

Redes de Computadores I

Prof Felipe Cunha

felipe@uit.br

IPv6

Algoritmo de Roteamento

- É a parte do software da camada de rede responsável pela decisão sobre a interface de saída a ser usada na transmissão do pacote de entrada
- Tem como propriedades desejadas:
 - Exatidão
 - Simplicidade
 - Robustez (pensando em escalabilidade)
 - Estabilidade (convergir para uma rota viável)
 - Equidade
 - Eficiência

Objetivos do IETF em 1990 para o Sucessor do IPv4

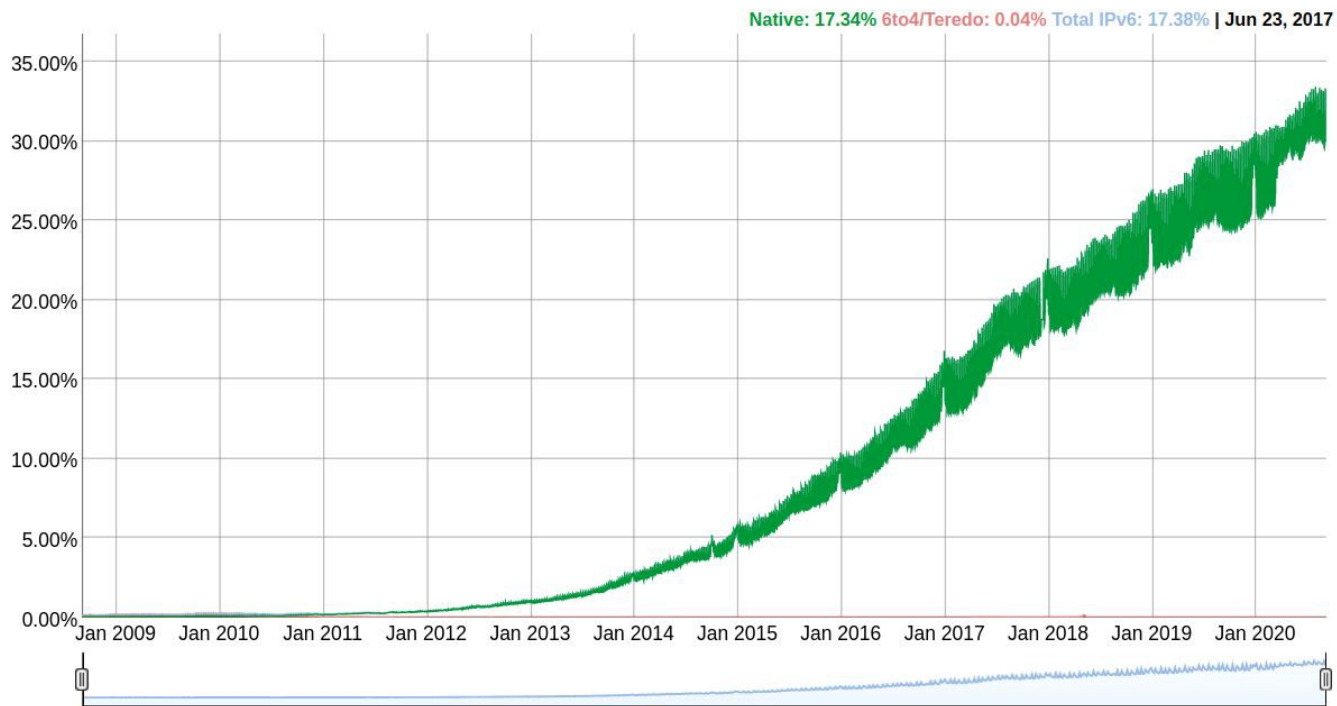
- Aceitar bilhões de hosts, mesmo com alocação ineficiente de espaço de endereços
- Reduzir o tamanho das tabelas de roteamento
- Simplificar o protocolo para reduzir o tempo de processamento nos roteadores
- Oferecer mais segurança (autenticação e privacidade)
- Dar mais importância ao tipo de serviço (em especial, dados em tempo real)
- Auxiliar o multicasting, possibilitando a especificação de objetivos
- Permitir que um host mude de lugar sem precisar mudar de endereço
- Permitir que o protocolo evoluísse no futuro
- Permitir a coexistência entre protocolos novos e antigos durante anos

