

Camada de Rede Endereçamento

Motivação

- Desperdício de endereços
 - Qualquer endereço de rede somente pode ser alocada a uma única rede física
 - Esquema de endereçamento original mostrou-se insatisfatório
 - Expectativa de rápido esgotamento do espaço de endereçamento
 - Impossibilidade de conexão de novas redes
 - Crescimento da internet inviabilizado

Motivação

■ Soluções

- Pesquisar e adotar esquemas de endereçamento mais eficientes
- Compartilhar um único endereço de rede com múltiplas redes físicas

■ Objetivos

- Minimizar o desperdício de endereços
- Maximizar o tempo de vida do espaço de endereçamento de 32 bits

Esquema de endereçamento

■ Esquema de endereçamento Classfull

Classe	Intervalo de endereços
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

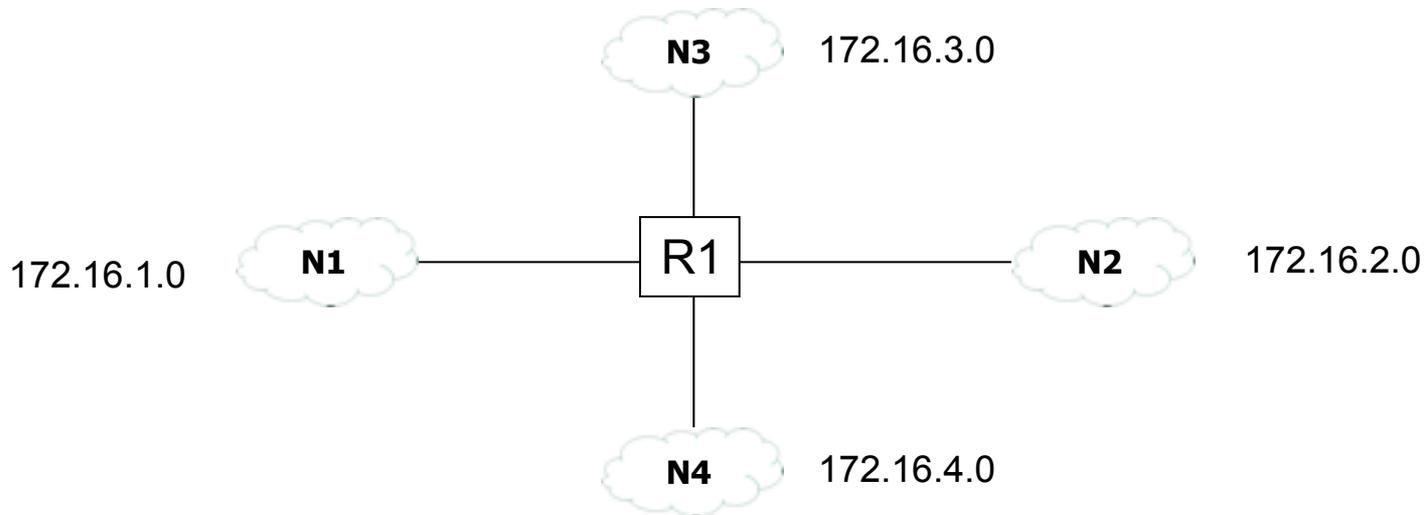
■ Exemplos

Prefixo de rede	Classe	Intervalo de endereços
10	A	10.0.0.0 a 10.255.255.255
172.16	B	172.16.0.0 a 172.16.255.255
192.168.10	C	192.168.10.0 até 192.168.10.255

Esquema de endereçamento

■ Sub-redes

- Permitem o compartilhar um único endereço de rede entre diversas redes físicas
- Minimiza o desperdício de endereços



Esquema de endereçamento

■ Sub-redes

- Endereços de sub-rede podem variar os bits de prefixo de rede e identificador de estação
 - O novo prefixo deve ser maior que o prefixo original
 - O identificador de rede e prefixo de estação deve possuir 32 bits
- Os endereços de rede classes A, B ou C podem ser utilizados para criar sub-redes

Esquema de endereçamento

■ Super-redes

- Permite o uso de diversos endereços de rede nas redes de uma instituição
- Alocam quantidade de endereços adequada a cada instituição
 - Partes de endereços classe A, B ou C
- O bloco deve comportar o número de estações da instituição

