

# IPv6.br

## A Nova Geração do Protocolo Internet

# Roteamento IPv6

# Como o roteador trabalha?

Ex.:

- 1.O roteador recebe um quadro Ethernet;
- 2.Verifica a informação do Ethertype que indica que o protocolo da camada superior transportado é IPv6;
- 3.O cabeçalho IPv6 é processado e o endereço de destino é analisado;
- 4.O roteador procura na tabela de roteamento *unicast* (RIB - *Router Information Base*) se há alguma entrada para a rede de destino;

- Visualizando a RIB:

`show ip(v6) route` → Cisco/Quagga

`show route (table inet6)` → Juniper

# Como o roteador trabalha?

5. *Longest Match* - procura a entrada mais específica. Ex.:

- O IP de destino é 2001:0DB8:0010:0010::0010
- O roteador possui as seguintes informações em sua tabela de rotas:
  - 2001:DB8::/32 via interface A
  - 2001:DB8::/40 via interface B
  - 2001:DB8:10::/48 via interface C
- Os três prefixos englobam o endereço de destino, porém o roteador sempre irá preferir o mais específico, neste caso, o /48;
- Qual é a entrada mais específica IPv4 e IPv6?

6. Uma vez identificado o prefixo mais específico, o roteador decrementa o TTL, monta o quadro Ethernet de acordo a interface, e envia o pacote.

# Como o roteador trabalha?

E se houver mais de um caminho para o mesmo prefixo?

- Utiliza-se uma tabela predefinida de preferências.
  - número inteiro entre 0 e 255 associado a cada rota, sendo que, quanto menor o valor mais confiável é a rota;
  - avalia se está diretamente conectado, se a rota foi aprendida através do protocolo de roteamento externo ou interno;
  - tem significado local, não pode ser anunciado pelos protocolos de roteamento;
  - seu valor pode ser alterado caso seja necessário priorizar um determinado protocolo.

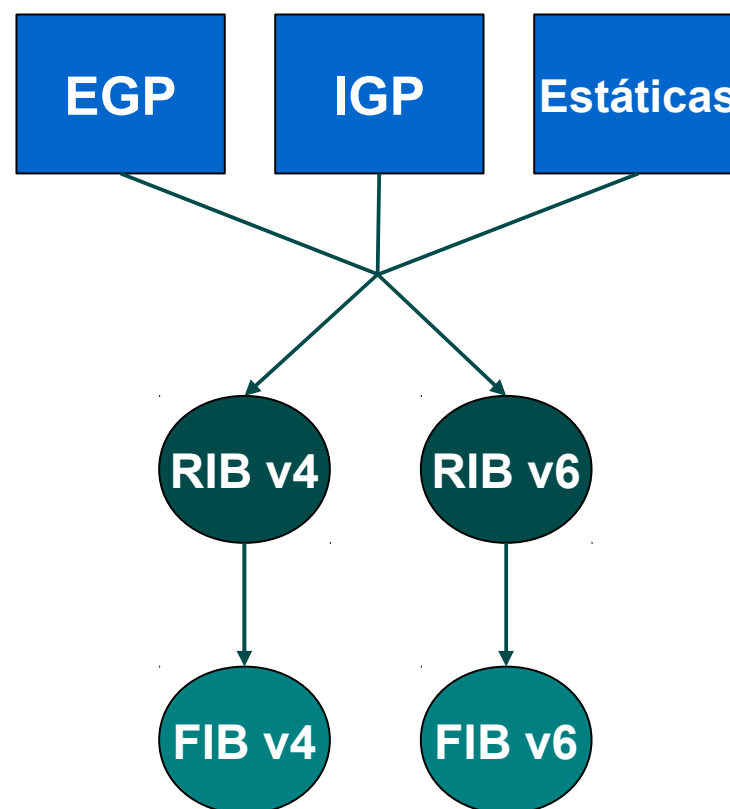
E se o valor na tabela de preferências também for o mesmo?

# Tabela de Roteamento

- O processo de escolha das rotas é idêntico em IPv4 e IPv6, porém, as tabelas de rotas são independentes.
  - Há uma RIB IPv4 e outra IPv6.
- Através de mecanismos de otimização as melhores rotas são adicionadas à tabela de encaminhamento
  - FIB - *Forwarding Information Base*;
  - A FIB é criada a partir da RIB;
  - Assim como a RIB, a FIB também é duplicada.
- Em roteadores que possuem arquitetura distribuída o processo de seleção das rotas e o encaminhamento dos pacotes são funções distintas.