IPv6

- ICANN já distribuiu os últimos endereços IPv4 e eles estão sendo alocados pelas autoridades regionais
- Ampla coleção de propostas cuja primeira versão é de 1998
- Utiliza endereços 128 bits e uma nova escassez não deve acontecer
- Difícil de implementar e não se interliga com o IPv4, apesar de serem semelhantes
- Não é compatível com o IPv4, mas o é com os outros protocolos auxiliares da Internet (e.g., TCP, UDP, ICMP, IGMP, OSPF, BGP e DNS)
- Mais informações: RFCs 2460 e 2466

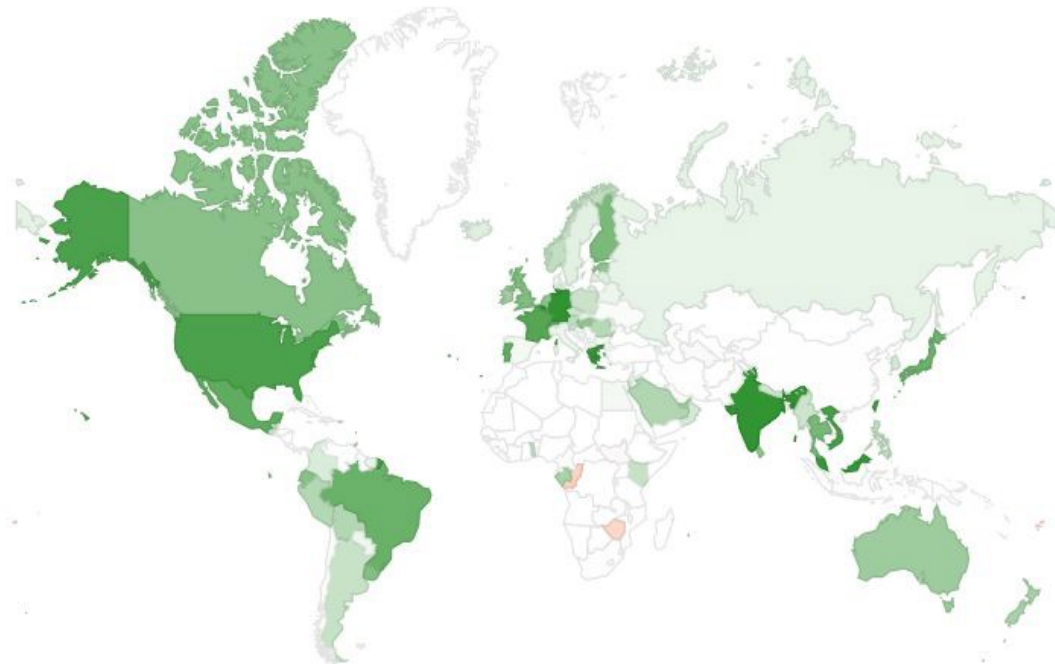
Adoção do IPv6 (set/2020)

www.google.com/intl/pt-BR/ipv6/statistics.html#tab=ipv6-adoption



Adoção do IPv6 (set/2020)

www.google.com/intl/pt-BR/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption



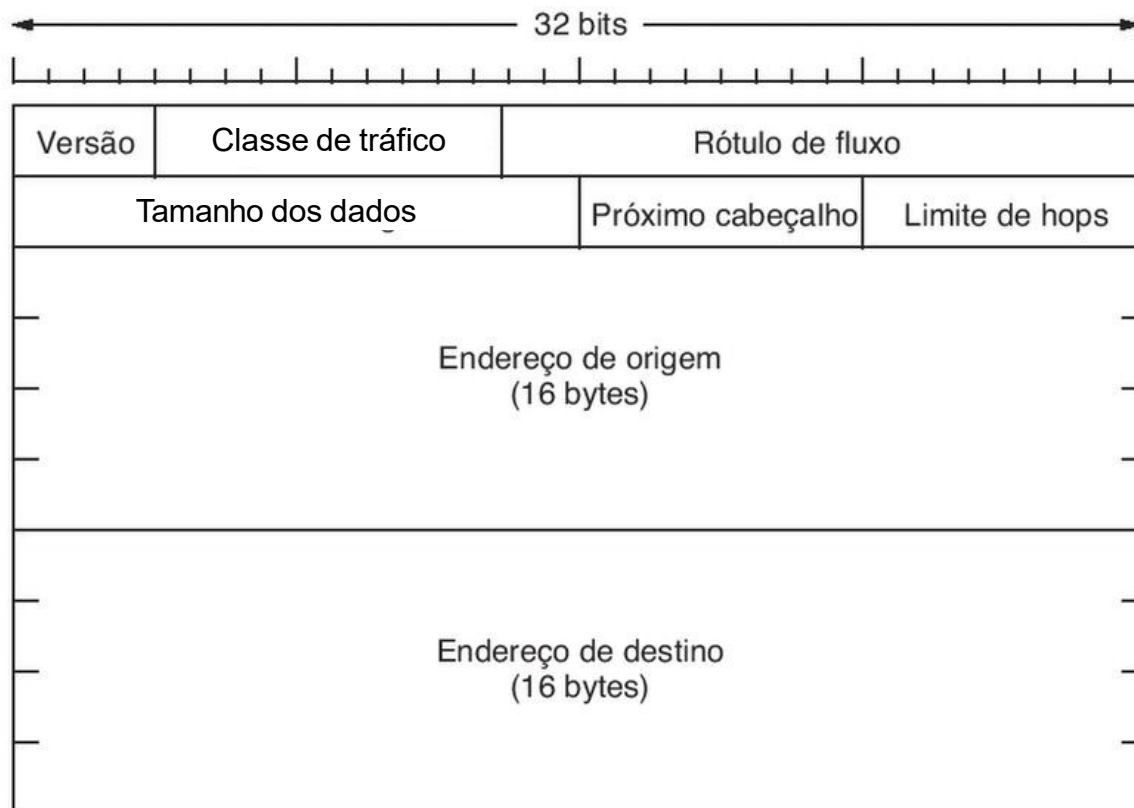
E você?

