

Internet Protocol version 6 (IPv6)

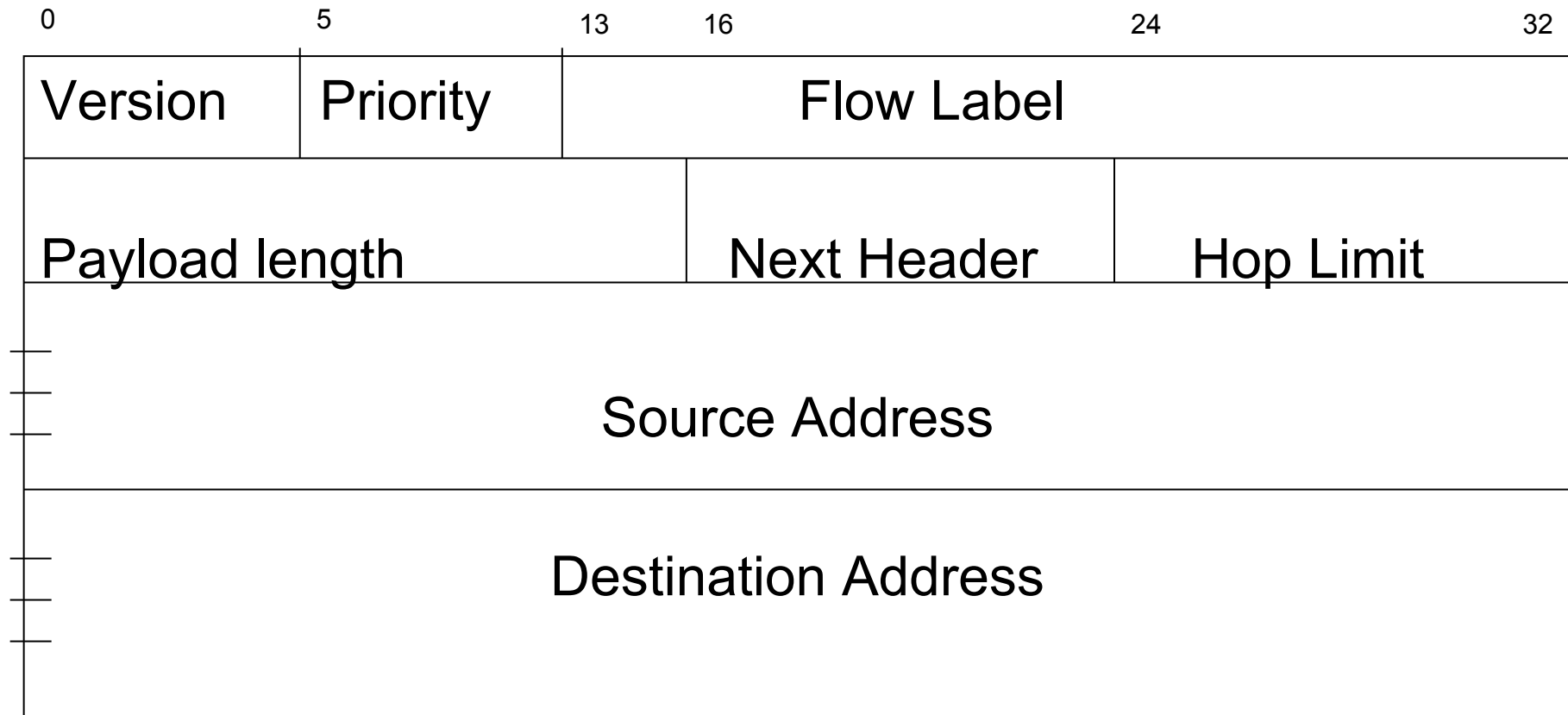
Slides baseados nas aulas da Profa. Ana Cristina Benso da
Silva e material do CGI.br

Redes de Computadores

Resumo

- Formato do Header
 - ⇒ Tamanho fixo (40 bytes)
- Flow Label
- Endereços de 128 bits
- Eliminação do Checksum
- Fragmentação somente pelo Host fonte
- Headers de Extensão
- Segurança *Built-in*

