



nic.br

Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

egi.br

Comitê Gestor da
Internet no Brasil

Curso de Roteamento

Programa Acelera NET

registro.br cert.br cetic.br ceptro.br ceweb.br ix.br

Licença de uso do material

Esta apresentação está disponível sob a licença

Creative Commons

Atribuição - Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.pt>

Você tem o direito de:

- **Compartilhar** - copiar e redistribuir o **material** em qualquer suporte ou formato para qualquer fim, **mesmo que comercial**.
- *O licenciante não pode revogar estes direitos desde que você respeite os termos da licença.*

De acordo com os termos seguintes:

- **Atribuição** - Você deve dar o crédito apropriado, prover um link para a licença e indicar se mudanças foram feitas. Você deve fazê-lo em qualquer circunstância razoável, mas de nenhuma maneira que sugira que o licenciante apoia você ou o seu uso. Ao distribuir essa apresentação, você deve deixar claro que ela faz parte do **Acelera NET do CEPTR0.br/NIC.br**, e que os originais podem ser obtidos em <http://ceptro.br>. Você deve fazer isso sem sugerir que nós damos algum aval à sua instituição, empresa, site ou curso.
- **Sem Derivações** - Se você remixar, transformar ou criar a partir do material, você não pode distribuir o material modificado.

Se tiver dúvidas, ou quiser obter permissão para utilizar o material de outra forma, entre em contato pelo e-mail: info@nic.br.



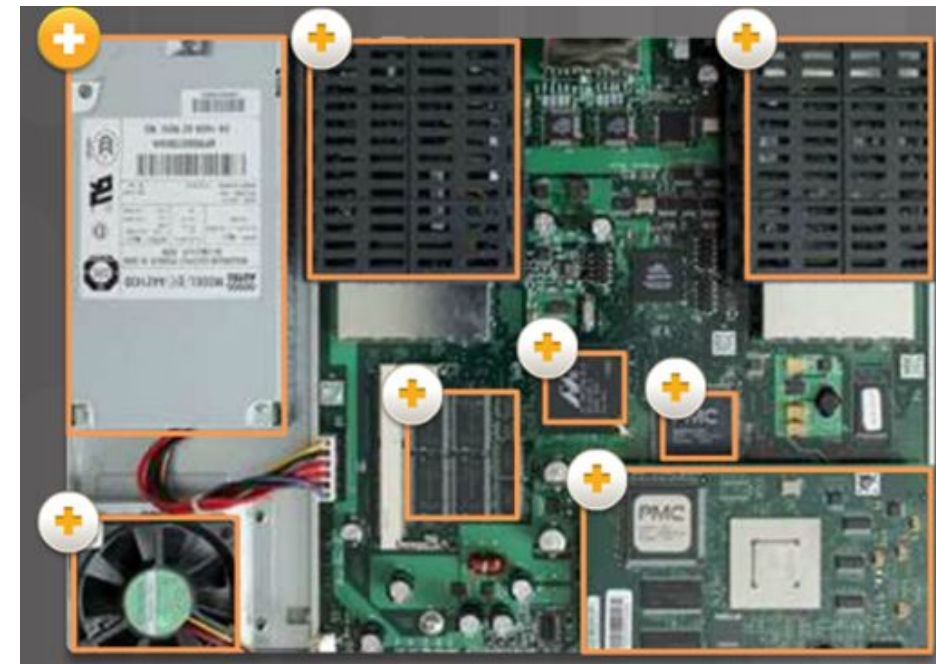
Componentes Internos do Roteador

ceptro.br nic.br egi.br

Roteador - Estrutura Interna



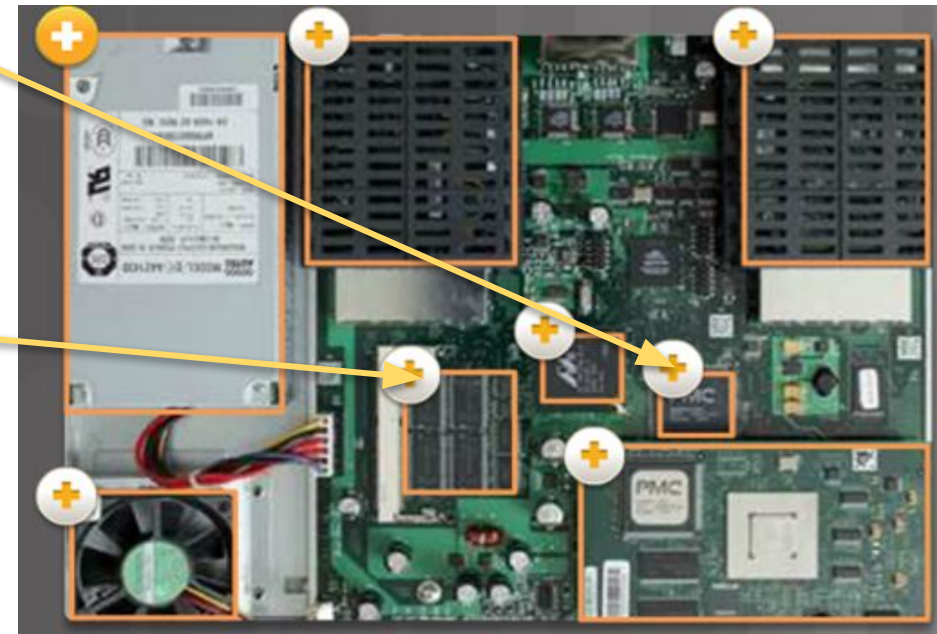
Doméstico



Corporativo

Roteador - Componentes Principais

- **CPU (Central Processing Unit)**
 - Executar as instruções e processos do roteador
- **RAM (Random Access Memory)**
 - Armazenar dados executados enquanto o equipamento está ligado.
 - Configurações Atuais
 - Tabela de Roteamento
 - Cache ARP
 - Buffer



Roteador - Componentes Principais

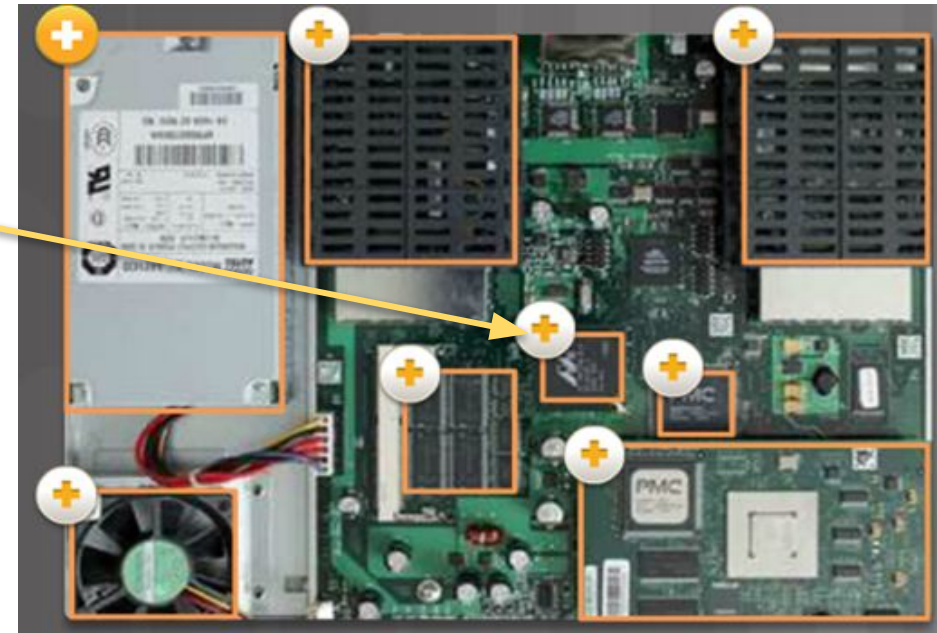
- **Armazenamento**

- **ROM (Read-Only Memory)**

- Armazena instruções de boot, versão de fábrica do sistema operacional.

