

OSPF e IS-IS

Conceitos e diferenças entre os protocolos para melhor uso em sua rede

Vinicius Ochiro



fiber >

Vinicius Ochiro

- Especialista em Redes IP na FiberX
- Instrutor Certificado Huawei HCIA R&S e HCIA-WLAN
- Implantação de soluções:
 - BGP
 - MPLS L2/L3VPNs
 - BNG
 - WLAN
 - SD-WAN

fiber X



SUMÁRIO

➤ 01. Revisão Roteamento

➤ 02. OSPF

➤ 03. IS-IS

➤ 04. OSPF x IS-IS

SUMÁRIO

➤ **01. Revisão Roteamento**

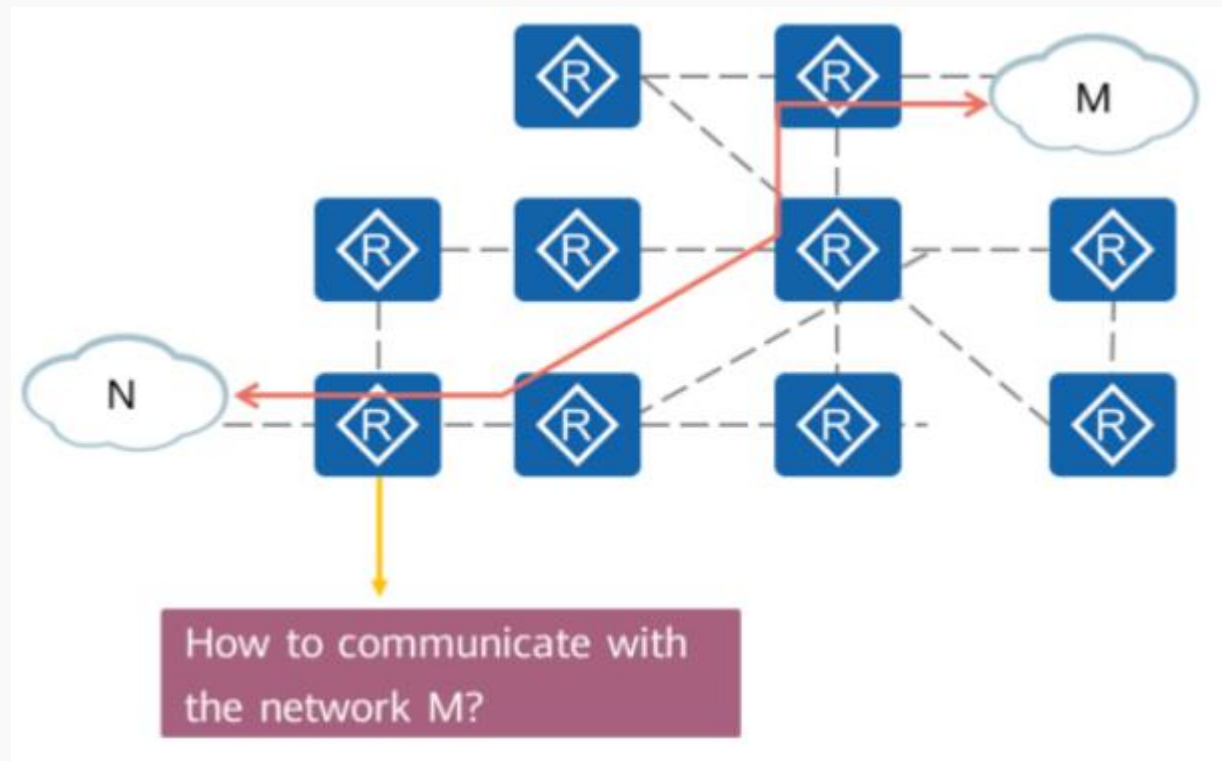
➤ 02. OSPF

➤ 03. IS-IS

➤ 04. OSPF x IS-IS

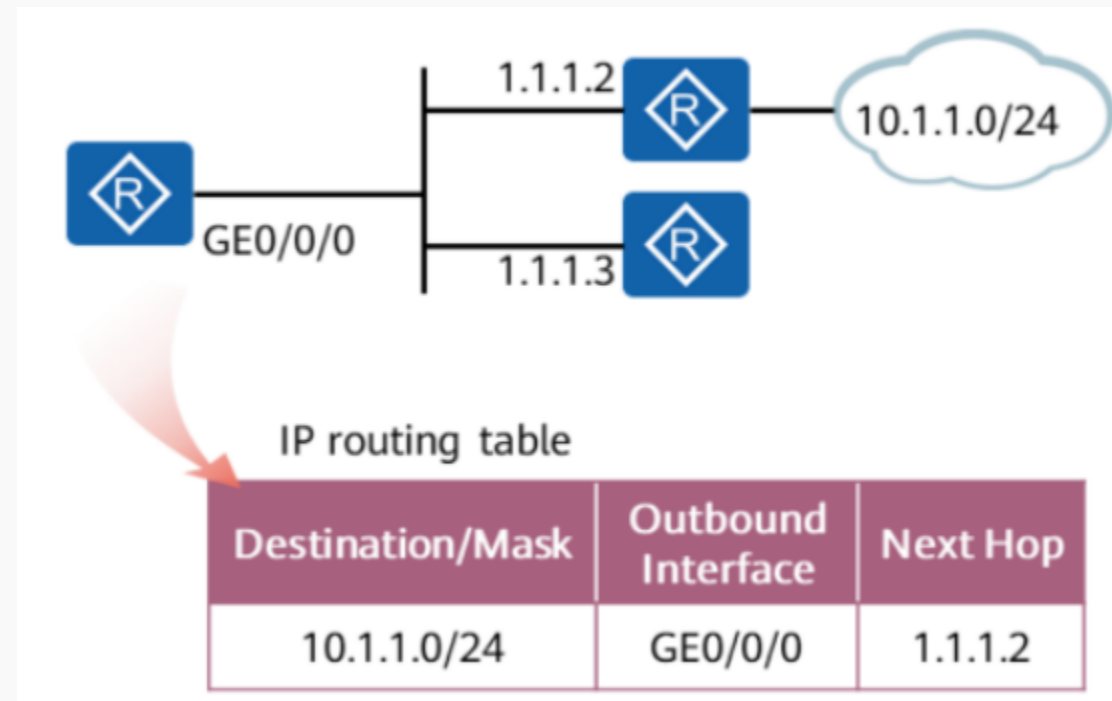
Roteamento - Revisão

- Encaminhar pacotes da origem até o destino



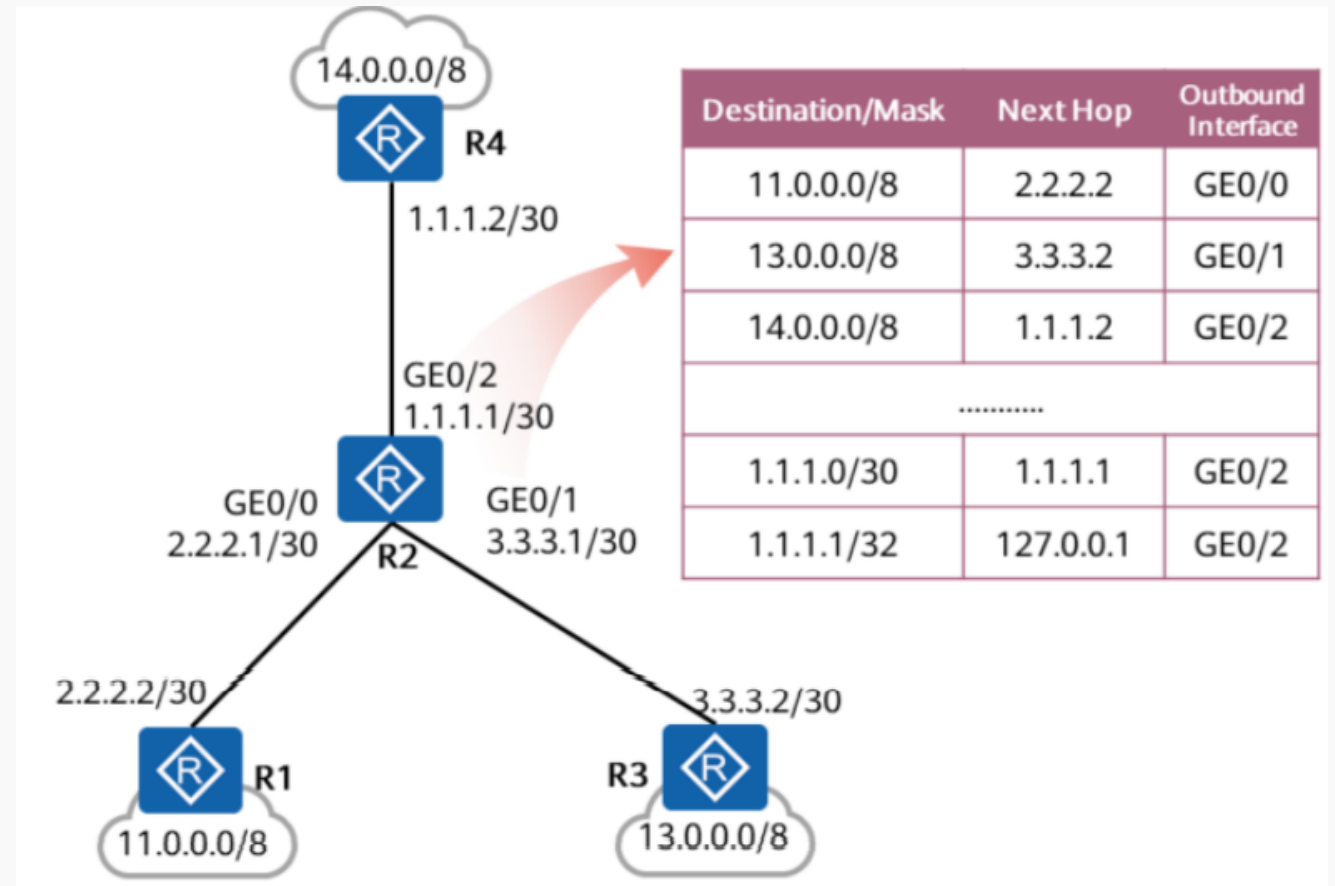
Roteamento - Tabela de rotas

- Uma rota possui as seguintes informações básicas:
 - Rede de destino / Máscara de rede
 - Interface de saída
 - IP de Next-hop



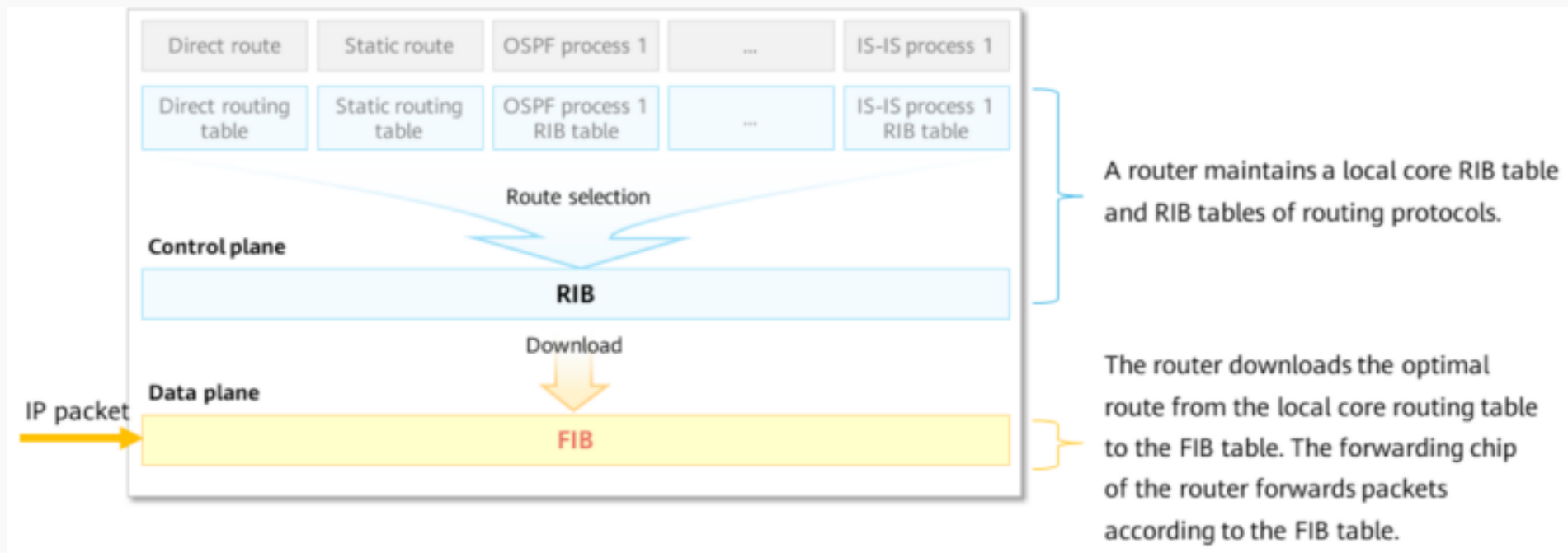
Roteamento - Tabela de rotas

- Cada roteador constrói sua tabela a partir de diferentes protocolos de roteamento
- Seleciona a melhor rota e instala na tabela de rotas
- Encaminha os pacotes com base da tabela de rotas