Esquema de endereçamento

■ Super-redes

- Bloco de endereços é um conjunto contíguo de endereços
 - O tamanho do bloco deve ser potência de 2 (8, 16, 32 ... 2.048...)
 - Satisfaz algumas restrições adicionais
- Os endereços são formados por um prefixo de bloco e um identificador de estação
 - Endereço pode ter variado o número de bits no prefixo de bloco
 - Invalida o conceito de classes A, B e C
 - Identificador de estação define o tamanho do bloco

Arquiteturas de endereçamento

■ Arquitetura Classfull

- Adota o conceito de classes A, B e C
 - O roteamento usa o conceito de classes
 - Suporta esquema de sub-redes
- Não suporta o esquema de super-redes

■ Arquitetura Classless

- Não adota o conceito de classes A, B e C
- O roteamento não usa o conceito de classes
- Suporta o esquema de sub-redes e de super-redes

Arquiteturas de endereçamento

■ Arquitetura Classfull

- Sub-rede é a subdivisão de um endereço de rede classe A, B ou C em endereços de sub-rede
 - Proíbe alguns endereços de sub-rede
 - Não permite recursividade de sub-redes

■ Arquitetura Classless

- Sub-rede é a subdivisão de um endereço de rede classe A, B ou C em endereços de sub-rede
- O Permite todos os endereços de sub-rede
- Permite recursividade de sub-rede

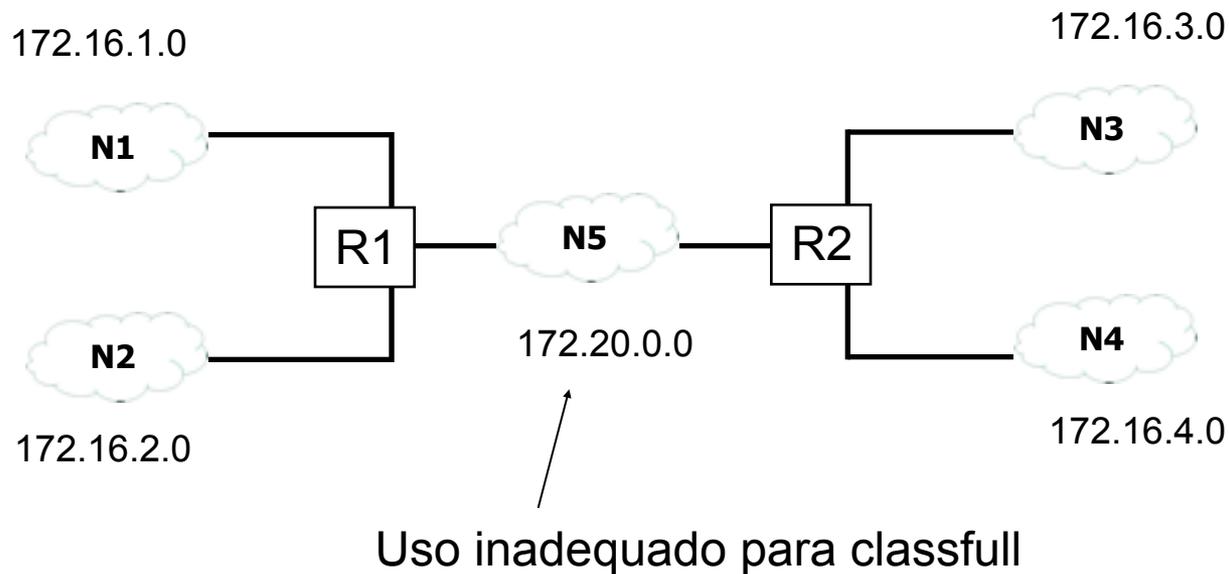
Arquiteturas de endereçamento

■ Arquitetura Classfull

- Sub-redes devem ser contíguas

■ Arquitetura Classless

- Sub-redes não precisam ser contíguas



Endereçamento de sub-redes

■ Objetivo

- Permite um único endereço de rede classe A, B ou C ser compartilhado entre diversas sub-redes físicas
 - Modifica a estrutura hierárquica dos endereços IP
 - Divide o identificador de estação para representar as sub-redes