Header IP



Novos Campos do IPv6

- Priority

- ⇒ 4 bits

- ⇒ indica a prioridade de cada datagrama

- ⇒ distingue entre tráfego com controle de congestionamento e sem controle

- ⇒ Prioridades

- ✓ 0 - sem prioridade específica

- ✓ 1 - tráfego em background

- ✓ 2 - transferência de dados *unattended* (exemplo: e-mail)

- ✓ 3 - reservado

- ✓ 4 - transferência em blocos *attended* (exemplo: ftp)

- ✓ 5 - tráfego interativo (exemplo: telnet)

- ✓ 6 - tráfego de controle (exemplo: protocolos de roteamento)

- ✓ 8-15 – tráfego sem controle de congestionamento (não se aplica)

Novos Campos do IPv6

- Flow Label

- ⇒ 24 bits
- ⇒ identifica um fluxo de tráfego na rede em particular
- ⇒ Todo tráfego de um determinado fluxo exige o mesmo tratamento da rede.
- ⇒ Facilitar o roteamento
- ⇒ Para ser usando com o RSVP

Parâmetros Clássicos

- Payload length

- ⇒ Substitui o total length

- Exemplo:* IPv4 (TCP (20) + Data (400))

- IPv4 (20 + 420) = 440 bytes

- Total Length = 440 bytes

- IPv6 ((TCP (20) + Data (400))