- **Memória Flash e NVRAM (Nonvolatile RAM)**

- Sistema Operacional
 - Logs
 - Arquivos de Configuração



Roteador - Componentes Principais

- **Interfaces**

- FastEthernet (100 Mbps)
- GigabitEthernet (**GbE** - 1000 Mbps)
- 10GigabitEthernet (**10GbE** - 10.000 Mbps)
- 40GigabitEthernet (**40GbE** - 40.000 Mbps)

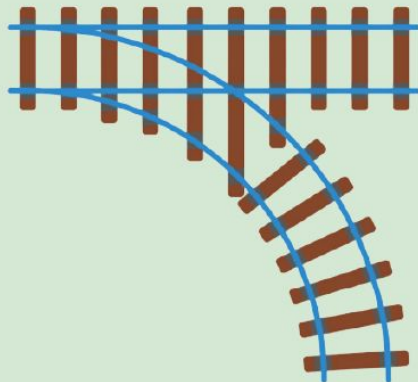
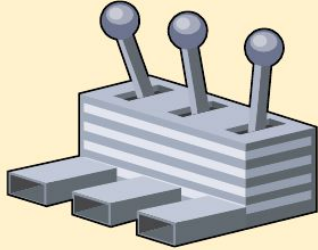


Control Plane e Data Plane

ceptro.br nic.br egi.br

Control e Data Plane

CONTROL PLANE



DATA PLANE

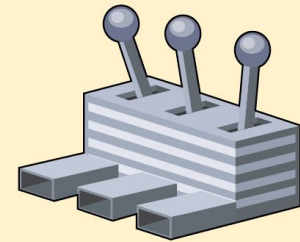
O que é um "plano" em rede?

Em redes, um *plano* é uma **concepção abstrata** de onde certos processos ocorrem. O termo é usado no sentido de "**plano de existência**".

Control Plane

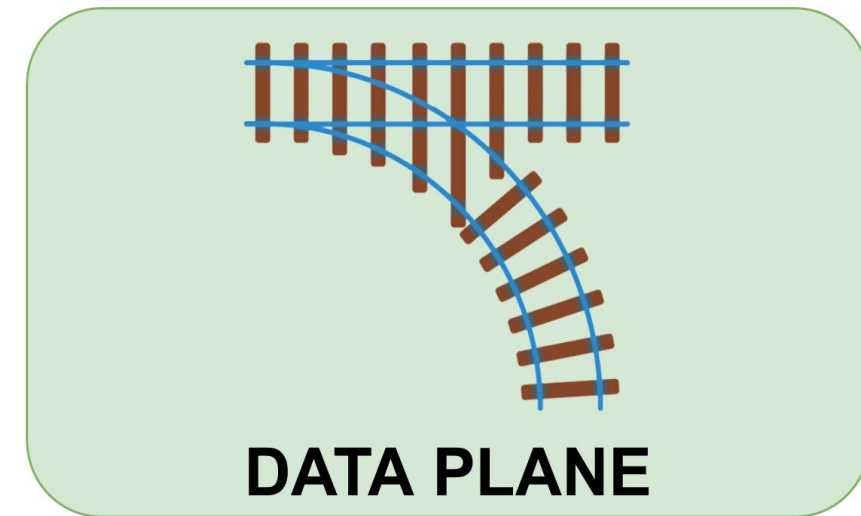
- Determina os caminhos que os pacotes devem seguir.
- Mantém a **tabela de roteamento** atualizada.
 - **RIB** - *Routing Information Base*.
- Envia para a **tabela de encaminhamento** os melhores caminhos encontrados na **RIB**.
 - **FIB** - *Forwarding Information Base*.
- Responsável pelo processo de *Routing*.