# Tabela de Roteamento

- São as informações recebidas pelos protocolos de roteamento que “alimentam” a RIB que por sua vez “alimenta” a FIB.
- Os Protocolos de Roteamento se dividem em dois grupos:
  - **Interno (IGP)** - protocolos que distribuem as informações dos roteadores dentro de Sistemas Autônomos. Ex.: OSPF; IS-IS; RIP.
  - **Externo (EGP)** - protocolos que distribuem as informações entre Sistemas Autônomos. Ex.: BGP-4.



# Rota Default

- Quando um roteador não encontra uma entrada na tabela de rotas para um determinado endereço, ele utiliza uma rota *default*.
- Servidores, estações de trabalho, *firewalls*, etc., só conhecem as redes diretamente conectadas em uma interface.
  - Para alcançar alguém que não esteja diretamente conectado, eles terão que usar rota *default* para um outro que conheça.
- Todo mundo precisa ter rota *default*?



# Rota Default

- DFZ (*Default Free Zone*) - conceito existente entre as operadoras. É uma região da Internet livre de rota *default*.
- Roteadores DFZ não possuem rota *default*, possuem tabela BGP completa.
- ASs que possuem tabela completa precisam ter rota *default*?
- A tabela completa, mostra todas as entradas de rede do mundo.
  - roteadores têm que processar informações do mundo inteiro em tempo real;
  - problemas de escalabilidade futura.

# Rota Default

- Se houver tabela completa e rota *default*, neste caso, a rota *default* vai ser usada?
- Ex.:
  - Imagine uma rede comprometida pela infecção de um *malware*;
  - A máquina contaminada irá “varrer” a Internet tentando contaminar outras máquinas, inclusive IPs que não estão alocados, e não estão na tabela completa;
  - Se houver rota *default*, o seu roteador vai encaminhar esse tráfego não válido para frente;
  - Essa é uma das razões de se utilizar DFZ;
  - Sugestão: criar uma rota *default* e apontar para Null0 ou DevNull, e desabilitar o envio das mensagens '*ICMP unreachable*'.
- A rota *default* em IPv4 é 0.0.0.0/0 e em IPv6 ::/0.

# Protocolos de Roteamento Interno

- Há duas principais opções para se trabalhar com roteamento interno:
  - OSPF
  - IS-IS
    - protocolos do tipo *Link-State*;
    - consideram as informações de estado e mandam atualizações de forma otimizada;
    - trabalham com estrutura hierárquica.
- Terceira opção
  - RIP
- O protocolo de roteamento interno deve ser habilitado apenas nas interfaces necessárias.

# RIPng

- *Routing Information Protocol next generation* (RIPng) - protocolo IGP simples e de fácil implantação e configuração.
- Protocolo do tipo Vetor de Distância (Bellman-Ford).
- Baseado no RIPv2 (IPv4).
- Protocolo específico para IPv6.
  - Suporte ao novo formato de endereço;
  - Utiliza o endereço *multicast* **FF02::9** (*All RIP Routers*) como destino;
  - O endereço do próximo salto deve ser um endereço *link local*;
  - Em um ambiente IPv4+IPv6 é necessário usar RIP (IPv4) e RIPng (IPv6).

# RIPng

- Limitações:
  - Diâmetro máximo da rede é de 15 saltos;
  - Utiliza apenas a distância para determinar o melhor caminho;
  - *Loops* de roteamento e contagem até o infinito.
- Atualização da tabelas de rotas:
  - Envio automático a cada 30 segundos - independente de mudanças ou não.
  - Quando detecta mudanças na topologia da rede - envia apenas a linha afetada pela mudança)
  - Quando recebem uma mensagem do tipo *Request*

