés de um classe B, podemos alocar blocos de classe C contíguos: **195.1.0.0/22**

CIDR- Super-rede (Supernetting)

- ▶ Note que estamos falando de um endereço classe "C" (195.x.x.x), porém, com uma máscara menor que a padrão de classe "C" (/24)

/22 = 255.255.252.0 = 11111111.11111111.11111100.00000000

- ▶ 2 bits da máscara foram desligados, ampliando o alcance da máscara;
- ▶ Isso significa que a empresa solicitante recebeu não uma classe "C", mas **4!**

Número de redes designadas = 2^n , onde n é o número de bits desligados

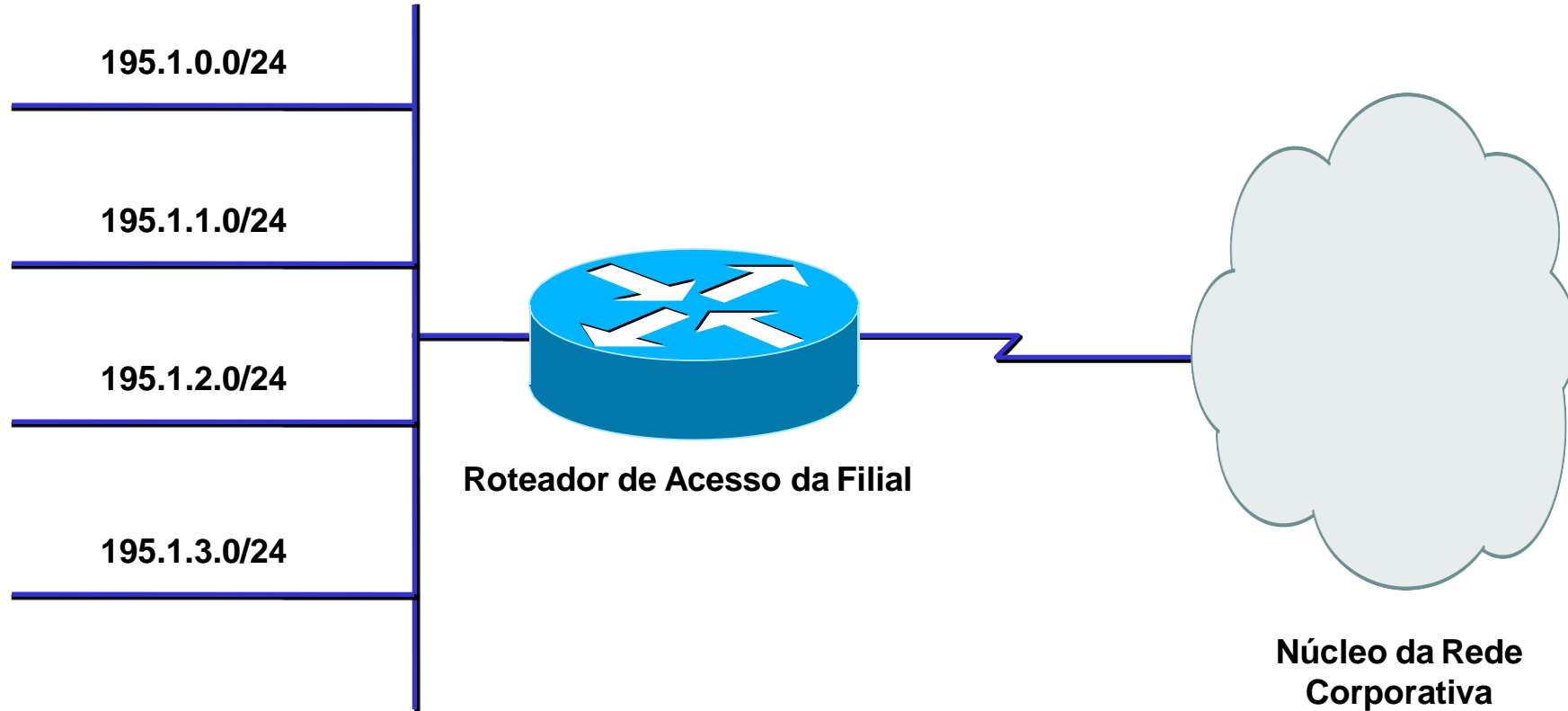
$2^2 = 4$ redes classe C

CIDR- Super-rede (Supernetting)....