0

31

Identificador de rede

Identificador de estação

Identificador de rede

Identificador de sub-rede

Identificador de estação

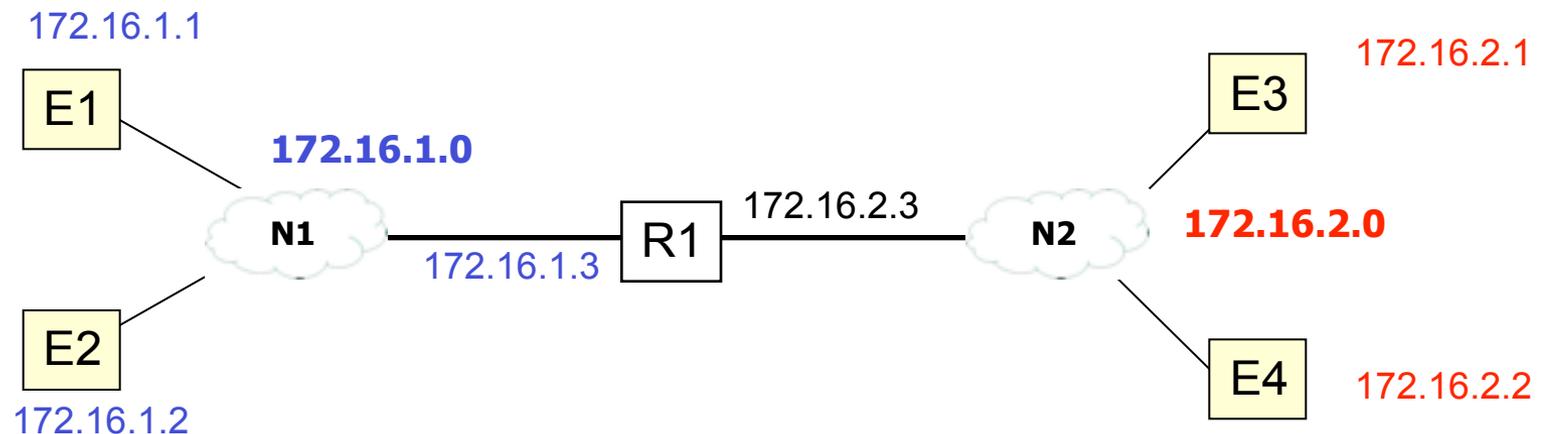
Endereçamento de sub-redes

- Hierarquia de endereçamento
 - Identificador de sub-rede
 - Identifica, juntamente com o identificador de rede, cada sub-rede física de forma individual e única
 - A concatenação dos prefixos de rede e sub-rede é denominado de prefixo de sub-rede
 - Identificador de estação
 - Identifica de forma individual e única cada estação da sub-rede física

Endereçamento de sub-redes

■ Atribuição de endereços

- Diferentes prefixos de sub-rede devem ser adotados para diferentes redes físicas
- Um único prefixo de sub-rede deve ser compartilhado por interfaces da mesma rede física
- Um único identificador de estação deve ser atribuído a cada interface de uma rede física



Endereçamento de sub-redes

■ Endereço de sub-rede

- Pode ser utilizado para referenciar a sub-rede física



- Endereço de broadcast
- Permite o envio de datagrama para todas as estações da sub-rede



Endereçamento de sub-redes

■ Máscara de sub-rede

■ Objetivo

- Delimitar a posição do prefixo de sub-rede e do identificador de estação

■ Representação

- Padrão de 32 bits
 - Possui bits 1 para o prefixo de sub-rede
 - Possui bits 0 para o identificador da estação
 - Pode ser representada pela notação decimal pontuada

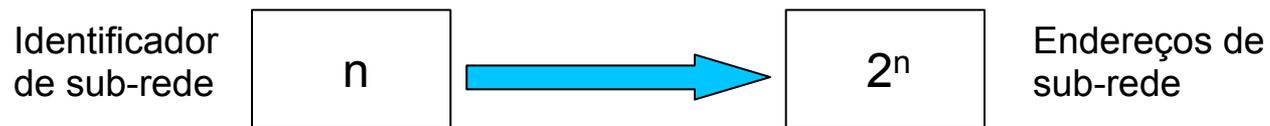


Endereçamento de sub-redes

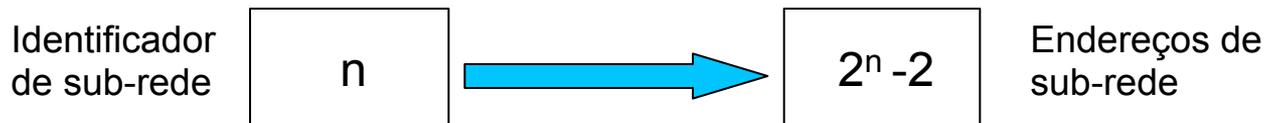
■ Projeto de sub-redes

■ Número de sub-redes

- Definido pelo número de bits do identificador de sub-rede



- Endereços de sub-rede em que todos os bits de sub-rede são iguais a 0 ou 1 são inválidos (**OBS.:** Para classfull)