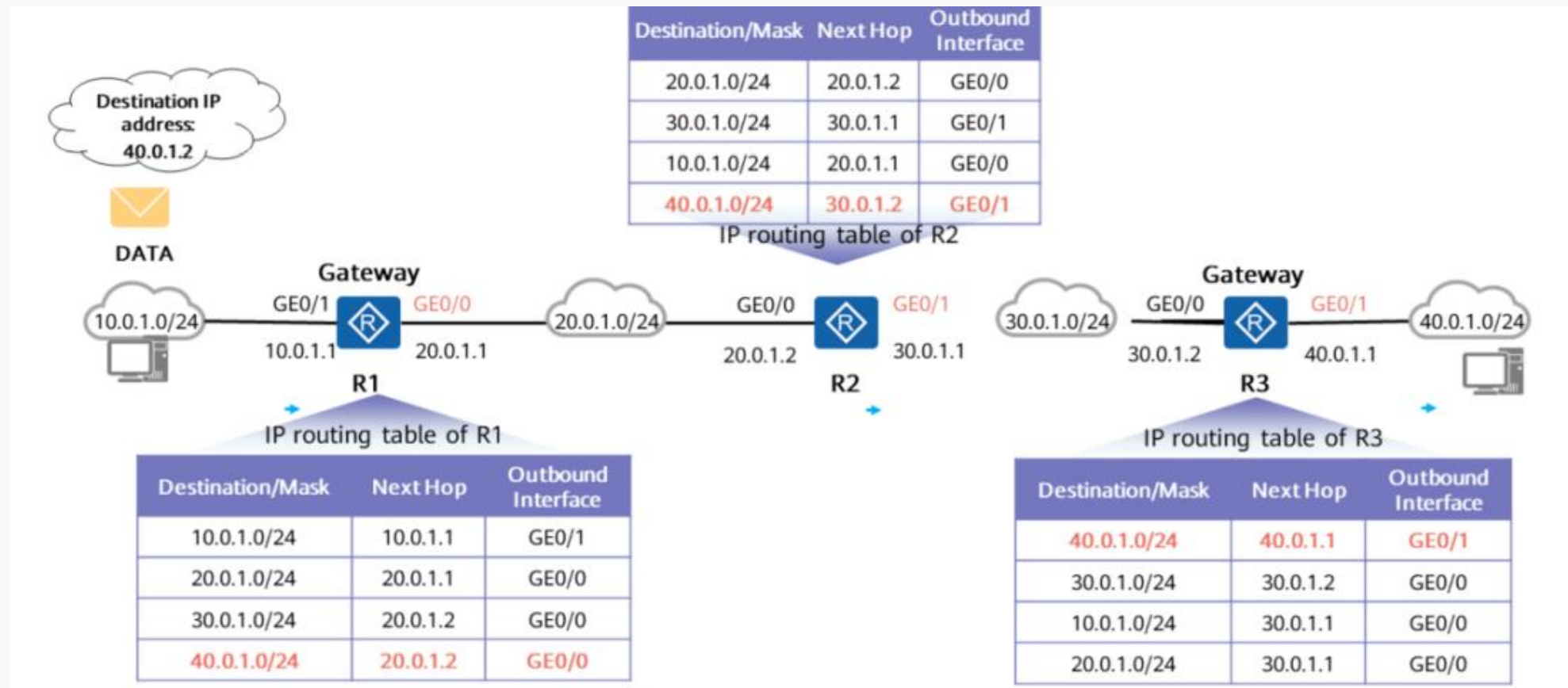


Roteamento - RIB e FIB

- RIB (Routing Information Base): tabela que contém todas as rotas providas dos protocolos de roteamento
- FIB (Forwarding Information Base): tabela utilizada para encaminhamento de pacotes, contém apenas as melhores rotas

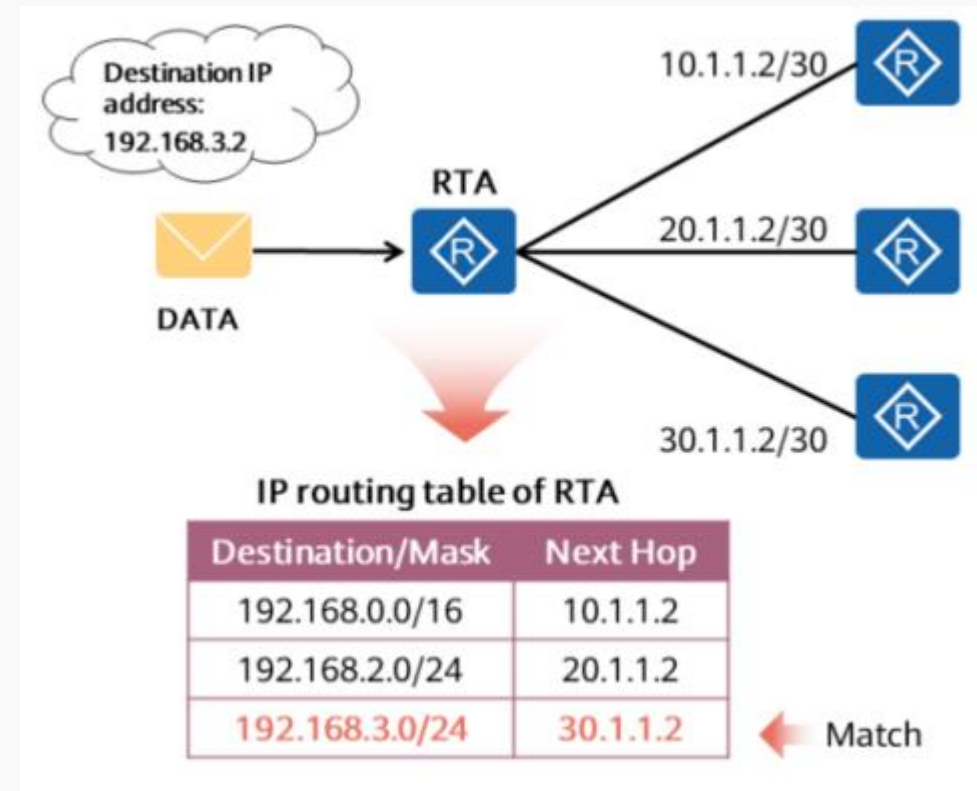


Roteamento - Processo de encaminhamento de pacotes



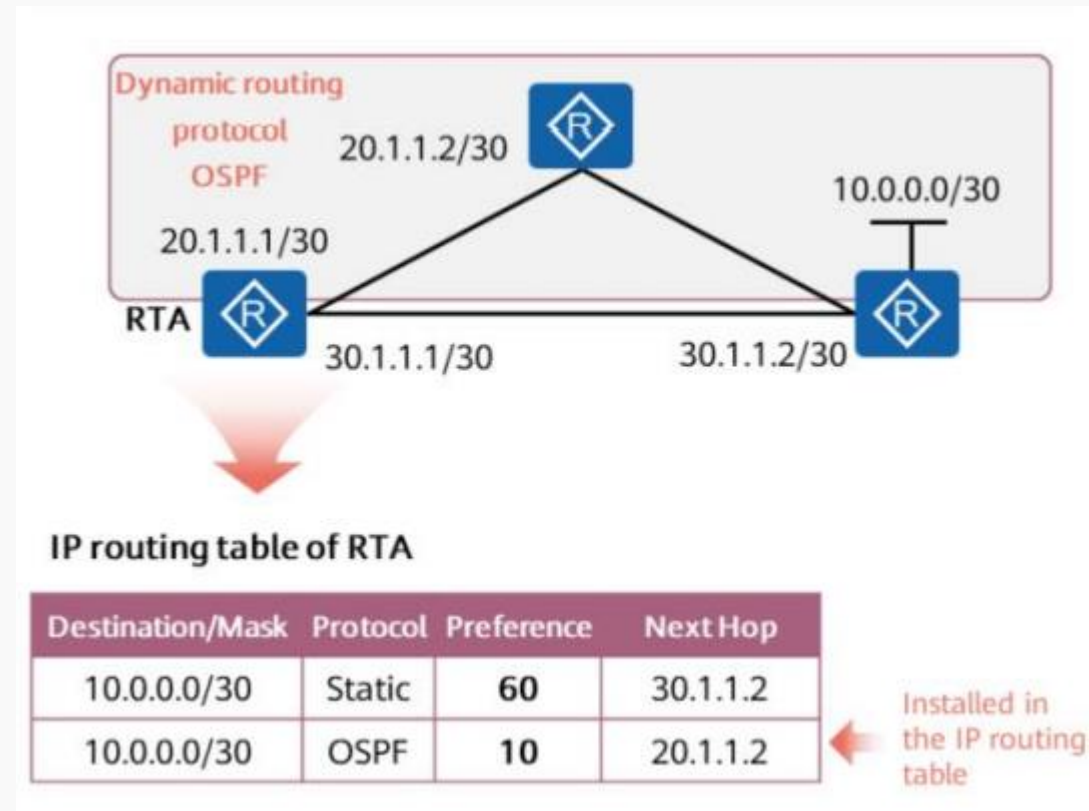
Roteamento - Máscara mais específica

- IP de destino de um pacote dá match em mais de uma rota, porém com máscaras diferentes
- É utilizada a rota com a máscara mais específica



Roteamento - Preferência entre protocolos

- Cada protocolo possui uma preferência cujo valor varia de 0 a 255
- Menor o valor maior a preferência



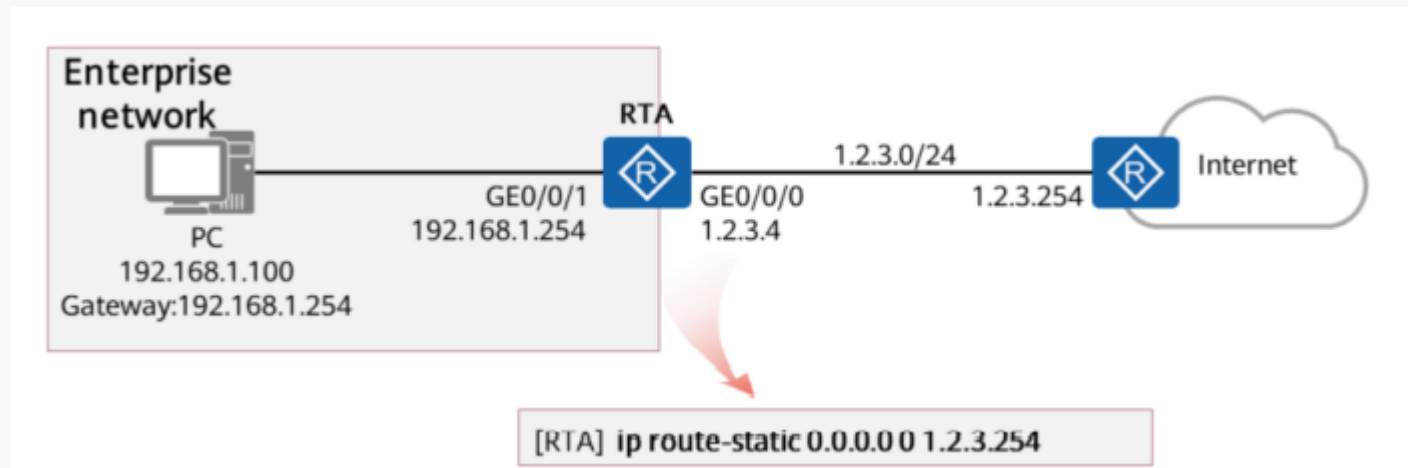
Roteamento - Preferência entre protocolos

- Cada fabricante possui sua tabela de preferência
- Atenção pois não é padrão a todos venders

Protocolo de roteamento	Preferência padrão
Direct	0
OSPF	10
IS-IS	15
Static	60
RIP	100
OSPF ASE	150
OSPF NSSA	150
IBGP	255
EBGP	255

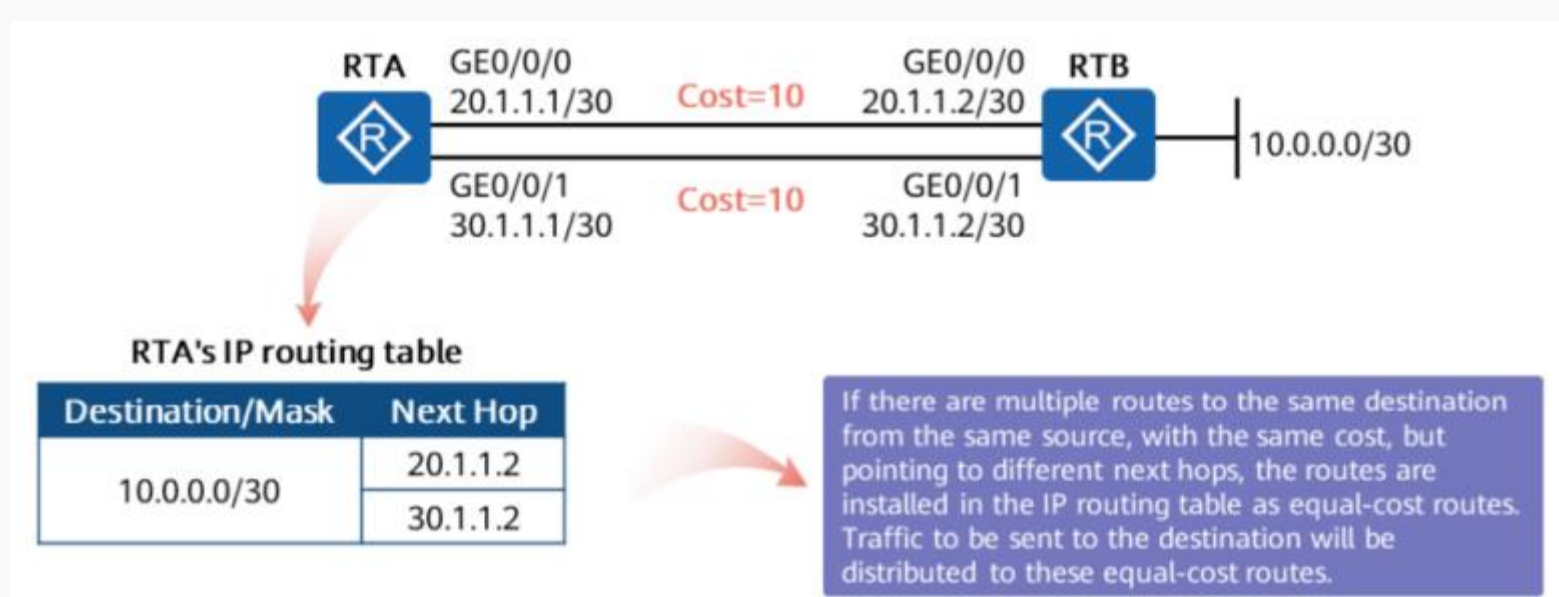
Roteamento - Rota default

- Rota default: 0.0.0.0/0
- Última opção a ser considerada
- Quando não existe uma rota com destino explícito na tabela, o roteador utiliza a rota padrão
- “Any network”, ou seja, dá match para qualquer rede de destino