- IPv6 (40 e 420) = 460 bytes

- Payload Length = 420 bytes

- ⇒ 16 bits

- ✓ Limite de 64 Kbytes

Parâmetros Clássicos

- Next Header

- ⇒ Campo Protocol do IPv4
- ⇒ Transporte, protocolos de nível 3

- Extension Header

- ⇒ Funciona com um next header
- ⇒ Funções do IPv6

- Hop Limit

- ⇒ Campo Time-To-Live do IPv4

Novos Campos do IPv6

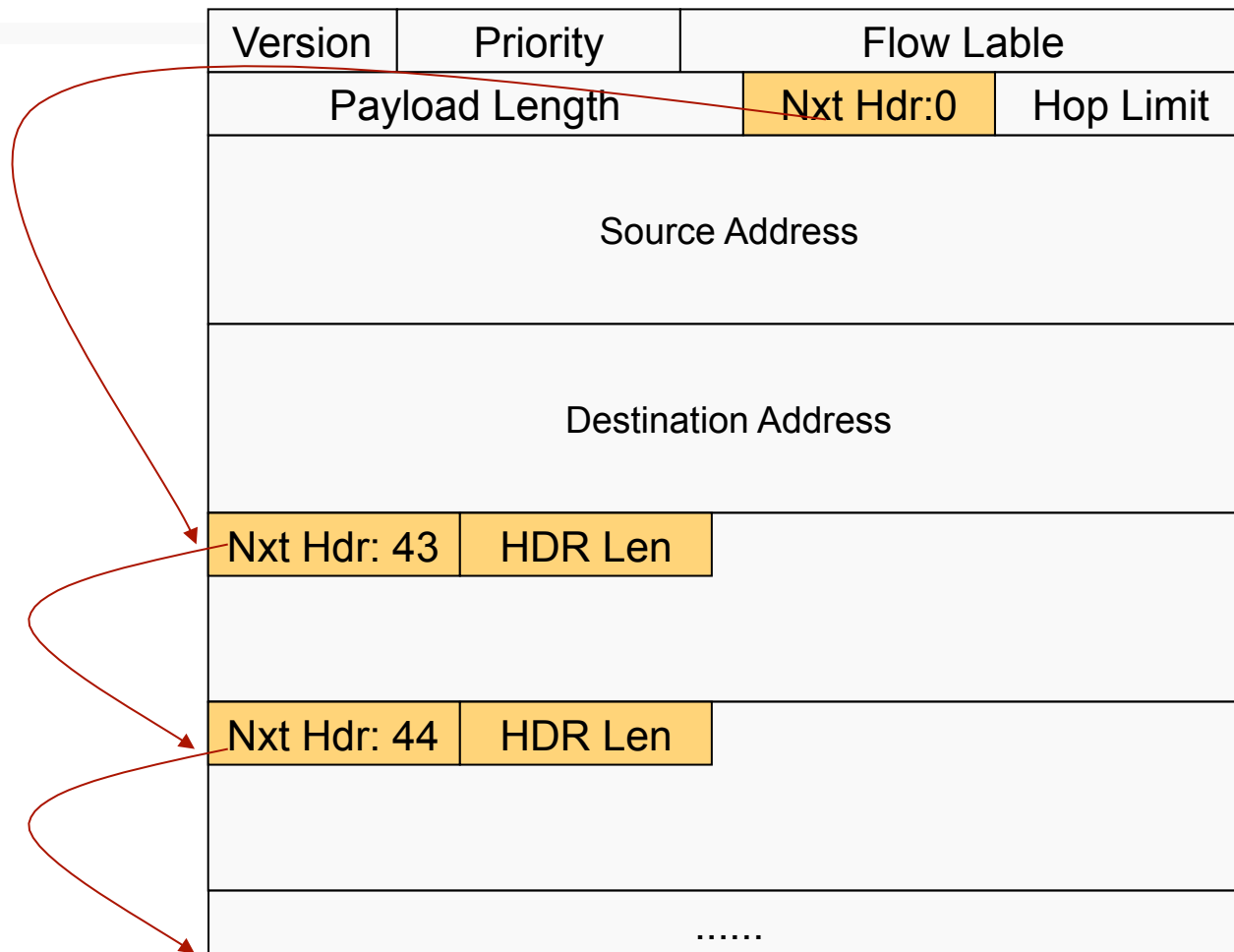
- Extensões do Header

- ⇒ Esta estrutura permite ao IP concatenar diversos *headers*

- ⇒ Tipos

- ✓ 0 - hop-by-hop Option Header
 - ✓ 43 - Routing Reader
 - ✓ 44 - Fragementation Header
 - ✓ 51 - Authentication Header
 - ✓ 59 - No Next Header
 - ✓ 60 - Destination Options Header

Extension Headers



Extension Headers - Ordem

- Ordem recomendada
 - ⇒ HBH, routing, fragment, authentication, TCP....
- Facilidade de processamento para roteadores intermediários
 - ⇒ Normalmente para o roteador são necessários o HBH e routing header
- Exceção: Destination Options
 - ⇒ Podem ser somente para o destino, mas às vezes podem ser para um roteador intermediário.

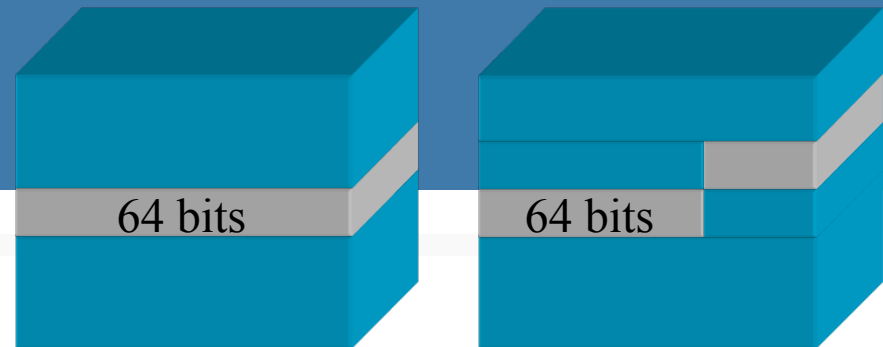
Hop-by-Hop (HBH)

- Contém opções para cada sistema de roteamento
- Consiste de uma tupla $\langle \textit{tipo}, \textit{tamanho}, \textit{valor} \rangle$
- Opções
 - ⇒ Pad1
 - ⇒ PadN
 - ⇒ Jumbo Payload Length

