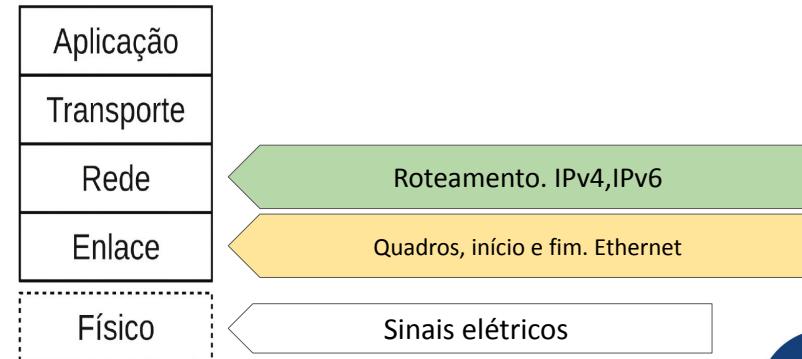


# Redes de Computadores

## Aula 5

Elgio Schlemer  
elgio.schlemer@unilasalle.edu.br

## Camada de rede



### Nível de rede

- Responsável pelo Roteamento
- Como chegar ao destino?
  - Se mesmo domínio de broadcast:
    - destino é atingível, basta colar MAC destino no quadro
    - E obtém-se o MAC por ARP
  - se destino não for mesmo domínio de broadcast
    - necessário repassar quadro para o gateway
    - quadro vai para o MAC ADDRESS do gateway
      - necessário ARP para obter o MAC do gateway

### ARP

- Address Resolution Protocol
- Protocolo para obter o MAC address de uma máquina.
- Basicamente um "Quem é a máquina X"
  - mas não é pelo nome (ai é DNS)
  - é pelo número IP
- Cada máquina tem uma tabela ARP
- Associando um IP à um Mac address
- Demonstração

## Ipv4

- número IP representado por 32 bits
  - um "unsigned long int" do C
- Exemplo:

11000000 10101000 00000000 00001010  
C0 A8 00 0A  
3232235530 (decimal)

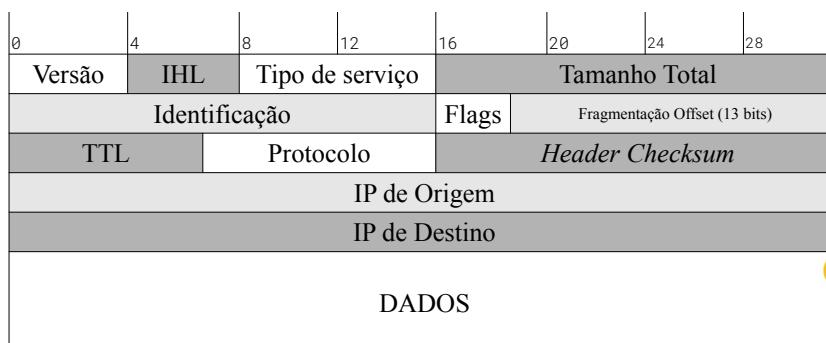
## Ipv4

- Números binários e Hexa são de difícil compreensão para nós.
  - uso em forma Decimal

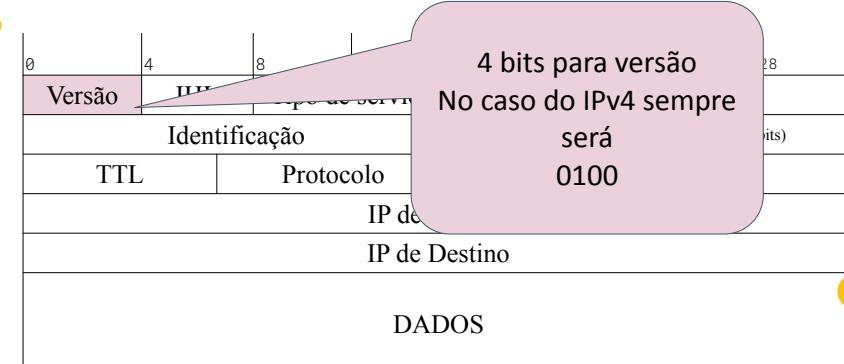
11000000 10101000 00000000 00001010  
192 168 0 10