Roteamento - ECMP

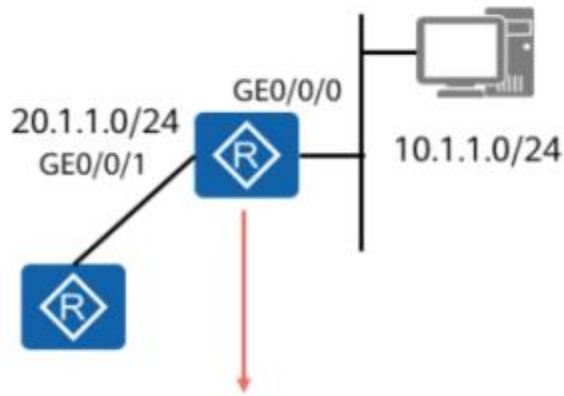
- Equal cost multi-path (ECMP): múltiplas rotas para o mesmo destino e mesmo custo apontando para next-hops diferentes
- Realiza round robin: manda pacotes de forma alternada para cada interface



Roteamento - Tipos de rotas

Direct Routes

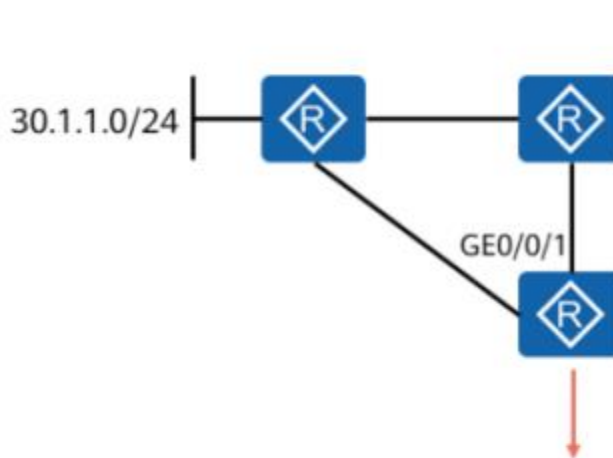
- Direct routes are automatically generated by devices and point to local directly connected networks.



Protocol	Destination/Mask	Outbound Interface
Direct	10.1.1.0/24	GE0/0/0
Direct	20.1.1.0/24	GE0/0/1

Static Routes

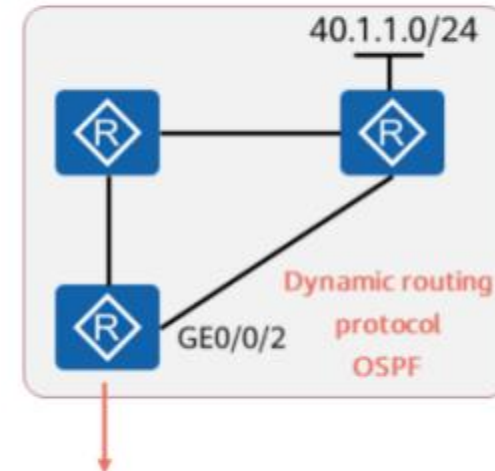
- Static routes are manually configured by network administrators.



Protocol	Destination/Mask	Outbound Interface
Static	30.1.1.0/24	GE0/0/1

Dynamic Routes

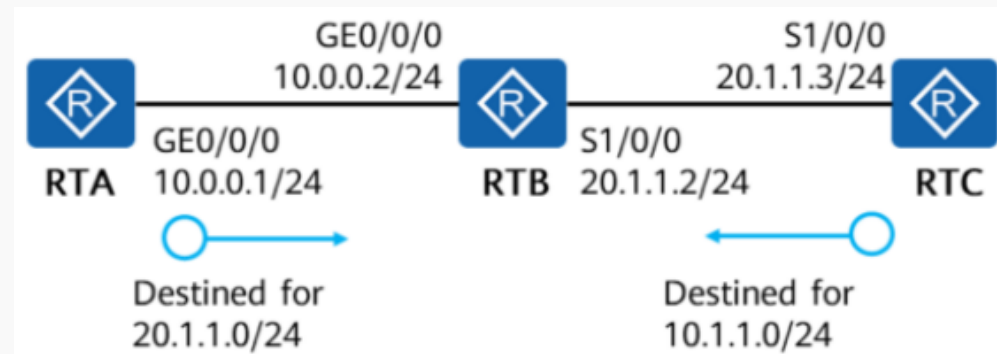
- Dynamic routes are learned by dynamic routing protocols running on routers.



Protocol	Destination/Mask	Outbound Interface
OSPF	40.1.1.0/24	GE0/0/2

Roteamento - Roteamento estático

- Rota estática: forma mais simples de se criar uma rota
- Ao criar uma rota estática, deve-se inserir:
 - Rede de destino
 - Máscara de rede
 - IP de next-hop



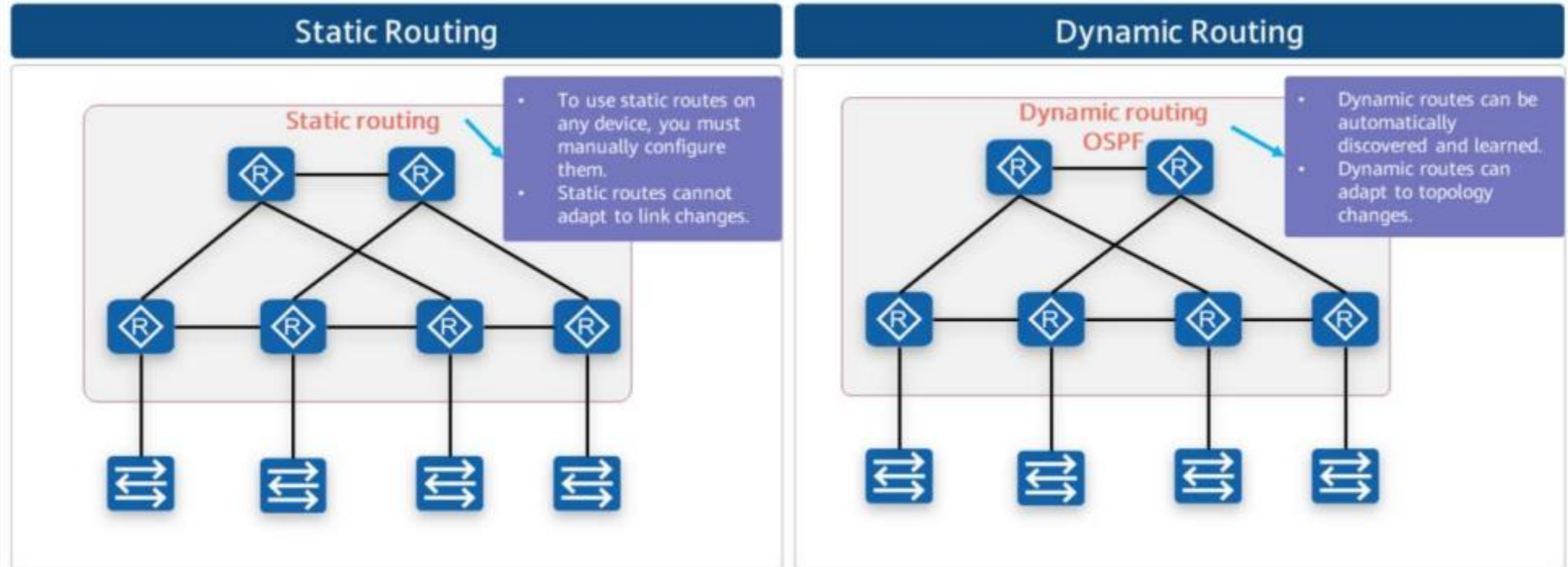
Configure RTA.

```
[RTA] ip route-static 20.1.1.0 255.255.255.0 10.0.0.2
```

Configure RTC.

```
[RTC] ip route-static 10.0.0.0 255.255.255.0 S1/0/0
```


Roteamento - Roteamento estático x dinâmico



Roteamento - Classificação dos protocolos

Classification by the application scope

Interior Gateway Protocol (IGP)

RIP

OSPF

IS-IS

Exterior Gateway Protocol (EGP)

BGP

Classification by working mechanism and routing algorithm

Distance-vector routing protocol

RIP

Link-state routing protocol

OSPF

IS-IS

SUMÁRIO

➤ 01. Revisão Roteamento

➤ **02. OSPF**

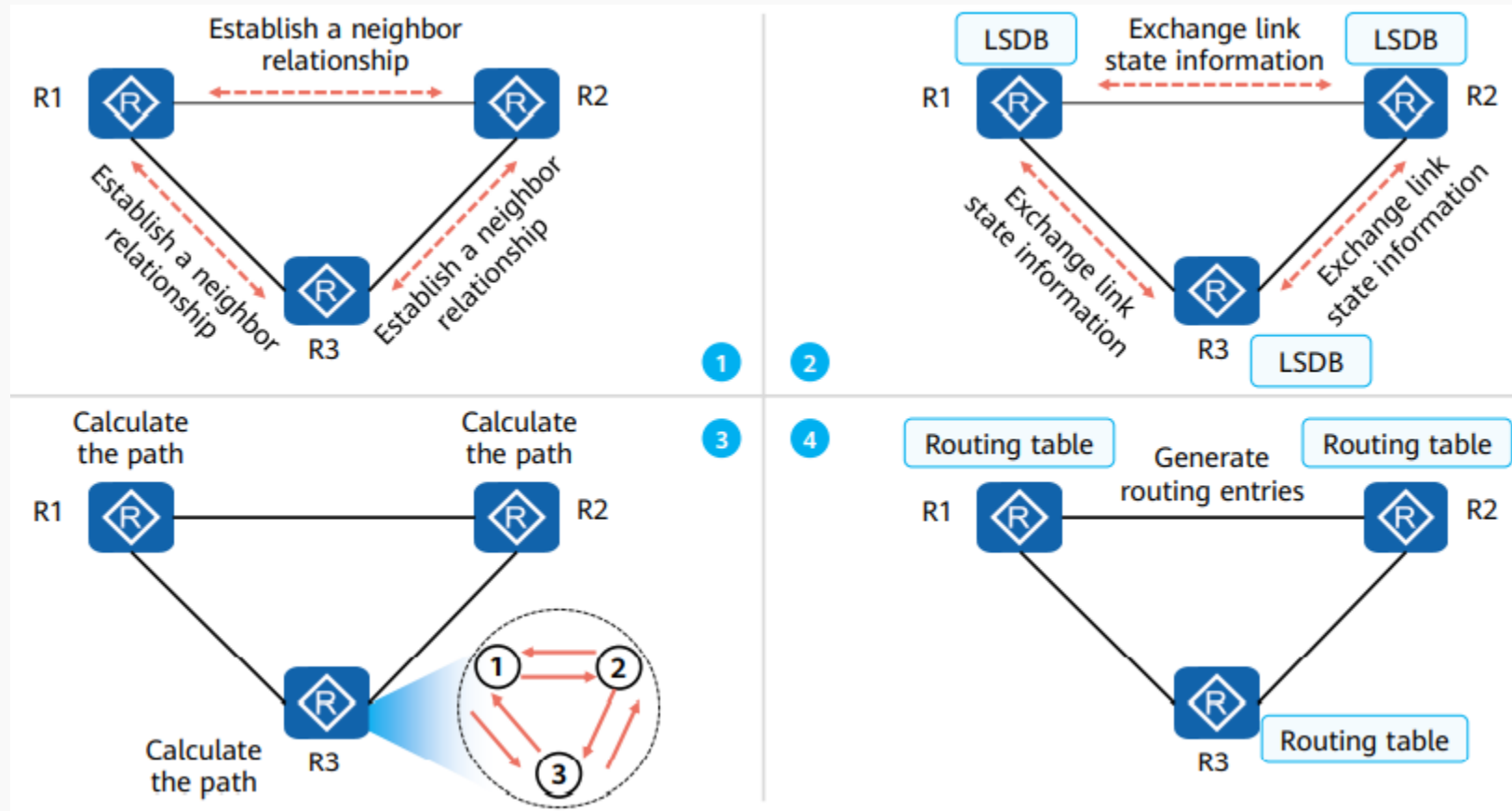
➤ 03. IS-IS

➤ 04. OSPF x IS-IS

OSPF - Open Shortest Path First

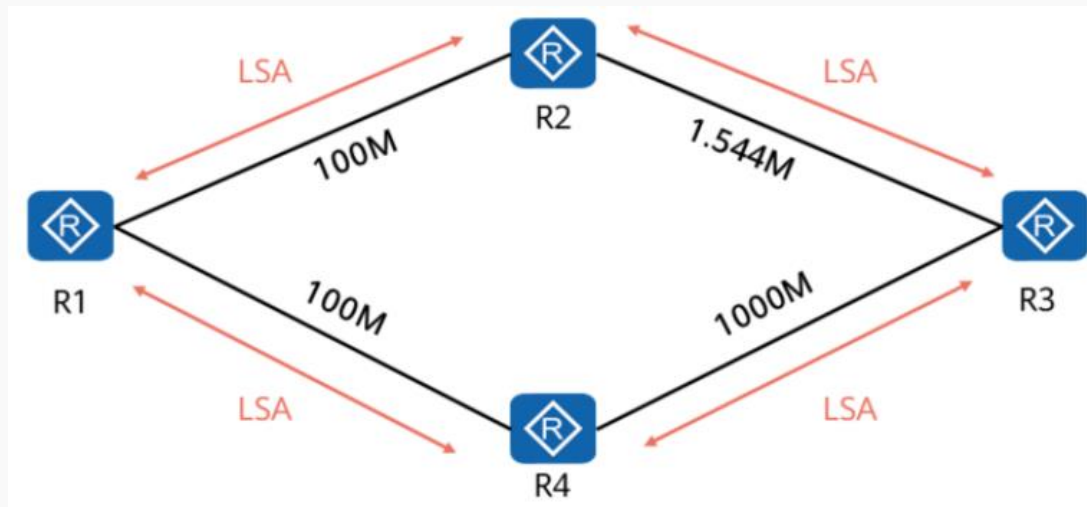
- Open Shortest Path First (OSPF)
- Interior Gateway Protocol (IGP)
- Tipo link-state
- OSPFv2: IPv4 (RFC 2328)
- OSPFv3: IPv6 (RFC 2740)
- Utiliza algoritmo Shortest Path First (SPF), também chamado de Dijkstra, para cálculo das rotas