Endereçamento de sub-redes

■ Projeto de sub-redes

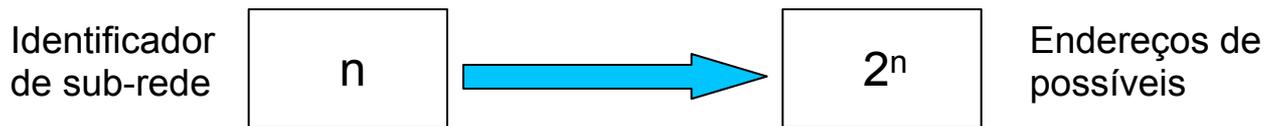
- Exemplo: sub-dividir o endereço 192.168.1.0/24 utilizando 3 bits do identificador de estação como identificador de sub-rede

0	25	27	31	
11000000 10101000 00000001	000	00000		192.168.1.0/27
11000000 10101000 00000001	001	00000		192.168.1.32/27
11000000 10101000 00000001	010	00000		192.168.1.64/27
11000000 10101000 00000001	011	00000		192.168.1.96/27
11000000 10101000 00000001	100	00000		192.168.1.128/27
11000000 10101000 00000001	101	00000		192.168.1.160/27
11000000 10101000 00000001	110	00000		192.168.1.192/27
11000000 10101000 00000001	111	00000		192.168.1.224/27

Endereçamento de sub-redes

■ Endereços possíveis

- Conjunto de endereços que compartilham o mesmo prefixo de sub-rede



■ Endereços válidos

- Conjunto de endereços possíveis que podem ser atribuídos às interfaces



Endereçamento de sub-redes

■ Endereços possíveis e válidos

Endereço de sub-rede	Endereços possíveis	Endereços válidos
192.168.1.32/27	192.168.1.32 até 192.168.63	192.168.1.33 até 192.168.62
192.168.1.64/27	192.168.1.64 até 192.168.1.95	192.168.1.65 até 192.168.1.94
192.168.1.96/27	192.168.1.96 até 192.168.1.127	192.168.1.97 até 192.168.1.126
192.168.1.128/27	192.168.1.128 até 192.168.1.159	192.168.1.129 até 192.168.1.158
192.168.1.160/27	192.168.1.160 até 192.168.1.191	192.168.1.161 até 192.168.1.190
192.168.1.192/27	192.168.1.192 até 192.168.1.223	192.168.1.193 até 192.168.1.222

Endereçamento de sub-redes

- **Máscara de tamanho fixo**
 - Sub-redes de um determinado endereço de rede devem usar máscaras idênticas
 - Comportam o mesmo número de estações
 - O roteamento assume que máscaras de um endereço de rede são idênticas
 - Máscara de tamanhos diferentes podem gerar sérios problemas de roteamento
 - Não permitem aplicação recursiva do conceito de sub-rede

Endereçamento de sub-redes

- Máscara de tamanho fixo
 - Tamanho da máscara depende do número de sub-redes físicas e do número de estações da maior sub-rede física
 - Escolher a maior máscara possível que comporte o número de estações da maior sub-rede física
 - Verificar se o número de sub-redes criadas atende ao número de sub-redes físicas existentes
 - Reservar espaço para crescimento futuro

Endereçamento de super-redes

■ Objetivo

- Alocar blocos de endereços com tamanho adequado às necessidades das redes físicas das instituições
 - Bloco de endereços é um conjunto contíguo de endereços, cujo tamanho é potência de 2
 - Blocos de endereços não possuem qualquer relação com as classes A, B e C

0

31

Identificador de Bloco

Identificador de estação

Endereçamento de super-redes

- Hierarquia de endereçamento
 - Identificador de bloco (também chamado de prefixo de bloco, prefixo de rede ou prefixo IP)
 - Identifica a rede física à qual o bloco está alocado, de forma individual e única
 - Identificador de estação
 - Identifica a estação na rede física de forma individual e única