www.test-ipv6.com

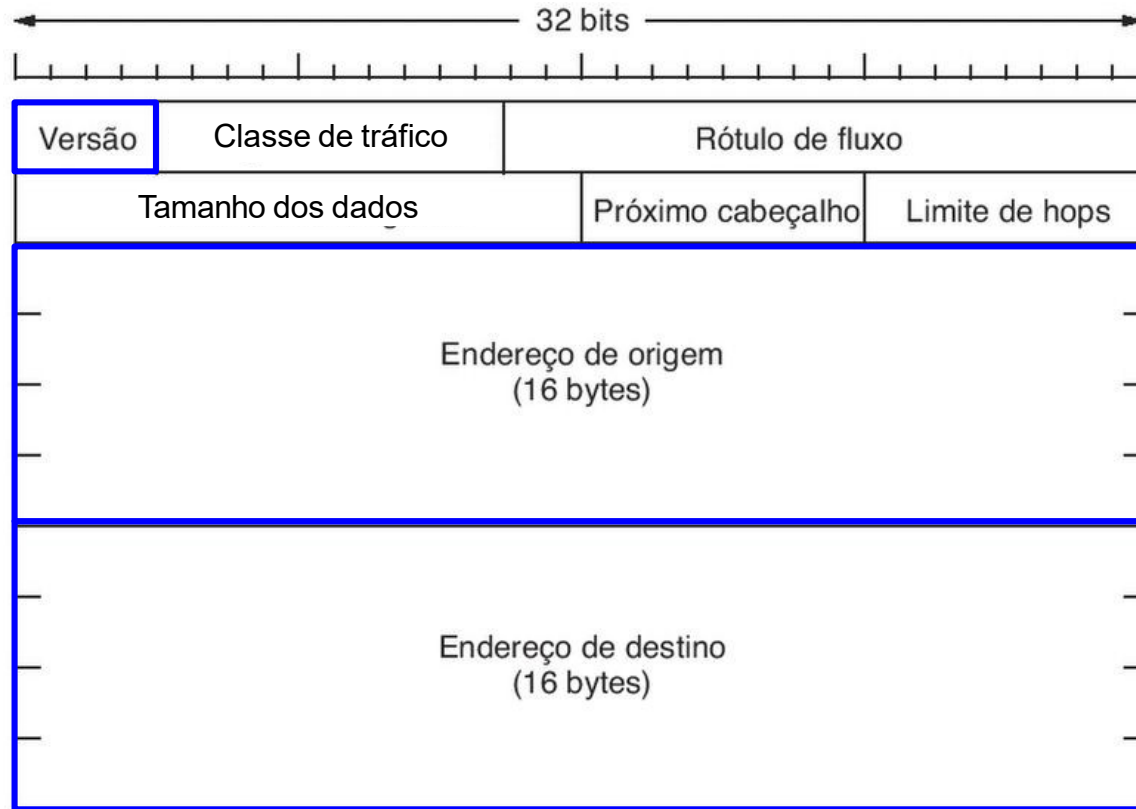
Cabeçalho do IPv6

- Simplificação do cabeçalho do IPv4
- Menos campos que o IPv4, de 14 para 8 campos
- Tamanho fixo de 40 bytes (dobro do IPv4)
- Permite cabeçalhos de extensão não processados por roteadores intermediários
- Espaço de endereçamento 4 vezes maior que o do IPv4