# RIPng

- Mensagens *Request* e *Response*

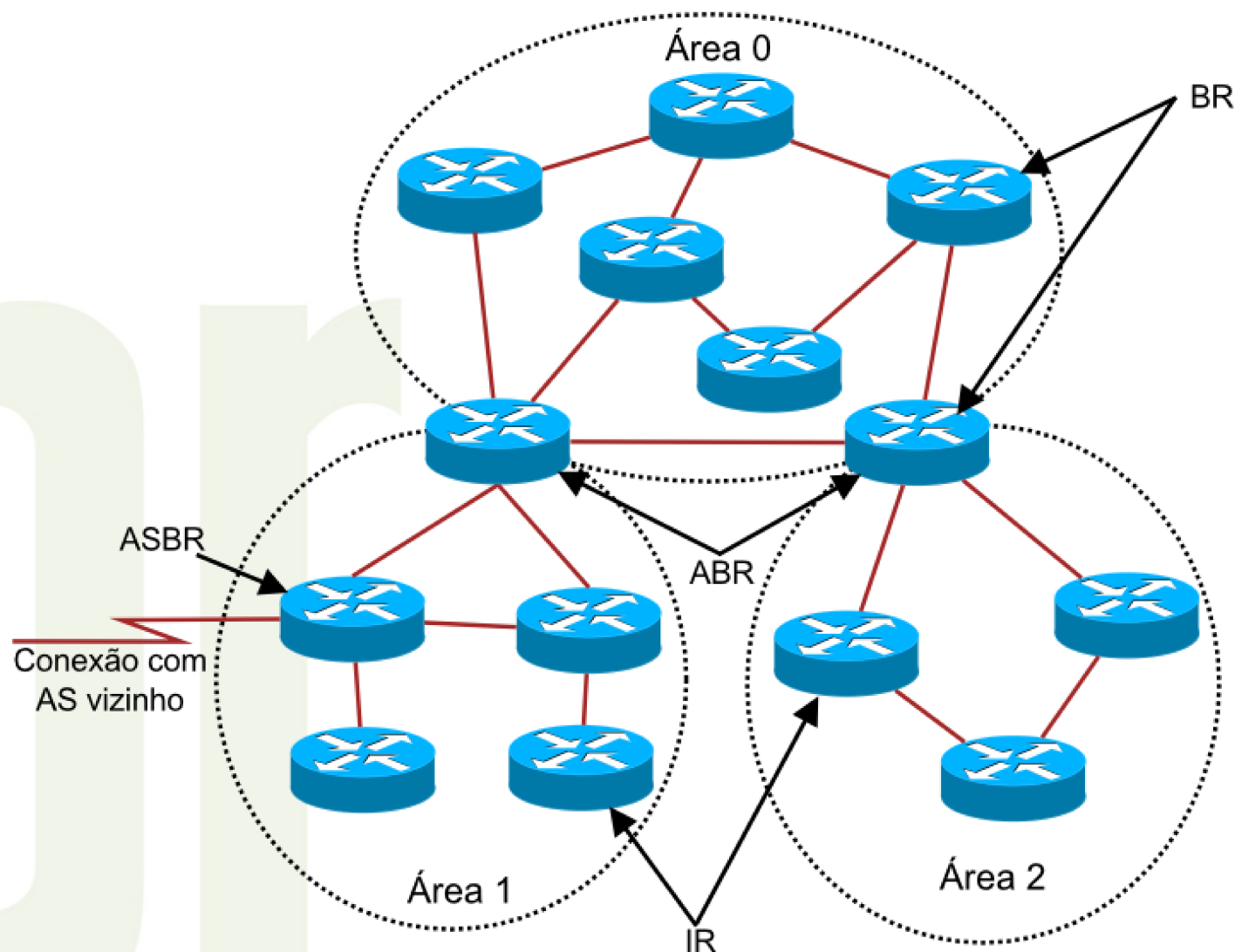
8 bits	8 bits	16 bits
Comando	Versão	Reservado
Entrada 1 da tabela de rotas (RTE)		
....		
Entrada n da tabela de rotas		

- RTE
  - Prefixo IPv6 (128 bits)
  - Identificação da rota (16 bits)
  - Tamanho do prefixo (8 bits)
  - Métrica (8 bits)
- Diferente do RIPv2, o endereço do próximo salto aparece apenas uma vez, seguido de todas as entradas que devem utilizá-lo.