Option Type

- Os 2 bits mais significantes do campo tipo, informam ao roteador como tratar a opção
 - ✓ 00xxxxxx = Ignore a opção e continue o processamento
 - ✓ 01xxxxxx = Descarte o datagrama e não nada mais
 - ✓ 10xxxxxx = Descarte o datagrama e retorne uma mensagem ICMP de erro para o fonte
 - ✓ 11xxxxxx = Descarte o datagrama e retorne uma mensagem ICMP para o fonte se o destino não for um multicast
 - ✓ xx01xxxx = Valores não podem ser alterados em trânsito
 - ✓ xx1xxxxx = Valores podem ser alterados em trânsito

Pad1



- Um único byte de 0's
- Valor é implícito
- Serve para fazer um *shift* de outras posições no header
- Motivo
 - ⇒ tamanho da palavra de novos processadores
 - ⇒ informações alinhadas tornam mais rápido o processamento

PadN

- Mesmo propósito do Pad1
- Shift de um número arbitrário de bytes
- Menor shift possível é de 2 bytes

Jumbo Payload Length

- Sobrepor o limite de 64 kbytes do protocolo IP
- Payload length do IP = 16 bits = 64 Kbytes
- Jumbo = 32 bits = 4.294.967.295 bytes
 - ⇒ para usar o jumbo option o campo payload length do datagrama IP original será setado em 0 (zero).
- Requer alinhamento de $4*n+2$

Destination Options

- Informações para o host destino
- Pode preceder o routing header
 - ⇒ Neste caso será processado por todos os roteadores intermediários
- Opções
 - ⇒ Pad1 e PadN
- Reservado para futuro uso

