



# REDES DE COMPUTADORES

**UNIDADE 5 – Protocolo TCP/IP (INTERNET)**  
**(Aula 8 – Sistema TCP/IP e Aspectos de Configuração)**

Prof. Ivan Nunes da Silva

## *1. Sistema TCP/IP*

### **1.1 Generalidades**

- **É um sistema de protocolos:**
  - Conjunto de protocolos que dá suporte à comunicação em rede.
- **Especifica um modelo de protocolos que assegura:**
  - Funcionalidade, Confiabilidade e Facilidade de implementação.
    - Protocolos abertos e públicos.
    - Protocolos independentes de dispositivo.
- **Algumas de suas características são:**
  - Endereçamento lógico (IP), Roteamento, Serviço de nomes,
  - Verificação de erros e controle de fluxo, Suporte a aplicações (FTP, TELNET, SMTP, etc.).
- **Documentação Oficial:**
  - Protocolos Padronizados.
  - Disponível através de uma série de *Request For Comments* (RFC).
  - Endereços de consulta aos RFC's:
    - <http://www.rfc-editor.org>

# 1. Sistema TCP/IP

## 1.2 Documentação (Exemplo de RFC's)

Exemplo Representativo dos mais de 2000 RFC's da Internet

Número	Título
791	Internet Protocol
792	Transmission Control Protocol
793	Simple Mail Transfer Protocol
794	File Transfer Protocol
1.180	TCP/IP Tutorial
1.188	Proposed Standard for transmission of datagrams over FDDI Networks
1.597	Address Allocation for Private Internets
2.000	Internet Official Protocol Standards 2/24/97
2.001	PPP NetBIOS Frames Control Protocol

3

# 2. Modelo TCP/IP

## 2.1 Particularidades

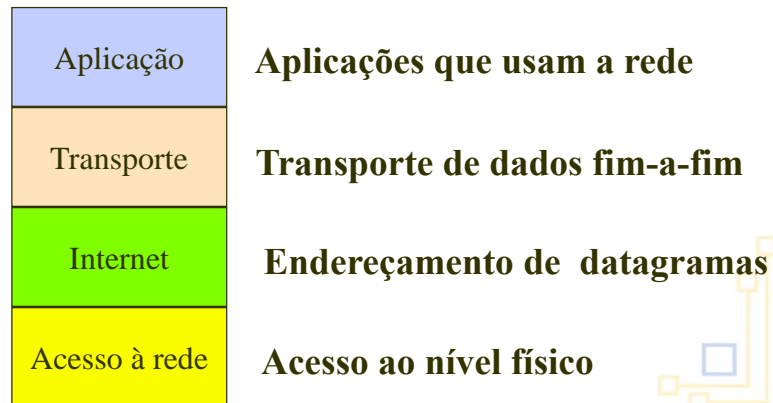
- Provê 3 conjuntos de serviços, implementados em camadas superpostas:
  - Serviços de aplicação.
  - Serviço de transporte confiável.
  - Serviço de entrega de pacotes sem conexão.
- Em cada rede, estas camadas se sobrepõem na camada de acesso à rede.

4

## 2. Modelo TCP/IP

### 2.2 Arquitetura TCP/IP

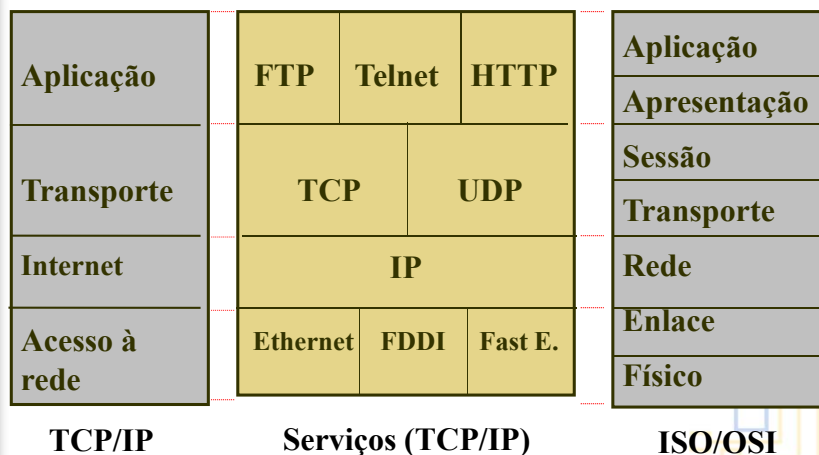
- Arquitetura composta por 4 camadas básicas:



5

## 2. Modelo TCP/IP

### 2.3 TCP/IP & ISO/OSI (Enquadramento)

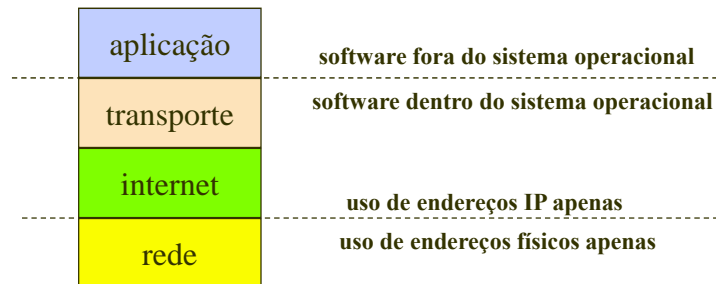


6

## 2. Modelo TCP/IP

### 2.4 Interface Importantes do TCP/IP

- Duas interfaces importantes podem caracterizar o sistema TCP/IP.



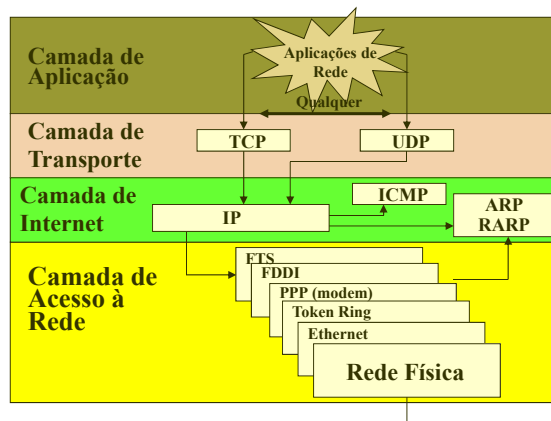
```
C:\ Prompt de comando
C:\>arp -a
Interface: 143.107.235.24 on Interface 0x3000004
Endereço Internet  Endereço físico  Tipo
143.107.235.1      05-00-0c-7c-7d-f8  dinâmico
143.107.235.2      08-00-20-7f-05-b5  dinâmico
```

7

## 2. Modelo TCP/IP

### 2.5 Componentes do TCP/IP

- Os principais componentes das camadas são os seguintes:



8

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.1 Camada de Aplicação (Funções)

- É a camada onde ficam os programas de aplicação.
- Agrupam os protocolos de nível mais alto.
- Não existem funções específicas para essa camada.
- Cada protocolo especificado na camada de aplicação como um aplicativo utiliza uma comunicação inter-rede.



9

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.1 Camada de Aplicação (Principais Protocolos)

- **FTP (File Transfer Protocol)**
  - Protocolo para transferência de arquivos.
  - Especificado pelo RFC 959.
- **HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)**
  - Protocolo para transferência de documentos, arquivos, etc.
  - Especificado pelo RFC 1945.
- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**
  - Protocolo para envio e recebimento de correio eletrônico.
  - Especificado pelo RFC 821.
- **POP (Post Office Protocol)**
  - Protocolo off-line para leitura de correio eletrônico.
  - Especificado pelo RFC 1725.
- **DNS (Domain Name System)**
  - Protocolo de resolução de nomes de domínios da Internet.
  - Especificado pelo RFC 1035.
- **TELNET**
  - Protocolo para execução remota de aplicações.
  - Especificado pelo RFC 854.