OSPF - Resumo protocolos Link-state

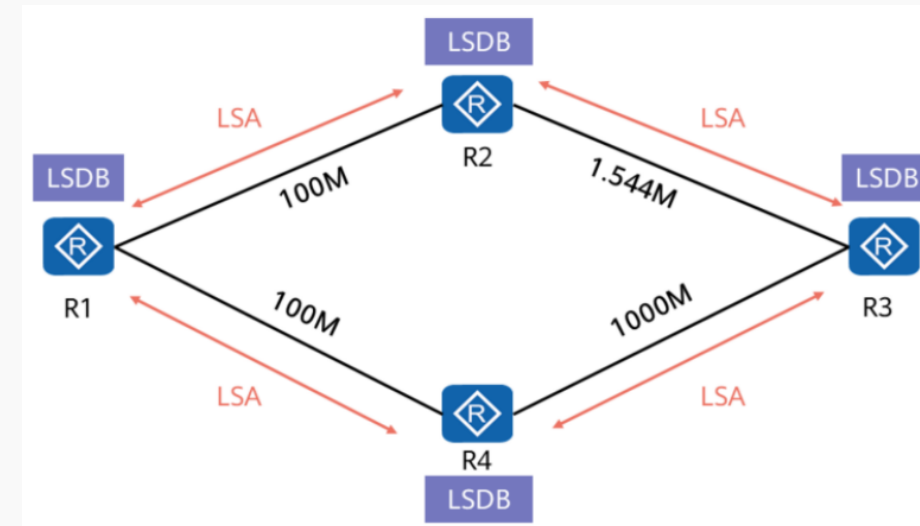


OSPF – LSAs e LSDB

- Link-State Advertisement (LSA): gerado pelo roteador e anunciada aos vizinhos, contém informações de estado de link das interfaces

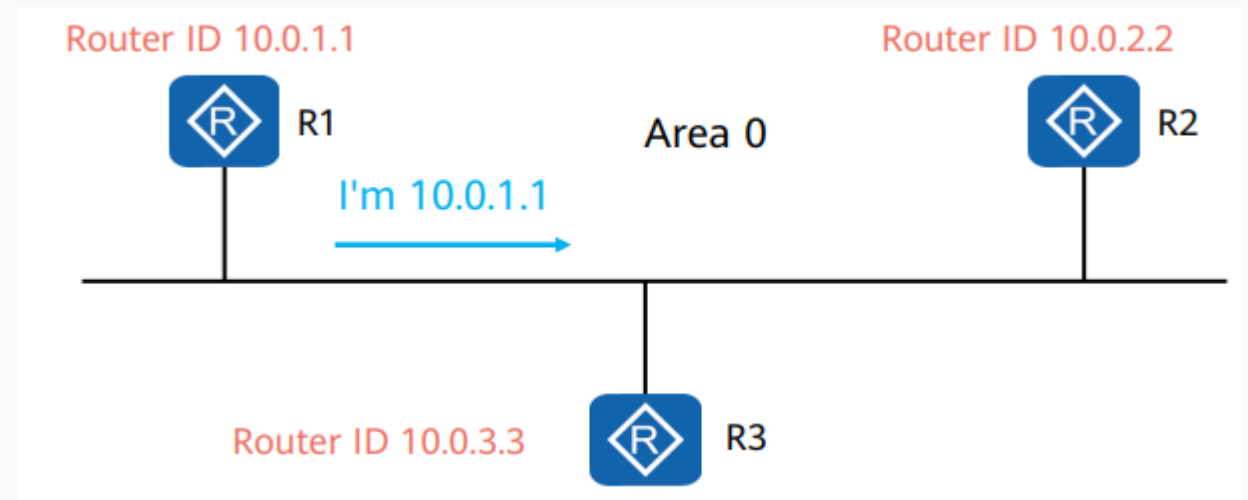


- Link-State Database (LSDB): base de dados que contém as LSAs



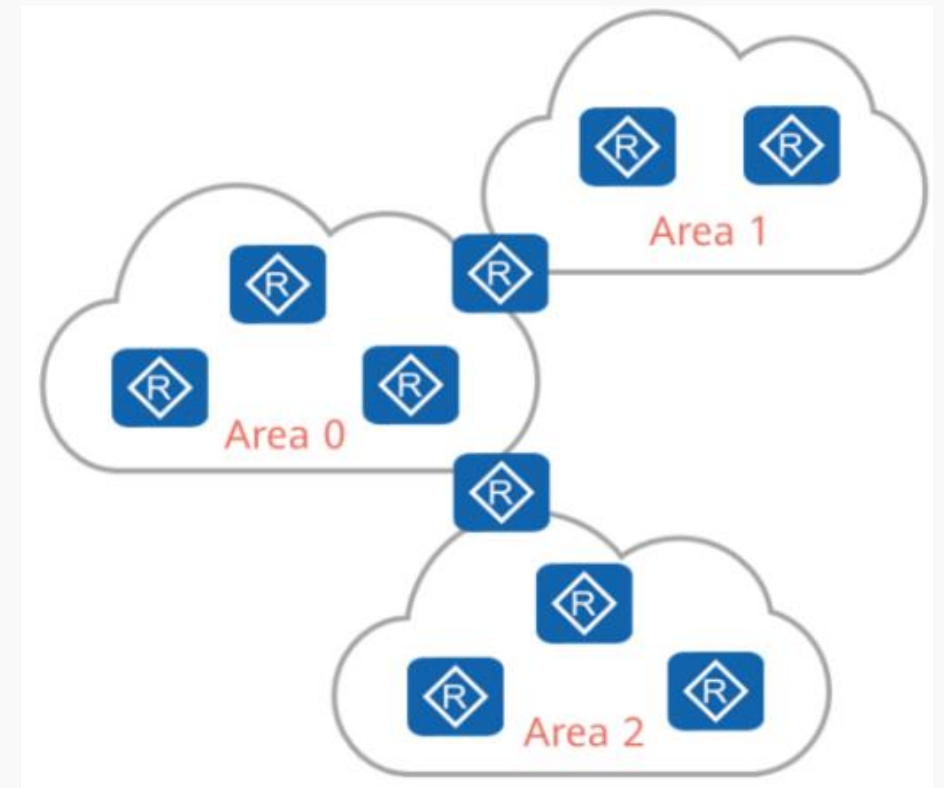
OSPF - Router-ID

- Usado para identificar o roteador em toda rede OSPF
- Deve ser único, não pode se repetir na rede
- Formato igual a de um endereço IPv4 (32 bits)
- Regras para escolha do Router-ID:
 1. Manualmente configurado
 2. IP de loopback de maior valor
 3. IP de interface física de maior valor
- Boas práticas:
 - Configurar manualmente
 - Utilizar IP de loopback do roteador



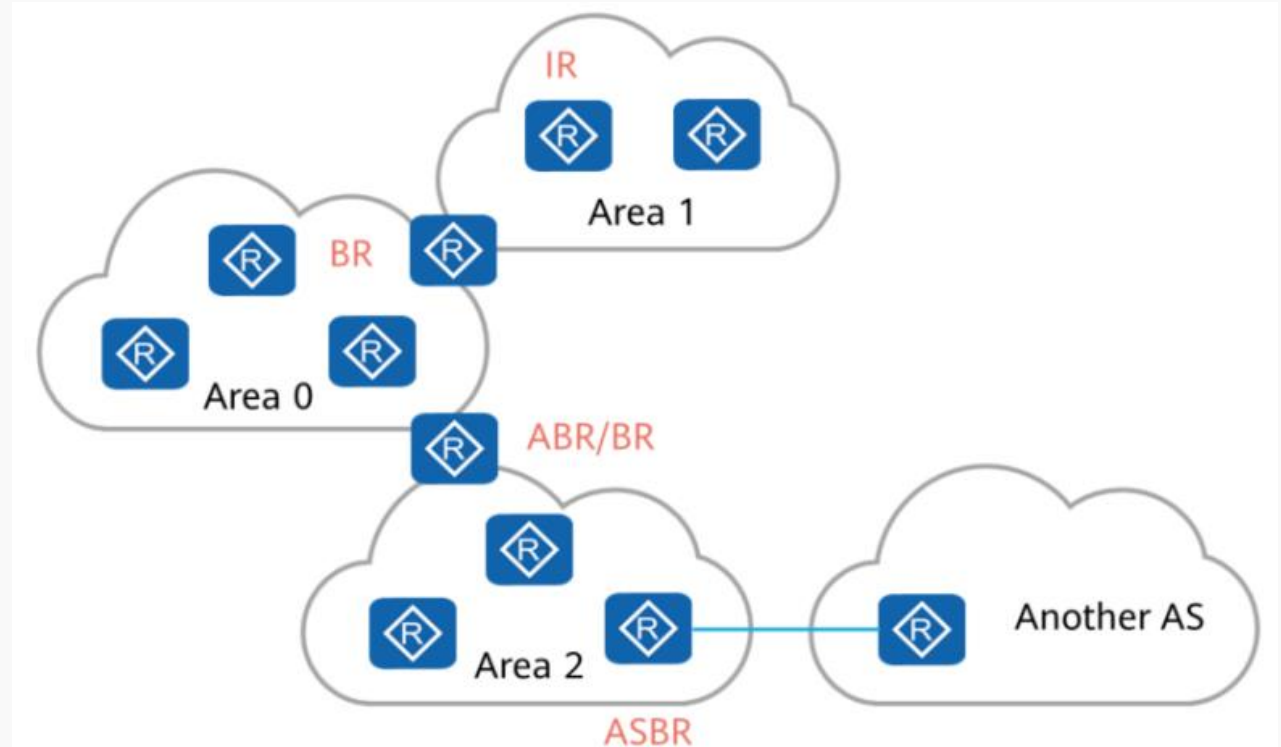
OSPF - Áreas

- Conceito criado para particionar um rede em áreas, diminuindo processamento dos roteadores OSPF
- Area ID: formato de endereço IPv4 de 32 bits (0.0.0.0), também pode ser expresso em notação decimal (0)
- Tipos de áreas:
 - Área comum
 - Área backbone (área 0)
 - Área não-backbone
 - Área Stub
 - Área NSSA (Not-so-stubby area)



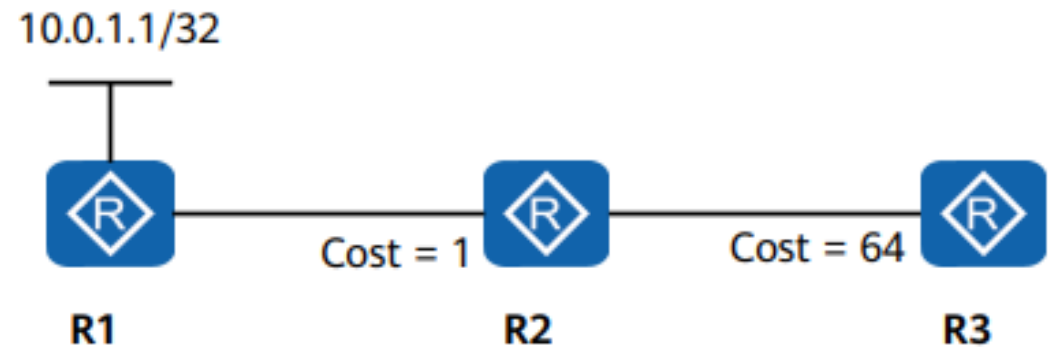
OSPF - Tipos de roteadores

- Internal router: todas as interfaces pertencem a uma mesma área
- ABR (Area Border Router): interfaces pertencem a duas ou mais áreas, porém ao menos uma deve pertencer à área backbone
- Backbone router: ao menos uma interface pertence à área backbone
- ASBR (AS boundary router): roteador que importa rotas externas



OSPF - Custo da rota

- Cada interface possui um custo
- Valor padrão de referência:
 - $100\text{Mbps} / (\text{Velocidade da interface})$
- Quando cálculo do custo < 1 , custo = 1
- Exemplo em uma interface de 1 Gbps:
 - $\text{Custo} = 100\text{Mbps} / 1\text{Gbps} = 0,1 \rightarrow 1$
- OSPF utiliza o custo acumulado para calcular o melhor caminho



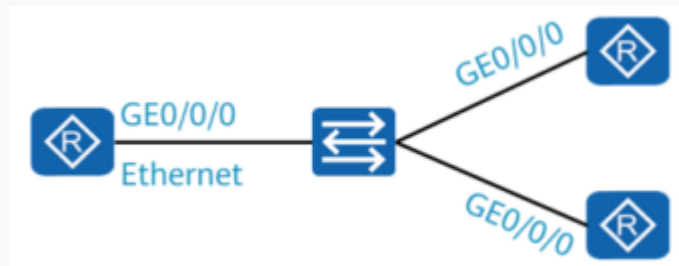
OSPF - Tipos de pacotes

Pacote	Função
Hello	Enviado periodicamente para descobrir e manter relação de vizinhança OSPF
Database Description (DD)	Descreve o resumo do Link-State Database (LSDB) local, usado para sincronizar os LSDBs dos dois dispositivos
Link State Request (LSR)	Solicita uma LSA necessária a um vizinho. LSRs são enviados apenas após pacotes DD foram trocados com sucesso
Link State Update (LSU)	Enviado para anunciar um LSA solicitado pelo vizinho
Link State Ack (LSAck)	Enviado para confirmar o recebimento de uma LSA