- usando pontos: 192.168.0.10

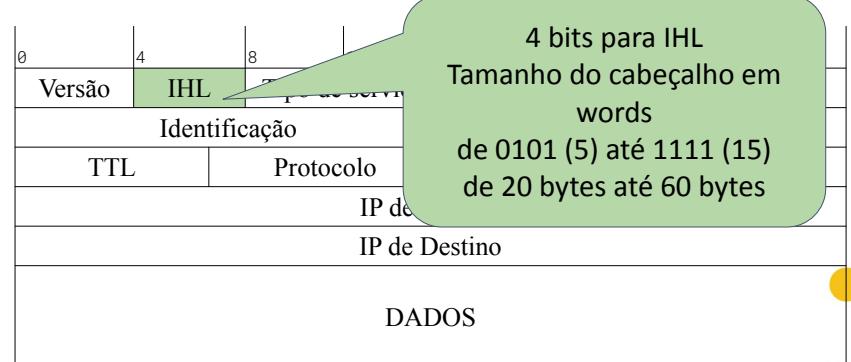
## Cabeçalho IPv4



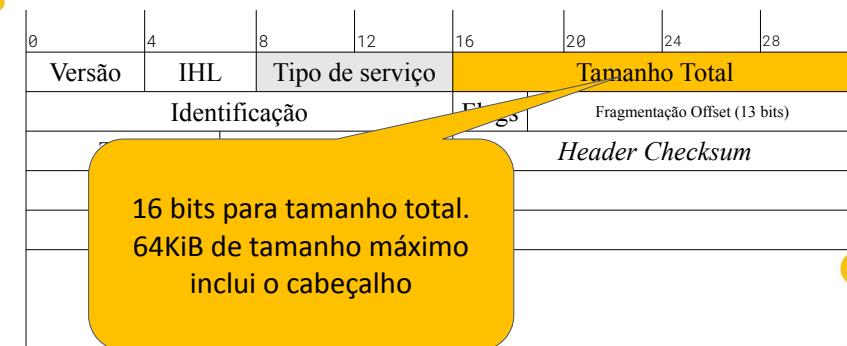
## Cabeçalho IPv4



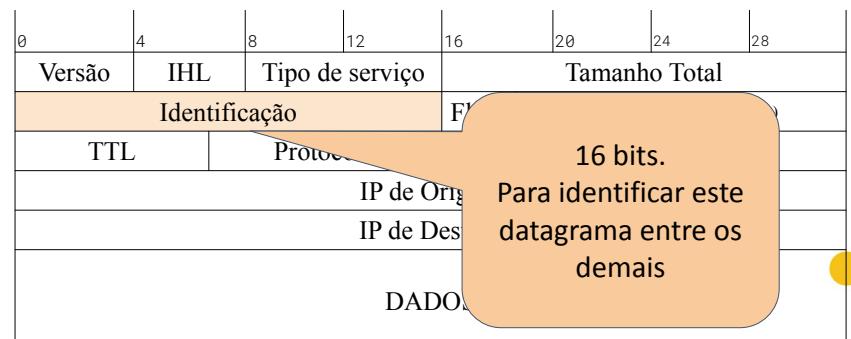
## Cabeçalho IPv4



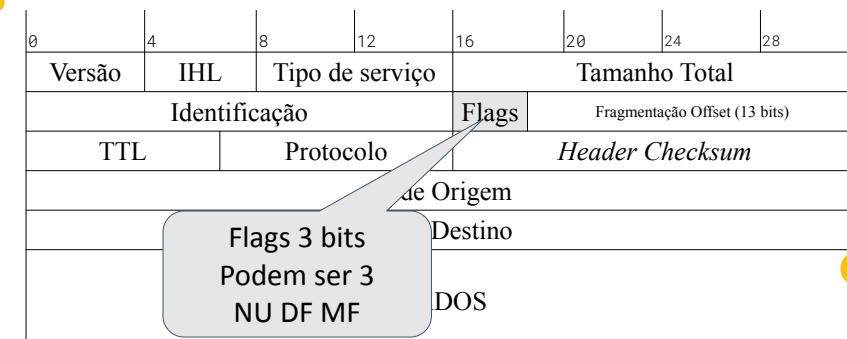
## Cabeçalho IPv4



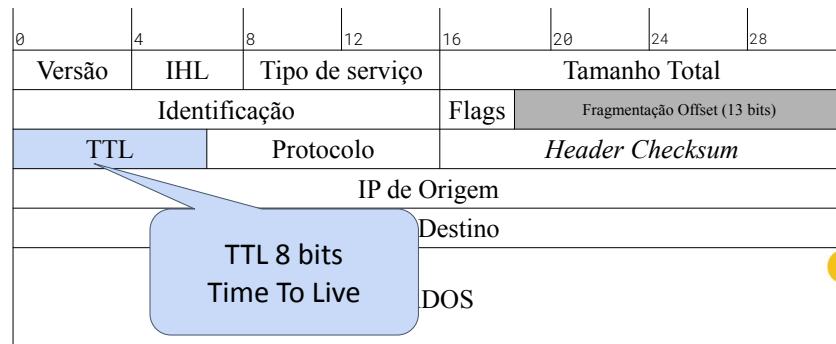
## Cabeçalho IPv4



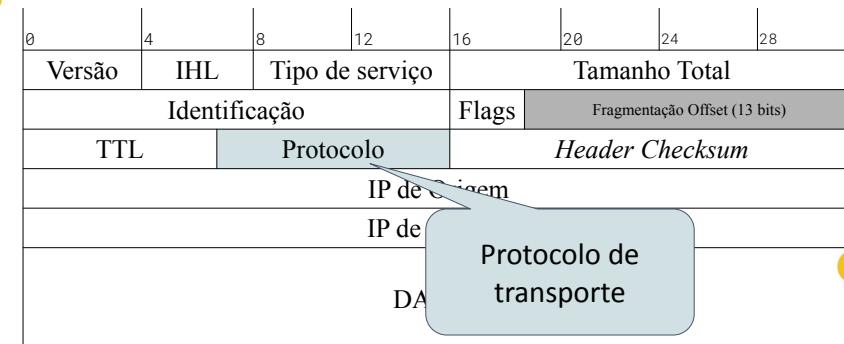