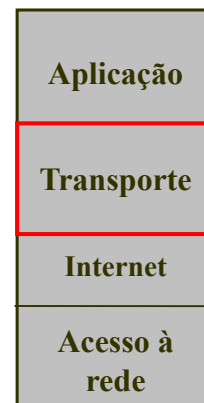


10

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.2 Camada de Transporte (Funções)

- Controle de fluxo fim-a-fim para as aplicações.
- Endereçar os programas da camada de aplicação.
- Inclusão de mecanismos de confiabilidade.
- Quando oferecendo um serviço orientado à conexão, estabelecer, controlar e encerrar um circuito virtual, entre os programas componentes da aplicação.
- Supressão de detalhes dos níveis inferiores.

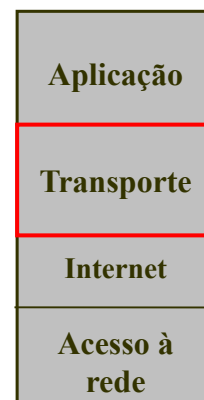


11

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.2 Camada de Transporte (Principais Protocolos)

- **TCP (Transmission Control Protocol – RFC 793)**
  - Protocolo orientado a conexões e confiável.
  - Permite a entrega sem erros de um fluxo de bytes originário de uma determinada máquina em qualquer computador da internet.
- **UDP (User Datagram Protocol – RFC 768 )**
  - Protocolo sem conexão e não confiável.
  - Destinado a aplicações que não requerem controle de fluxo e nem manutenção da sequência de mensagens enviadas.
  - Amplamente utilizado em consultas e aplicações diretas do tipo cliente/servidor com solicitação/resposta.
    - Entrega imediata é mais importante do que a entrega precisa, como por exemplo, transmissão de dados de voz ou de vídeo.
- Cada aplicação é livre para escolher o protocolo que melhor se adapta a sua natureza.

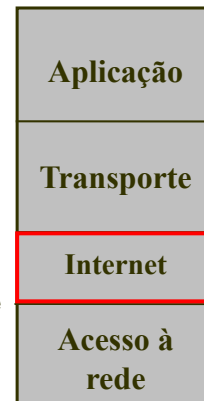


12

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.3 Camada de Internet (Funções)

- Definir para qual computador as informações oriundas da camada de "Transporte" devem ser encaminhadas.
- Definir o destino das informações recebidas por intermédio da camada de "Acesso à Rede".
  - Reenvio para outra interface.
  - Envio para uma das entidades da camada de transporte.
  - Descarte de informações.
- Agrupar essas informações em unidades de transmissão – "Datagramas IP" – de tamanho compatível com a tecnologia de rede subjacente.
- Indicar para a camada de "Transporte" condições de erro detectadas no processo de transmissão dos datagramas IP.
- Em resumo, é responsável pelo endereçamento, roteamento dos pacotes, controle de envio e recepção (erros, bufferização, fragmentação, sequência, reconhecimento, etc.).

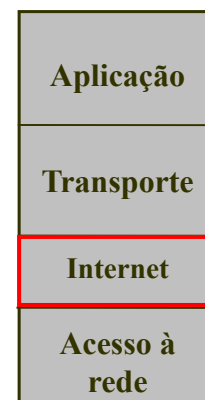


13

## 3. Camadas TCP/IP

### 3.3 Camada de Internet (Principais Protocolos)

- **IP (Internet Protocol – RFC 791)**
  - Protocolo central da camada de "Internet".
  - Responsável pela maioria das funções da camada.
  - Oferece um serviço não confiável e não orientado à conexão.
  - Comunica-se através de datagramas.
- **ICMP (Internet Control Message Prot. – RFC 792)**
  - Protocolo auxiliar ao protocolo IP.
  - Criado para a sinalização das condições de erro.
- **ARP (Address Resolution Protocol – RFC 826)**
  - Responsável pela tradução de endereços IP em endereços físicos.
- **RARP (Reverse Address Res. Prot. – RFC 903)**
  - Responsável pela tradução de endereços físicos em endereços IP.