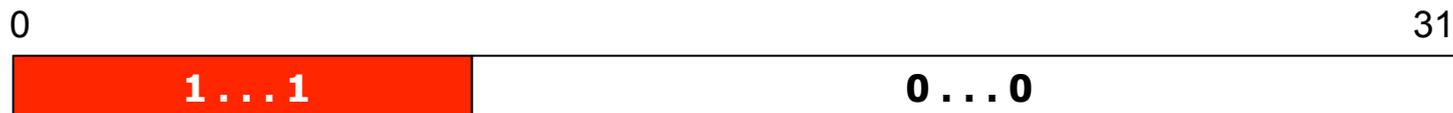
■ Máscara do bloco

■ Objetivo

- Delimitar a posição do prefixo de bloco e do identificador de estação

■ Representação

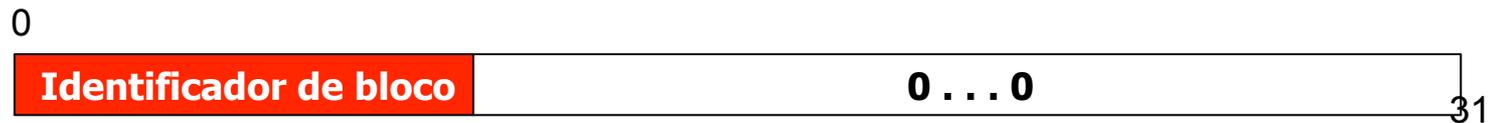
- Padrão de 32 bits
 - Possui bits 1 para o prefixo de bloco
 - Possui bits 0 para o identificador da estação
 - Pode ser representada pela notação decimal pontuada



Endereçamento de super-redes

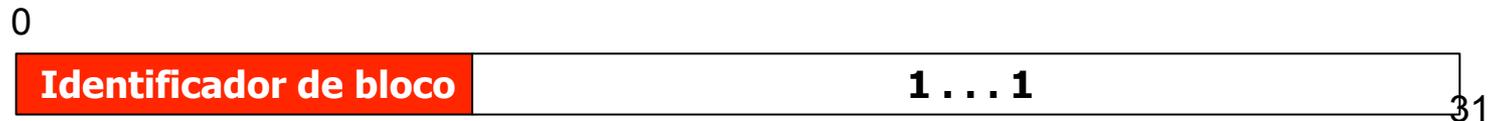
■ Endereço de bloco

- Pode ser utilizado para referenciar a rede física à qual o bloco está alocado



■ Endereço de broadcast direto

- Permite o envio de datagrama para todas as estações da do bloco



Endereçamento de super-redes

■ Endereços possíveis e válidos

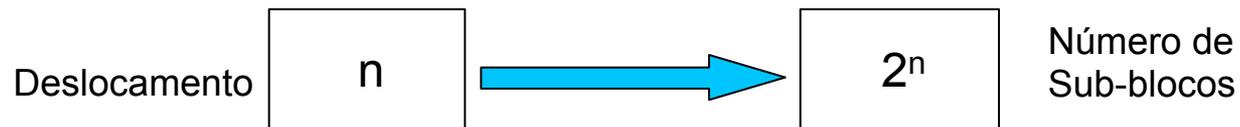
■ Exemplo: 200.10.16.0/20

0	20	27	31	
11001000 00001010 0001	0000	00000000		200.10.16.0/20
11001000 00001010 0001	0000	00000001		200.10.16.1/20
11001000 00001010 0001	0000	00000010		200.10.16.2/20
11001000 00001010 0001	0000	00000011		200.10.16.3/20
...				
11001000 00001010 0001	1111	11111100		200.10.31.252/20
11001000 00001010 0001	1111	11111101		200.10.31.253/20
11001000 00001010 0001	1111	11111110		200.10.31.254/20
11001000 00001010 0001	1111	11111111		200.10.31.255/20

