

Redes de Computadores

**Camada de rede: protocolo ipv4, endereçamento, classes, cálculo de sub-rede,
CIDR**

**Versão 1.0
Março de 2017**

Prof. Jairo

jairo@uni9.pro.br
professor@jairo.pro.br

<http://www.jairo.pro.br/>

Sumário

1 – Camada de Rede.....	3
1.1 – Endereços IP.....	3
1.2 – Classes de endereços IP.....	4
1.3 – Faixa de IPs reservados (endereços IP privados).....	6
1.4 – CIDR: Classless Inter Domain Routing.....	7
1.4.1 – Segmentação em 4 sub redes.....	8
1.4.2 – Segmentação em 8 sub redes.....	9
1.4.3 – Segmentação em 16 sub redes.....	9
1.4.4 – Segmentação de sub redes em classes A e B.....	11
1.4.4.1 – Classe B: 2 sub redes.....	11
1.4.4.2 – Classe B: 4 sub redes.....	12
1.4.4.3 – Classe B: número de hosts por sub rede.....	12
1.4.4.4 – Classe A: 2 sub rede.....	13
1.4.4.5 – Classe A: 4 sub rede.....	13
1.4.4.6 – Classe A: número de hosts por sub rede.....	14
1.5 – CIDR: agregação de prefixos de roteamento.....	15
1.5.1 – Agregado 192.168.0.0/22.....	15
1.5.2 – Agregado 192.168.0.0/21.....	16
1.5.3 – Cálculo do endereço de rede do agregado.....	17
1.5.4 – Suporte a supernetting.....	17

1 – Camada de Rede

A camada de rede é a camada 3 do RM-OSI e corresponde à camada internet TCP/IP. A camada internet também é chamada de inter rede.

A responsabilidade da camada internet é transferir dados através da inter rede, desde o nó de origem até o nó destino. Essa camada recebe pedidos da camada de transporte para transmitir datagramas que, ao solicitar a transmissão, informa o endereço da máquina onde o datagrama deverá ser entregue. Nesta camada são especificados vários protocolos, dentre os quais se destaca o IP (*Internet Protocol*).

O IP é um protocolo cuja função é transferir blocos de dados denominados datagramas da origem até o destino, podendo passar inclusive por várias sub-redes (a origem e o destino são *hosts* identificados por endereços IPs). Na mesma rede, duas máquinas (ou nós) nunca podem ter o mesmo endereço IP.

Para garantir que os *gateways* encaminhem as mensagens corretamente, é utilizado um controle de verificação de cabeçalhos (*headers*).

1.1 – Endereços IP

Os IPs são números que representam os endereços. Na versão 4 (ipv4, a mais usada atualmente) são usados 32 *bits* (4 *bytes*) para representar os endereços IPs. Normalmente nessa representação são usados quatro octetos separados por pontos, por exemplo 192.168.1.10. Cada octeto contém 8 bits, por exemplo **11000000** é um octeto.

Como o endereço IP é constituído por quatro octetos, é preciso converter esses números de decimal para binário a fim de facilitar a visualização do endereço. Por exemplo:

decimal	binário (octeto)
0	00000000
255	11111111
128	10000000
127	01111111
252	11111100
253	11111101
254	11111110
210	11010010

No caso, 11010010 corresponde ao decimal 210, pois para traduzir o endereço binário para decimal foi efetuada a seguinte soma:

$$1x2^7 + 1x2^6 + 0x2^5 + 1x2^4 + 0x2^3 + 0x2^2 + 1x2^1 + 0x2^0$$

$$128 + 64 + 0 + 16 + 0 + 0 + 2 + 0 = 210$$

A primeira parte do endereço IP representa uma rede específica no inter rede (*network ID* – identificador de rede), e a segunda parte (*host ID* – identificador de *host*) identifica um *host* dentro desta rede.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & \text{network ID} \\
 & & & & & & \text{-----} \\
 192 & . & 168 & . & 1 & . & 10 = 11000000.10101000.00000001.00001010 \\
 \text{-----} & & \text{-----} & & \text{-----} & & \text{-----} \\
 8 \text{ bits} & & 8 \text{ bits} & & 8 \text{ bits} & & 8 \text{ bits} \\
 & & & & & & \text{host ID}
 \end{array}$$

Como exemplo, o valor decimal 192 (acima) é obtido da seguinte conversão binária:

$$1x2^7 + 1x2^6 + 0x2^5 + 0x2^4 + 0x2^3 + 0x2^2 + 0x2^1 + 0x2^0 = 11000000$$

Em notação decimal, 8 *bits* possibilita um intervalo compreendido entre 0 e 255, pois $2^8 = 256$. Desse modo, o maior endereço IP é "255.255.255.255" e o menor é "0.0.0.0".