Routing Header

- Implementa a opção de Source Route do IPv4

- ⇒ Strict Source Route

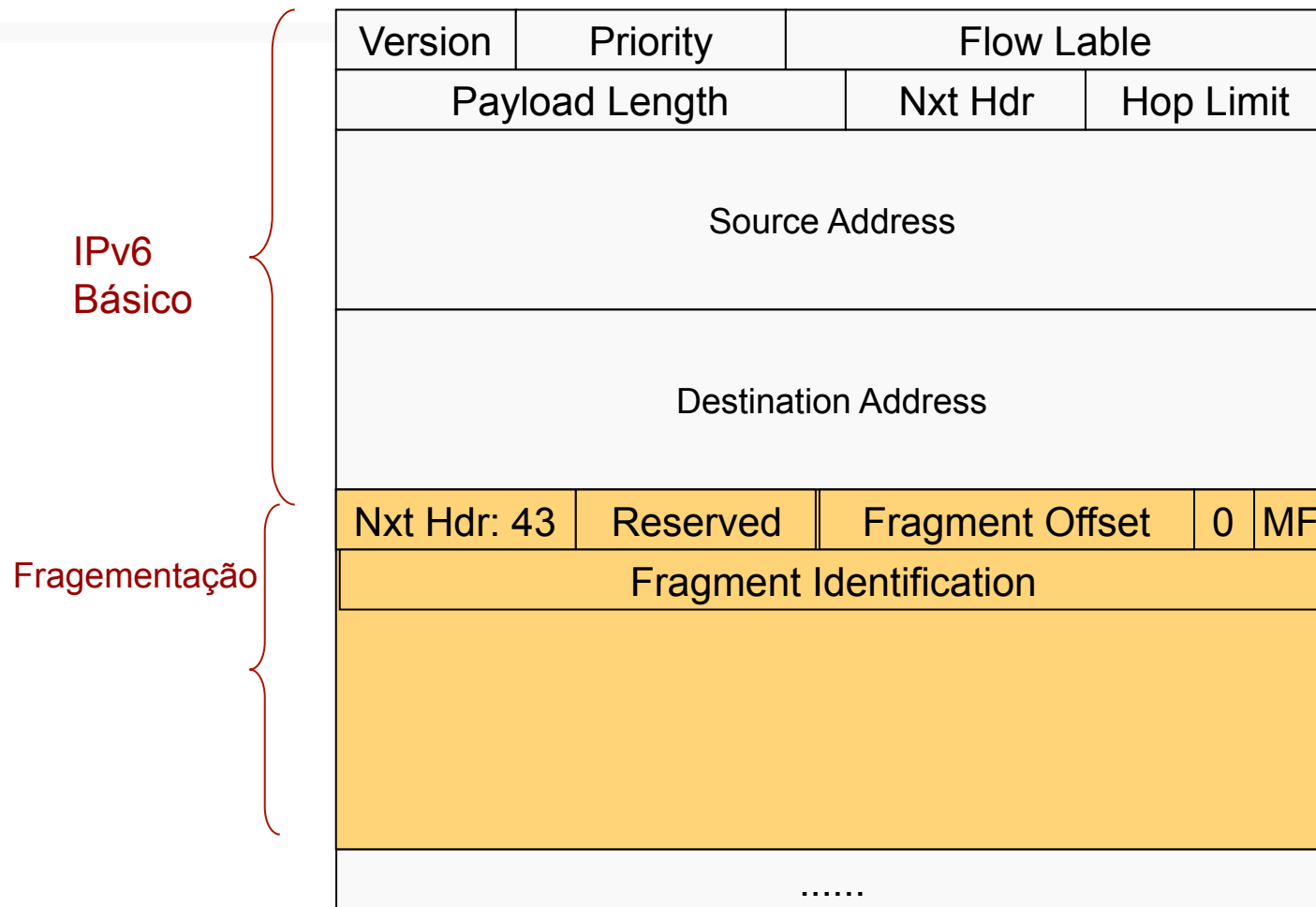
- ⇒ Loose Souce Route

| | | | |
|-------------|-----------------------|---------|-----------------|
| Nxt Hdr: 43 | HDR Len | Type: 0 | Addrs left: n |
| Reserved | Strict/Loose Bit Mask | | |
| Address [0] | | | |
| Address [1] | | | |
| | | | |

Fragmentation Header

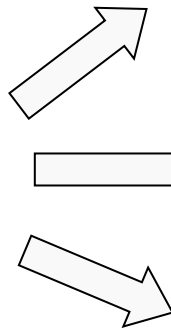
- O processo de fragmentação assemelha-se ao IPv4
- Restrição: somente os hosts origem podem fragmentar o pacote
 - ⇒ Se a fragmentação for necessária em hosts intermediários, eles devem a priori descartar os pacotes
 - ⇒ Método de *probe*
 - ⇒ Alternativa: Encapsulamento do datagrama original

Fragmentation Header



Exemplo

| | | | |
|-------------------------|---|--------|------|
| 6 | 4 | flow | |
| Len: 2902 | | Nxt: 6 | hops |
| Src address | | | |
| Dst address | | | |
| Payload (2902 bytes) | | | |



| | | | |
|-------------------------|---|---------|------|
| 6 | 4 | flow | |
| Len: 1456 | | Nxt: 44 | hops |
| Src address | | | |
| Dst address | | | |
| Nxt: 6 | R | 0 | 1 |
| Id: 0x12345678 | | | |
| Payload (1448 bytes) | | | |

| | | | |
|----------------------|---|---------|------|
| 6 | 4 | flow | |
| Len: 1456 | | Nxt: 44 | hops |
| Src address | | | |
| Dst address | | | |
| Nxt: 6 | R | 362 | 0 |
| Id: 0x12345678 | | | |
| Payload (6 bytes) | | | |

Múltiplo de 8 !!!

| | | | |
|-------------------------|---|---------|------|
| 6 | 4 | flow | |
| Len: 1456 | | Nxt: 44 | hops |
| Src address | | | |
| Dst address | | | |
| Nxt: 6 | R | 181 | 1 |
| Id: 0x12345678 | | | |
| Payload (1448 bytes) | | | |

Authentication Header

- Formato do header de segurança

| Next Header | Length | Reserved |
|--------------------------|--------|----------|
| Security Parameter Index | | |
| Authentication Data | | |
| Encrypted Payload | | |

IPSecurity

- Autenticação

- ⇒ Message Digest 5

- ✓ a origem inicia com uma chave secreta, no mínimo de 128 bits
 - ✓ após coloca o datagrama IP completo
 - ✓ o campo the autenticação deste datagrama fica zerado, bem como os campos que podem ser alterados em transito
 - ✓ após o datagrama, adiciona-se uma vez mais a chave
 - ✓ então submete este bloco todo ao MD5, que gera 128 bits que são utilizados para a autenticação