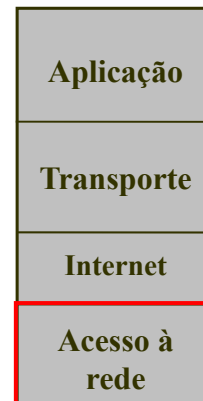


14

### 3. Camadas TCP/IP

#### 3.4 Camada de Acesso à Rede (Funções)

- Não define protocolos para o nível físico.
- Suporta a transferência de dados entre dispositivos diretamente conectados à mesma rede física.
- Principais Funções:
  - Traduzir os endereços IP em endereços físicos.
  - Encapsular os datagramas IP em quadros do nível físico e conversão desses em pulsos elétricos.
  - Verificação de erros dos frames recebidos.
  - Inclusão de informações de verificação de erro para frames emitidos.
  - Extrair os datagramas IP dos quadros recebidos.
  - Gerenciar a interface física com a rede:
    - Funções normais da camada de enlace da tecnologia subjacente.
    - Funções executadas pelos *device drivers*.
    - Módulos responsáveis por esse controle fazem parte da própria tecnologia da rede subjacente, isto é, não foram desenvolvidos para uso exclusivo do TCP/IP.

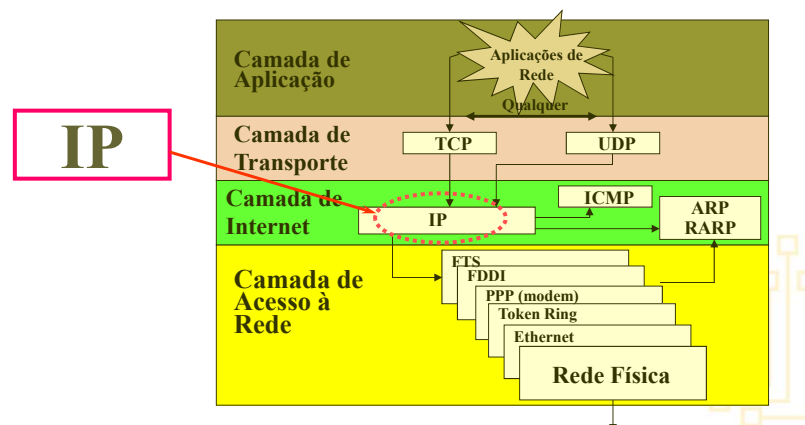


15

### 4. Protocolo IP (Introdução)

#### 4.1 Introdução ao Protocolo IP

- O IP (*Internet Protocol*) é o principal protocolo da camada "INTERNET" do TCP/IP.



16



## 4. Protocolo IP (Introdução)

### 4.2 Características Básicas

- Prover camada uniforme para “proteger” os usuários da infraestrutura de rede, e vice-versa.
- Mantê-la mínima e simples: o menor denominador comum é o transporte não-confiável de datagramas.
- O TCP/IP define o termo **Computador Host** (**host computer**) para se referir a qualquer sistema de computador ou equipamento que esteja conectado a uma inter-rede e que execute aplicativos.
  - Um host pode ser tão pequeno quanto um microcomputador ou dispositivo, ou tão grande quanto um mainframe.
  - Os protocolos do TCP/IP permitem que qualquer par de hosts se comuniquem, apesar das diferenças de hardware.



17

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.1 Padronização

- Para fornecer a ilusão de uma grande rede interligada, uma inter-rede usa um esquema de endereçamento uniforme.
  - A cada computador é atribuído um endereço de protocolo (endereço lógico).
  - Usuários, programas aplicativos e a maioria dos protocolos de alto nível usam esse endereço lógico quando estão se comunicando.
  - Garantem que as informações possam ser entregues nos locais corretos.
- No TCP/IP, o Protocolo de Internet (IP), especifica o endereçamento.
- Um endereço de Internet (endereço IP) é um número binário de 32 bits (único) atribuído a um host e usado para todas a comunicação com ele.
- São divididos em duas partes: código de rede e código de host:



- São divididos em 5 classes: A, B, C, D e E.