CONTROL PLANE

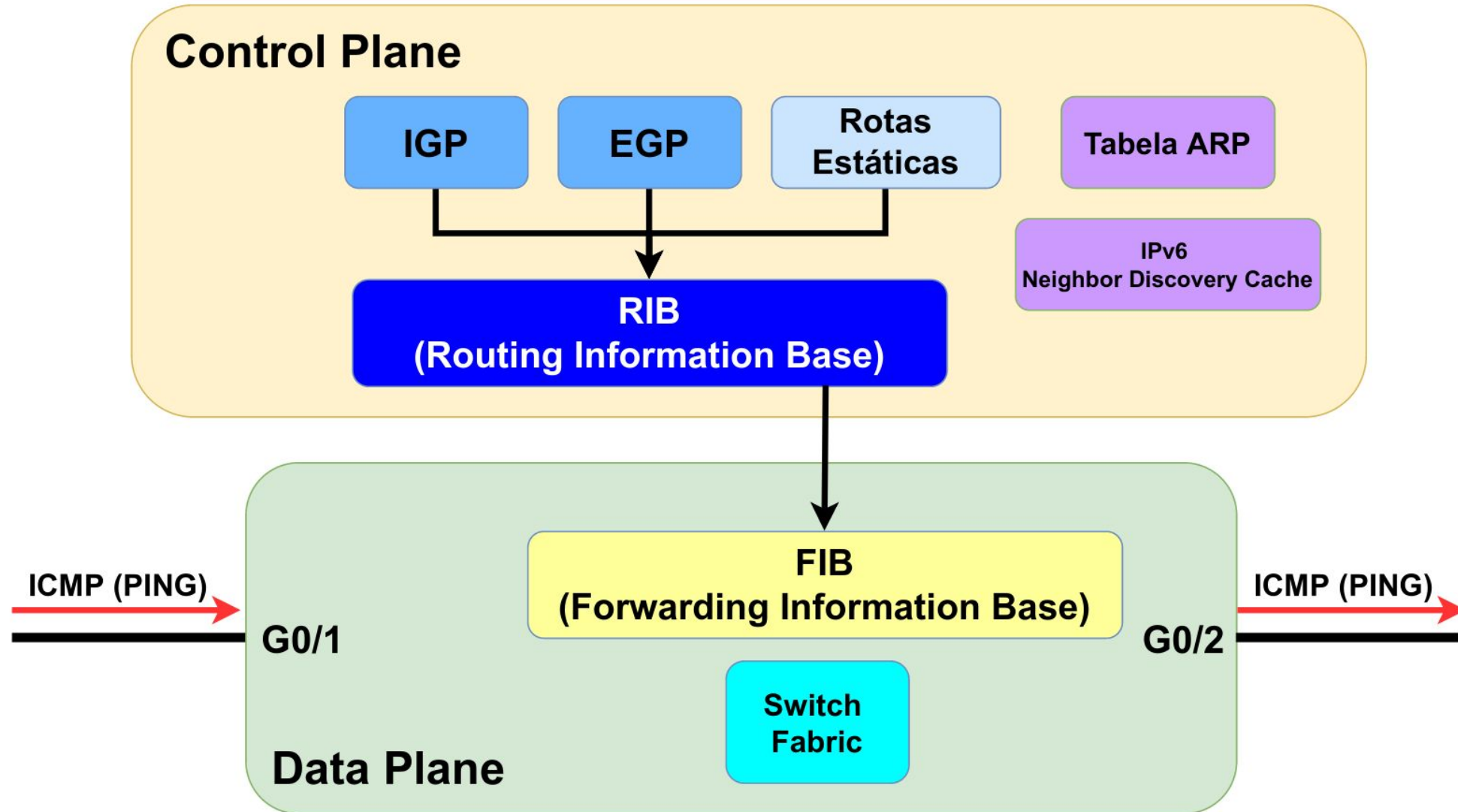


Data/Forwarding Plane

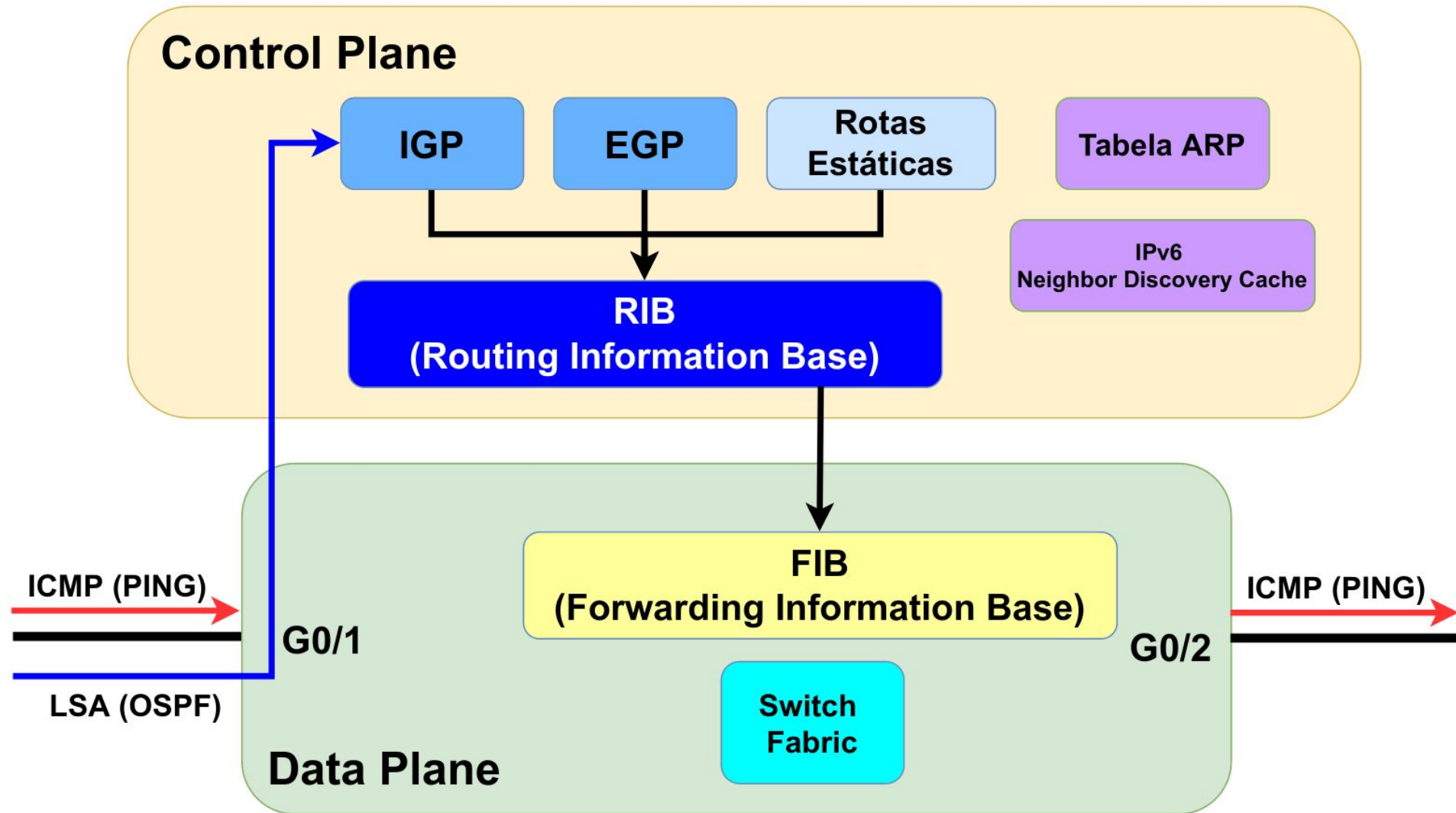
- Encaminha os pacotes recebidos para seus respectivos destinos seguindo as regras do **Control Plane**
- Utiliza as informações da **FIB** para encaminhar os pacotes
- Responsável pelo processo de Forwarding
- Implementado de várias formas:
 - **CPU** do Control Plane
 - **NPU** - Network Processor Unit
 - **ASIC** - Application-Specific Integrated Circuit