Cada nó (*host* ou computador) numa mesma rede deve ter um endereço IP único, e no conjunto esses IPs devem estar ajustados para as diversas configurações possíveis dessa rede.

Para converter o número na base decimal para binário, usar a divisão progressiva até que o quociente da divisão seja igual a zero. A figura ao lado mostra como converter o número decimal 192 para binário, que resulta 11000000.

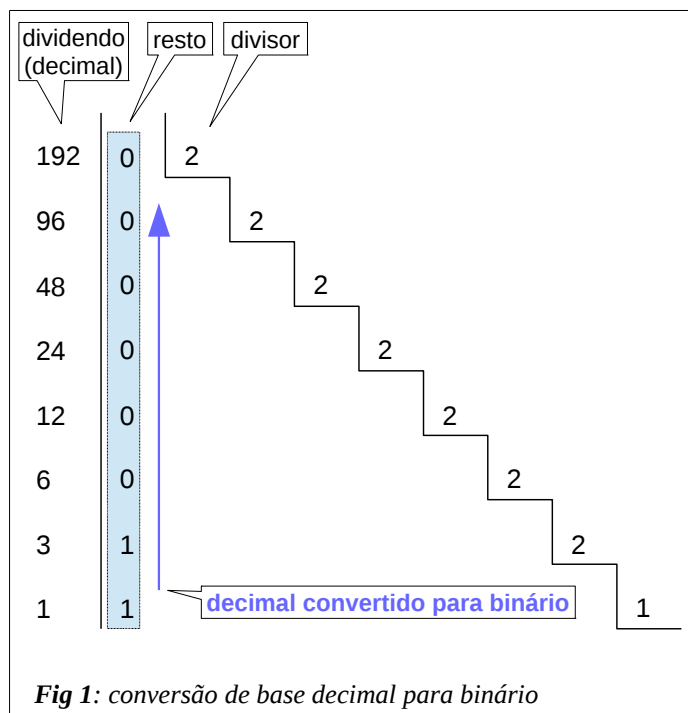


Fig 1: conversão de base decimal para binário

1.2 – Classes de endereços IP

As classes de endereçamento IP foram originalmente divididas em A, B, C, D e E, e a tabela 1 abaixo mostra que a separação dessas classes está definida pelos quatro primeiros *bits* da esquerda (primeiro octeto) do endereço IP.

Classe	Quatro primeiros bits da esquerda (<i>leftmost bits</i>)	Início dos endereços (menor IP)	Final dos endereços (maior IP)
A	0xxx	0.0.0.0	127.255.255.255
B	10xx	128.0.0.0	191.255.255.255
C	110x	192.0.0.0	223.255.255.255
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255
E	1111	240.0.0.0	255.255.255.255

Tabela 1: classes de endereçamento IP

Por exemplo, o endereço IP 192.168.1.10 é da classe C, 10.10.15.30 é classe A. Esses dois endereços são exemplos de IPs reservados ou não válidos, pois somente têm validade dentro de uma LAN, não sendo possível roteá-los através do inter redes.

Alguns endereços IPs possuem significado especial:

- 0: significa a própria rede ou sistema. Por exemplo, o endereço 0.0.0.13 referencia a estação 13 da rede local. A faixa de endereços que vai de 0.0.0.0 até 0.255.255.255 não serve para nenhuma função particular no IP e por isso não pode ser considerada parte da classe A;
- 127.0.0.0: referencia a estação em análise;
- 127.0.0.1: é conhecido com *loopback* e utilizado em processos de diagnose, por exemplo para testar a interface de rede. A faixa de IPs entre 127.0.0.0 e 127.255.255.255 está reservada para propósitos de *loopback*. Como esses endereços não podem ser usado externamente ao nó (isto é, na rede), os endereços *loopback* não podem ser considerados parte da classe A.