18

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.2 Classes de Endereços IP (Classe A)

0	7	8	15	16	23	24	31	Classe A
0	rede (r)						host(h)	

- Identificação de IP Classe A → primeiro bit assume valor **zero**.
- Segmento de REDE → constituído por 7 bits:
  - **0**rrrrrr . hhhhhhhh . hhhhhhhh . hhhhhhhh
  - O campo de rede pode então variar de 0 a 127.
  - Totaliza 128 redes classe A.
- Segmento de HOST → constituído por 24 bits (3 campos de 8 bits):
  - 0rrrrrr . **h**hhhhhhh . hhhhhhhh . hhhhhhhh
  - Cada campo de host pode então variar de 0 a 255.
  - Totaliza  $256 \times 256 \times 256 = 16.772.216$  hosts de classe A para cada rede.

19

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.3 Classes de Endereços IP (Classe B)

0	7	8	15	16	23	24	31	Classe B
1	0	rede (r)			host(h)			

- Identificação de IP Classe B → dois bits iniciais assumem **10**.
- Segmento de REDE → constituído por 14 bits:
  - **10**rrrrr . rrrrrrr . hhhhhhhh . hhhhhhhh
  - O primeiro campo de rede pode então variar de 128 a 191.
  - O segundo campo de rede pode então variar de 0 a 255.
  - Totaliza  $64 \times 256 = 16.384$  redes classe B.
- Segmento de HOST → constituído por 16 bits (2 campos de 8 bits):
  - 10rrrrr . rrrrrrr . **h**hhhhhhh . hhhhhhhh
  - Cada campo de host pode então variar de 0 a 255.
  - Totaliza  $256 \times 256 = 65.536$  hosts de classe B para cada rede.

20

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.4 Classes de Endereços IP (Classe C)

0			7				8	15				16	23				24	31				Classe C
1	1	0	rede (r)												host(h)							

- Identificação de IP Classe C → três bits iniciais assumem **110**.
- Segmento de REDE → constituído por 21 bits:
  - **110**rrrrr . rrrrrrrr . rrrrrrrr . hhhhhhhh
  - O primeiro campo de rede pode então variar de 192 a 223.
  - O segundo campo de rede pode então variar de 0 a 255.
  - O terceiro campo de rede pode então também variar de 0 a 255.
  - Totaliza  $32 \times 256 \times 256 = 2.097.152$  redes classe C.
- Segmento de HOST → constituído por 8 bits (1 campo de 8 bits):
  - **110**rrrrr . rrrrrrrr . rrrrrrrr . **hhhhhhhh**
  - O campo de host pode então variar de 0 a 255.
  - Totaliza 256 hosts de classe C para cada rede.

21

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.5 Classes de Endereços IP (Classe D)

0				7				8	15				16				23				24				31				Classe D
1	1	1	0	rede (r)				Endereço Multicast																					

- Identificação de IP Classe D → quatro bits iniciais assumem **1110**.
- Segmento de REDE → constituído por 4 bits:
  - **1110**rrrr . [endereço multicast]
  - O campo de rede pode então variar de 224 a 239.
  - Totaliza 16 redes classe D.
- Segmento MULTICAST → constituído por 24 bits (3 campos de 8 bits):
  - Permite a entrega de pacotes a um conjunto de computadores.
  - Para usar IP multicast, um conjunto de hosts deve concordar em compartilhar um endereço multicast.
  - Uma vez que o grupo multicast foi estabelecido, uma cópia de qualquer pacote enviado ao endereço multicast será entregue p/ cada host no conjunto.
  - Todo computador que participa do IP multicast possui o seu próprio endereço individual (host).

22

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.6 Classes de Endereços IP (Classe E)

0				7				8	15				16				23				24				31				Classe E
1	1	1	1	rede (r)				Reservado																					

- Identificação de IP Classe E → quatro bits iniciais assumem **1111**.
- Segmento de REDE → constituído por 4 bits:
  - **1111rrrr** . [reservado para testes de novas redes experimentais]
  - O campo de rede pode então variar de 240 a 255.
  - Totaliza 16 redes classe E.



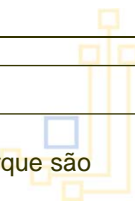
23

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.7 Quadro Resumo de Classes IP

	0	7	8	15	16	23	24	31
Classe A	0	rede (r)		host(h)				
Classe B	1	0	rede (r)			host(h)		
Classe C	1	1	0	rede (r)			host(h)	
Classe D	1	1	1	0	Endereço Multicast			
Classe E	1	1	1	1	Reservado			

- As classes A, B e C são chamadas classes primárias porque são usadas para endereços de hosts.