- Confidencialidade

- ⇒ Cipher Block Chaining (CBC – DES)

- ⇒ Security gateway (túnel)

Endereços Fonte e Destino

- 128 bits = 6.65×10^{23} endereços de rede para cada m² da superfície da Terra.
- Formato = 8 parte de 16 bits
 - 1) formato normal
FEDC:BA98:7654:3210:FEDC:BA98:7654:3210
 - 2) Valor < 0x1000, os zeros iniciais não são necessários
1080:0:0:0:8:800:200C:417A
 - 3) 16 bits consecutivos em zero são abreviados com ::
1080::8:800:200C:417A

Obs: a abreviação :: pode aparecer somente uma vez no endereço

Endereços

- Explosão das tabelas de roteamento
 - ⇒ Roteamento hierárquico.
 - ⇒ Os bits mais significativos representam o nível mais alto da hierarquia.
 - ✓ Exemplo: Informações dos primeiros 80 bits de um endereço
 - 3 bits = formato do prefixo
 - 5 bits = identificador de registro
 - 16 bits = identificador do provedor
 - 16 bits = tipo de assinante
 - 8 bits = identificador do assinante
 - 32 bits = identificador da subrede
 - bits restantes definem um sistema particular na subrede

Endereços

- Endereços Flexíveis

- ⇒ Usa um prefixo

- ⇒ Um prefixo de endereço indica o endereço e o número de bits significantes no endereço

- ⇒ Exemplo:

- ✓ 4000::/3 provider-based unicast address
 - ✓ 5A00::/8 administered by InterNIC
 - ✓ 5A01:0200::/24 provider 0x0102
 - ✓ 5A01:0203:0400::/40 subscriber type 0x0340
 - ✓ 5A01:0203:0405::/48 subscriber 0x05
 - ✓ 5A01:0203:0405:0607:0809::/80 subnetwork 0x06070809

Endereços Especiais

| | | |
|-----------|--------------|-------------------------|
| 0::/8 | 0000 0000 | reserved |
| 100::/8 | 0000 0001 | unassigned |
| 200::/7 | 0000 001 | ISO network address |
| 400::/7 | 0000 010 | NOVEL |
| 4000::/3 | 010 | provider based unicast |
| 8000::/3 | 100 | geografic based unicast |
| FE80::/10 | 1111 1110 10 | Local link address |
| FEC0::/10 | 1111 1110 11 | Site local address |
| FF00::/8 | 1111 1111 | Multicast address |

Exemplo: Loopaback 0::1

IPv4 x IPv6

- Dois tipo especiais de endereço IPv6 para suporte a transição de IPv4 para IPv6
- IPv4 - compatível
 - ⇒ pode ser convertido de e para a forma do IPv4
 - ⇒ formados adicionando-se 96 bits em zero ao endereço de 32 bits
 - ⇒ Exemplo: IPv4 = 1.2.3.4 IPv6= ::0102:0304

IPv4 x IPv6

● IPv4 - mapeado

- ⇒ indicam sistemas que não suportam IPv6
- ⇒ usando para sistemas IPv6 comunicarem-se com sistemas que utilizam apenas IPv4.
- ⇒ Adiciona-se 80 bits em zero, 16 bits em um aos 32 originais
- ⇒ Exemplo: IPv4 = 4.3.2.1
IPv6 = ::FFFF:04:03:02:01

ICMPv6

| | | | |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|
| Version | Priority | Flow Lable | |
| Payload Length | | Nxt Hdr: 58 | Hop Limit |
| Source Address | | | |
| Destination Address | | | |
| ICMP type | ICMP Code | Checksum | |
| Body of ICMP | | | |