Interação Control e Data Plane



Interação Control e Data Plane

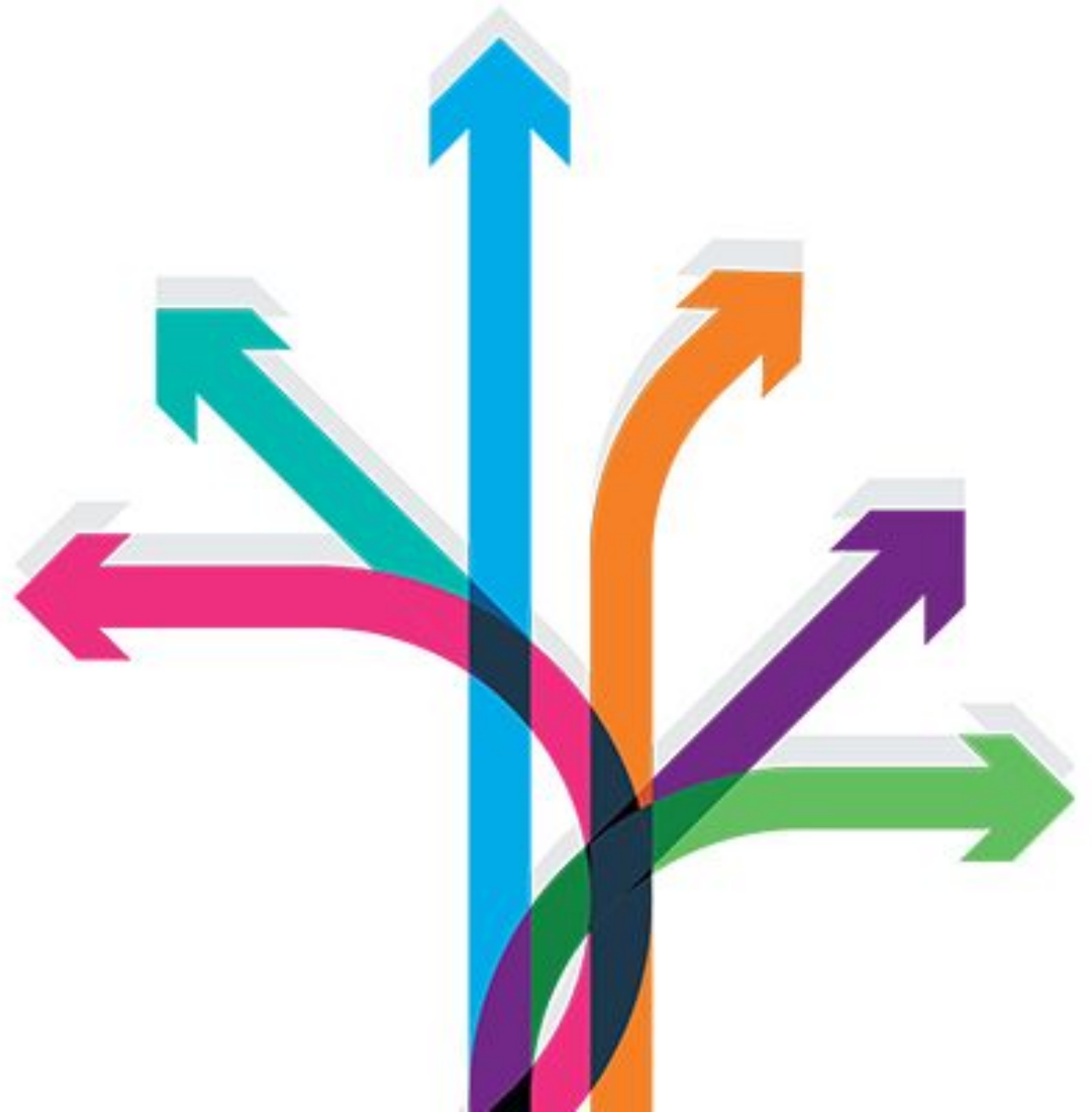


Roteamento

ceptro.br nic.br egi.br

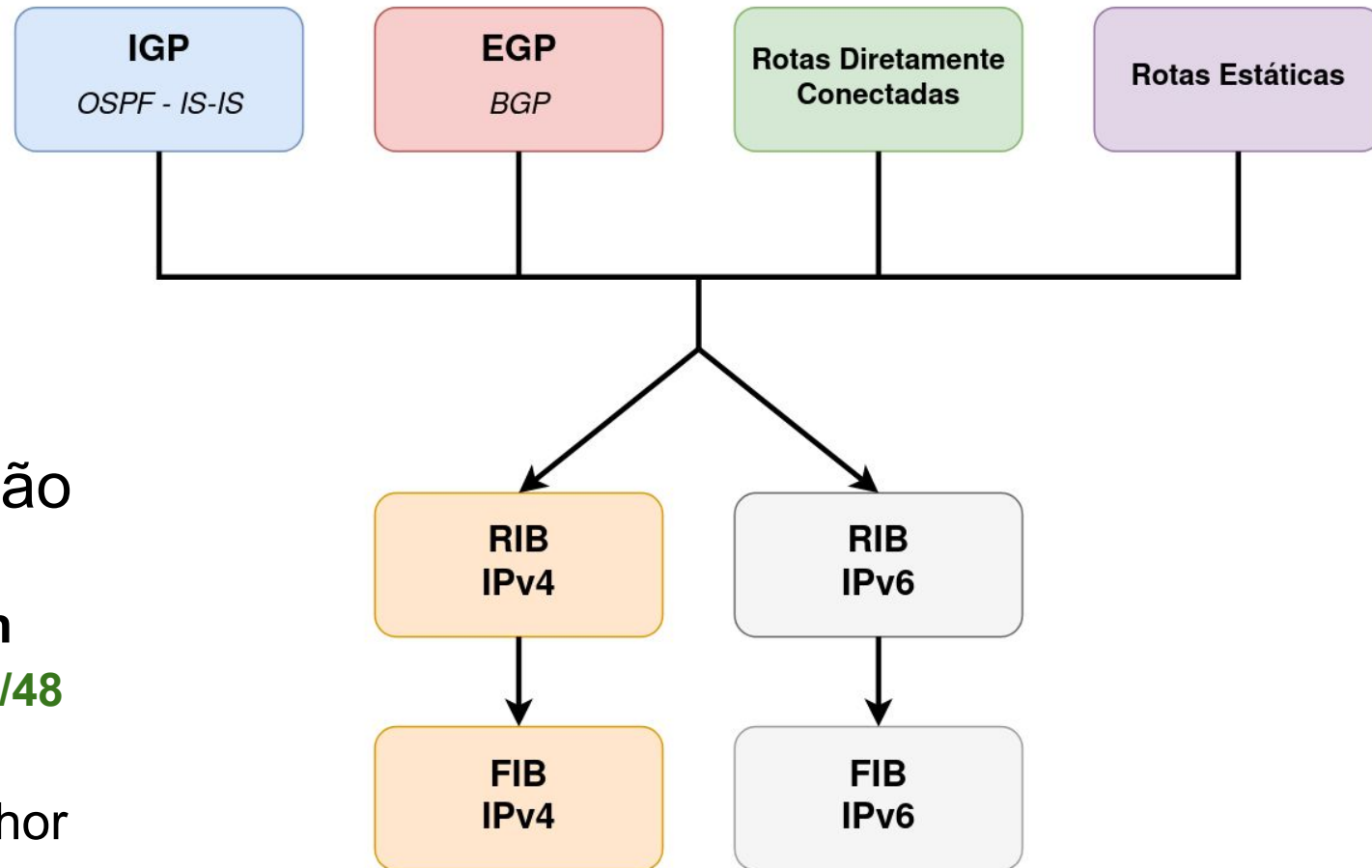
O que é uma Rota?

- Um caminho para alcançar um determinado lugar
- Propriedades gerais
 - **Destino**
 - IP/Prefixo
 - **Próximo salto**
 - Indicação de um Gateway/saída/Próximo salto
 - IP ou Interface
 - **Atributos**
 - Algo que traga informações sobre a rota
 - Tipo, escopo, estado, entre outras
 - Algo que ajude a preferir uma rota a outra
 - Distância Administrativa, métricas, entre outras



Como o Roteador escolhe uma Rota?

- A rota precisa ser
 - Ativa
 - Próximo salto alcançável
- Seleção das rotas pelo Roteador
 - Baseado no destino
 - 1) Rotas mais específicas são preferenciais
 - Longest Length Prefix Match
 - 2001:db8::**32** vs 2001:db8::**48**
 - 2) Atributos diferenciais
 - Quanto menor a distância melhor entre outros

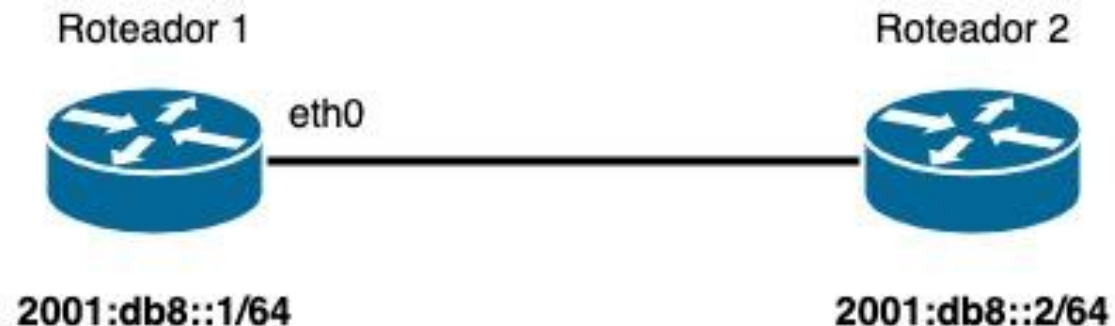


Rotas Diretamente Conectadas

- Ao adicionar um IP e seu prefixo numa interface
- Rotas são adicionadas
 - Rotas locais
 - Quando o destino é a própria máquina
 - Rotas diretamente conectadas
 - De acordo com o prefixo é identificado a parte de rede da rota
 - Precisa realizar a descoberta de vizinhança
 - IPv4 - ARP
 - IPv6 - NDP (ICMPv6)

Rota do Roteador 1

2001:db8::/64 gateway interface eth0



Roteamento Estático

- Operação Manual
 - Administrador adiciona as rotas
- Não é adaptativo
 - Se muda algo nas conexões a rota estática continua
- Independe da topologia ou do estado dos links
 - O administrador é quem toma a decisão
 - Nem sempre é fácil de decidir

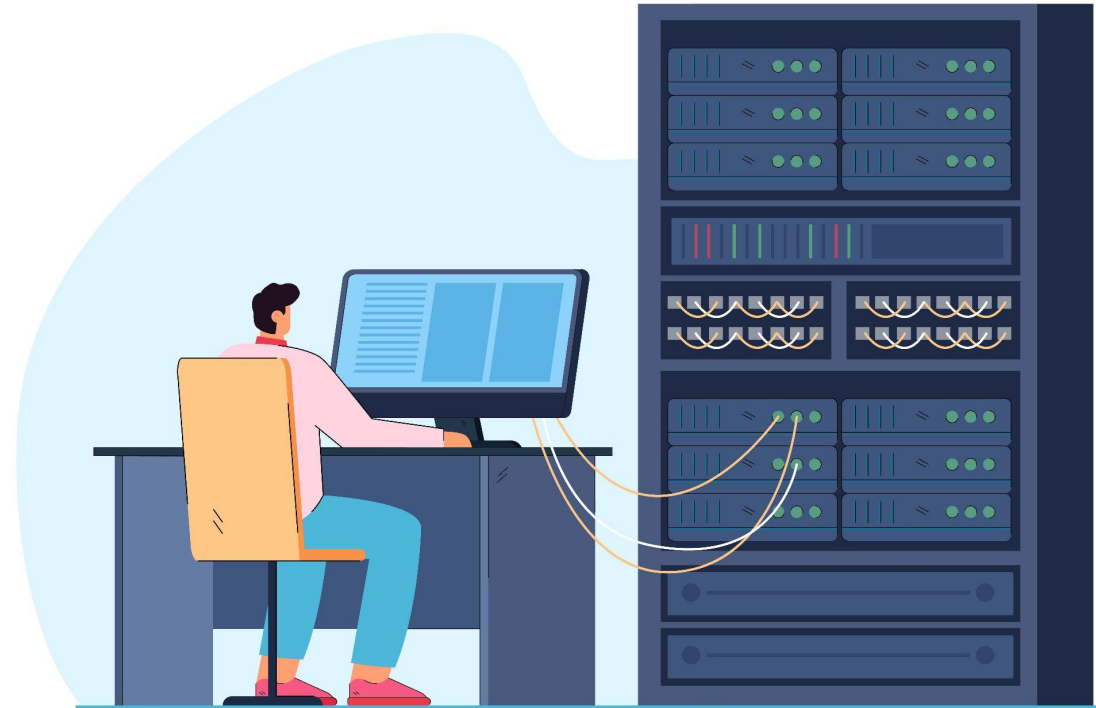


Image by pch.vector on Freepik

Roteamento Estático

● Vantagens

- Não tem overhead
 - Sem problemas para a CPU
- Não utiliza banda
 - Não precisa enviar pacotes de controle

● Desvantagens

- Para redes complexas pode ser complicado de configurar
 - Tem que criar muitas rotas
- Precisa ter um conhecimento bom da rede
 - Como tudo é manual precisa saber para onde encaminhar os pacotes

Distância Administrativa

- Utilizada quando existem rotas diferentes por dois ou mais protocolos diferentes
- Auxilia o roteador a escolher o melhor caminho

Protocolo	Distância Administrativa
Diretamente conectado	0
Rota Estática	1
EIGRP Rota sumarizada	5
External BGP	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
ODR	160
External EIGRP	170
Internal BGP	200
Desconhecida	255