Endereçamento de super-redes

■ Subdivisão de blocos

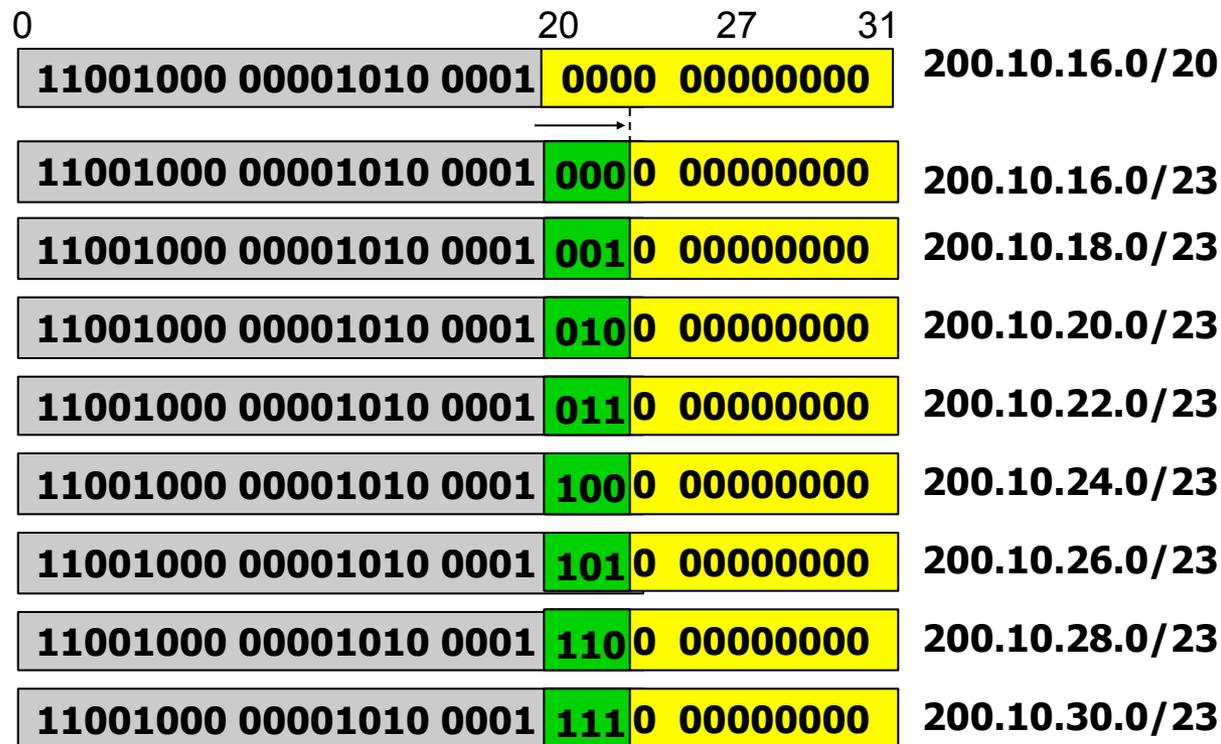
- Sub-redes são formadas pela sub-divisão de blocos de endereços em sub-blocos
- Realizada pelo deslocamento de bits da máscara original para a direita
- Cada sub-bloco pode ser alocado a uma sub-rede física



Endereçamento de super-redes

■ Subdivisão de blocos

- Exemplo: 200.10.16.0/20 em 8 blocos
 - Quantos bits devem ser deslocados ?



■ Endereços possíveis e válidos

Endereço de sub-rede	Endereços possíveis	Endereços válidos
200.10.16.0/23	200.10.16.0 até 200.10.17.255	200.10.16.1 até 200.10.17.254
200.10.18.0/23	200.10.18.0 até 200.10.19.255	200.10.18.1 até 200.10.19.254
200.10.20.0/23	200.10.20.0 até 200.10.21.255	200.10.20.1 até 200.10.21.254
200.10.22.0/23	200.10.22.0 até 200.10.23.255	200.10.22.1 até 200.10.23.254
200.10.24.0/23	200.10.24.0 até 200.10.25.255	200.10.24.1 até 200.10.25.254
200.10.26.0/23	200.10.26.0 até 200.10.27.255	200.10.26.1 até 200.10.27.254
200.10.28.0/23	200.10.28.0 até 200.10.29.255	200.10.28.1 até 200.10.29.254
200.10.30.0/23	200.10.30.0 até 200.10.31.255	200.10.30.1 até 200.10.31.254

- **Agregação de blocos**
 - Processo de agrupar blocos menores para formar um bloco maior
 - Blocos menores adotam a mesma máscara
 - Total de blocos menores é potência de 2
 - Blocos menores são idênticos em todos os bits, exceto em um conjunto contíguo
 - Bits diferentes possuem todas as combinações possíveis
 - Processo realizado pelo deslocamento da máscara original para a esquerda