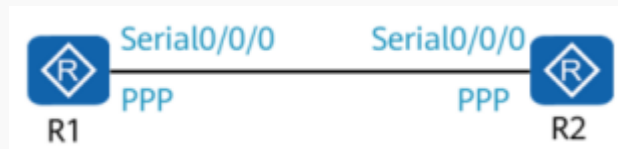
OSPF - Tipos de rede

- OSPF possui 4 tipos de rede e cada tipo de interface possui um padrão:

- Broadcast: Ethernet



- Point-to-point (P2P): PPP, HDLC



- Non-broadcast Multiple Access (NBMA): Frame relay, X.25



- Point-to-multipoint (P2MP): nenhum é padrão



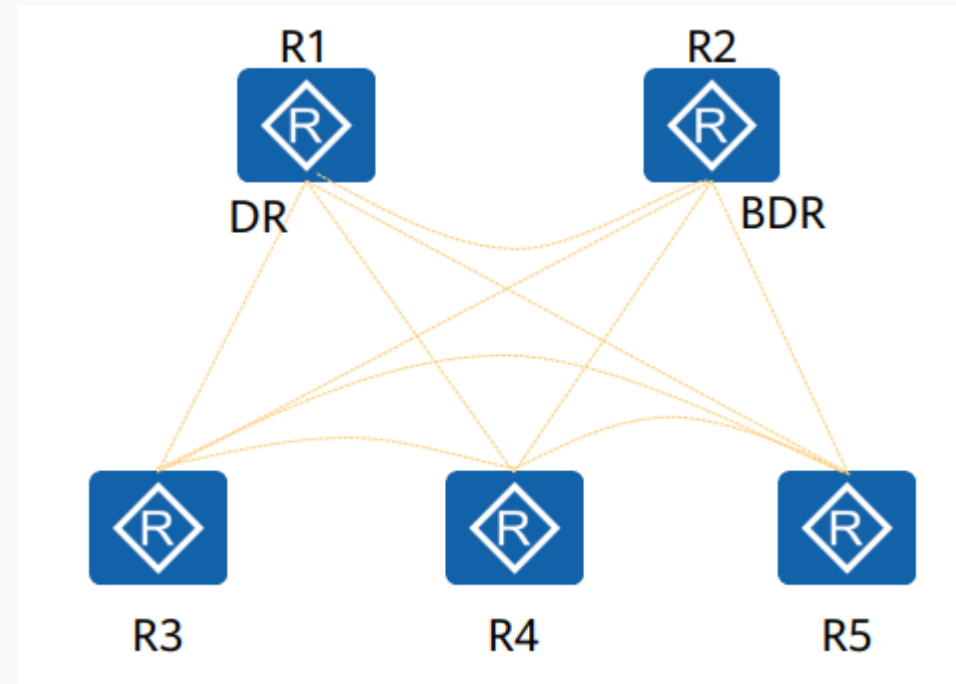
Obs: tipo pode ser alterado manualmente

OSPF – Diferença entre tipos de rede

- Broadcast:
 - Hello, LSU, LSAck: multicast (224.0.0.5 para DROthers e 224.0.0.6 para DR/BDR)
 - DD e LSR: unicast
- P2P:
 - Todos pacotes: multicast (224.0.0.5)
- NBMA:
 - Todos pacotes: unicast
- P2MP:
 - Hello: multicast (224.0.0.5)
 - DD, LSR, LSU e LSAck: unicast

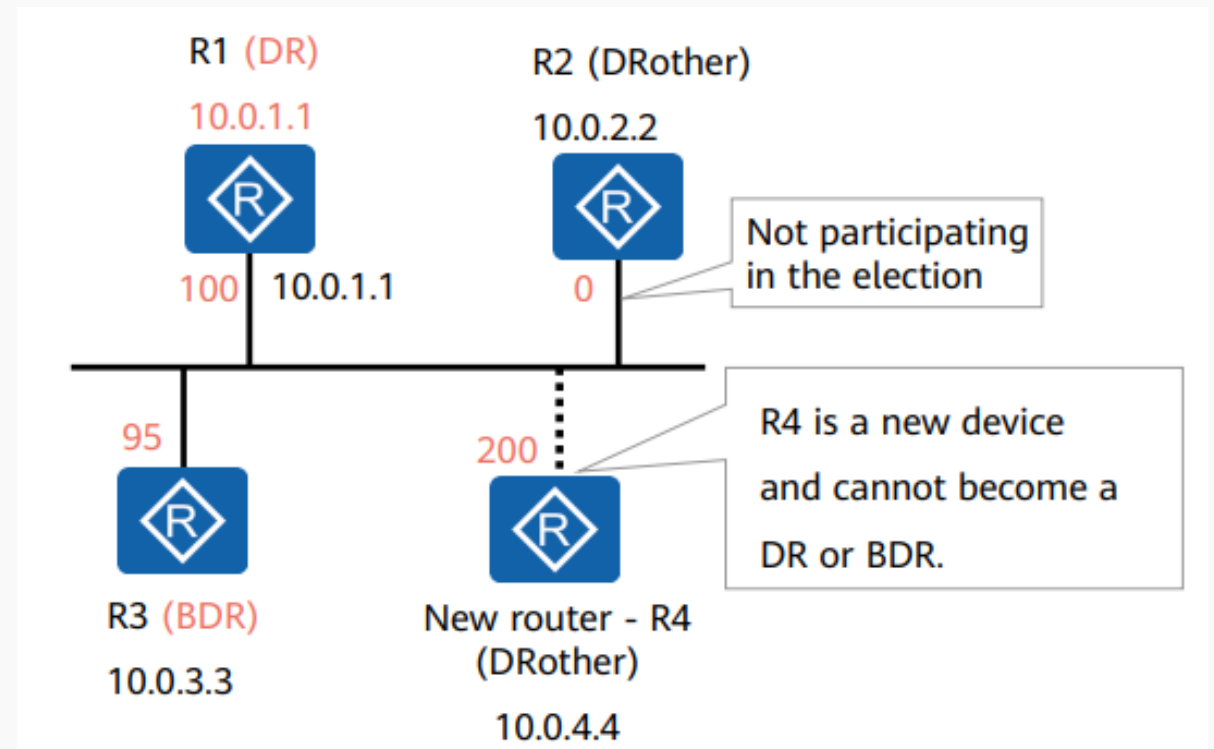
OSPF - Designated Router

- Evitar adjacência entre todos os roteadores em redes broadcast e NBMA
- DR (Designated Router) e BDR (Backup Designated Router) são eleitos
- Demais roteadores (DROthers) somente estabelecem adjacência com DR e BDR
- Roteadores não-BDR ficam em estado 2-Way entre eles



OSPF - Eleição DR e BDR

- Roteadores com maior prioridade (priority) são eleitos como DR/BDR
 - Prioridade padrão = 1
 - Se prioridade = 0, roteador não pode ser eleito como DR ou BDR
- Caso haja empate, roteador com maior Router-ID é eleito como DR e o segundo maior como BDR
- Não-preemptivo: caso já tenha um DR e BDR, roteador não se torna DR mesmo com maior prioridade
- Roteador aguarda um RouterDeadInterval (padrão 40s) para começar a participar da eleição

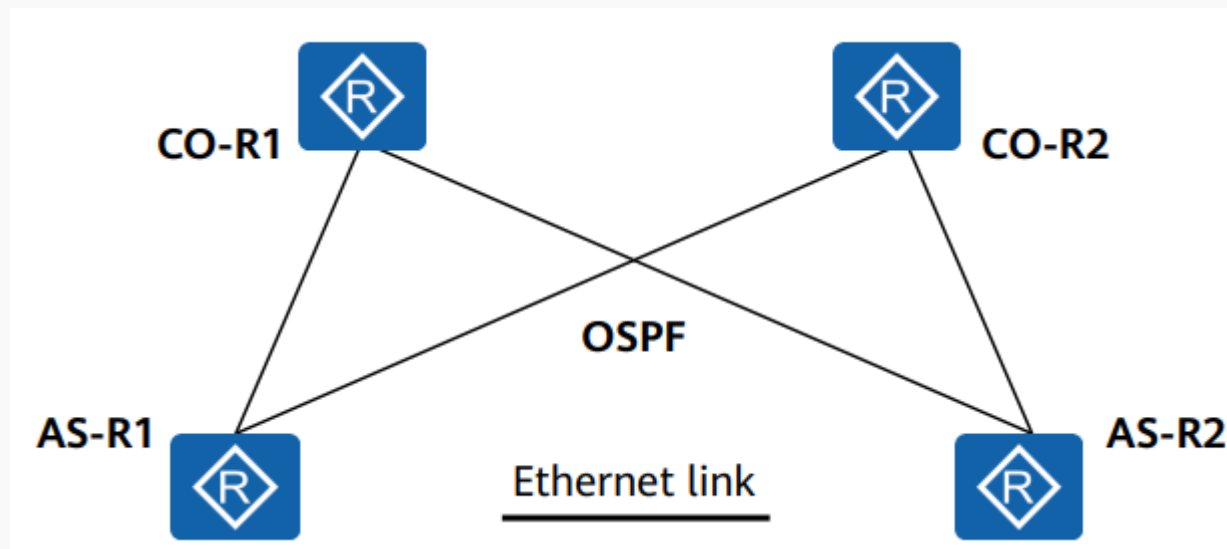


OSPF - Eleição DR e BDR

Tipo de Rede	Padrão de protocolo	Elege DR?	Estabelece adjacência?
P2P	PPP e HDLC	Não	Sim
Broadcast	Ethernet	Sim	DR estabelece adjacência com BDR e DR0thers. BDR estabelece adjacência com DR e DR0thers. DR0thers estabelecem apenas vizinhança entre eles.
NBMA	FR		
P2MP	Manualmente	Não	Sim

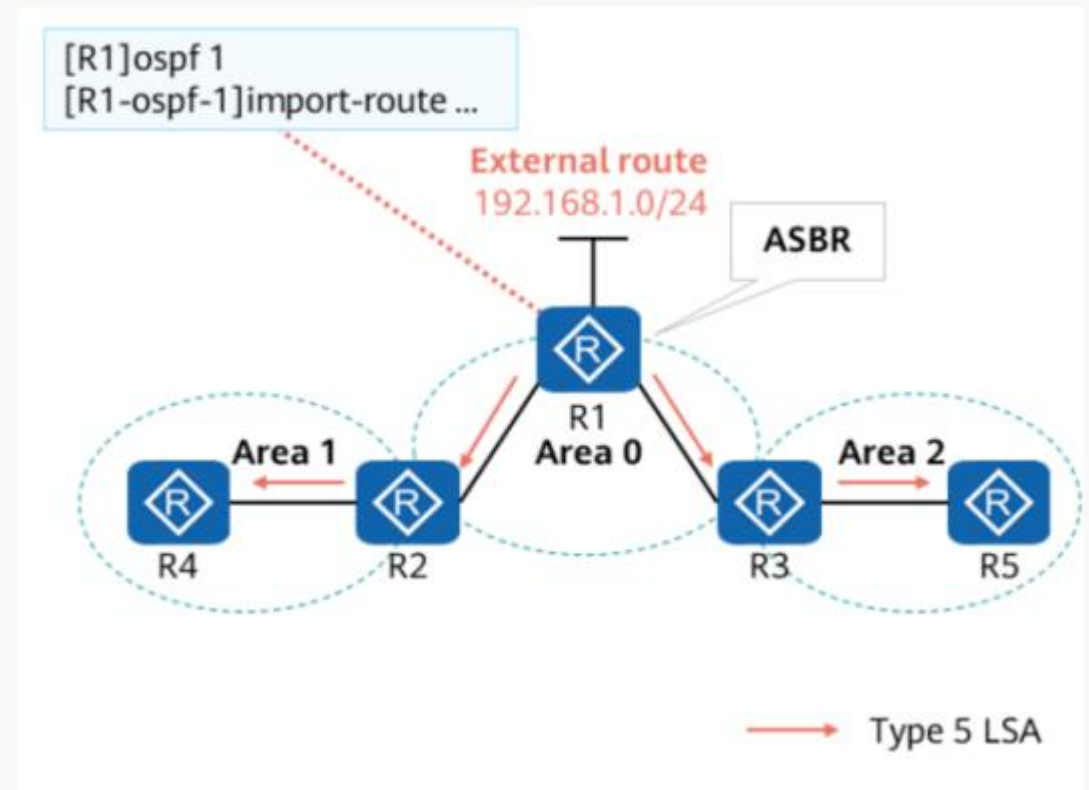
OSPF - Alterar tipo de rede de uma interface

- Interfaces Ethernet são do tipo broadcast por padrão
- Boa prática: em redes que somente possuem dois roteadores, alterar para P2P para evitar eleição de DR/BDR