Laboratório 01 - Rotas Estáticas

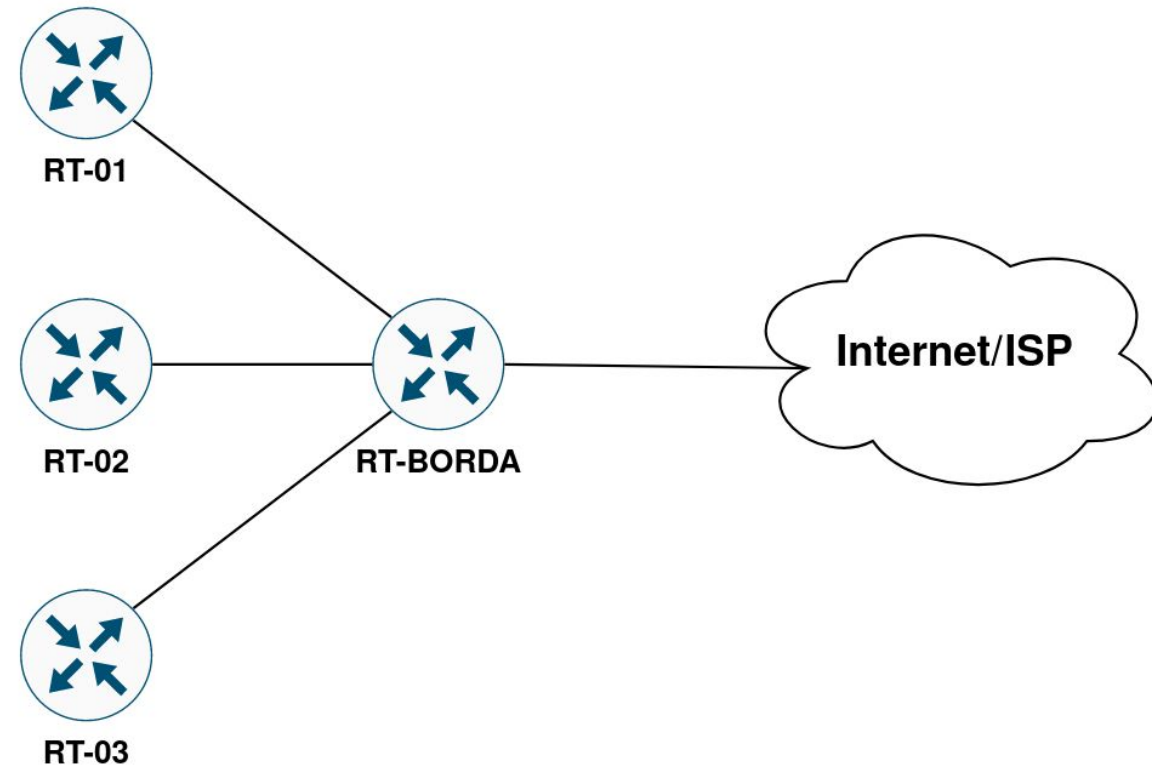
- Acesse o Moodle
 - <https://moodle.saladeaula.nic.br/course/view.php?id=34>
- Como acessar os Laboratórios
 - <https://youtu.be/j4wOhbdttoM?si=Lni2By135OCo99IJ>
- Cenário dos Laboratórios:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5153%2Fmod_resource%2Fcontent%2F4%2FLaboratorio%200%20-%20Cen%C3%A1rio.pdf
- Realize o Laboratório 01:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5154%2Fmod_resource%2Fcontent%2F3%2FLaboratorio%2001%20-%20Rotas%20Est%C3%A1ticas.pdf



Image by vector4stock on Freepik

Rota Default

- Uma técnica para o roteador enviar todos os pacotes para o mesmo próximo salto
- Rota menos específica de todas
 - Longest Length Prefix Match
 - IPv4 - 0.0.0.0/0
 - IPv6 - ::/0
- Pode ser criada estaticamente
- Pode ser recebida via roteamento

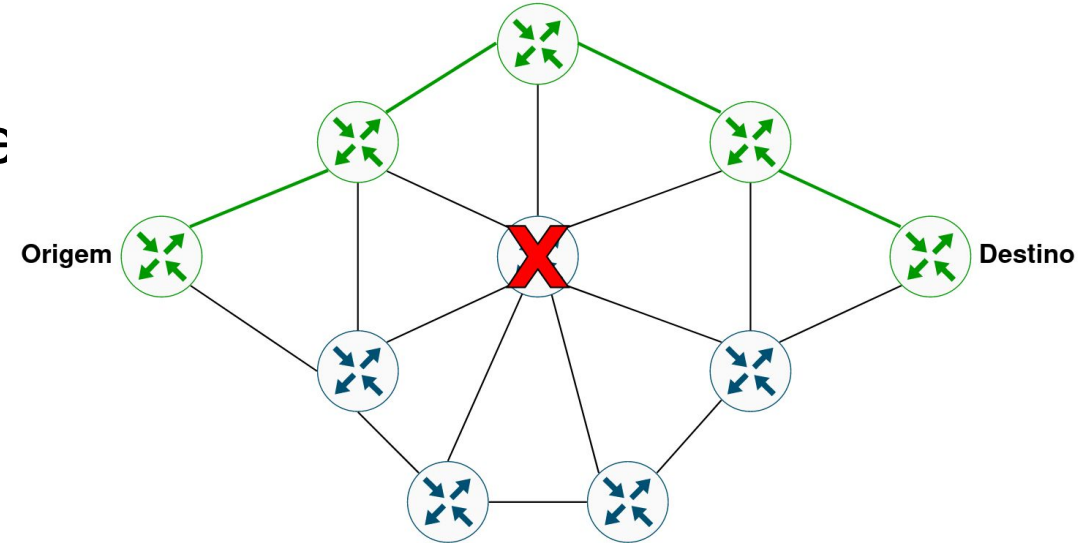
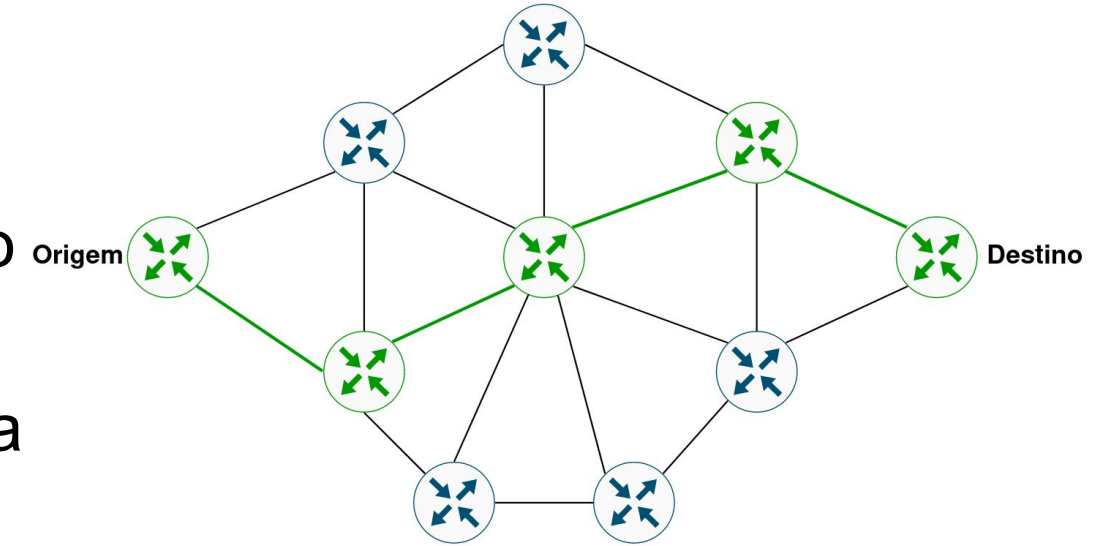


Roteamento Dinâmico

ceptro.br nic.br egi.br

Roteamento Dinâmico

- Adaptativo:
 - Modifica a tabela de roteamento devido topologia da rede
 - Se um roteador descobrir alguma muda roteadores
- Utiliza protocolos para trocar rotas
 - Todos os roteadores precisam impleme



Roteamento Dinâmico

● Vantagens

- Fácil de configurar
 - Em uma rede grande precisa de menos configuração
- Se adapta a mudanças e descobre a melhor rota
 - Caso haja queda no enlace ou interface, ele pode descobrir um novo caminho

● Desvantagens

- Maior utilização
 - CPU - precisa calcular a melhor rota
 - Banda - precisa trocar mensagens

Roteamento Interno e Externo

ceptro.br nic.br egi.br

Roteamento Interno e Externo

- Interno (**IGP** - Interior **G**ateway **P**rotocol):
 - Protocolos que distribuem as informações de rotas **dentro** do **Sistema Autônomo**.
 - **Exemplos:** OSPF, IS-IS.
- Externo (**EGP** - Exterior **G**ateway **P**rotocol):
 - Protocolo que distribui a informação de rotas **entre Sistemas Autônomos**, na Internet.
 - Hoje utiliza-se apenas o **BGPv4**.