Endereçamento de super-redes

■ Agregação de blocos

0	20	27	31	
11001000 00001010 0001	000	0	00000000	200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	001	0	00000000	200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	010	0	00000000	200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	011	0	00000000	200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	100	0	00000000	200.10.24.0/23
11001000 00001010 0001	101	0	00000000	200.10.26.0/23
11001000 00001010 0001	110	0	00000000	200.10.28.0/23
11001000 00001010 0001	111	0	00000000	200.10.30.0/23
11001000 00001010 0001	←		0000 00000000	200.10.16.0/20

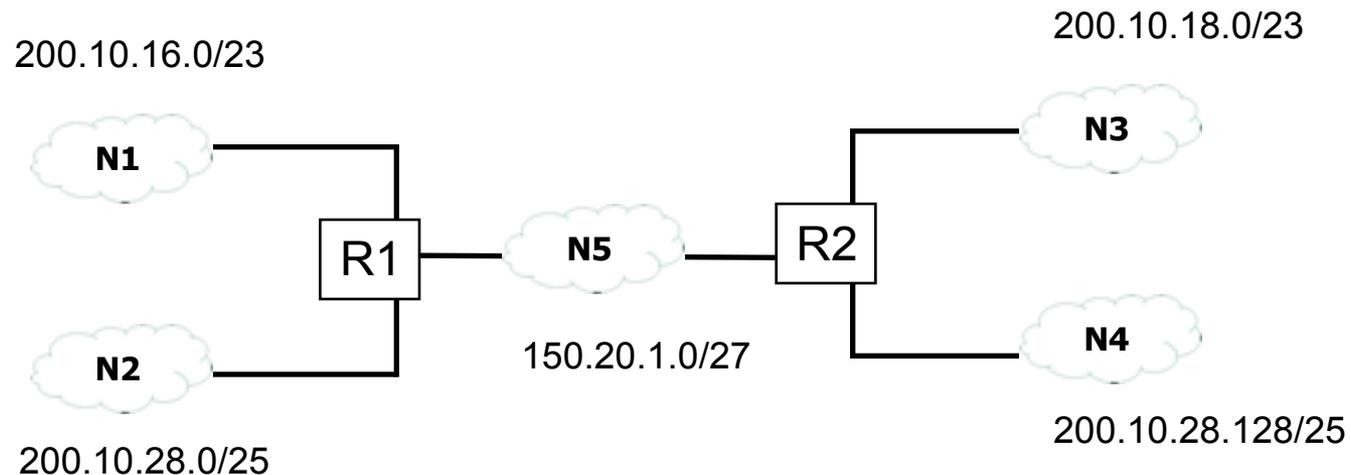
Endereçamento de super-redes

- Máscara de tamanho variável
 - Sub-blocos podem utilizar máscaras de tamanhos diferentes (VLSM – Variable Length Subnet-mask)
 - Máscara dependem do tamanho do número de redes físicas existentes e do número de estações de cada rede física
 - Todos os sub-blocos podem ser alocado incluindo o primeiro e o último (diferentemente do classfull)
 - Permite a subdivisão recursiva de blocos