24

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.8 Notação Decimal Pontuada

- Usuários raramente entram ou leem os valores IP em binário.
- Uma notação mais conveniente é chamada de notação decimal pontuada.
  - Para facilitar o manuseio, os endereços IP são escritos como 4 números decimais (1 por cada byte), separados por pontos:

Número Binário de 32 bits	Notação Decimal Pontilhada
10000001 00110100 00000110 00000000	129 . 52 . 6 . 0
11000000 00000101 00110000 00000011	192 . 5 . 48 . 3
00001010 00000010 00000000 00100101	10 . 2 . 0 . 37
10000000 00001010 00000010 00000011	128 . 10 . 2 . 3
10000000 10000000 11111111 00000000	128 . 128 . 255 . 0

25

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.9 Classes e Notação Decimal Pontuada

- A notação decimal pontuada trabalha bem com endereços IP porque usa limites de octeto para separar um endereço em prefixo (rede) e sufixo (host).
- A partir do primeiro octeto pode-se determinar a classe de um endereço IP, ou seja:

Classe	Faixa de valores
A	0 à 127
B	128 à 191
C	192 à 223
D	224 à 239
E	240 à 255

26

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.10 Divisão do Espaço de Endereçamento

- O esquema de classes IP não divide o espaço de endereçamento em classes de tamanho igual.
- As classes também não contêm o mesmo número de redes.
- A tabela abaixo resume o número máximo de redes disponíveis em cada classe e o número máximo de hosts por rede.

Classe do Endereço	Bits no Prefixo	Número máximo de Redes	Bits no Sufixo	Número Máximo de Hosts por Rede
A	7	128	24	16777216
B	14	16384	16	65536
C	21	2097152	8	256

27

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.11 Endereços IP Especiais (Parte I)

- Além de atribuir um endereço para cada computador, é conveniente ter endereços que podem ser usados para denotar redes ou conjunto de computadores.
- O IP define um conjunto de endereços especiais que são reservados, ou sejam:

Prefixo	Sufixo	Tipo de Endereço	Propósito
tudo em 0	tudo em 0	este computador	usado durante o bootstrap
rede	tudo em 0	rede	identifica uma rede
rede	tudo em 1	broadcast dirigido	broadcast em rede específica
tudo em 1	tudo em 1	broadcast limitado	broadcast em rede local

- **Bootstrap** → Protocolo que um computador utiliza quando começa a obter informações necessárias para configurar o software de protocolo.
- **Broadcast dirigido** → Envia uma cópia de um pacote para todos os hosts em uma rede física específica.
- **Broadcast limitado** → Envia uma cópia de um pacote para todos os hosts em uma rede local (composta de várias redes físicas).

28

## 5. Protocolo IP (Endereçamento)

### 5.12 Endereços IP Especiais (Parte III)

- Quadro resumo das características especiais:

0 0																												Este host				
0 0      ...      0 0								host																				Um host nesta rede				
1 1																												Difusão na rede local				
Rede								1 1 1								...								1 1 1								Difusão em uma rede física

29

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

### 6.1 Particularidades de Sub-redes

- Subdividir uma rede é o processo de dividir um bloco de endereços IP atribuídos como rede Classe A, B ou C, em vários blocos de endereços menores, para um uso mais eficiente.
  - Redes de Classes A e B são muito grandes.
- Benefícios das sub-redes:
  - Dar suporte às diferentes tecnologias (Ethernet, Token Ring, FDDI, etc.) , viabilizando como alternativa a utilização de pontes ou roteadores.
  - Reduzir congestionamento e melhorar desempenho (uso de Hubs).
  - Tratar de limites impostos pela tecnologia
    - Número de dispositivos permitidos pela Ethernet é 1024, mas redes da classe B recebem até 65534 endereços IP).
  - Reduzir atrasos gerado pelas transmissões (Broadcasts).
  - Oferecer segurança (as Classes A e B são muito grandes).