Roteamento Interno e Externo

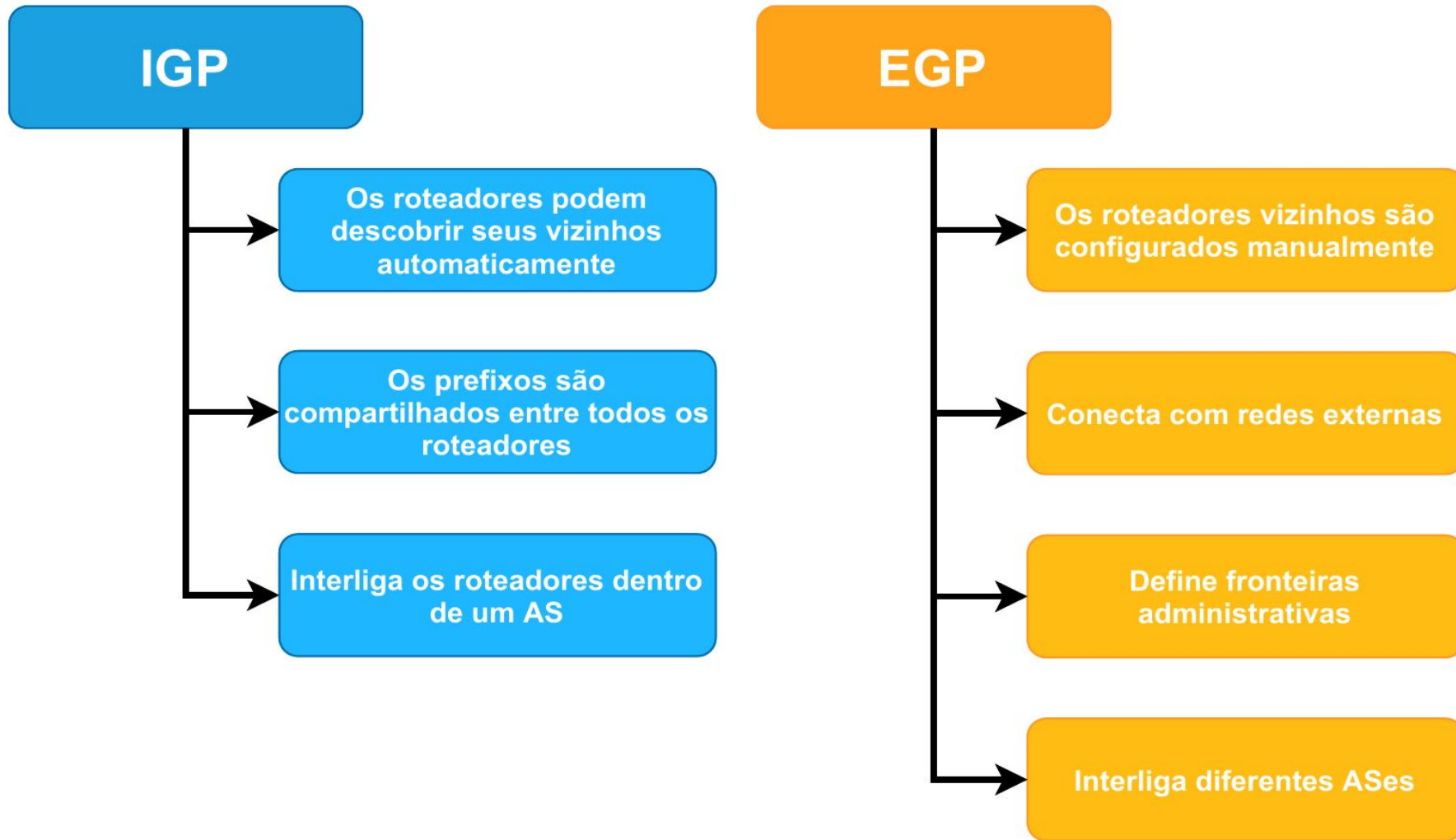
- **IGP:**

- Deve ser usado apenas para os endereços usados na infraestrutura (comunicação entre loopbacks).
- As tabelas no IGP tem de ser pequenas, para uma operação eficiente e escalável.

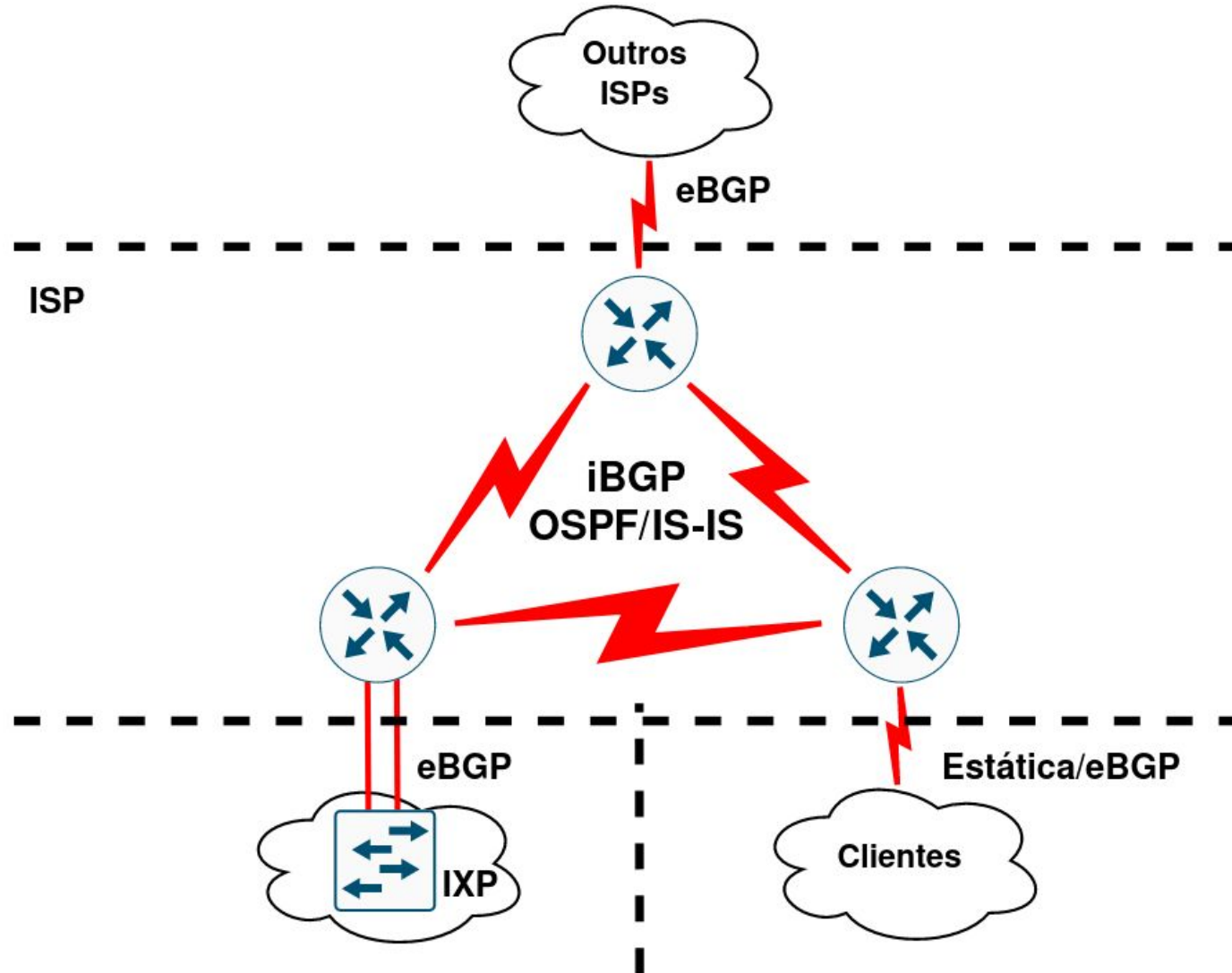
- **EGP:**

- Deve ser usado para as rotas dos clientes e rotas da Internet.
- Não depende da topologia interna do AS.