ICMPv6 - Tipos

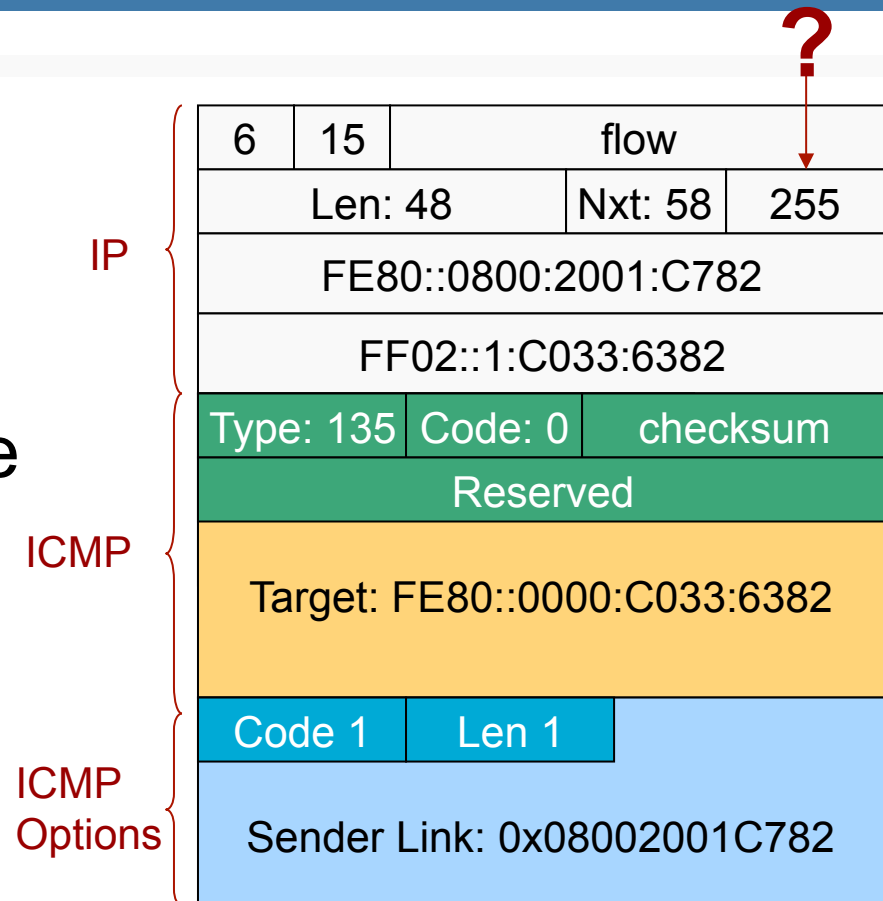
- Destination Unreachable (1)
- Packet too Big (2)
- Time Exceeded (3)
- Parameter Problem (4)
- Echo Request/Reply (128/129)
- Group Membership Request/Report (130/131)
- Router Solicitation/advertisement (133/134)
- Neighbor Solicitation/Advertisement (135/136)
- Redirect (137)

ICMPv6 - Checksum

- Utiliza um Pseudo-Header composto por
 - ⇒ IP Source Address
 - ⇒ IP Destination Address
 - ⇒ Payload Length
 - ⇒ Um campo de zeros
 - ⇒ Next Header
 - ⇒ Header ICMP
- Não é transmitido com a mensagem
 - ⇒ Utilizado somente para cálculo do checksum

Novas Mensagens ICMP

- Neighbor Discovery
 - ⇒ Permite ao sistema descobrir outros hosts e roteadores no seu enlace
 - ⇒ Substitui o ARP
 - ✓ Executa a resolução de endereços



Neighbor...

- Hop Limit

- ⇒ Máximo 255

- ⇒ Se menor que 255 não executa a resolução

- Endereços

- ⇒ Multicast

- ✓ FF02::1:C033:6382

- ✓ Prefixo: FF02::1:0:0

- ✓ Sufixo: últimos 32 bits do endereço IP do destino

Neighbor Reply

- $R = 1$
 - ⇒ “Sender” é um roteador
- $S = 1$
 - ⇒ Resposta a uma Solicitação
- $O = 1$
 - ⇒ Se a divulgação deve sobrescrever a cache imediatamente