## Cabeçalho IPv4



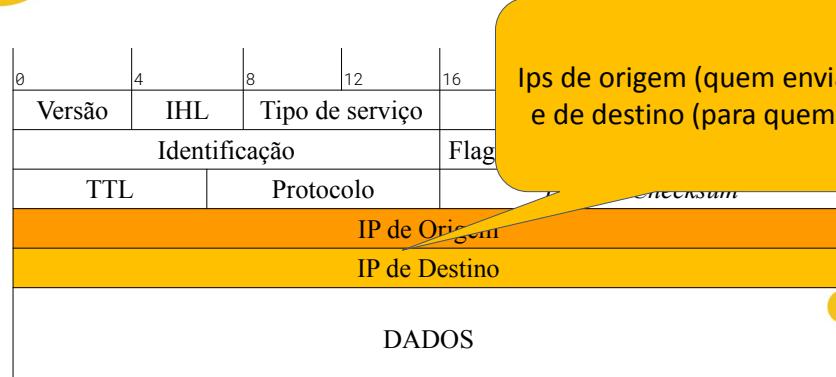
## Cabeçalho IPv4



## Cabeçalho IPv4



## Cabeçalho IPv4



## Fragmentação Ipv4

- Quando um datagrama é maior que o MTU
  - Ethernet tem MTU de 1500
  - mas um datagrama pode ter até 64KiB de dados
- necessário realizar a fragmentação do datagrama
  - qualquer roteador no meio do caminho pode fragmentar
  - apenas o destino monta os fragmentos