IGP vs EGP



Roteamento Interno e Externo



OSPF

Open Shortest Path First

ceptro.br nic.br egi.br

OSPF

- Protocolo de roteamento interno (IGP)
 - **O** = *Open* (Protocolo aberto)
 - **SP** = *Shortest Path* (Caminho mais curto)
 - **F** = *First* (Primeiro)
- O **OSPF** é um **protocolo aberto** que encaminha os pacotes para o **primeiro caminho mais curto** até seu destino

OSPF

Open Shortest Path First

OSPF

- Protocolo do tipo Link-State.
- Alternativa às limitações do RIP:
 - RIP = Routing Information Protocol.
 - Protocolo do tipo Distance-vector (vetor de distância).
- Permite a divisão da topologia por áreas.

OSPF
Open Shortest Path First

OSPF - Componentes

- O OSPF utiliza os seguintes tipos de pacotes:
 - Hello
 - Database Description
 - Link-State Request
 - Link-State Update
 - Pacote de confirmação de link-state

OSPF
Open Shortest Path First

OSPF - Componentes

- O OSPF utiliza as informações trocadas entre os roteadores para criar três bases de dados:
 - Banco de dados de adjacência
 - Cria a tabela de vizinhos.

```
[admin@mkt-clientes1] > /routing ospf neighbor print
0 instance=default router-id=10.30.0.253 address=10.30.0.2
  interface=ether2 priority=1 dr-address=10.30.0.2
  backup-dr-address=10.30.0.1 state="Full" state-changes=6
  ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0 adjacency=2h1m45s

1 instance=default router-id=10.30.0.255 address=10.30.0.10
  interface=ether4 priority=1 dr-address=10.30.0.10
  backup-dr-address=10.30.0.9 state="Full" state-changes=5
  ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0 adjacency=2h1m45s

2 instance=default router-id=10.30.0.254 address=10.30.0.6
  interface=ether3 priority=1 dr-address=10.30.0.6
  backup-dr-address=10.30.0.5 state="Full" state-changes=6
  ls-retransmits=0 ls-requests=0 db-summaries=0 adjacency=2h1m45s
[admin@mkt-clientes1] > █
```

OSPF - Componentes

- O OSPF utiliza as informações trocadas entre os roteadores para criar três bases de dados:
 - Banco de dados de estado de link (LSDB)
 - Cria a tabela de topologia.

```
[admin@mkt-clientes1] > /routing ospf lsa print
```

AREA	TYPE	ID	ORIGINATOR	SEQUENCE-NU...
backbone	router	10.30.0.252	10.30.0.252	0x80000007
backbone	router	10.30.0.253	10.30.0.253	0x80000009
backbone	router	10.30.0.254	10.30.0.254	0x80000009
backbone	router	10.30.0.255	10.30.0.255	0x80000009
backbone	network	10.30.0.2	10.30.0.253	0x80000005
backbone	network	10.30.0.6	10.30.0.254	0x80000005
backbone	network	10.30.0.10	10.30.0.255	0x80000005
backbone	network	10.30.0.14	10.30.0.255	0x80000006
backbone	network	10.30.0.18	10.30.0.254	0x80000006
backbone	network	10.30.0.22	10.30.0.255	0x80000006

```
[admin@mkt-clientes1] >
```

OSPF - Componentes

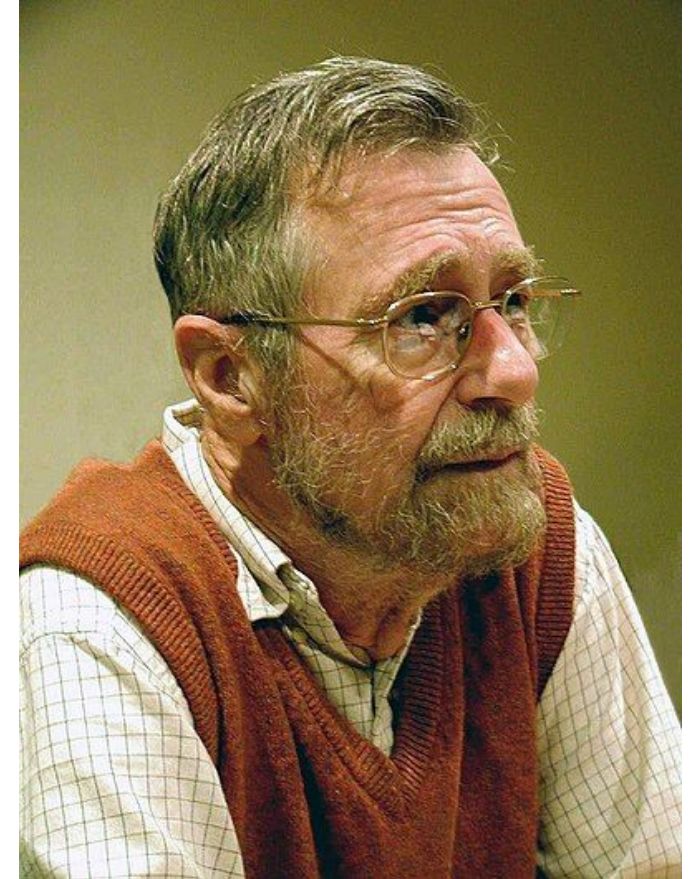
- O OSPF utiliza as informações trocadas entre os roteadores para criar três bases de dados:
 - Banco de dados de encaminhamento
 - Cria a tabela de roteamento.

```
[admin@mkt-clientes1] > /routing ospf route print
```

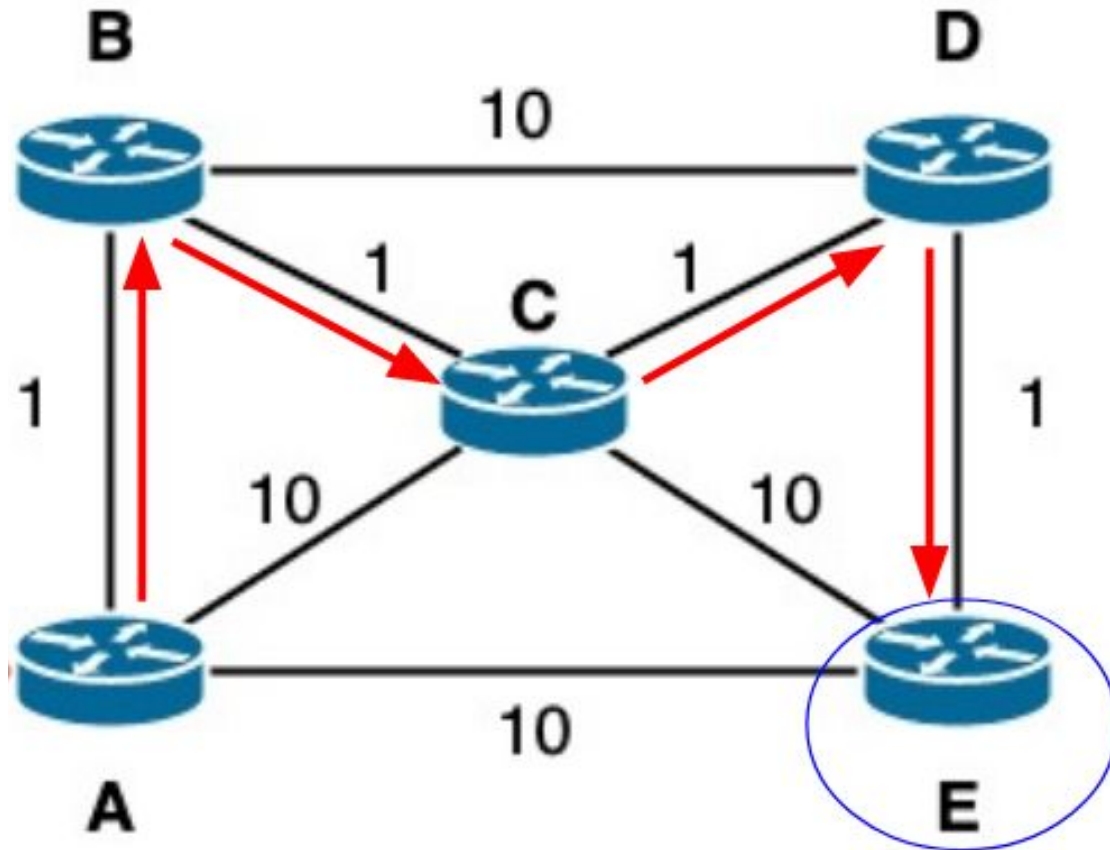
#	DST-ADDRESS	STATE	COST	GATEWAY
0	10.30.0.0/30	intra-area	10	0.0.0.0
1	10.30.0.4/30	intra-area	10	0.0.0.0
2	10.30.0.8/30	intra-area	10	0.0.0.0
3	10.30.0.12/30	intra-area	20	10.30.0.2 10.30.0.10
4	10.30.0.16/30	intra-area	20	10.30.0.2 10.30.0.6
5	10.30.0.20/30	intra-area	20	10.30.0.6 10.30.0.10
6	10.30.0.252/32	intra-area	10	0.0.0.0
7	10.30.0.253/32	intra-area	20	10.30.0.2
8	10.30.0.254/32	intra-area	20	10.30.0.6
9	10.30.0.255/32	intra-area	20	10.30.0.10