Endereçamento de super-redes

■ Contigüidade das sub-redes

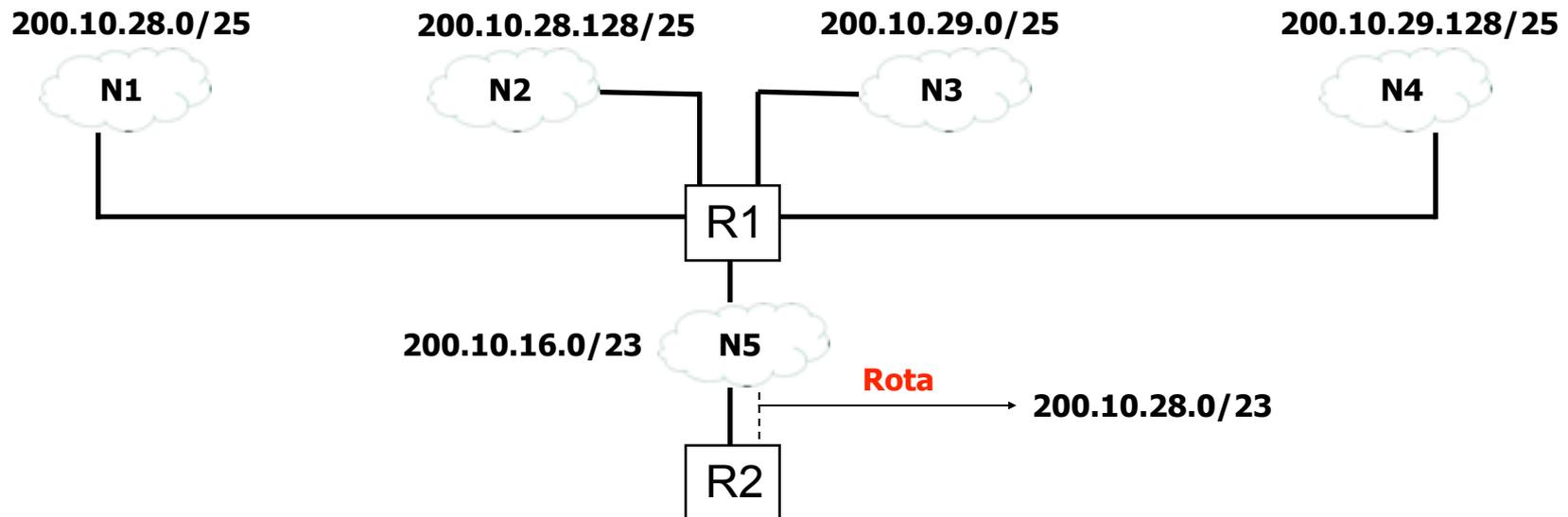
- Sub-redes podem adotar qualquer estrutura de interconexão, com ou sem contigüidade.



Endereçamento de super-redes

■ Agregação de rotas

- Roteadores externos conhecem apenas a rota para o bloco agregado.
- Reduz o tamanho da tabela de roteamento



Projeto de endereçamento

■ Máscara de tamanho fixo

■ Vantagens

- Simplicidade do processo de criação de sub-redes
- Facilidade de memorização de endereços

■ Desvantagens

- Desperdício de endereços
- Redução da flexibilidade da rede
 - Limita o número de sub-redes físicas
 - Impõe sub-redes físicas com quantidade semelhantes de estações

Projeto de endereçamento

- Máscara de tamanho fixo
 - Arquitetura Classfull
 - Proíbe a alocação da primeira e da última sub-rede
 - Maior desperdício de endereços
 - Menor flexibilidade no projeto da rede
 - Arquitetura Classless
 - Permite o uso de todas as sub-redes
 - Menor desperdício de endereços
 - Maior flexibilidade no projeto de redes

Projeto de endereçamento

■ Máscara de tamanho variável

■ Vantagens

- Maior aproveitamento dos endereços
- Incremento da flexibilidade da rede
 - Suporta maior número de sub-redes
 - Permite um número de estações adequadas às finalidades das sub-redes

■ Desvantagens

- Complexo gerenciamento das máscaras
- Difícil memorização dos endereços

Projeto de endereçamento

- Máscara de tamanho variável
 - Arquitetura Classfull
 - Não suporta VLSM(Variable Length Sub-net Mask)
 - Deve respeitar diversas restrições
 - Requer diversos cuidados de configuração
 - A melhor estratégia é **não** adotar VLSM
 - Arquitetura Classless
 - Suporta VLSM de forma completa e transparente

Projeto de endereçamento

- Máscara de tamanho variável
 - Algoritmo de alocação de blocos
 - Iniciar com o maior bloco requerido
 - Identificar a máscara que suporta o tamanho do bloco dessa iteração
 - Subdividir blocos disponíveis em sub-blocos com o tamanho do requerido para essa iteração
 - Alocar os sub-blocos às redes físicas que requerem os blocos dessa iteração
 - Iniciar nova iteração com o próximo maior bloco requerido

Projeto de endereçamento

■ Máscara de tamanho variável

■ Exemplo:

- Dividir o bloco de endereço 200.10.16.0/20 para atender as seguintes sub-redes

sub-rede	Estações	Bloco
1	400	512
1	300	512
4	100	128
2	80	128
5	50	64
2	40	64
10	2	4

Sub-redes	Bloco
2	512
6	128
7	64
10	4

Projeto de endereçamento

■ Máscara de tamanho variável

■ Exemplo:

