

# Redes de Computadores

## Projeto de endereçamento IP: sub-redes e super-redes



Trabalho sob a Licença Atribuição-SemDerivações-SemDerivados 3.0 Brasil Creative Commons.  
Para visualizar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/br/>

Aula 15

## Introdução

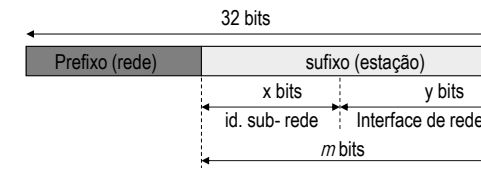
- O esquema de endereçamento *classfull* do IPv4 é ineficiente
  - Problema 1: desperdício de endereços IP
    - Endereço de rede é atribuído a uma única rede, o que contribui para um esgotamento dos mesmos
      - Instituição com  $n$  redes necessita  $n$  endereços de rede
    - Esquema original não é eficiente
      - Ex.: Classe B 143.54.0.0 (65.534 endereços IP =  $2^{16}-2$ )
  - Problema 2: tamanho de tabelas de roteamento
    - Endereços de redes são distribuídos por demanda
      - 143.54.0.0 (UFRGS-Brasil); 143.53.0.0 (University of Bradford – Inglaterra); 143.55.0.0 (Fashion Institut of Technology – EUA)
- Soluções: sub-redes e super-redes (CIDR)

## Sub-redes

- Forma de criar redes dentro de uma única rede
  - Permitem um certo grau de compartilhamento de endereços de rede
  - Cria uma hierarquia adicional: rede, sub-rede e estação
- Permitem
  - Minimizar o desperdício de endereços
    - O endereço de rede de uma mesma organização é compartilhado entre suas diferentes unidades e não mais um endereço de rede por rede
      - Não é uma solução efetiva
  - Facilitar o gerenciamento e desempenho da rede
    - Administração da sub-rede pode ser delegada e o tráfego interno a essa rede pode ser confinado a ela

## Definição de sub-rede

- Endereços classes A, B e C podem ser usados para criar sub-redes
- Como criar ?
  - Dividindo o sufixo em duas partes: identificador de sub-rede e estação
  - Prefixo com tamanho variável MAS deve ser sempre maior que o prefixo original da classe da rede



- Define  $2^x - 2$  sub-redes com  $2^y - 2$  endereços IP válidos, cada.



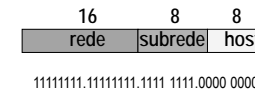
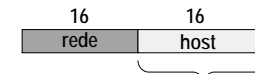
Regra válida APENAS para arquiteturas *classfull*

## Endereçamento de sub-redes (*classfull*)

- Endereço de sub-rede (rede):
  - Identifica de forma única uma sub-rede dentro de uma rede
  - Concatenação do endereço de rede com o de sub-rede
    - Forma o prefixo de sub-rede (usual dizer apenas “prefixo de rede”)
  - Bits do (novo)sufixo em zero
- Endereço de *broadcast* direto:
  - bits do(novo)sufixo em 1
- Máscara de sub-rede
  - Delimita o prefixo do sufixo (bits em 1 indicam os bits do prefixo)
  - Duas notações: decimal ou contagem de bits
  - Usual referenciar apenas como “máscara de rede”

## Exemplo de criação de sub-redes

Divisão de uma rede classe B em 256 sub-redes.

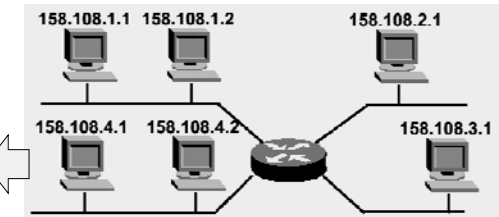
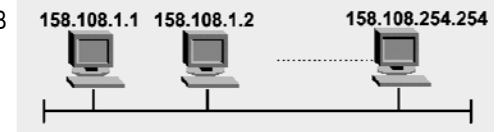


11111111.11111111.1111 1111.0000 0000

Máscara: 255.255.255.0  
Rede: 158.108.4.0  
Broadcast: 158.108.4.255



Endereços especiais!!!



Na realidade se tem 254 sub-redes, pois os valores com todos os bits em zero ou em 1 são reservados! (RFC950)

## Limitações de sub-redes

- Sub-redes de um endereço de rede devem usar a mesma máscara
  - Comportam o mesmo número de estações
    - Limitação no número de sub-redes e de estações sem considerar a real necessidade de IPs em cada sub-rede
  - São endereços contíguos
- Algoritmos de roteamento *classfull* usam
  - Máscaras default (255.0.0.0; 255.255.0.0 e 255.255.255.0)
  - Deduzem máscaras de sub-redes a partir de entradas informadas
    - Origem da proibição de certos end. de sub-rede (bits em zero e em um 1)



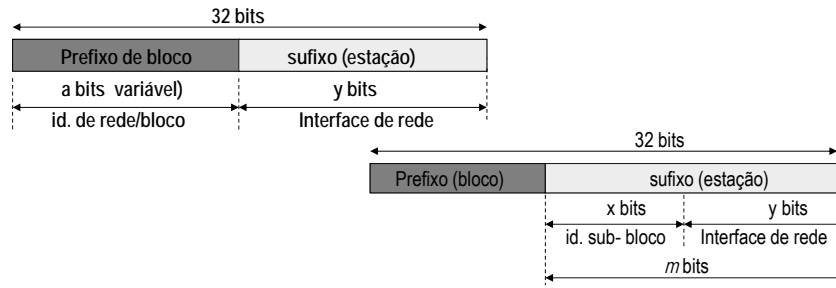
Problema de base: estrutura de classe

## Super-redes

- Super-rede é um bloco de endereços contíguos de sub-redes endereçada como uma única rede.
  - Desconsidera a idéia de classes de endereços → arquitetura *classless*
- Baseado na alocação de endereços IP por demanda
  - Combate o desperdício de endereços IP (problema 1)
- Construído sobre a noção de blocos de endereços
  - Bloco é um conjunto de  $2^n$  endereços contíguos
- Permite o uso de vários endereços de rede por uma mesma organização

## Definição de super-redes

- O endereço IP é formado por um prefixo de bloco e um sufixo
  - O prefixo de bloco identifica de forma única uma rede
  - O sufixo identifica de forma única uma máquina (interface) dentro do bloco



Define  $2^x$  sub-blocos com  $2^y - 2$  endereços IP válidos, cada.

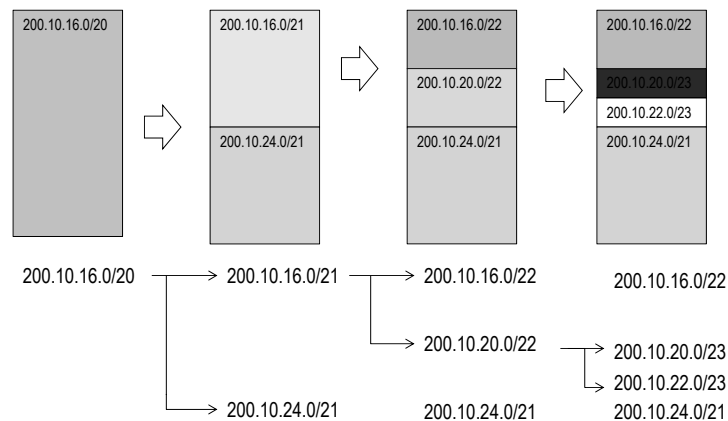
Permite a existência de sub-blocos com prefixo com todos bits em 0 e 1.

## Endereçamento de super-redes

- Endereço do bloco (rede):
  - Identifica de forma única um bloco de endereços
  - Bits do sufixo em zero
- Endereço de *broadcast* direto:
  - bits do sufixo em 1
- Máscara de rede
  - Delimita o prefixo do bloco do sufixo (bits em 1 indicam os bits do prefixo)
  - Possível criar sub-redes da mesma forma que na arquitetura *classfull*
    - Bits do sufixo são “pegos” para definir sub-blocos dentro de um bloco
  - Usa a notação contagem de bits

## Alocação de endereços em blocos (*classless*)

11001000 00001010 00010000 00000000  
11111111 11111111 11110000 00000000



## Agregação de blocos

- O objetivo é identificar um conjunto de  $n$  blocos como um único
- Possível quando:
  - Blocos disponíveis compartilham uma mesma máscara
  - Blocos são contíguos
  - Número de blocos é potência de 2
- Motivos:
  - Fusionar blocos livres contíguos em um único maior
  - Referenciar vários blocos através de um único endereço de bloco (mais abrangente)
    - Reduz tamanho de tabelas de roteamento (Problema 2)

## Endereçamento em super-redes: definindo blocos

31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/23
11001000 00001010 0001	1010 00000000		200.10.26.0/23
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		200.10.28.0/23
11001000 00001010 0001	1110 00000000		200.10.30.0/23

## Endereçamento em super-redes: definindo blocos

31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/22
11001000 00001010 0001	1010 00000000		
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		200.10.28.0/22
11001000 00001010 0001	1110 00000000		
prefixo			

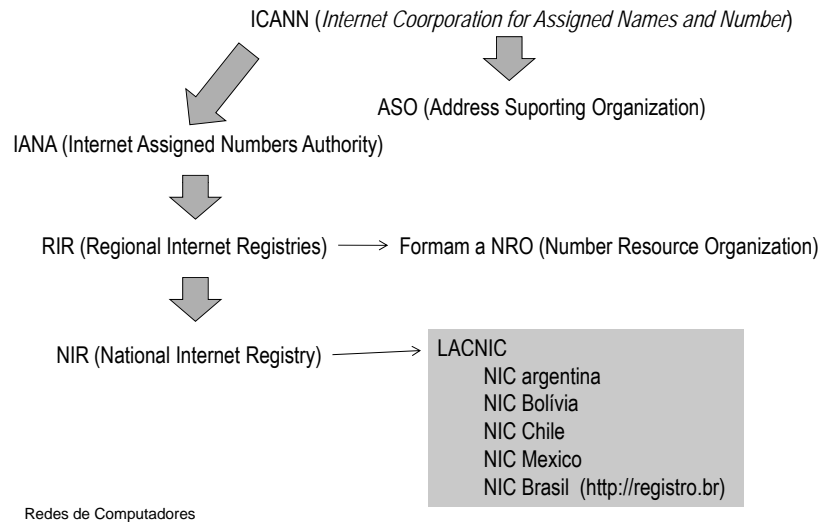
## Endereçamento em super-redes: definindo blocos

31	11	0	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
	8		
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	0010 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	0100 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	0110 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	1000 00000000		200.10.24.0/21
11001000 00001010 0001	1010 00000000		
11001000 00001010 0001	1100 000 0000		
11001000 00001010 0001	1110 00000000		
prefixo			

## CIDR: Classless InterDomain Routing [RFC1519]

- Generalização do conceito de prefixo e sufixo
  - Prefixo para a ter qualquer comprimento de bits e não mais 8, 16 ou 24
    - Notação  $a.b.c.d/x$ ; onde  $x$  é o comprimento da máscara ( $13 \leq x \leq 27$ ???)
- Resolve:
  - Desperdício de endereços IP: cada organização passa a receber endereços IP adequados a sua real necessidade
    - Faixa de endereços continua podendo ser dividida em sub-redes
  - Redução no tamanho da tabela de roteamento pela agregação de rotas
    - Uso de um único prefixo para anunciar múltiplas rotas
- Sistema descentralizado de distribuição de endereços IPs
  - delegado pela ICANN (*Internet Cooperation for Assigned Names and Number*)

## Atribuição de blocos CIDR



17

## Regional Internet Registry System (RIR)

- Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)
  - Europa, Ásia Central e Meridional
  - <http://www.ripe.net>
- Asian Pacific Network Information Centre (APNIC)
  - Ásia, Austrália e Nova Zelândia
  - <http://www.apnic.net>
- American Registry for Internet Numbers (ARIN)
  - EUA, Canadá e parte do Caribe
  - <http://www.arin.net>
- African Network Information Center (AfrinIC)
  - Países da África
  - <http://www.afrinic.org>
- Latin American and Caribbean Network Information Centre (LACNIC)
  - América Latina e parte do Caribe
  - <http://www.lacnic.org>



Redes de Computadores

18

## Exemplo : *Classless InterDomain Routing*

- Europa possui a faixa de endereços 194.0.0.0 a 194.255.255.255
  - Cambridge necessita 2046 endereços, Oxford 4094 endereços e Edimburgo 1022 endereços.
- Atribuindo endereços da faixa 194.24.0.0/19
  - Cambridge: 194.24.0.0 à 194.24.7.255 (194.24.0.0/21 255.255.248.0)
  - Edinburgo: 194.24.8.0 à 194.24.11.255 (194.24.8.0/22 ou 255.255.252.0)
  - Disponível: 194.24.12.0 à 194.24.15.255 (194.24.12.0/22 ou 255.255.252.0)
  - Oxford: 194.24.16.0 à 194.24.31.255 (194.24.16.0/20 ou 255.255.240.0)

Fonte: livro Redes de Computadores (Andrew Tanenbaum)

Redes de Computadores

19

## Exemplo: *Classless InterDomain Routing (cont.)*

Tabela de roteamento (roteador fora da Inglaterra) – exemplo hipotético

	Endereço de base (194.24.0.0)	Máscara (194.24.0.0/19)
Inglaterra	11000010 00011000 00000000 00000000	11111111 11111111 11100000 00000000

Para onde vai com end. do destino 194.24.11.1 → (11000010 00011000 00001101 00000001)?

Tabela de roteamento (roteador em Londres)

	Endereço de base	Máscara
Cambridge	11000010 00011000 00000000 00000000	11111111 11111111 11110000 00000000
Oxford	11000010 00011000 00010000 00000000	11111111 11111111 11110000 00000000
Edinburgo	11000010 00011000 00001000 00000000	11111111 11111111 11111100 00000000
	194.24.0.0	255.255.248.0
	194.24.16.0	255.255.240.0
	194.24.8.0	255.255.252.0

Entrada correspondente a máscara mais restritiva

Redes de Computadores

20

## A teoria, os livros, a RFC e a prática...

---

- Teoricamente, e assim está nos livros didáticos
  - Existe sub-rede com todos os bits em zero (sub-rede zero) e em 1
  - Uma rede tem que ter pelo menos uma máquina, portanto, o tamanho máximo de uma máscara é 30 bits
- Mas a RFC 950 diz
  - “...the <host-number> field is at least 1 bit wide...”
  - “It is useful to preserve and extend the interpretation of these special addresses in subnetted networks. This means the value of all zeros and all ones in the subnet field should not be assigned to actual (physical) subnets.”
- Na prática:
  - Os softwares de roteamento atuais seguem a teoria/livros ☺ (até porque eles são baseados no CIDR)

21

## Leituras complementares

---

- Stallings, W. *Data and Computer Communications* (6<sup>th</sup> edition), Prentice Hall 1999.
  - Capítulo 15, seções 15.3, 15.4
- Tanenbaum, A. *Computer Networks* (3<sup>th</sup> edition), Prentice Hall 1996.
  - Capítulo 5, seções 5.5.3, 5.5.9, 5.5.10
- Tanenbaum, A. *Redes de Computadores* (4<sup>a</sup> ed.), bookman, 2003.
  - Capítulo 5, seções 5.6.2 e 5.6.8
- Carissimi, A.; Rochol, J; Granville, L.Z; *Redes de Computadores*. Série Livros Didáticos. Bookman 2009.
  - Capítulo 5, seções 5.4.4, 5.5
- RIRs
  - <http://www.ripe.net/ripenncc/about/regional/rir-system.html>

Redes de Computadores

22