Terceiro Octeto em Notação Decimal	Terceiro Octeto em Notação Binária
0	<u>00000000</u>
1	<u>00000000</u> 1
2	<u>00000000</u> 10
3	<u>00000000</u> 11



CIDR- Super-rede (Supernetting)



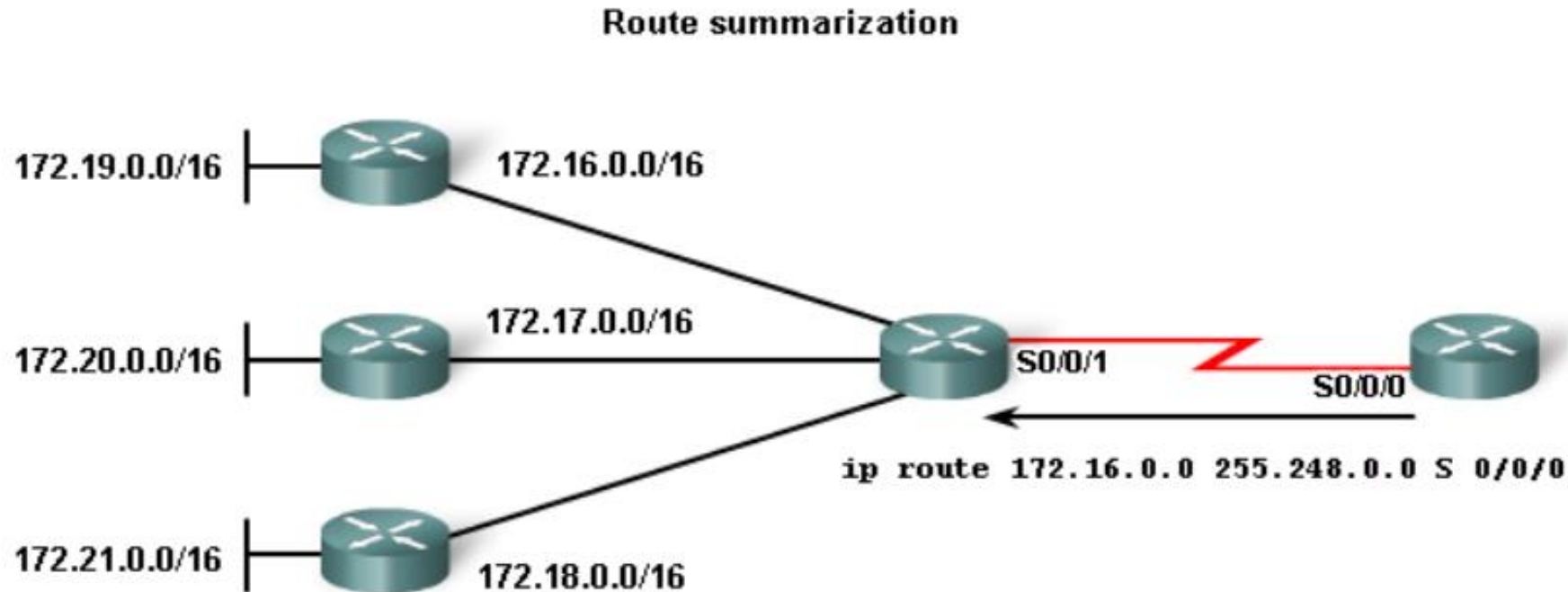
Com CIDR, ao invés de um classe B, podemos alocar blocos de classe C contíguos: **195.1.0.0/22**

CIDR - Agregação de prefixos de routing

- ▶ Com CIDR, poderemos também fazer **sumarização** de rotas, mas de uma maneira mais eficiente (com prefixos menores, juntando rotas de várias classes):
 - ▶ Dezesseis redes /24 contíguas podem agora ser agregados, e mostrados como sendo um *route* único de /20
 - ▶ Caso os primeiros 20 bits dos endereços de rede coincidam
 - ▶ Dois /20 contíguos podem ser agregados num /19, e assim por diante

CIDR - Agregação de prefixos de routing

- **Exemplo:** 172.16.0.0/13 é a rota sumarizada para as redes classful 172.16.0.0/16 à 172.23.0.0/16.



CIDR - Agregação de prefixos de routing

- ▶ **Exemplo:** Qual a sub-rede sumarizada resultante dos seguintes blocos

172.16.0.0 / 16
172.17.0.0 /16
172.18.0.0 /16

CIDR - Agregação de prefixos de routing

- **Exemplo:** Qual a sub-rede sumarizada resultante dos seguintes blocos

Para encontrar a máscara, basta contar quantos bits estão iguais em todas as sub-redes, neste caso, 14 bits

101001100.00010000.00000000.00000000 – 172.16.0.0 /16

101001100.00010001.00000000.00000000 – 172.17.0.0 /16

101001100.00010010.00000000.00000000 – 172.18.0.0 /16

172.16.0.0 /14

CIDR - Vantagens

- ▶ Menor desperdício de endereços;
- ▶ Redução significativa do número de routes.

CIDR - Desvantagens

- ▶ **Protocolos que aceitam roteamento sem classes**
 - ▶ RIP Versão 2
 - ▶ Enhanced IGRP (Cisco)
 - ▶ OSPF
 - ▶ BGP-4
 - ▶ IS-IS
- ▶ **Protocolos que não aceitam roteamento sem classes**
 - ▶ RIP Versão 1
 - ▶ IGRP

Conclusão

- ▶ Os endereços de rede **CIDR/VLSM** são usados por toda a Internet pública:
 - ▶ Particularmente em grandes redes privadas.
- ▶ Um usuário comum de uma Rede local geralmente não vê isto em prática:
 - ▶ LAN é usualmente numerada usando endereços [RFC 1918](#) privados especiais.