## Fragmentação Ipv4

- Usa os campos do cabeçalho:
  - identificação: todos os fragmentos de um mesmo datagrama IP tem o mesmo identificador
  - Flags:
    - DF para Don't Fragment (indica que não pode fragmentar)
    - MF para More Fragment (indica que tem mais fragmentos)
  - Tamanho total: terá o tamanho deste fragmento
  - Fragmentação Offset
    - onde este fragmento se encaixa
    - informação em múltiplos de 8

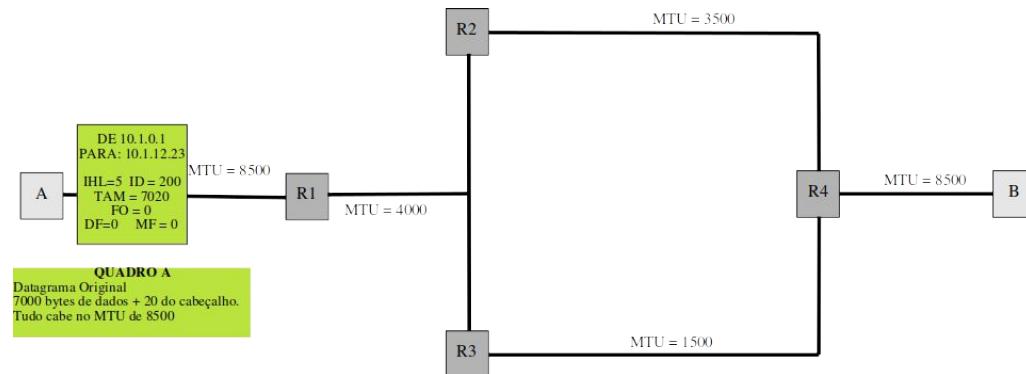
## Exemplo Fragmentação Ipv4

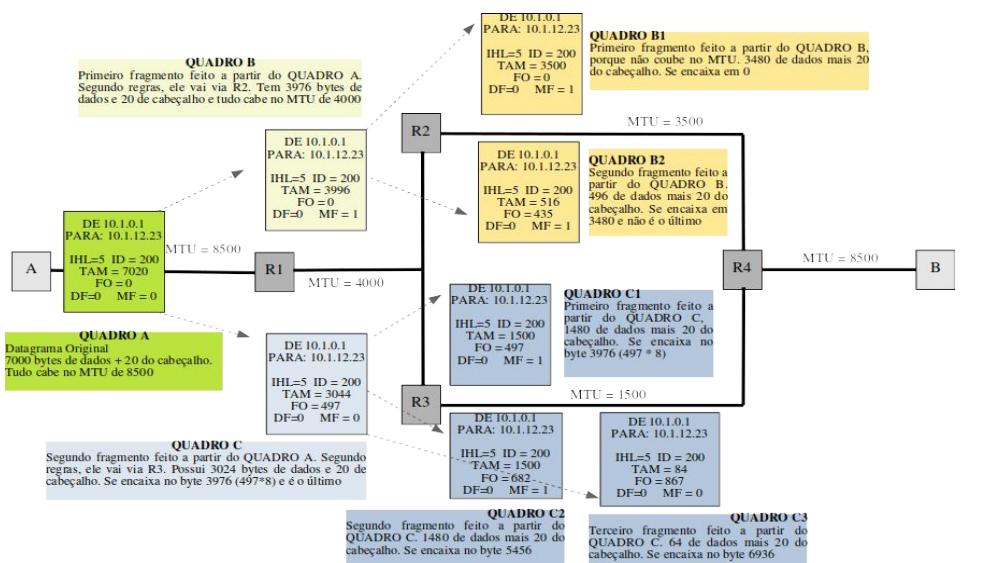