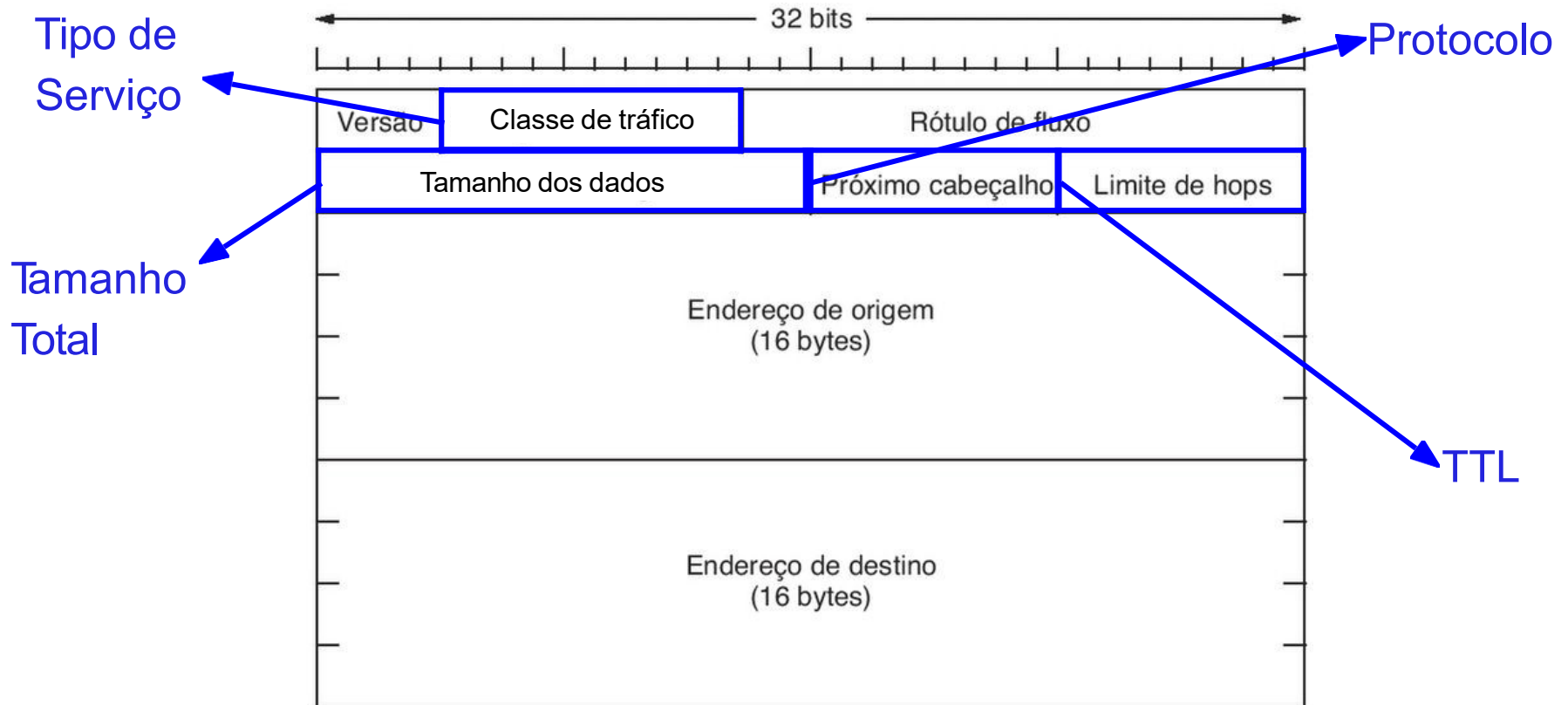
Cabeçalho do IPv6



Campos Similares aos do IPv4



Campos Renomeados ou Reposicionados



Campo Classe de Tráfego (8 bits)

- Antigo Tipo de Serviço
- Identifica os pacotes por classes de serviços ou prioridade

Campo Tamanho do Dados (16 bits)

- Antigo Tamanho Total
- Indica o tamanho (em bytes) apenas dos dados enviados
- O tamanho dos cabeçalhos de extensão também são somado neste campo

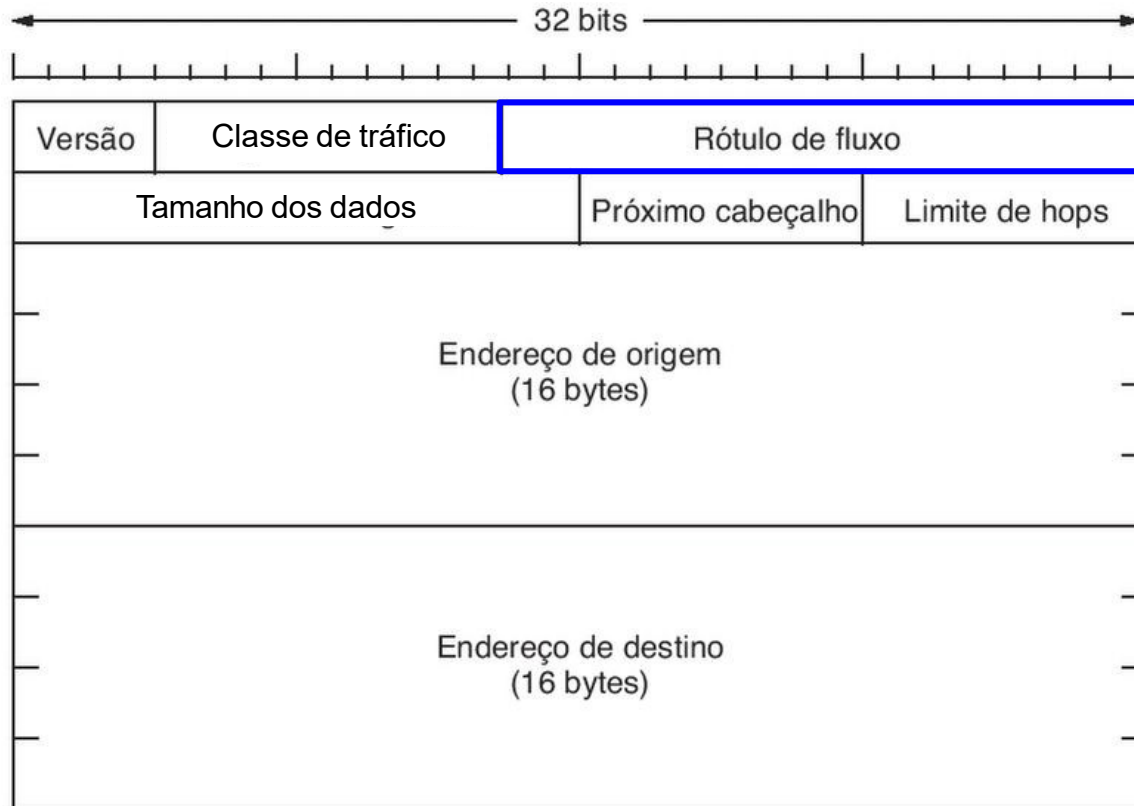
Campo Limite de Hops (8 bits)