# OSPFv3

- *Open Shortest Path First version 3* (OSPFv3) - protocolo IGP do tipo *link-state*
  - Roteadores descrevem seu estado atual ao longo do AS enviando LSAs (*flooding*)
- Utiliza o algoritmo de caminho mínimo de Dijkstra
- Agrupa roteadores em áreas
- Baseado no OSPFv2
- Protocolo específico para IPv6
  - Em um ambiente IPv4+IPv6 é necessário usar OSPFv2 (IPv4) e OSPFv3 (IPv6)

# Roteadores OSPFv3





# OSPFv3

## Semelhanças entre OSPFv2 e OSPFv3

- Tipos básicos de pacotes
  - Hello, DBD, LSR, LSU, LSA
- Mecanismos para descoberta de vizinhos e formação de adjacências
- Tipos de interfaces
  - *point-to-point*, *broadcast*, NBMA, *point-to-multipoint* e links virtuais
- A lista de estados e eventos das interfaces
- O algoritmo de escolha do *Designated Router* e do *Backup Designated Router*
- Envio e idade das LSAs
- AREA\_ID e ROUTER\_ID continuam com 32 bits

# OSPFv3

## Diferenças entre OSPFv2 e OSPFv3

- OSPFv3 roda por enlace e não mais por sub-rede
- Foram removidas as informações de endereçamento
- Adição de escopo para *flooding*
- Suporte explícito a múltipla instâncias por enlace
- Uso de endereços *link-local*
- Mudanças na autenticação
- Mudanças no formato do pacote
- Mudanças no formato do cabeçalho LSA
- Tratamento de tipos de LSA desconhecidos
- Suporte a áreas Stub/NSSA
- Identificação de vizinhos pelo Router IDs
- Utiliza endereços *multicast* (*AllSPFRouters* **FF02::5** e *AllDRouters* **FF02::6**)

# IS-IS

- *Intermediate System to Intermediate System* (IS-IS) - protocolo IGP do tipo *link-state*
- Desenvolvido originalmente para funcionar sobre o protocolo CLNS
  - *Integrated IS-IS* permite rotear tanto IP quanto OSI
  - Utiliza NLPID para identificar o protocolo de rede utilizado
- Trabalha em dois níveis
  - L2 = Backbone
  - L1 = Stub
  - L2/L1= Interligação L2 e L1

# IS-IS

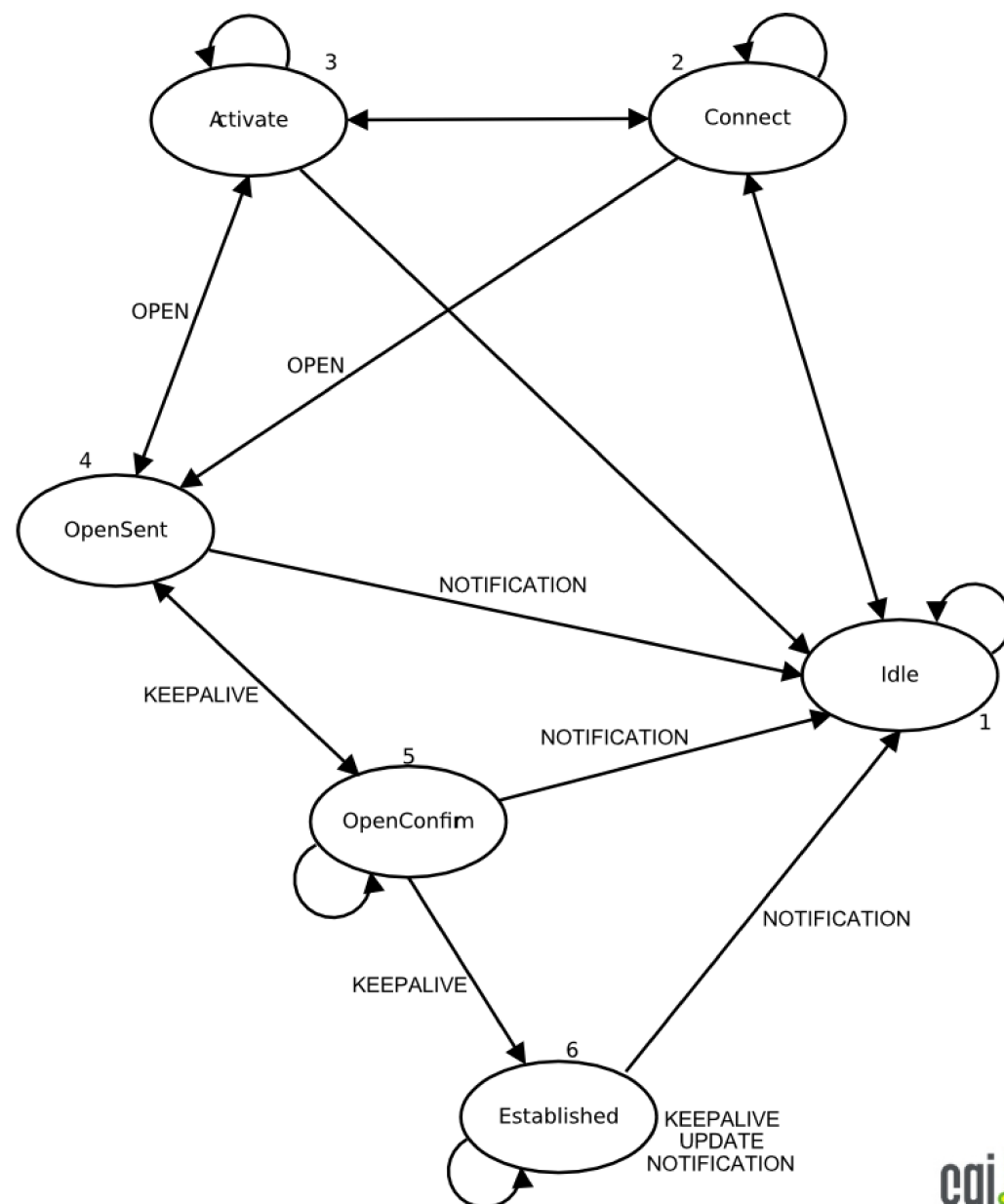
- Não há uma nova versão desenvolvida para trabalhar com o IPv6. Apenas adicionaram-se novas funcionalidades à versão já existente
- Dois novos TLVs para
  - IPv6 Reachability
  - IPv6 Interface Address
- Novo identificador da camada de rede
  - IPv6 NLPID
- Processo de estabelecimento de vizinhanças não muda