30

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

### 6.2 Máscaras de Sub-redes

- Modifica a estrutura do endereço IP para dividir a rede em sub-redes.
- Retira-se bits dos campos de host para criar um número de sub-rede.
- A máscara de uma sub-rede indica quantos bits são retirados dos campos de host para identificação da sub-rede, tendo a seguinte convenção:
  - 1 → Destinado a campos de rede.
  - 0 → Destinado a campos de host.
- As máscaras padrões (naturais) são as seguintes:

Classe	Notação Pontuada	Padrão binário
A	255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000
B	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
C	255.255.255.0	11111111 11111111 11111111.00000000

31

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

### 6.3 Valores possíveis de Máscaras

- Os possíveis valores para um byte de uma máscara de sub-rede são:

1 0 0 0 0 0 0	= 128
1 1 0 0 0 0 0	= 192
1 1 1 0 0 0 0	= 224
1 1 1 1 0 0 0	= 240
1 1 1 1 1 0 0	= 248
1 1 1 1 1 1 0	= 252
1 1 1 1 1 1 1 0	= 254
1 1 1 1 1 1 1 1	= 255

32



## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

### 6.4 Restrições de Valores

- O RFC 1122, *Requirements for Internet Hosts-Communications Layers*, indica o seguinte:
  - Uma rede, sub-rede ou host, não pode consistir inteiramente de “0”s.
  - Uma rede, sub-rede ou host, não pode consistir inteiramente de “1”s.
  - Dessa forma, um campo para ser utilizável, deve conter no mínimo 2 bits.



33

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

10000000 = 128  
11000000 = 192  
11100000 = 224  
11110000 = 240  
11111000 = 248  
11111100 = 252  
11111110 = 254  
11111111 = 255

### 6.5 Tabela de Sub-redes (Classe B)

Número de Bits	Máscara Decimal	Máscara Hexadecimal	Sub-redes	Hosts por Sub-rede
2	255.255.192.0	FFFFC000	2	16382
3	255.255.224.0	FFFFE000	6	8190
4	255.255.240.0	FFFFF000	14	4094
5	255.255.248.0	FFFFF800	30	2046
6	255.255.252.0	FFFFFC00	62	1022
7	255.255.254.0	FFFFFE00	126	510
8	255.255.255.0	FFFFFF00	254	254
9	255.255.255.128	FFFFFF80	510	126
10	255.255.255.192	FFFFFFC0	1022	62
11	255.255.255.224	FFFFFFE0	2046	30
12	255.255.255.240	FFFFFFF0	4094	14
13	255.255.255.248	FFFFFFF8	8190	6
14	255.255.255.252	FFFFFFFC	16382	2

34

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

10000000 = 128  
11000000 = 192  
11100000 = 224  
11110000 = 240  
11111000 = 248  
11111100 = 252  
11111110 = 254  
11111111 = 255

### 6.6 Tabela de Sub-redes (Classe C)

Número de Bits	Máscara Decimal	Máscara Hexadecimal	Sub-redes	Hosts por Sub-rede
2	255.255.255.192	FFFFFFC0	2	62
3	255.255.255.224	FFFFFFE0	6	30
4	255.255.255.240	FFFFFFF0	14	14
5	255.255.255.248	FFFFFFF8	30	6
6	255.255.255.252	FFFFFFFC	62	2

Número de Sub-redes =  $2^n - 2$

Número de hosts por Sub-rede =  $2^{h-n} - 2$

$n \rightarrow$  Número de bits utilizados para criar a Sub-rede.