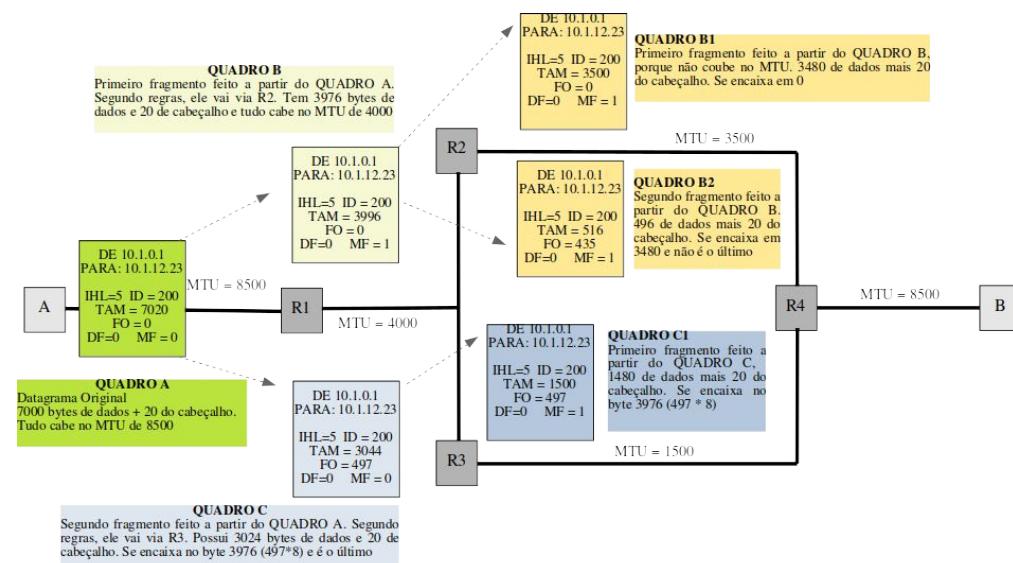
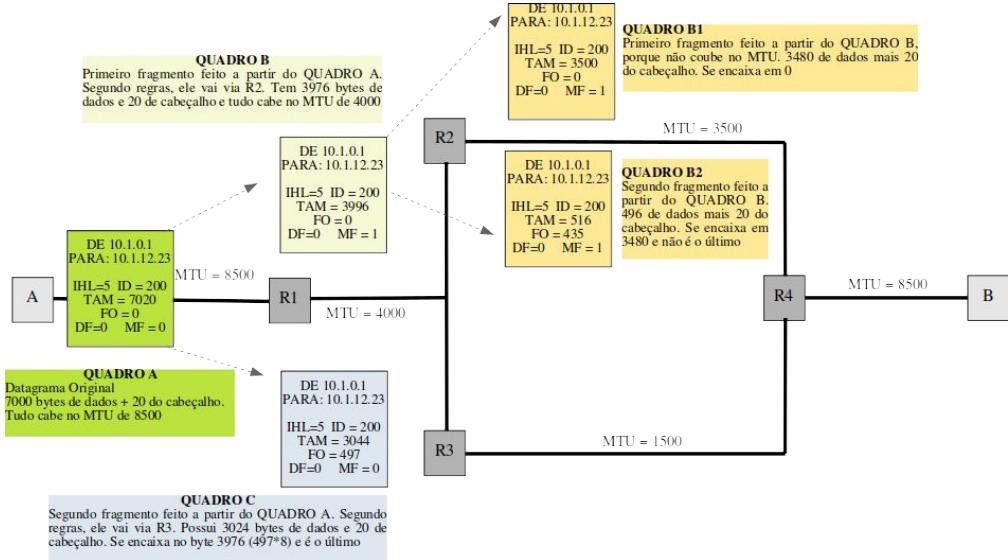
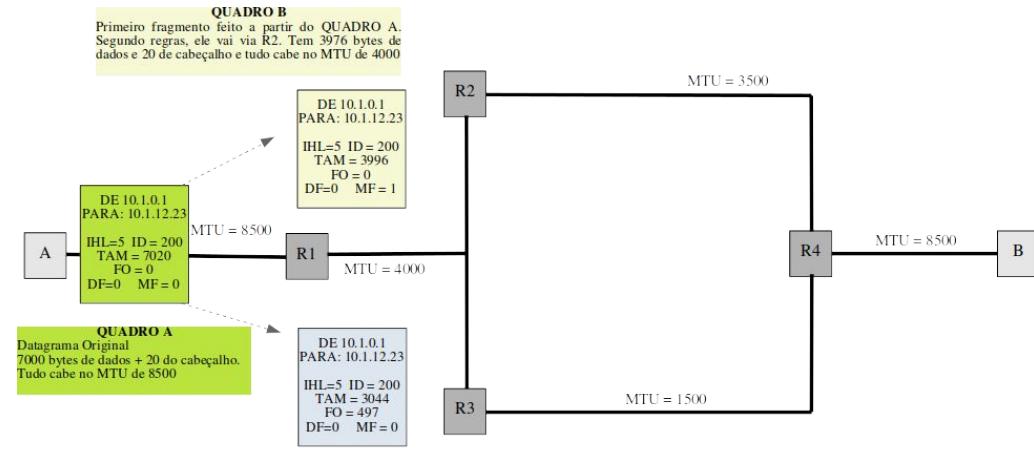
- Datagrama ID = 345 de 2000 bytes precisou ser fragmentado
- Primeiro fragmento:
  - ID = 345
  - FO=0 (se encaixa no byte 0 do datagrama original)
  - MF=1 (não é o último)
  - Tamanho = 1220 (1200 de dados + 20 cabeçalho)
- Segundo fragmento
  - ID = 345
  - FO= 150 (150 \* 8= 1200. Se encaixa no byte 1200)
  - MF=0 (é o último)
  - Tamanho = 820 (800 de dados + 20 cabeçalho)