- Antigo TTL
- Decrementado a cada salto de roteamento e indica o número máximo de roteadores pelos quais o pacote pode passar antes de ser descartado
- Padroniza o modo que o TTL do IPv4 é utilizado uma vez que sua descrição inicial define como o tempo, em segundos, para o pacote ser descartado caso não chegue ao destino

Campo Próximo Cabeçalho (8 bits)

- Antigo Protocolo
- Identifica o cabeçalho de extensão que segue o atual

Novo Campo



Campo Rótulo de Fluxo (10 bits)

- Identifica pacotes do mesmo fluxo de comunicação
- Configurado pelo destino para separar os fluxos de cada uma das aplicações e os nós intermediários podem utilizá-lo de forma agregada com os endereços de origem e destino para realização de tratamento específico dos pacotes

Campos Removidos no IPv6

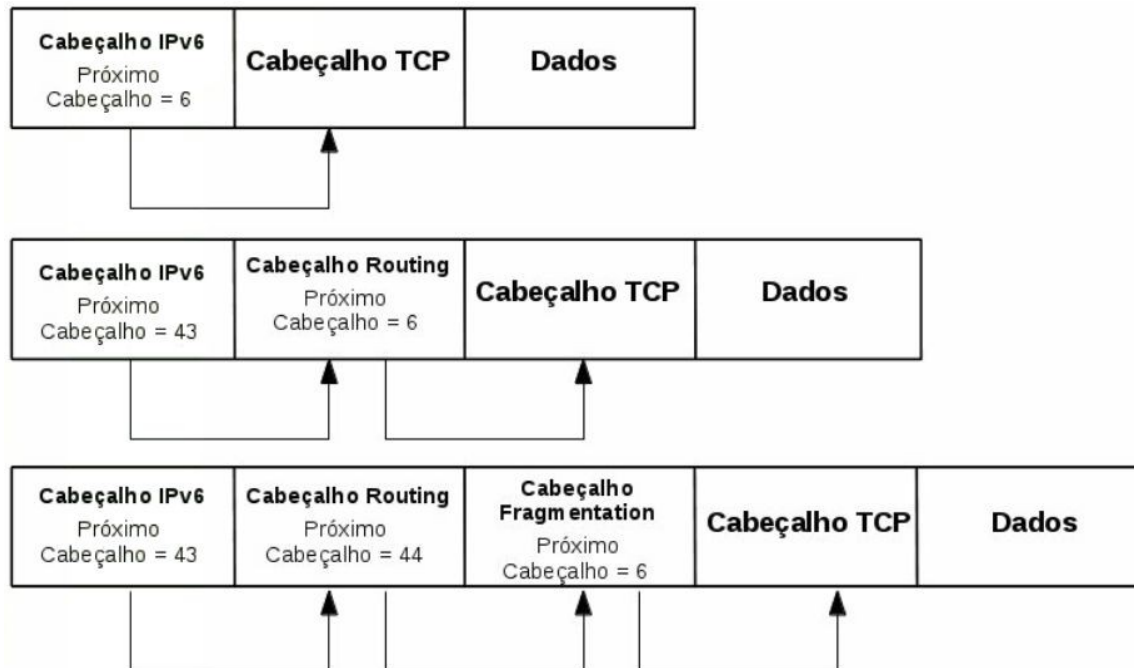
Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)		
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