Os endereços classe A são usados para redes muito grandes, normalmente ligadas a funções educacionais e científicas.

Os endereços classe B também são usados em redes grandes, e historicamente foram atribuídos a instituições que possuíam um perfil disseminador de tecnologia e assim pudessem de alguma forma distribuir suas redes entre instituições e empresas contribuindo para o desenvolvimento de uma grande rede mundial.

Os endereços classe C são os mais difundidos pois permitem redes com 256 IPs, que aparenta ser um número conveniente para gerenciamento e implantação de sistemas de informação.

Os endereços classe D são reservados para *multicast* utilizados, entre outras, nas aplicações de videoconferência e multimídia. *Multicast* é um mecanismo para definir grupos de nós e enviar mensagens IP para esses grupos ao invés de nós na própria LAN (que é *broadcast*). O *multicast* também não envia mensagens para um único nó (que é *unicast*). A classe D é usada principalmente em redes de pesquisa e desenvolvimento. Da mesma forma que a classe E, endereços da classe D não podem ser usados em nós ordinários na inter redes.

Os endereços classe E são reservados e usados apenas em experimentação e desenvolvimento.

1.3 – Faixa de IPs reservados (endereços IP privados)

Os padrões do IP também definem faixas de endereços IPs reservados para redes privadas (intranets), também chamados de endereços IP privados. Essas faixas de IPs são reservadas nas classes A, B e C.

A tabela 2, abaixo, mostra estas três faixas de endereços privados.

Classe	Rede (máscara)	Início da faixa reservada	Final da faixa reservada
A	10.0.0.0/8 (255.0.0.0)	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0/12 (255.240.0.0)	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0/16 (255.255.0.0)	192.168.0.0	192.168.255.255

Tabela 2: faixas de IPs reservados nas classes de endereçamento

Na rede, os nós são efetivamente livres para usar endereços da faixa reservada, porém esses IPs não são roteados através do inter redes. Se isto for necessário usando-se IPs da faixa reservada, deve-se usar também técnicas como NAT (*Network Address Translation*), *firewall* ou *proxy*.

Além das classes de endereços, os IPs também distinguem o endereço da rede (identificador de rede - *network ID*) e o endereço da máquina local (identificador de máquina local - *host ID*).

Classe	<i>network ID</i>	<i>host ID</i>	Número de redes	hosts em cada rede
A	bits 1 a 7	bits 8 a 31	128 (2^7)	16772216 (2^{24})
B	bits 2 a 15	bits 16 a 31	16384 (2^{14})	65536 (2^{16})
C	bits 3 a 23	bits 24 a 31	2097152 (2^{21})	256 (2^8)

Tabela 3: ID rede e ID máquina nas classes de endereçamento

Além disso, o ipv4 reserva todos os *bits* 0 ou todos os *bits* 1 nos octetos para endereços especiais. Portanto, os números de máquinas/redes acima precisam ser subtraídos de 2 para obter o número de redes e máquinas. O octal no *host ID* que contiver somente zeros (00000000 => decimal 0) é conhecido como identificador de rede, e o que somente contiver 1 (11111111 => decimal 255) é conhecido como *broadcast*. Por exemplo, com máscara /24 o endereço 192.168.1.0 é rede, e 192.168.1.255 é *broadcast*. Para definir essa rede, podem ser usadas as duas notações abaixo:

192.168.1.0/24 ou
 192.168.1.0/255.255.255.0 onde 255.255.255.0 é o *netmask* (máscara da rede).

A máscara de rede separa quais porções são *network ID* e quais são *host ID*.

Mas também existe a sublocação, que consiste em subdividir as redes em sub redes, nesse caso o identificador de rede é determinado dos *bits* que foram usados para constituir esta sub rede, e o *broadcast* é determinado dos *bits* de *hosts ID* que sobraram. Neste caso, também vale a definição acima de 0 para identificação de rede e 1 para *broadcast*.

1.4 – CIDR: Classless Inter Domain Routing

Antes da introdução do CIDR, *Classless Inter Domain Routing*, em 1993, a única maneira de segmentar as redes era pelo uso da máscara padrão dada pela classe de IP:

Classe A:	0 – 127	máscara: 255.0.0.0 (/8)
Classe B:	128 – 191	máscara: 255.255.0.0 (/16)
Classe C:	192 – 223	máscara: 255.255.255.0 (/24)

Isto era chamado de *classfull network* e, obviamente, limitava em muito as possibilidades de segmentação da rede em sub-redes.

O CIDR é um método de alocação de endereços IP. Com CIDR, ao invés de ficar limitado a apenas máscaras /8, /16 e /24 (um octeto completo), pode-se usar /25, /26, /27, etc., que também segmenta a rede. Ou mesmo usar agregação de prefixos de roteamento, que é a junção de duas redes, como por exemplo duas redes /24 serem agregadas numa /23.

Um exemplo de sub rede é mostrado abaixo:

10.1.2.0/8 => 10.1.2.0/24 (10.1.2.0/255.255.255.0)

Repare que neste exemplo a classe de IP é A, mas devido ao uso da máscara em classe C, funcionalmente esta rede é uma classe C. Neste caso, a sub rede foi construída alterando a máscara original de classe A (8 bits) em dois octetos (um octeto é um espaço de 8 bits no endereço IP).

Um caso mais avançado implica em tomar um a um os bits de *host ID* e transferi-los para o *network ID*, deste modo segmentando a rede.

A criação de sub redes a partir de uma rede primária é um procedimento típico na área de redes. O objetivo desta segmentação é permitir uma melhor performance da rede em termos organizacionais, estruturais e funcionais.

A ideia básica é acrescentar alguns *bits* ao identificador de rede, *bits* esses tomados do identificador de *hosts*. Os endereços de *host* permitidos serão os restantes no octeto.

A máscara de sub rede é um endereço de 32 *bits* usado para bloquear (mascarar) uma parte do endereço IP para se poder distinguir a parte do identificador de rede (*network ID*) da parte do identificador de *host* (*host ID*). Depois deste "empréstimo", as possibilidades de endereços de *host* que sobrarem e que corresponderem a apenas uma sequência de zeros serão os identificadores de rede, e os que corresponderem a uma cadeia de apenas dígitos 1 serão os *broadcasts*.

1.4.1 – Segmentação em 4 sub redes

Dada a rede 192.168.1.0, se quisermos segmentá-la em 4 sub redes, precisamos tomar emprestado 2 *bits* do identificador de *hosts*, pois $2^2 = 4$. Por exemplo:

192.168.1.0/24 = **11000000.10101000.00000001.00000000**

onde os bits representados em negrito são identificadores de rede (24 *bits*).

No caso de 4 sub redes, temos:

192.168.1.0/26 = **11000000.10101000.00000001.00000000**

192.168.1.64/26 = **11000000.10101000.00000001.01000000**

192.168.1.128/26 = **11000000.10101000.00000001.10000000**

192.168.1.192/26 = **11000000.10101000.00000001.11000000**

onde estamos usando 26 *bits* para a definição da rede. Reparar que os seis últimos bits (*host ID*) são zero, portanto todos os quatro endereços IP acima são endereços de rede.

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 4 sub redes têm máscara de rede /26, isto é:

255.255.255.192 = **11111111.11111111.11111111.11000000**

Para obter os endereços de *broadcast*, neste caso, substituir os seis últimos bits zero por seis bits um:

192.168.1.63 = 11000000.10101000.00000001.00**111111**

192.168.1.127 = 11000000.10101000.00000001.01**111111**

192.168.1.191 = 11000000.10101000.00000001.10**111111**

192.168.1.255 = 11000000.10101000.00000001.11**111111**

O resultado completo segue na tabela 4 abaixo:

<i>Sub rede</i>	<i>Faixa de IPs</i>	<i>Broadcast</i>	<i>Máscara de rede</i>	<i>Núm. de endereços</i>
192.168.1.0/26	0-63	192.168.1.63	255.255.255.192	64 (2^6)
192.168.1.64/26	64-127	192.168.1.127	255.255.255.192	64 (2^6)
192.168.1.128/26	128-191	192.168.1.191	255.255.255.192	64 (2^6)
192.168.1.192/26	192-255	192.168.1.255	255.255.255.192	64 (2^6)

Tabela 4: Segmentação em 4 sub redes

1.4.2 – Segmentação em 8 sub redes

Neste exemplo, considere uma rede classe C segmentada em 8 sub redes, nesse caso é necessário tomar **3 bits** do identificador de *hosts*, pois $2^3 = 8$. Cada uma dessas sub redes terá 32 endereços ($256 / 8$), mas o número total de *hosts* em cada um delas será 30, pois um endereço IP é gasto com o identificador da rede e outro com o *broadcast*.

O resultado completo segue na tabela 5 abaixo:

<i>Sub rede</i>	<i>Faixa de IPs</i>	<i>Broadcast</i>	<i>Núm. de endereços</i>
192.168.1.0/27	0-31	192.168.1.31 (000 11111)	32 (2^5)
192.168.1.32/27	32-63	192.168.1.63 (001 11111)	32 (2^5)
192.168.1.64/27	64-95	192.168.1.95 (010 11111)	32 (2^5)
192.168.1.96/27	96-127	192.168.1.127 (011 11111)	32 (2^5)
192.168.1.128/27	128-159	192.168.1.159 (100 11111)	32 (2^5)
192.168.1.160/27	160-191	192.168.1.191 (101 11111)	32 (2^5)
192.168.1.192/27	192-223	192.168.1.223 (110 11111)	32 (2^5)
192.168.1.224/27	224-255	192.168.1.255 (111 11111)	32 (2^5)

Tabela 5: Segmentação em 8 sub redes

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 8 sub redes têm máscara de rede /27, isto é:

$$255.255.255.224 = \mathbf{11111111.11111111.11111111.11100000}$$

1.4.3 – Segmentação em 16 sub redes

Neste exemplo, considere uma rede classe C segmentada em 16 sub redes, nesse caso é

necessário tomar **4 bits** do identificador de *hosts*, pois $2^4 = 16$. Cada uma dessas sub redes terá 16 endereços (256 / 16), mas o número total de *hosts* em cada um delas será 14, pois um endereço IP é gasto com o identificador da rede e outro com o *broadcast*.

O resultado completo segue na tabela 6 abaixo:

Sub rede	Faixa de IPs	Broadcast	Núm. de endereços
192.168.1.0/28	0-15	192.168.1.15 (0000 1111)	16 (2^4)
192.168.1.16/28	16-31	192.168.1.31 (0001 1111)	16 (2^4)
192.168.1.32/28	32-47	192.168.1.47 (0010 1111)	16 (2^4)
192.168.1.48/28	48-63	192.168.1.63 (0011 1111)	16 (2^4)
192.168.1.64/28	64-79	192.168.1.79 (0100 1111)	16 (2^4)
192.168.1.80/28	80-95	192.168.1.95 (0101 1111)	16 (2^4)
192.168.1.96/28	96-111	192.168.1.111 (0110 1111)	16 (2^4)
192.168.1.112/28	112-127	192.168.1.127 (0111 1111)	16 (2^4)
192.168.1.128/28	128-143	192.168.1.143 (1000 1111)	16 (2^4)
192.168.1.144/28	144-159	192.168.1.159 (1001 1111)	16 (2^4)
192.168.1.160/28	160-175	192.168.1.175 (1010 1111)	16 (2^4)
192.168.1.176/28	176-191	192.168.1.191 (1011 1111)	16 (2^4)
192.168.1.192/28	192-207	192.168.1.207 (1100 1111)	16 (2^4)
192.168.1.208/28	208-223	192.168.1.223 (1101 1111)	16 (2^4)
192.168.1.224/28	224-239	192.168.1.239 (1110 1111)	16 (2^4)
192.168.1.240/28	240-255	192.168.1.255 (1111 1111)	16 (2^4)

Tabela 6: Segmentação em 16 sub redes

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 16 sub redes têm máscara de rede /28, isto é:

255.255.255.240 = **11111111.11111111.11111111.11110000**

O número máximo de subdivisões de uma rede de classe C é mostrado abaixo:

<i>Nº de sub redes</i>	<i>Nº de bits tomados</i>	<i>Máscara - bits (decimal)</i>	<i>Nº de hosts</i>
2	1	10000000 (255.255.255.128)	126
4	2	11000000 (255.255.255.192)	62
8	3	11100000 (255.255.255.224)	30
16	4	11110000 (255.255.255.240)	14
32	5	11111000 (255.255.255.248)	6
64	6	11111100 (255.255.255.252)	2

Tabla 7: Número máximo de subdivisões de uma rede de classe C

1.4.4 – Segmentação de sub redes em classes A e B

O exemplo de segmentação acima também pode ser aplicado a classes A e B. A diferença será no número de *hosts* por sub rede.

1.4.4.1 – Classe B: 2 sub redes

Por exemplo, partindo da rede 172.16.0.0/16, de 65534 *hosts* (65536 – 2), onde 65536=256x256, segmentá-la em duas sub redes de 32766 *hosts* (32768 -2):

172.16.0.0/16 = **10101100.00010000.00000000.00000000**

onde os bits representados em negrito são identificadores de rede (16 *bits*).

No caso de 2 sub redes, temos:

172.16.0.0/17 = **10101100.00010000.00000000.00000000**
 172.16.128.0/17 = **10101100.00010000.10000000.00000000**

onde estamos usando 17 *bits* para a definição da rede.

Nesse caso, os endereços de *broadcast* são, respectivamente:

172.16.127.255 = 10101100.00010000.0**1111111.11111111**
 172.16.255.255 = 10101100.00010000.**11111111.11111111**

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 2 sub redes têm máscara de rede /17, isto é:

255.255.128.0 = **11111111.11111111.10000000.00000000**

1.4.4.2 – Classe B: 4 sub redes

Partindo da rede 172.16.0.0/16, de 65534 *hosts* (65536 – 2), onde 65536=256x256, segmentá-la em quatro sub redes de 16382 *hosts* (16384 -2):

172.16.0.0/16 = **10101100.00010000.00000000.00000000**

onde os bits representados em negrito são identificadores de rede (16 *bits*).

No caso de 4 sub redes, temos:

172.16.0.0/18 = **10101100.00010000.00000000.00000000**

172.16.64.0/18 = **10101100.00010000.01000000.00000000**

172.16.128.0/18 = **10101100.00010000.10000000.00000000**

172.16.192.0/18 = **10101100.00010000.11000000.00000000**

onde estamos usando 18 *bits* para a definição da rede.

Nesse caso, os endereços de *broadcast* são, respectivamente:

172.16.63.255 = 10101100.00010000.00**111111.11111111**

172.16.127.255 = 10101100.00010000.01**111111.11111111**

172.16.191.255 = 10101100.00010000.10**111111.11111111**

172.16.255.255 = 10101100.00010000.11**111111.11111111**

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 4 sub redes têm máscara de rede /18, isto é:

255.255.192.0 = **11111111.11111111.11000000.00000000**

1.4.4.3 – Classe B: número de hosts por sub rede

A tabela 8, abaixo, mostra o número de *hosts* por sub redes para segmentação em classe B.

<i>Nº de sub redes</i>	<i>Nº de bits tomados</i>	<i>Máscara</i>	<i>Nº de hosts</i>
2	1	255.255.128.0	32766
4	2	255.255.192.0	16382
8	3	255.255.224.0	8190
16	4	255.255.240.0	4096

<i>Nº de sub redes</i>	<i>Nº de bits tomados</i>	<i>Máscara</i>	<i>Nº de hosts</i>
32	5	255.255.248.0	2046
64	6	255.255.252.0	1022
128	7	255.255.254.0	510
256	8	255.255.255.0	254

Tabela 8: Número máximo de subdivisões de uma rede de classe B

1.4.4.4 – Classe A: 2 sub rede

Por exemplo, partindo da rede 10.0.0.0/8, de 16777214 *hosts* (16777216 – 2), onde 16777216=256x256x256, segmentá-la em duas sub redes de 8388606 *hosts* (8388608 -2):

10.0.0.0/8 = **00001010**.00000000.00000000.00000000

onde os bits representados em negrito são identificadores de rede (8 *bits*).

No caso de 2 sub redes, temos:

10.0.0.0/9 = **00001010**.00000000.00000000.00000000

10.128.0.0/9 = **00001010**.10000000.00000000.00000000

onde estamos usando 9 *bits* para a definição da rede.

Nesse caso, os endereços de *broadcast* são, respectivamente:

10.127.255.255 = 00001010.0**1111111**.**11111111**.**11111111**

10.255.255.255 = 00001010.**11111111**.**11111111**.**11111111**

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 2 sub redes têm máscara de rede /9, isto é:

255.128.0.0 = **11111111**.10000000.00000000.00000000

1.4.4.5 – Classe A: 4 sub rede

Partindo da rede 10.0.0.0/8, de 16777214 *hosts* (16777216 – 2), onde 16777216=256x256x256, segmentá-la em quatro sub redes de 4194302 *hosts* (4194304 -2):

10.0.0.0/8 = **00001010**.00000000.00000000.00000000

onde os bits representados em negrito são identificadores de rede (8 *bits*).

No caso de 4 sub redes, temos:

10.0.0.0/10 = **00001010**.00000000.00000000.00000000
 10.64.0.0/10 = **00001010**.01000000.00000000.00000000
 10.128.0.0/10 = **00001010**.10000000.00000000.00000000
 10.192.0.0/10 = **00001010**.11000000.00000000.00000000

onde estamos usando 10 *bits* para a definição da rede.

Nesse caso, os endereços de *broadcast* são, respectivamente:

10.63.255.255 = 00001010.00**111111**.**11111111**.**11111111**
 10.127.255.255 = 00001010.01**111111**.**11111111**.**11111111**
 10.191.255.255 = 00001010.10**111111**.**11111111**.**11111111**
 10.255.255.255 = 00001010.11**111111**.**11111111**.**11111111**

O endereço da máscara de rede é obtida substituindo todos os bits do *network ID* por 1. Todas estas 4 sub redes têm máscara de rede /10, isto é:

255.192.0.0 = **11111111**.11000000.00000000.00000000

1.4.4.6 – Classe A: número de hosts por sub rede

A tabela 9, abaixo, mostra o número de *hosts* por sub redes para segmentação em classe A.

<i>Nº de sub redes</i>	<i>Nº de bits tomados</i>	<i>Máscara</i>	<i>Nº de hosts</i>
2	1	255.128.0.0	8388606
4	2	255.192.0.0	4194302
8	3	255.224.0.0	2097150
16	4	255.240.0.0	1048574
32	5	255.248.0.0	524286
64	6	255.252.0.0	262142
128	7	255.254.0.0	131070
256	8	255.255.0.0	65534

Tabela 9: Subdivisões de uma rede de classe A

1.5 – CIDR: agregação de prefixos de roteamento

Agregação de prefixos de roteamento traz como primeiro benefício a eficiência ganha nos roteadores, pela economia de memória, de processamento e redução de informações de rotas.

Neste contexto, *supernetting* é um bloco contíguo de sub redes (ou redes) roteado como uma simples rede. Isso alivia os roteadores de tabelas de roteamento excessivamente grandes.

Deste modo, para rotear duas redes classe C, por exemplo 192.168.0.0/24 e 192.168.1.0/24, não precisa incluir duas rotas. Basta considerar estas duas redes como um agregado, pelo uso da máscara /23.

O caso de agregado é semelhante ao de segmentação da rede, a única diferença é que agora tomamos bits do *network ID* e não do *host ID*. Deste modo, no exemplo abaixo partimos de uma rede /24 e chegamos ao agregado /23. Pelo aumento de bits de *host ID* estamos aumentando o número de *hosts* no agregado.

192.168.0.0/24	=	11000000.10101000.00000000.00000000
192.168.1.0/24	=	11000000.10101000.00000001.00000000
parte comum:	=	11000000.10101000.00000000 (23 bits)

Deste modo, considerando a parte comum, o endereço de rede do agregado é 192.168.0.0/23, pois:

192.168.0.0/23	=	11000000.10101000.00000000.00000000
----------------	---	--

E o broadcast deste agregado é:

192.168.1.255	=	11000000.10101000.00000001.11111111
---------------	---	--

Nos caso das redes 192.168.0.0/24 e 192.168.1.0/24 acima, notamos que elas são idênticas até o 23º bit, e depois diferem. Então podemos considerar estas duas redes como um agregado, pelo uso da máscara /23. A faixa de *hosts* vai de 192.168.0.1 a 192.168.1.254.

1.5.1 – Agregado 192.168.0.0/22

Neste exemplo, são agregadas 4 sub redes de 24 bits:

192.168.0.0/24	=	11000000.10101000.00000000.00000000
192.168.1.0/24	=	11000000.10101000.00000001.00000000
192.168.2.0/24	=	11000000.10101000.00000010.00000000
192.168.3.0/24	=	11000000.10101000.00000011.00000000

parte comum: = **11000000.10101000.000000** (22 bits)

Deste modo, considerando a parte comum, o endereço de rede do agregado é 192.168.0.0/22, pois:

192.168.0.0/22 = **11000000.10101000.00000000.00000000**

E o broadcast deste agregado é:

192.168.3.255 = **11000000.10101000.00000011.11111111**

Nos caso das redes acima, notamos que elas são idênticas até o 22º bit, e depois diferem. Então podemos considerar estas quatro redes como um agregado, pelo uso da máscara /22. A faixa de *hosts* vai de 192.168.0.1 a 192.168.3.254.

No caso acima, para agregar 4 redes foi necessário tomar 2 bits do identificador de rede (*network ID*), que era /24 e passou a /22.

1.5.2 – Agregado 192.168.0.0/21

Neste exemplo, são agregadas 8 sub redes de 24 bits:

192.168.0.0/24 = **11000000.10101000.00000000.00000000**
 192.168.1.0/24 = **11000000.10101000.00000001.00000000**
 192.168.2.0/24 = **11000000.10101000.00000010.00000000**
 192.168.3.0/24 = **11000000.10101000.00000011.00000000**
 192.168.4.0/24 = **11000000.10101000.00000100.00000000**
 192.168.5.0/24 = **11000000.10101000.00000101.00000000**
 192.168.6.0/24 = **11000000.10101000.00000110.00000000**
 192.168.7.0/24 = **11000000.10101000.00000111.00000000**

parte comum: = **11000000.10101000.000000** (21 bits)

Deste modo, considerando a parte comum, o endereço de rede do agregado é 192.168.0.0/21, pois:

192.168.0.0/21 = **11000000.10101000.00000000.00000000**

E o broadcast deste agregado é:

192.168.7.255 = **11000000.10101000.00000111.11111111**

Nos caso das redes acima, notamos que elas são idênticas até o 21º bit, e depois diferem. Então podemos considerar estas 8 redes como um agregado, pelo uso da máscara /21. A faixa de

hosts vai de 192.168.0.1 a 192.168.7.254.

No caso acima, para agregar 8 redes foi necessário tomar 3 bits do identificador de rede (*network ID*), que era /24 e passou a /21.

1.5.3 – Cálculo do endereço de rede do agregado

Nos casos acima, estamos pegando uma faixa bem definida de endereços de redes e calculando o endereço do agregado.

Para o caso de redes em geral, por exemplo, 192.168.31.0/24, 192.168.45.0/24 e 192.168.27.0/24, o procedimento é semelhante:

192.168.31.0/24	=	11000000.10101000.00011111.00000000
192.168.45.0/24	=	11000000.10101000.00101101.00000000
192.168.27.0/24	=	11000000.10101000.00011011.00000000
parte comum:	=	11000000.10101000.00 (18 bits)

Deste modo, considerando a parte comum, o endereço de rede do agregado é 192.168.0.0/18, pois:

192.168.0.0/18	=	11000000.10101000.00000000.00000000
----------------	---	--

E o broadcast deste agregado é:

192.168.63.255	=	11000000.10101000.00111111.11111111
----------------	---	--

Nos caso das redes acima, notamos que elas são idênticas até o 18º bit, e depois diferem. Então podemos considerar estas 3 redes como um agregado, pelo uso da máscara /18. A faixa de hosts vai de 192.168.0.1 a 192.168.63.254.

No caso acima, para agregar as redes foi necessário tomar 6 bits do identificador de rede (*network ID*), que era /24 e passou a /18.

1.5.4 – Suporte a supernetting

Os protocolos de roteamento BGP (*Border Gateway Protocol*, que prevalece no exterior - *interdomain*) e OSPF (*Open Shortest Path First*) suportam *supernetting*, já EGP (*Exterior Gateway Protocol*) e RIP (*Routing Information Protocol*) não.