$h \rightarrow$  Número de bits utilizados para os hosts da classe (não da Sub-rede)

Para a classe C  $\rightarrow h = 8$  // Para a classe B  $\rightarrow h = 16$

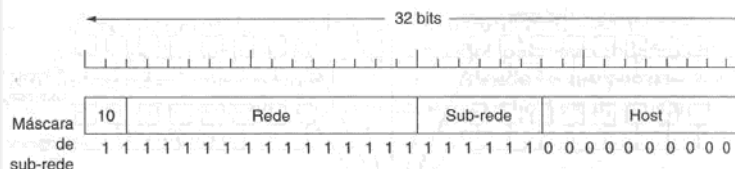
35

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

10000000 = 128  
11000000 = 192  
11100000 = 224  
11110000 = 240  
11111000 = 248  
11111100 = 252  
11111110 = 254  
11111111 = 255

### 6.7 Máscaras de Sub-redes (Exemplo 1)

- Seja uma rede de classe B denotada pelo IP 130.50.0.0 cuja máscara de sub-rede é definida por 255.255.252.0. Determinar o número de sub-redes e de hosts associado a mesma.



- Da figura acima, tem-se que 6 bits são destinados para a definição de sub-redes, sendo que 10 são destinados ao campo de host. Portanto, tem-se:
  - Número total de Sub-redes: 64 (Sub-redes válidas: 62)
  - Número total de hosts por sub-redes: 1024 (Hosts válidos: 1022)
    - Retiram-se do número de sub-redes e de hosts os valores reservados 00..0 e 11..1.

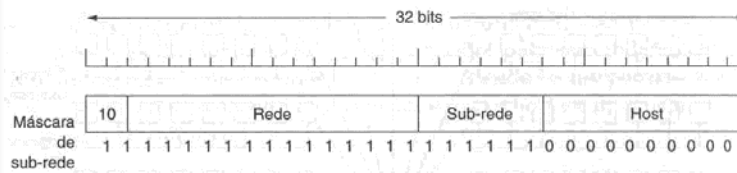
36

## 6. Protocolo IP (Sub-redes)

10000000	= 128
11000000	= 192
11100000	= 224
11110000	= 240
11111000	= 248
11111100	= 252
11111110	= 254
11111111	= 255

### 6.8 Máscaras de Sub-redes (Exemplo 2)

- Seja uma rede de classe B denotada pelo IP 130.50.0.0 cuja máscara de sub-rede é definida por 255.255.252.0. Indicar o IP do primeiro e do último computador da primeira sub-rede.



- Primeira sub-rede: 10000010.00110010.000001|00.00000000
  - Primeiro host → 10000010.00110010.000001|00.00000001
    - IP do Primeiro Host → **130.50.4.1**
  - Último host → 10000010.00110010.000001|11.11111110
    - IP do Último Host → **130.50.7.254**

37

## 7. IPv6 – Nova Versão do IP

### 7.1 Escassez de Endereços IPv4 (versão atual)

- IPv4 (IP de versão 4) possui 32 bits para endereçamento.
  - Tem-se então 4.294.967.296 endereços possíveis.
- IANA (Internet Assigned Numbers Authority).
  - Entidade responsável pelo controle da distribuição de endereços IP.
  - Últimos 5 blocos de IPv4 foram entregues em 01/02/2011.
  - No Brasil, endereços IPv4 duraram até 2012.

38

## 7. IPv6 – Nova Versão do IP

### 7.2 Garantindo a Expansão da Internet

- IPv6 possui 128 bits para endereçamento
  - 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 endereços.
  - 79 trilhões de trilhões de vezes o espaço oferecido pelo IPv4.
  - Ordem de grandeza: IPv4 ( $4.3 \times 10^9$ ) // IPv6 ( $3.4 \times 10^{38}$ )
  - Principal especificação do IPv6 → RFC 2460.
- Vantagens:
  - Flexibilidade frente à expansão das redes.
  - IPv4 e IPv6 são compatíveis entre si.
  - O padrão está pronto desde 1998; portanto, sistemas operacionais modernos já estão preparados para as mudanças.
  - Possibilita os requisitos necessários para uma nova era da Internet, ou seja, "Internet das Coisas".
- Representação do IPv6:
  - Os endereços IPv6 são normalmente escritos como oito grupos de 4 dígitos hexadecimais.
    - 2001:0DB8:85A3:08D3:1319:8A2E:0370:7344
  - Grupos com 0000 podem ser omitidos:
    - 2001:0DB8:85A3:0000:0000:0000:0000:7344
    - 2001:0DB8:85A3::7344



39

## Fim da Apresentação



40