# Protocolo de Roteamento Externo

- O protocolo de roteamento externo padrão hoje, é o *Border Gateway Protocol* versão 4 (BGP-4).
  - protocolo do tipo *path vector*.
- Roteadores BGP trocam informações de roteamento entre ASs vizinhos.
  - com essas informações, desenham um grafo de conectividade entre os ASs.

# BGP

- Porta TCP 179
- Quatro tipos de mensagem:
  - *Open*
  - *Update*
  - *Keepalive*
  - *Notification*
- Dois tipos de conexão:
  - eBGP
  - IBGP
- Funcionamento representado por uma Máquina de Estados.



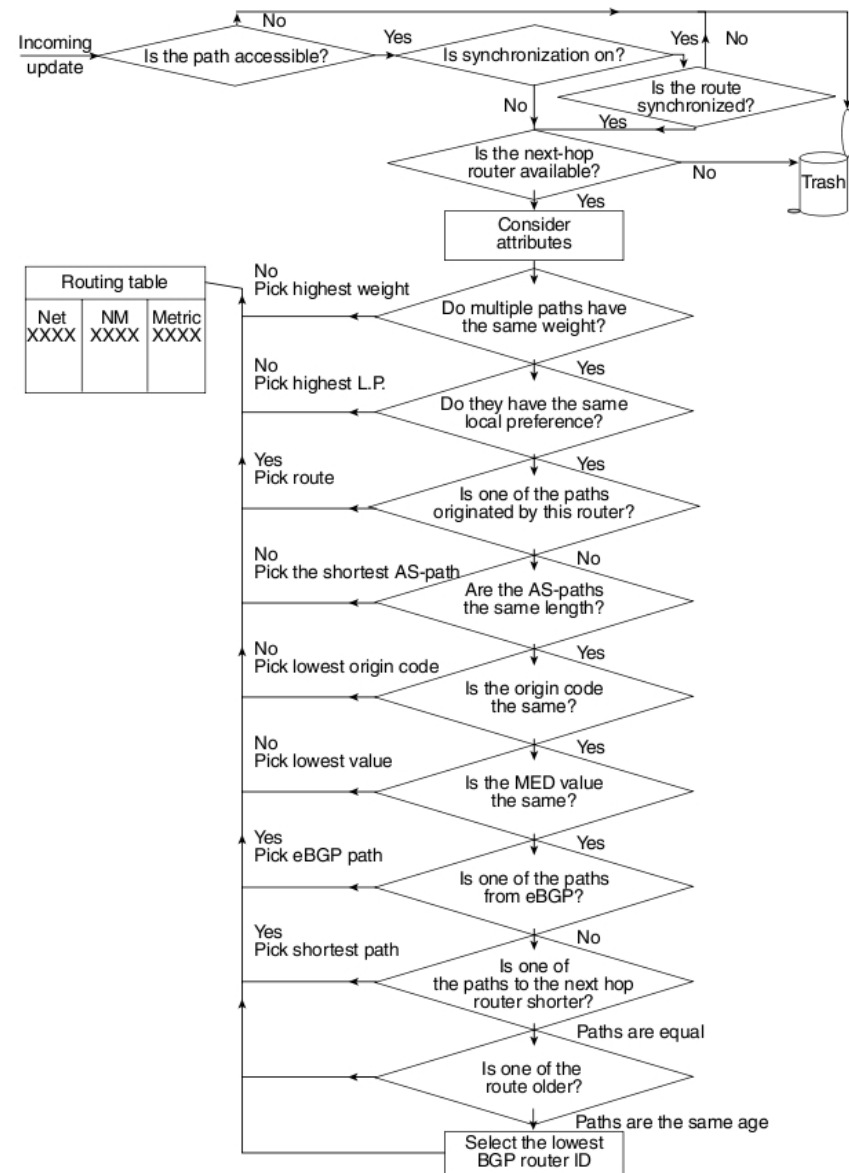
# Atributos do BGP

- O critério de seleção entre diferentes atributos do BGP varia de implementação para implementação.
- Os atributos BGP são divididos em algumas categorias e sub-categorias.

<i>ORIGIN</i>	Bem-conhecido	Mandatório
<i>AS_PATH</i>	Bem-conhecido	Mandatório
<i>NEXT_HOP</i>	Bem-conhecido	Mandatório
<i>MULTI_EXIT_DISC</i>	Opcional	Não-transitivo
<i>LOCAL_PREF</i>	Bem-conhecido	Discricionário
<i>ATOMIC_AGGREGATE</i>	Bem-conhecido	Discricionário
<i>AGGREGATOR</i>	Opcional	Transitivo

# Atributos do BGP

- Os atributos são considerados se o caminho for conhecido, se houver conectividade, se for acessível e se o *next hop* estiver disponível.
- A forma de seleção pode variar de acordo com a implementação.
- O *LOCAL\_PREFERENCE* é um atributo extremamente poderoso para influenciar o tráfego de saída.
- O valor do *LOCAL\_PREFERENCE* é válido para todo o AS.





# Multiprotocolo BGP

- *Multiprotocol BGP (MP-BGP)* - extensão do BGP para suportar múltiplos protocolos de rede ou famílias de endereços.