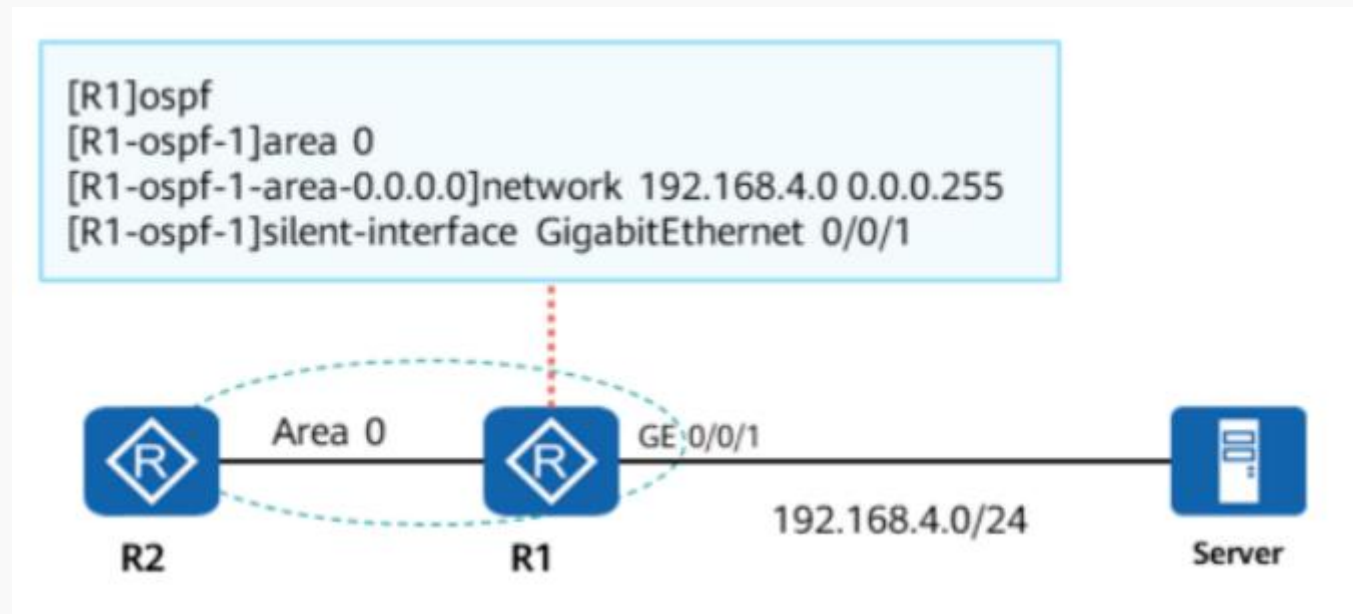
OSPF – Importar rotas externas

- ASBR: roteador OSPF que importa rotas de outros protocolos para o OSPF
- Rotas externas (O_ASE) possuem preferência 150
- Tipo-1: soma os custos internos do OSPF
- Tipo-2 (default): não conta os custos internos do OSPF



OSPF - Interface passiva

- Interface passiva (silent-interface):
 - Não aceita ou envia pacotes OSPF
 - Rotas conectadas ainda podem ser anunciadas no OSPF



OSPF – Autenticação de pacotes

OSPF possui dois modos de autenticação:

- Autenticação por área: deve ser o mesmo em todos os roteadores de uma área
- Autenticação por interface: deve ser o mesmo dos vizinhos diretamente conectados

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/1  
[R2-GigabitEthernet0/0/1]ospf authentication-mode md5 1 cipher Huawei
```

Configure an authentication mode on GE0/0/1 of R2.