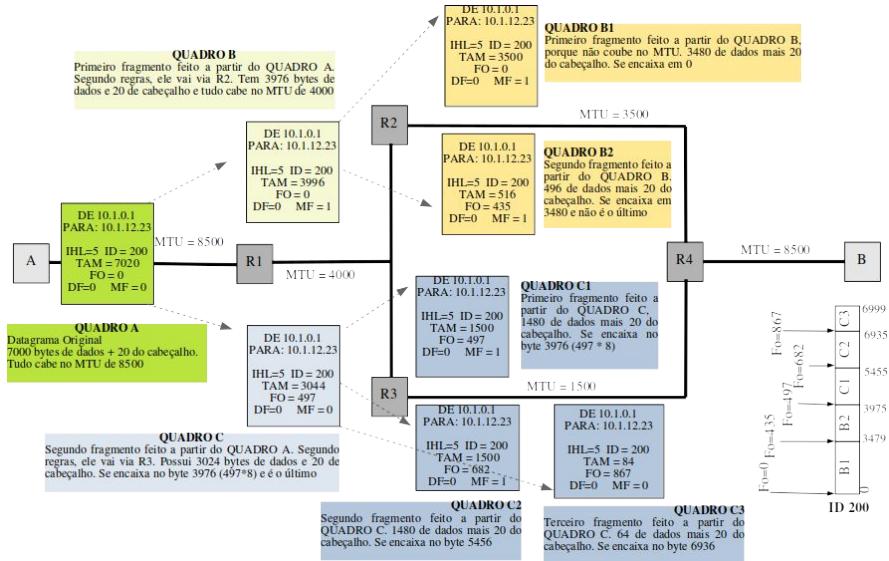
## Fragmentação Ipv4

- Suporta chegada dos fragmentos fora de ordem
  - O primeiro é identificado por ter FO=0
  - O último é identificado por ter MF=0
- Cada fragmento é independente, pode ser roteado de forma individual
- Apenas o destino remonta os fragmentos
  - Em um buffer do nível de rede (IP)
  - Se chegou todos, envia para transporte
  - Se não chegou e time out: DESCARTA tudo