  - Para se realizar o roteamento externo IPv6 é essencial o suporte ao MP-BGP, visto que não há uma versão específica de BGP para tratar esta tarefa.
- Dois novos atributos foram inseridos:
  - *Multiprotocol Reachable NLRI (MP\_REACH\_NLRI)* - carrega o conjunto de destinos alcançáveis junto com as informações do *next-hop*;
  - *Multiprotocol Unreachable NLRI (MP\_UNREACH\_NLRI)* - carrega o conjunto de destinos inalcançáveis;
  - Estes atributos são Opcionais e Não-Transitivos.

# Multiprotocolo BGP

- MP\_REACH\_NLRI
  - *Address Family Identifier* (2 Bytes)
  - *Subsequent Address Family Identifier* (1 Byte)
  - *Length of Next Hop Network Address* (1 Byte)
  - *Network Address of Next Hop* (variável)
  - *Reserved* (1 Byte)
  - *Network Layer Reachability Information* (variável)
- MP\_UNREACH\_NLRI
  - *Address Family Identifier* (2 Bytes)
  - *Subsequent Address Family Identifier* (1 Byte)
  - *Withdrawn Routes* (variável)

# Tabela BGP

- As informações sobre as rotas da Internet encontram-se na tabela BGP.
- Em roteadores de borda, essas informações são replicadas para a RIB e para a FIB, IPv4 e IPv6.
  - Tabela Global IPv4 → ~430.000 entradas
  - Tabela Global IPv6 → ~10.000 entradas
- A duplicidade dessas informações implica em mais espaço, memória, e processamento.
  - Agregação de rotas
  - Evitar anúncio de rotas desnecessários
  - Limitar a quantidade de rotas recebidas de outros ASs
    - Importante em IPv4
    - Fundamental em IPv6