```
[R2]ospf  
[R2-ospf-1]area 0  
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]authentication-mode simple cipher Huawei
```

Enable area authentication in area 0 on R2.



OSPFv3 – IPv6

- OSPFv3 é versão do OSPF para IPv6
- Definido na RFC 2740
- OSPFv2 e OSPFv3 não são compatíveis
- Necessário configurar separadamente o protocolo mantendo uma instância para cada



OSPFv2 is an IGP running over IPv4, whereas OSPFv3 is an IGP running over IPv6. They are not compatible.

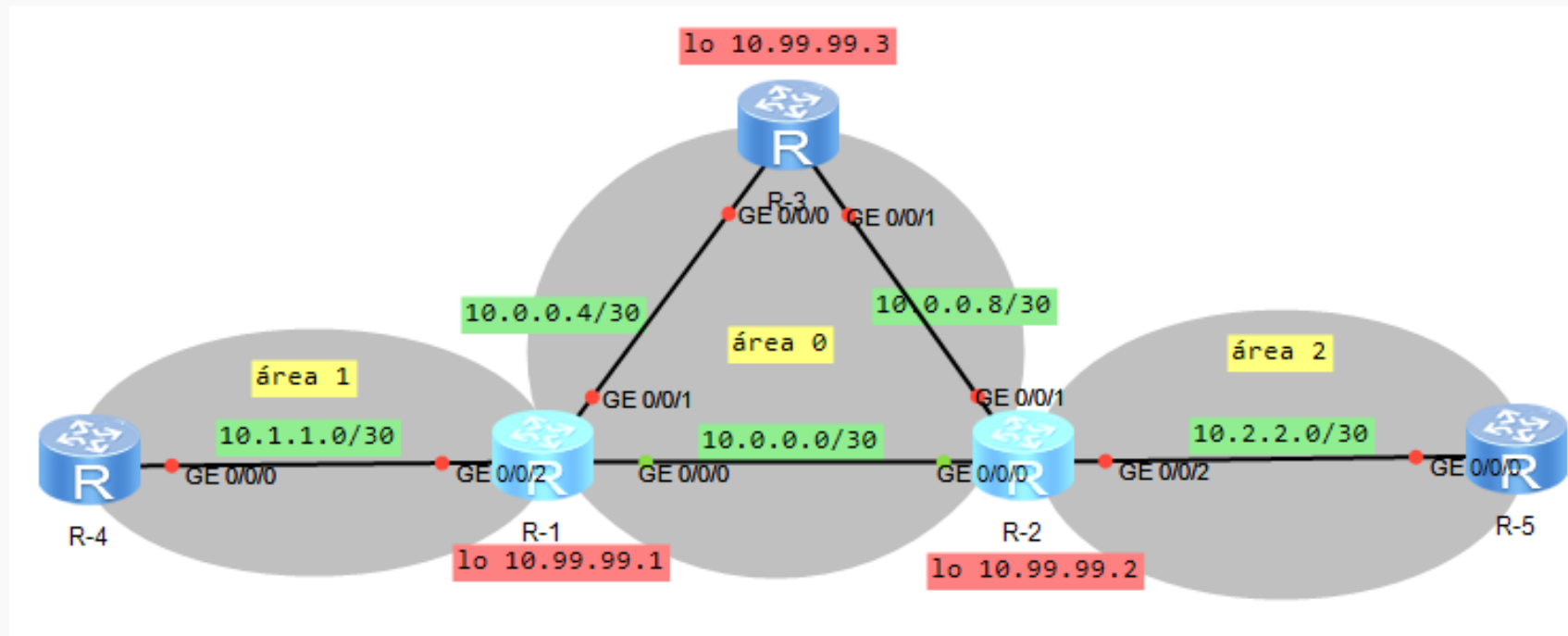
OSPFv3 – Semelhanças OSPFv3 x OSPFv2

- Características iguais ao IPv4:
 - Tipos de áreas: backbone, área comum, stub, NSSA
 - Tipos de roteadores: backbone, interno, ABR e ASBR
 - Custo de rotas
 - Tipos de rede: broadcast, P2P, NBMA, P2MP
 - Tipos de pacotes: hello, DD, LSR, LSU, LSAck
 - Estabelecimento de vizinhança e transição de estados
 - Eleição DR e BDR
 - Flooding de LSAs
 - Processo de cálculo de rotas

OSPFv3 – Diferenças OSPFv3 x OSPFv2

- Router-ID deve ser configurado manualmente na forma de endereço IPv4
- Opera com base em link e não em segmento de rede
- Utiliza endereços link-local (fe80::/10) como endereço de origem dos pacotes OSPF e como next-hop das rotas
- Múltiplas instâncias em uma mesma interface física

OSPF - Laboratório



SUMÁRIO

➤ 01. Revisão Roteamento

➤ 02. OSPF

➤ **03. IS-IS**

➤ 04. OSPF x IS-IS

IS-IS - Intermediate System to Intermediate System

- Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)
- Interior Gateway Protocol (IGP)
- Tipo link-state
- Utiliza algoritmo SPF (Dijkstra) para cálculo das rotas
- Inicialmente criado pela ISO para redes Connectionless Network Protocol (CLNP) e Connectionless Network Service (CLNS)
- Adaptado pelo IETF para redes IP na RFC 1195, chamando de Integrated IS-IS
- Aplicado para IPv4 e IPv6

IS-IS - Exemplo de NET

- Cada roteador IS-IS deve possuir pelo menos um NET
- Pode possuir mais de um NET porém o System ID deve ser o mesmo
- Para facilitar gerência, o System ID pode ser baseado no Router-ID



IS-IS - Tipos de roteadores

Nível-1:

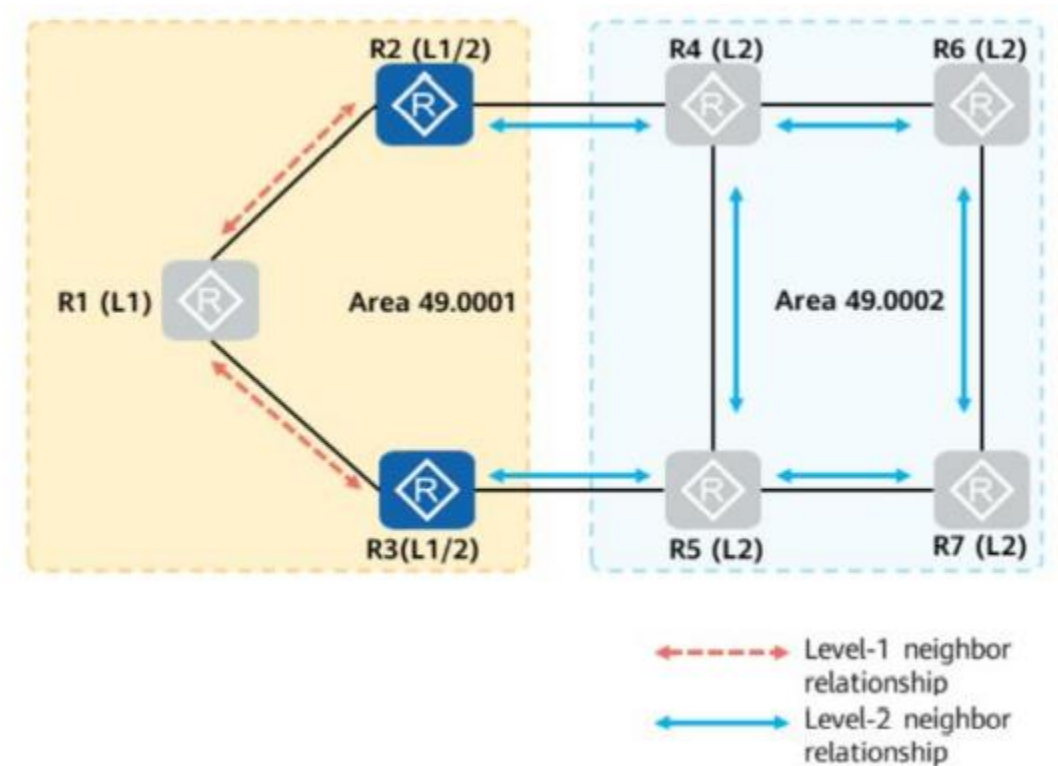
- Estabelecem vizinhança apenas com roteadores Nível-1 e Nível-1-2 da mesma área
- Acessam a rede de backbone através de um roteador Nível-1-2

Nível-2:

- Estabelecem vizinhança apenas com roteadores Nível-2 e Nível-1-2 da mesma área
- Formam a rede de backbone

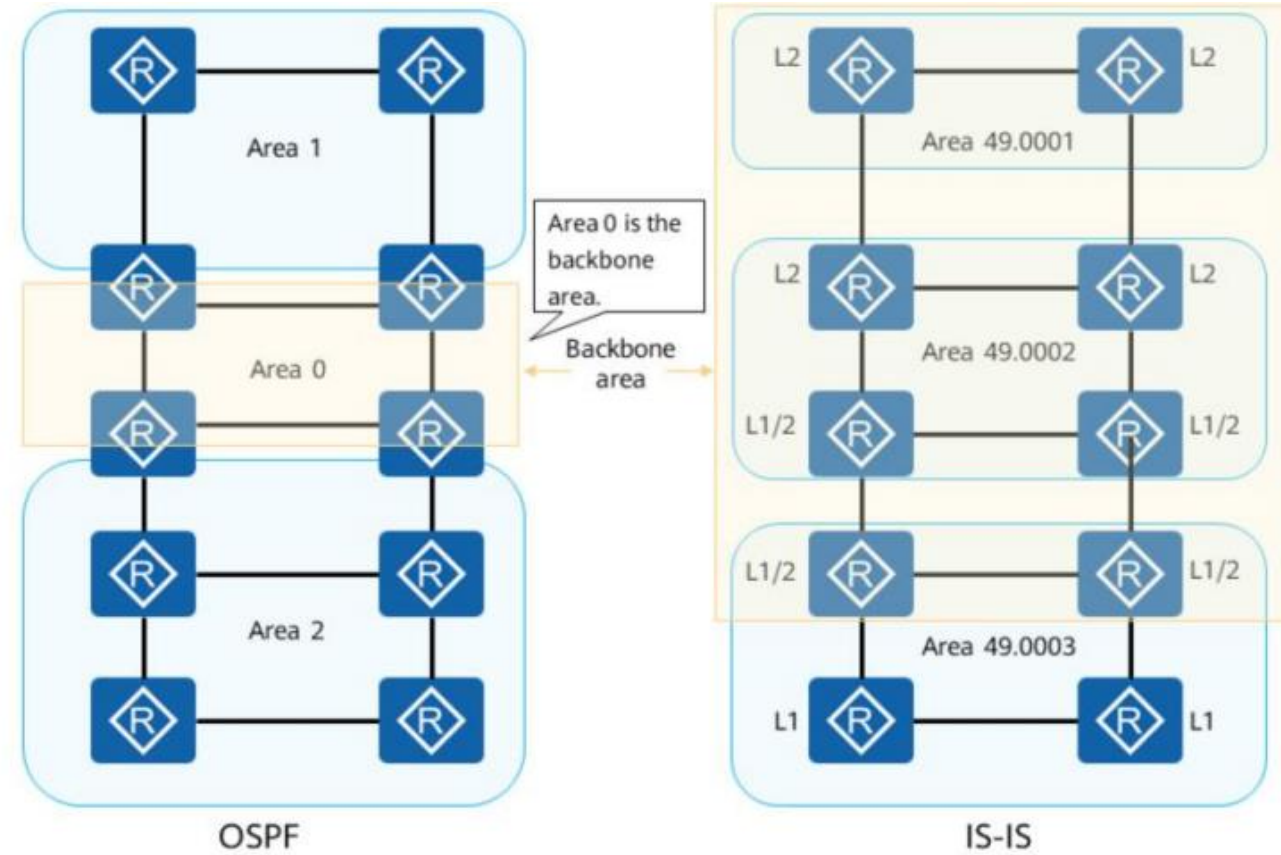
Nível-1-2 (padrão):

- Mantém duas LSDBs: LSDB Nível-1 e LSDB Nível-2
- Pode estabelecer vizinhança Nível-1 com roteadores Nível-1 e Nível-1-2 da mesma área, ou vizinhança Nível-2 com roteadores Nível-2 e Nível-1-2 de área diferente



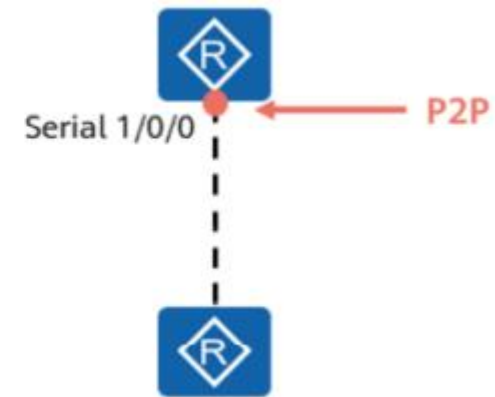
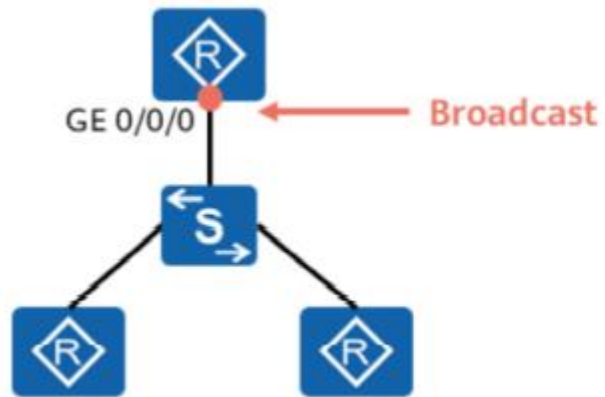
IS-IS - Áreas

- No OSPF, a Area 0 é a área backbone e todas as demais áreas devem estar conectadas a ela
- No IS-IS, os roteadores Nível-2 (L2) formam o backbone da rede e não precisam estar na mesma área
- IS-IS possui hierarquia de dois níveis:
 - Roteadores Nível-1 (L1) são implantados nas áreas não-backbone
 - Roteadores Nível-2 (L2) e Nível-1-2 (L1/2) formam o backbone da rede
- Cada roteador do IS-IS pertence a apenas uma área



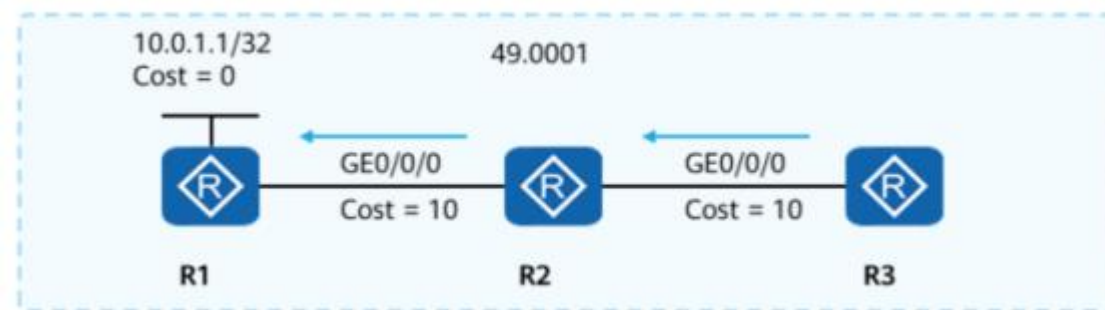
IS-IS - Tipos de circuito

- IS-IS suporta apenas 2 tipos de circuito:
 - Broadcast: Ethernet
 - Point-to-point (P2P): PPP, HDLC
- Para circuitos NBMA, pode-se configurar sub-interfaces P2P



IS-IS - Custo da rota

- O custo da interface no IS-IS por padrão:
 - Não está relacionado a velocidade da interface
 - Padrão é 10 independente da interface
 - Tipo "narrow": custo da interface pode variar apenas entre 1 - 63 e valor máximo acumulado é 1023
- Pode-se alterar para tipo "wide": 1 - 16,777,215



IS-IS - Tipos de pacotes

IS-IS PDU	Função
IS-IS Hello PDU (IIH)	Estabelecer e manter vizinhança L1 LAN IIH para vizinhança Nível-1 L2 LAN IIH para vizinhança Nível-2 P2P IIH para redes P2P
Link-State PDU (LSP)	Trocar informações de estado de link Existem LSPs Nível-1 e Nível-2
Complete Sequence Number PDU (CSNP)	Contém lista de todos LSPs da base de dados do roteador Existem CNSPs Nível-1 e Nível-2
Partial Sequence Number PDU (PSNP)	Usado para solicitar uma ou mais LSPs e confirmar o recebimento. Existem PNSPs Nível-1 e Nível-2

IS-IS - TLVs comuns

- TLV é uma estrutura de dados que consiste em tipo (Type), tamanho (Length) e valor (Value)
- A estrutura de TLVs é o que permite escalabilidade do IS-IS
- Para que nova funcionalidade seja adicionada ao protocolo, basta criar novo TLV sem necessidade de alterar a estrutura do pacote

TLV Type	Name	PDU Type
1	Area Address	IIH, LSP
2	IS Neighbors (LSP)	LSP
4	Partition Designated Level2 IS	L2 LSP
6	IS Neighbors (MAC Address)	LAN IIH
7	IS Neighbors (SNPA Address)	LAN IIH
8	Padding	IIH
9	LSP Entries	SNP
10	Authentication Information	IIH, LSP, SNP
128	IP Internal Reachability Information	LSP
129	Protocol Supported	IIH, LSP
130	IP External Reachability Information	LSP
131	Inter-Domain Routing Protocol Information	L2 LSP