Campos Removidos no IPv6

- **Tamanho do Cabeçalho:** desnecessário uma vez que seu valor foi fixado
- **Identificação, Flags, Deslocamento do Fragmento e Opções:** passaram a ter suas informações indicadas em cabeçalhos de extensão apropriados
- **Soma de Verificação:** descartado, pois camadas superiores também verificam

Cabeçalhos de Extensão

- Localizam-se entre o cabeçalho base e o da camada superior. Se tivermos múltiplos cabeçalhos de extensão, eles formam uma cadeia de cabeçalhos



Os Seis Cabeçalhos Atuais de Extensão

- **Hop-by-Hop Options:** Decisões a serem tomadas durante o roteamento e, por isso, é o único cabeçalho a ser processado por roteadores intermediários
- **Routing:** Suporte a mobilidade
- **Fragmentation:** Campos de fragmentação similares aos do IPv4
- **Authentication Header:** Segurança
- **Encapsulating Security Payload:** Segurança
- **Destination Options:** Suporte a mobilidade

* Por simplificação, essa é a ordem dos cabeçalhos (quando existentes)

Fragmentação no IPv6

- Roteadores intermediários não fazem fragmentações
- Protocolo PMTUD descobre o maior MTU da rota
- Quando um roteador intermediário descobre uma rota com MTU maior que a considerada ele envia ICMP Packet too Big para a origem
- Vídeo sobre Fragmentação (NIC.br):
www.youtube.com/watch?v=5OtebbSnwoM

Endereço IPv6

- Número único de 128 bits que identifica cada máquina na Internet
- Teoricamente, $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$ endereços, ou seja:
 - $7,9 \times 10^{28}$ vezes a quantidade de endereços IPv4
 - $5,6 \times 10^{28}$ endereços por pessoa (supondo a população 6 bilhões de pessoas)
 - 7×10^{23} endereços por metro quadrado da Terra

Representação de Endereços do IPv6

- Oito grupos de 16 bits separados por “:” e escritos com dígitos hexadecimais (e.g.,
0001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1)
- Aceita caracteres maiúsculos e minúsculos
- Para abreviar, podemos omitir os zeros a esquerda de cada bloco de 16 bits ou substituir um ou mais grupos de 16 bits zero por “::”

Exercício Resolvido

- Abrevie os endereços abaixo:

a) 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

b) 2001:0DB8:0000:0054:0000:0000:0000:0000

c) 2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B

Exercício Resolvido

- Abrevie os endereços abaixo:

a) 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
8000::123:4567:89AB:CDEF

b) 2001:0DB8:0000:0054:0000:0000:0000:0000
2001:DB8:0:054::

c) 2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B
2001:DB8:0:0:130F::140B ou 2001:DB8::130F:0:0:140B

A resposta 2001:DB8::130F::140B é errada e ambígua porque gera 2001:DB8:0:0:130F:0:0:140B, 2001:DB8:0:0:0:130F:0:140B ou 2001:DB8:0:130F:0:0:0:140B

Representação de Endereços IPv4 no IPv6

- Endereços IPv4 podem ser escritos empregando um par de sinais de dois pontos e um número decimal tradicional como, por exemplo:

::192.31.20.46

Representação dos Prefixos de Rede

- Como no IPv4, utiliza a notação CIDR
- endereçoIPv6 / tamPrefixo, onde tamPrefixo é um decimal que especifica o número de bits à esquerda que compreendem o prefixo (e.g., 2001:db8:3003:2::/64)
- Possibilita a agregação dos endereços de forma hierárquica, identificando posição geográfica, provedor de acesso, rede, divisão da sub-rede entre outros
- Maximiza agregação, reduzindo as tabelas de roteamento
- Por padrão, utilizamos prefixos /64

Representação de Endereços IPv6 em URLs

- Entre colchetes, evitando ambiguidade com eventuais indicações de portas
- Por exemplo:
- `http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html`
- `http://[2001:12ff:0:4::22]:8080`