## Exemplo







## Roteamento no IPv4

- Problema: como rotear
  - De alguma forma a máquina sabe que destino não é local e repassa ao gateway
  - através da padronização dos números Ips alocados
- Classes de Ip (não mais usada)
  - Ip dividido em duas partes: Rede e máquina
  - Na parte de máquina, sempre:
    - todos os bits de host em ZERO determina o número da rede
    - todos os bits de host em UM determina broadcast de IP

## Classe A

0RRRRRRR HHHHHHHH HHHHHHHH HHHHHHHH

- Primeiro bit em ZERO
- outros 7 bits identificam a REDE
- Total de 128 redes (rede 00000000 a 01111111)
- Ips: 0.x.x.x até 127.x.x.x são classe A
- 24 bits identificam máquinas (total de 16.777.216 - 2 máquinas)
- Exemplo: Classe A 5.x.x.x
  - Endereço de rede: 5.0.0.0
  - Endereço de broadcast: 5.255.255.255

## Classe B

10RRRRRR RRRRRRRR HHHHHHHH HHHHHHHH

- Primeiros 2 bits 10 identificam classe
- Outros 14 bits identifica a rede
  - total de 16384 redes
  - rede de 128.x.x.x até 191.x.x.x
- 16 bits máquinas (65536 - 2 máquinas em cada rede)

## Classe C

**110**RRRR RRRRRRRR RRRRRRRR HHHHHHHH

- Primeiros 3 bits 110 id classe
- Outros 21 bits o número da rede (2097152 redes)
  - de 192.x.x.x até 223.x.x.x
- 8 bits para máquinas (256 máquinas - 2 = 254 hosts)

## Classe D e E

**1110**XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX

- Reservado para multicast
- não usado para máquinas na Internet
- de 224.x.x.x até 239.x.x.x

**1111**XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX

- Reservado para uso futuro

## Roteamento por classes

- Uso de classes facilita roteamento
  - diminui os custos
  - não necessita tabelas muito grandes
- em pouco tempo:
  - todos classe B usados
  - classe A muito grande e C muito pequeno para maioria das empresas
  - Apenas classe C disponíveis
- necessário redividir ips

## CIDR - Classless Inter-Domain Routing

- Introduzido em 1993
- Não fixar o número de bits para rede.
- Qualquer ip, não importa de qual classe seria, pode ter quantos bits quiser para rede.
- O que é rede e o que é host?
  - R bits mais significativos são para rede
  - H bits restantes menos significativos são para host
- Quantos bits?
  - sem classes, necessário especificar

## Máscara de rede

- IP + Máscara
- Roteamento por tabelas
- Cada equipamento deve saber Seu IP e sua rede (pela máscara)
- Rede expressa em máscara: números de 1's usados
- Exemplo:
  - Ip 192.168.10.10 pertence a rede 192.168.10.0 (como um classe C).
  - Dos 32 bits, 24 designam a rede e 8 a host
  - diz-se que é 192.168.10/24 (24 bits para rede)

IP: 11000000 10101000 00001010 00001010  
[-----] [Rede] [----->] [<Host>]

## Máscara de rede

- Exemplo:
    - diz-se que é 192.168.10/24 (24 bits para rede)
    - na máscara representa os bits de rede em 1 e os de host em 0
    - E olha ai de onde vem o 255.255.255.0
- IP: 11000000 10101000 00001010 00001010  
BITS 11111111 11111111 11111111 00000000  
255 255 255 0

## Porque se chama máscara?

- Facilita operações
- cálculo da rede e de broadcast são feitos por operações binárias
- Exemplo:
  - Qual rede pertence o IP 192.168.10.50/24
    - isto e, 24 bits iniciais designam a rede) ?

IP: 11000000 10101000 00001010 00110010 (192.168.10.50)  
REDE: 11111111 11111111 11111111 00000000 (255.255.255.0)  
AND: 11000000 10101000 00001010 00000000 (192.168.10.0)