132	IP Interface Address	IIH, LSP

IS-IS - Estabelecimento de vizinhança

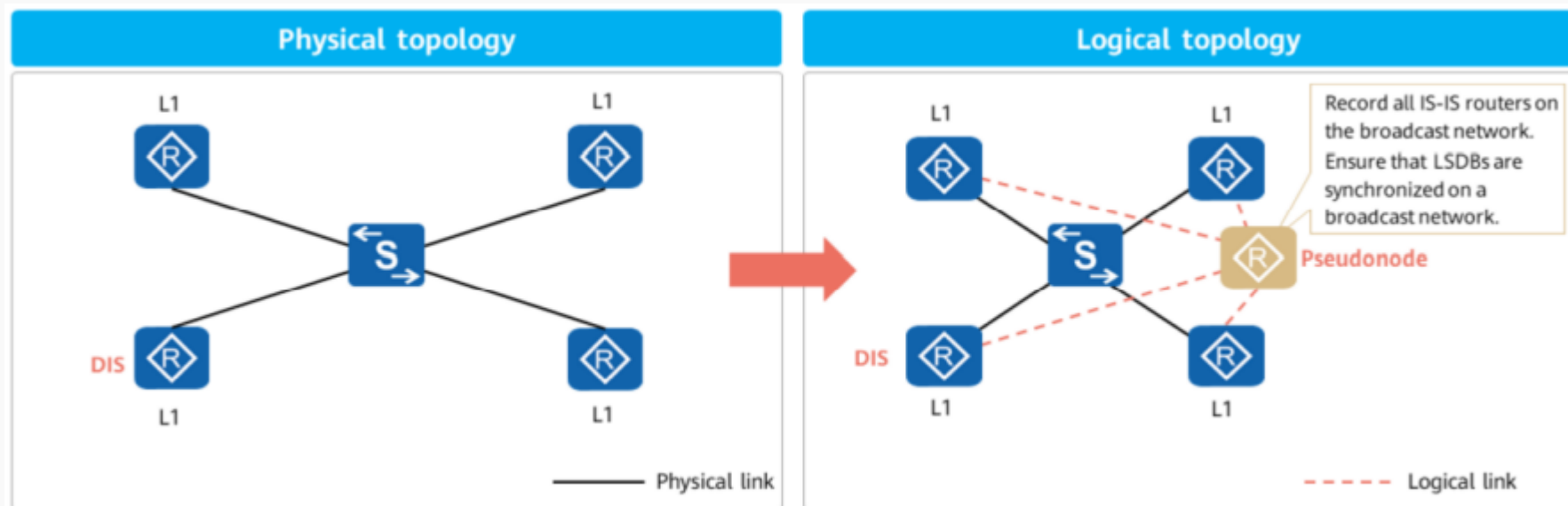
Regras para estabelecimento de vizinhança entre roteadores:

- Apenas roteadores vizinhos de mesmo Nível podem estabelecer vizinhança
- Roteadores Nível-1 precisam possuir mesmo Area ID
- Tipo de rede precisa estar consistente
- Endereços IP devem estar dentro da mesma rede*

*É possível desabilitar a checagem do IP

IS-IS - DIS e Pseudonode

- Em redes broadcast, é eleito Designated Intermediate System (DIS).
- DIS cria e atualiza um pseudonode:
 - Conhece os roteadores da rede
 - Garante que os LSDBs estão sincronizados a todos os participantes
- Não possui Backup DIS

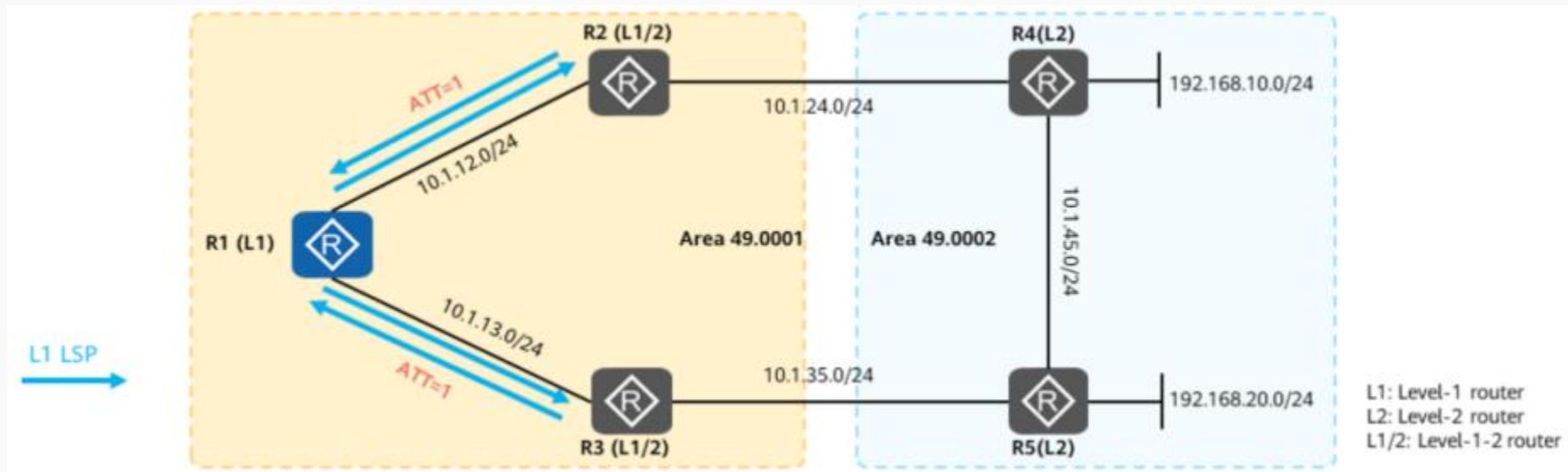


IS-IS - DIS e Pseudonode

- DIS Nível-1 e Nível-2 são escolhidos separadamente
- Regras para escolha do DIS:
 - Roteador com maior prioridade de interface (64 por padrão)
 - Caso haja empate, roteador com maior endereço MAC
- Diferenças em relação à eleição do DR no OSPF
 - Roteadores com prioridade igual a 0 podem ser eleitos como DIS
 - É preemptivo, ou seja, um novo roteador com maior prioridade é imediatamente escolhido como novo DIS

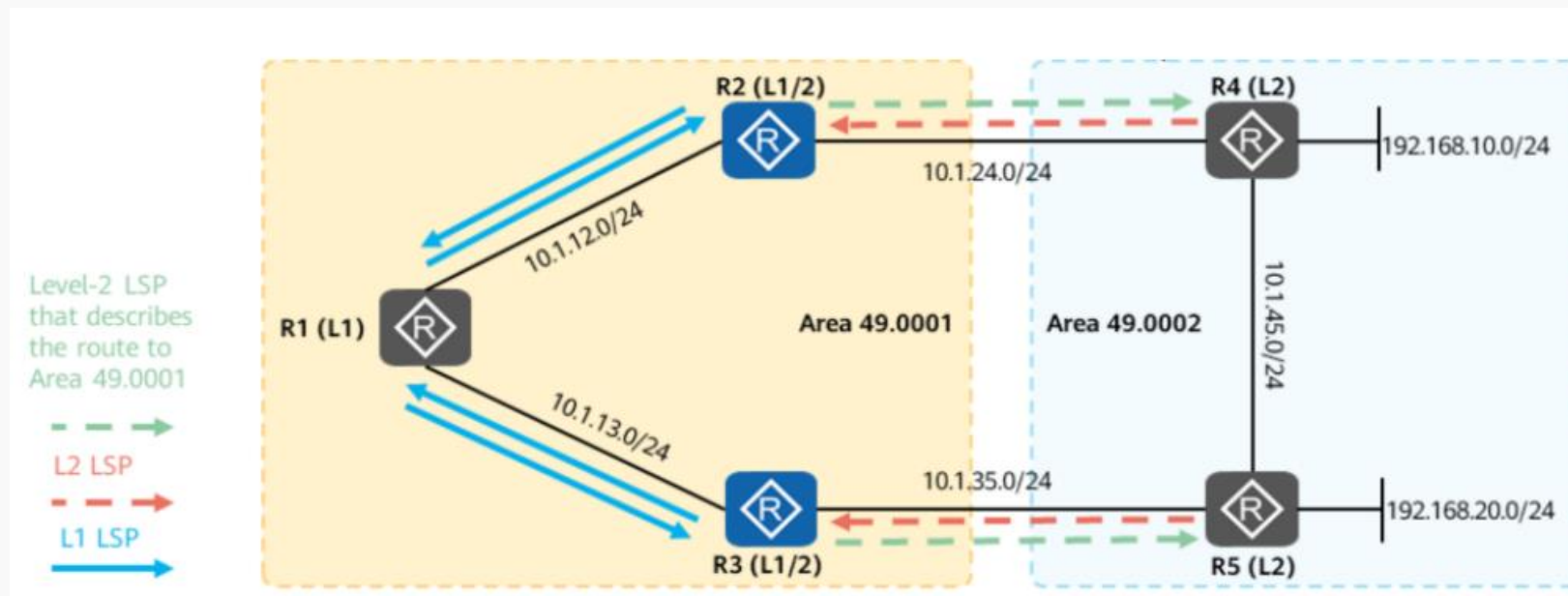
IS-IS – LSDB de Roteadores Nível-1

- Roteadores Nível 1 possuem apenas rotas de roteadores de mesma área



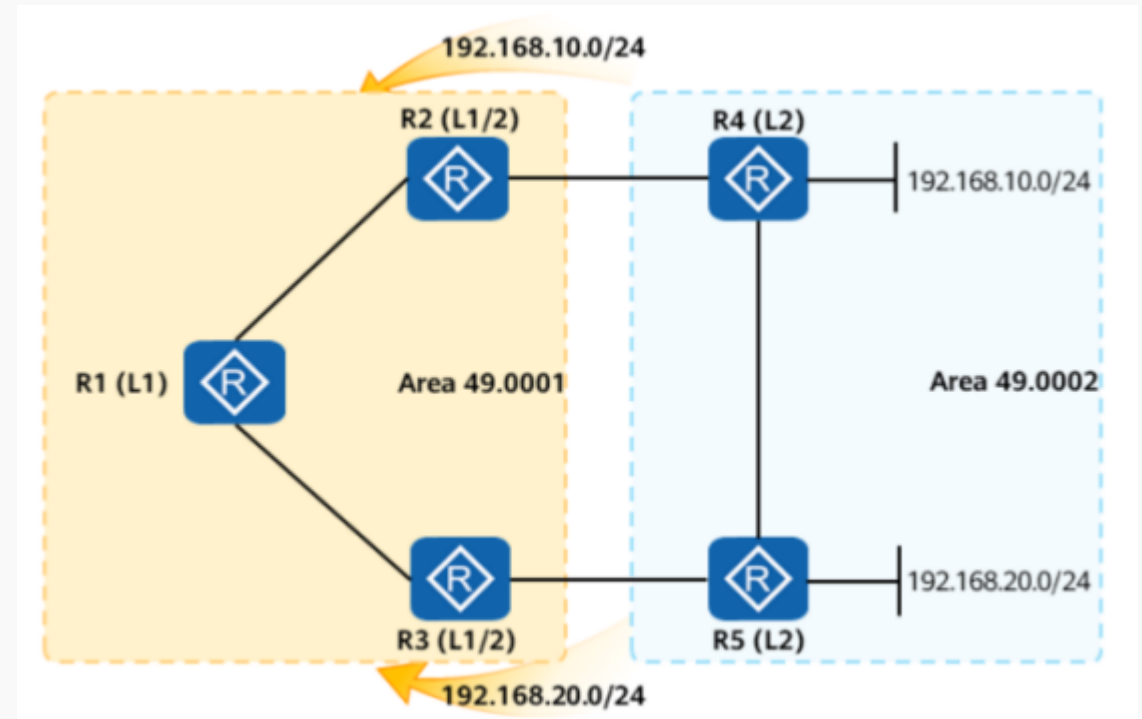
IS-IS – LSDB de roteadores Nível-1-2

- Roteadores Nível-1-2 possuem duas LSDBs:
 - LSDB Nível 1
 - LSDB Nível 2
- Envia rotas Nível-1 para vizinhos Nível-2



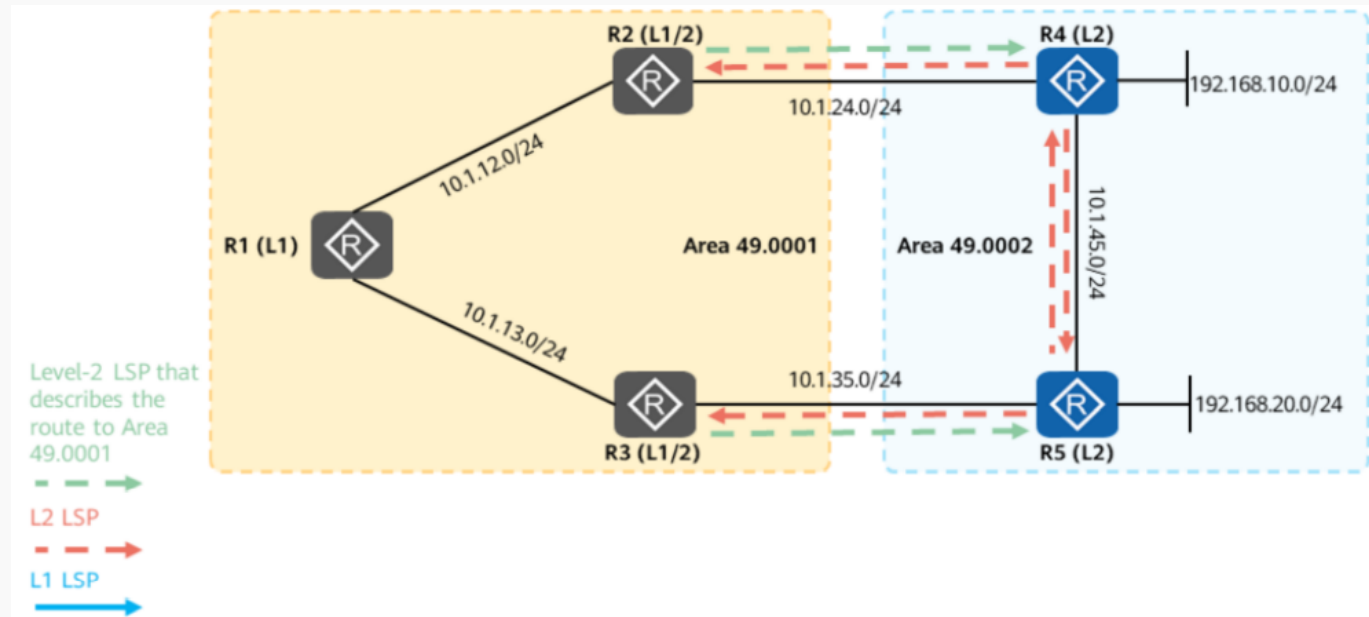
IS-IS – Vazamento de rotas

- Por padrão, roteadores Nível 1-2 não anunciam rotas de outras áreas para roteadores locais Nível 1
- É possível vaziar rotas desejadas para dentro de uma área
- Aumentar precisão de roteamento



IS-IS – LSDB de roteadores Nível-2

- Roteadores Nível-2 mantêm apenas LSDB Nível-2
- Conseguem calcular rotas para toda a rede



IS-IS – Autenticação dos pacotes

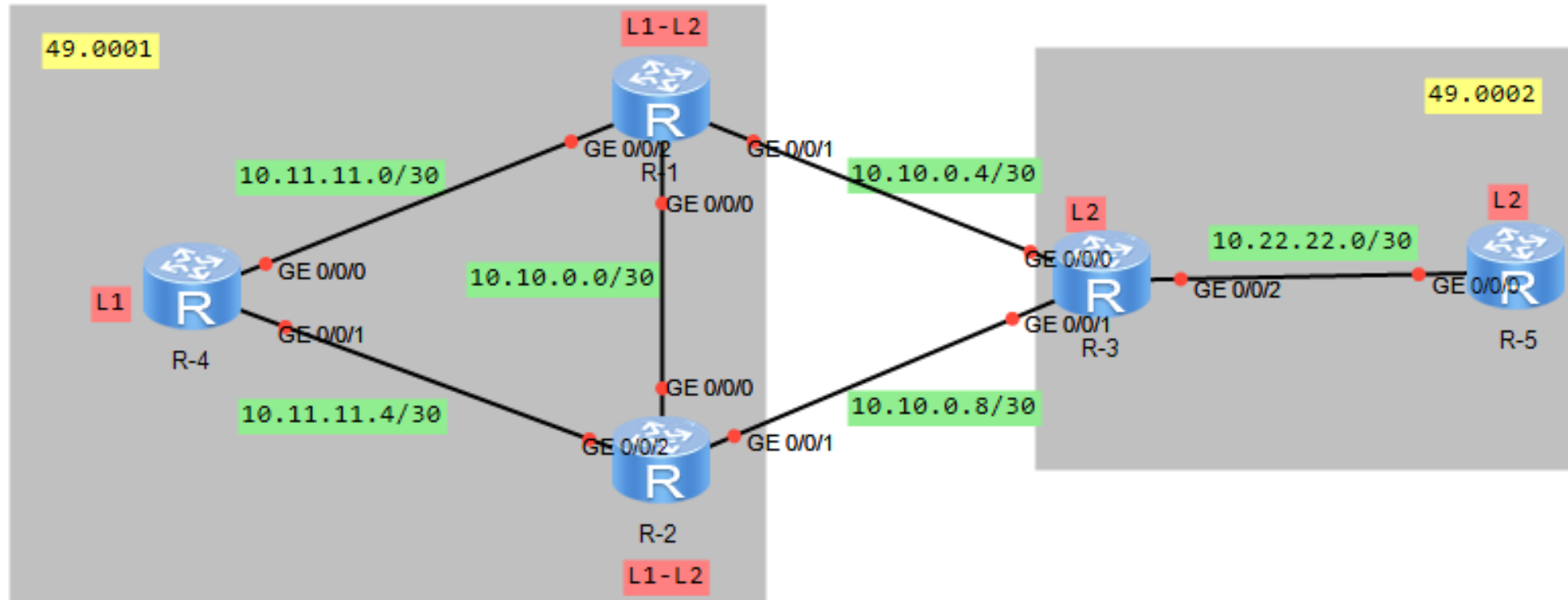
- Adiciona campo de autenticação no pacote, aumentando segurança
- Definir tipo de pacote
 - Autenticação por interface: configurado na interface, autentica IIH PDU Nível-1 e Nível-2
 - Autenticação por área: configurado no processo IS-IS, autentica pacotes CSNP, PSNP e LSP Nível-1
 - Autenticação por domínio de roteamento: configurado no processo IS-IS, autentica pacotes CSNP, PSNP e LSP Nível-2
- Definir modo de autenticação:
 - Texto plano: senha é enviada diretamente nos pacotes
 - MD5: usa algoritmo MD5 para encriptar a senha antes de adicionar ao pacote
 - HMAC-SHA256: usa algoritmo HMAC-SHA256 para encriptar a senha antes de adicionar ao pacote
 - Keychain: realiza alteração da senha automaticamente

IS-IS – IPv6

Para suportar IPv6, IS-IS adiciona apenas:

- Dois novos TLVs:
 - TLV 232 (IPv6 Interface Address)
 - TLV 236 (IPv6 Reachability)
- Um novo Network Layer Protocol Identifier (NLPID) ao TLV 129 (Protocol Supported):
 - Valor 142 (0x8E): suporte a IPv6

IS-IS - Laboratório



SUMÁRIO

➤ 01. Revisão Roteamento

➤ 02. OSPF

➤ 03. IS-IS

➤ **04. OSPF x IS-IS**

OSPF x IS-IS - Similaridades

- IGPs
- Protocolos link-state
- Algoritmo SPF
- Cálculo baseado em custo
- Hierarquia de dois níveis
- ECMP
- Autenticação
- Designated Router / Designated IS

OSPF x IS-IS - Diferenças

- OSPF: área 0 é o backbone e demais áreas devem se comunicar com área 0
- IS-IS: roteadores Nível-2 ou Nível-1-2 formam o backbone, configuração de áreas mais flexível
- OSPF: vários tipos de LSAs
- IS-IS: apenas dois tipos de LSPs, variação está no TLV
- OSPF: baseado em pacote IP (camada 3)
- IS-IS: opera na camada de enlace (camada 2)
- OSPF: outro protocolo (OSPFv3) para suporte a IPv6
- IS-IS: possui suporte a IPv6
- OSPF: apenas LSAs são extensíveis
- IS-IS: todos pacotes são extensíveis
- OSPF: possui Backup DR e é não-preemptivo
- IS-IS: não possui Backup DIS e é preemptivo
- OSPF: custo baseado na velocidade da interface
- IS-IS: todas possuem custo padrão

OSPF x IS-IS - Terminologia

OSPF	IS-IS
Host	End System (ES)
Router	Intermediate System (IS)
Link	Circuito
Packet	Protocol Data Unit (PDU)
Designated Router (DR)	Designated IS (DIS)
Backup DR	Não possui backup DIS
Link-State Advertisement (LSA)	Link-State PDU (LSP)
Hello packet	IIH PDU
Database Description (DD)	Complete Sequence Number PDU (CSNP)
Area	Sub-domínio (área)
Área não-backbone	Área Nível-1
Área backbone	Sub-domínio Nível-2 (backbone)
Area Border Router (ABR)	Roteador Nível-1-2
Autonomous System Boundary Router (ASBR)	Qualquer IS

OSPF x IS-IS – Considerações

- OSPF mais conhecido de maneira geral e IS-IS mais conhecido por nicho (grandes ISPs)
- Ambos protocolos estão maduros
- Ambos possuem novas funções sendo adicionadas
- Considerar conhecimento da equipe
- IS-IS mais adequado para larga escala
- Estabilidade e escalabilidade dependem também da arquitetura da rede



VINICIUS OCHIRO
ESPECIALISTA IP
vinicius@fiberx.com.br

para que você realize_

fiberx.com.br

OBRIGADO(A)!