Algoritmo Dijkstra

- Utilizado por protocolos de roteamento Interno (Link State)
 - OSPF
 - IS-IS
- Escolhe o melhor caminho entre dois pontos numa topologia
- Cada enlace possui um custo
- Procura sempre o caminho com menor custo
- Elege-se uma raiz para iniciar o processo



Algoritmo Dijkstra

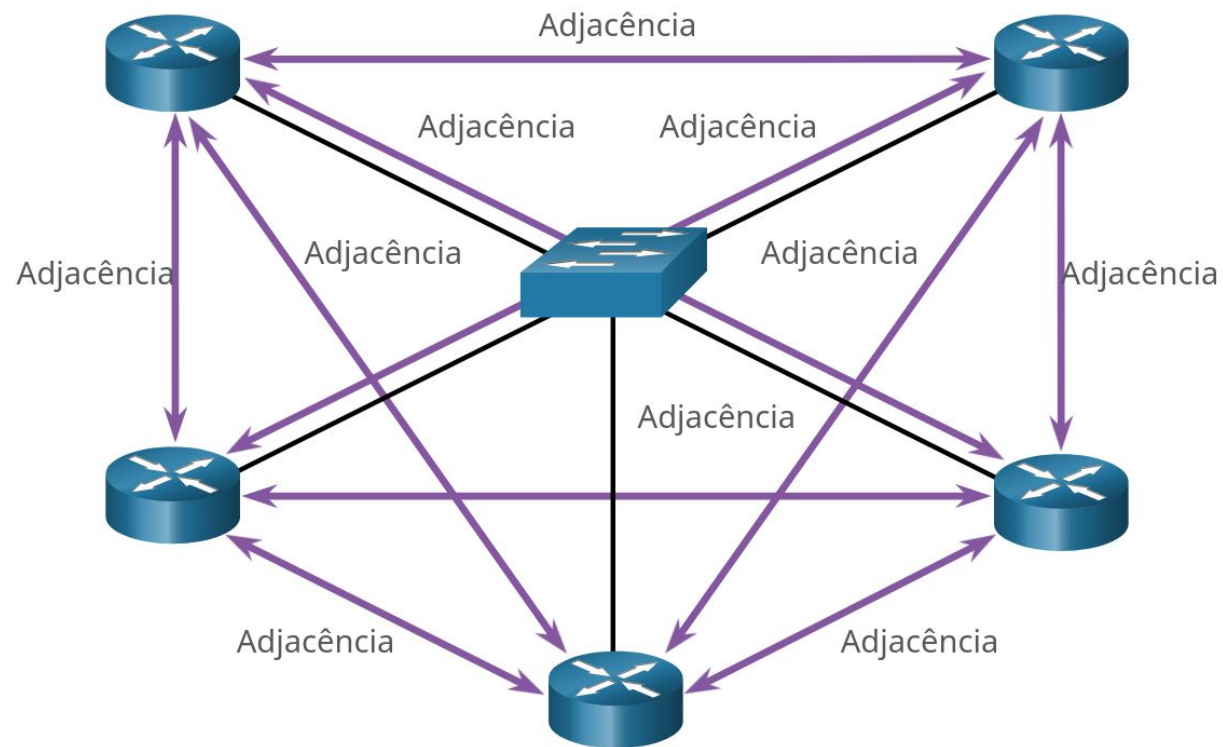


Partindo de A

Nó	Custo	Anterior
A	0	-
B	1	A
C	2	B
D	3	C
E	4	D

OSPF - Eleição DR e BDR

- Necessário em redes multiacesso
- Evita a inundação excessiva de LSAs na rede



Nº de Adjacências = $(n(n-1))/2$

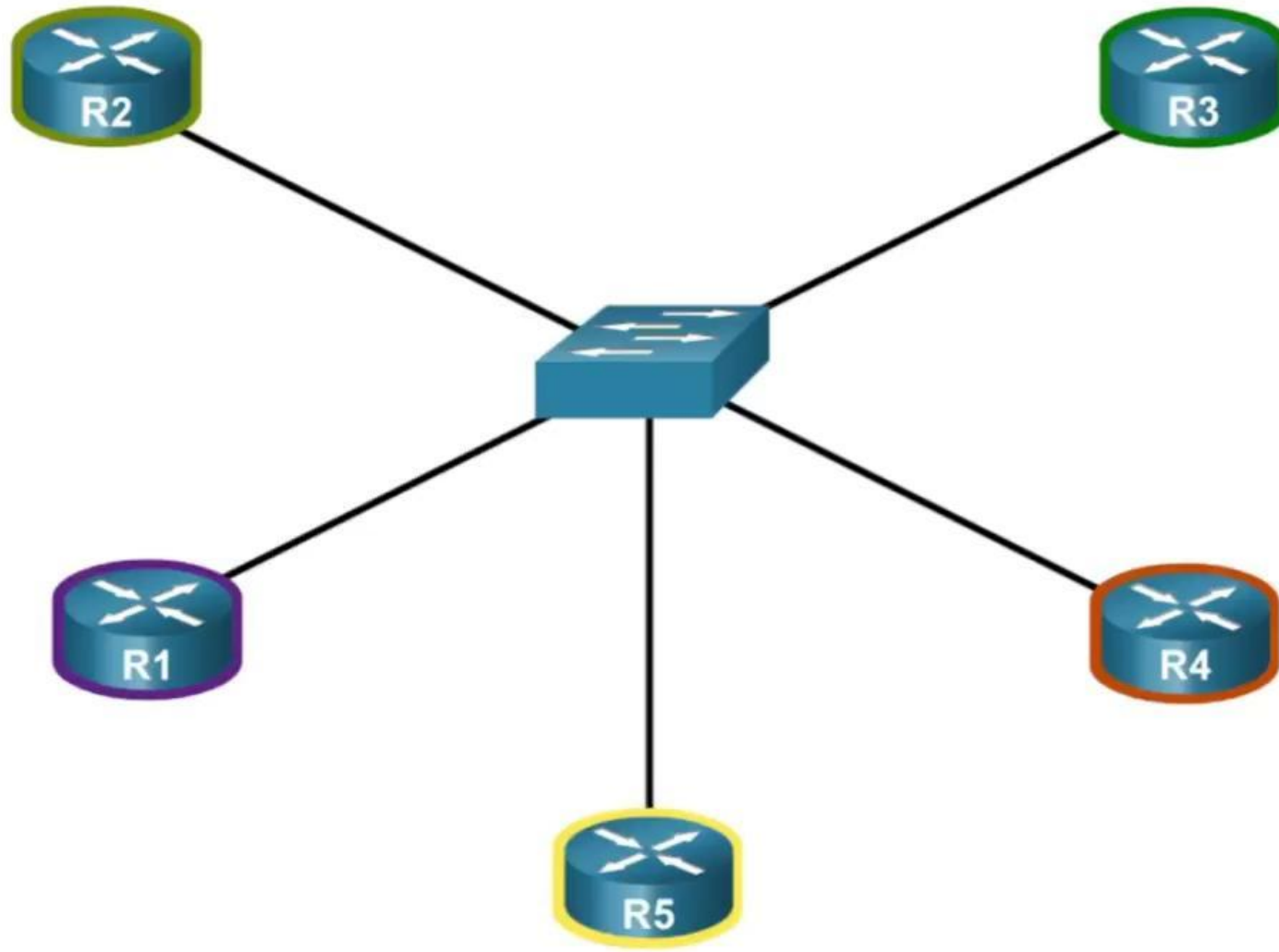
n = Nº de Roteadores

Exemplo = $(5(5-1))/2 = 10$ Adjacências

Fonte:

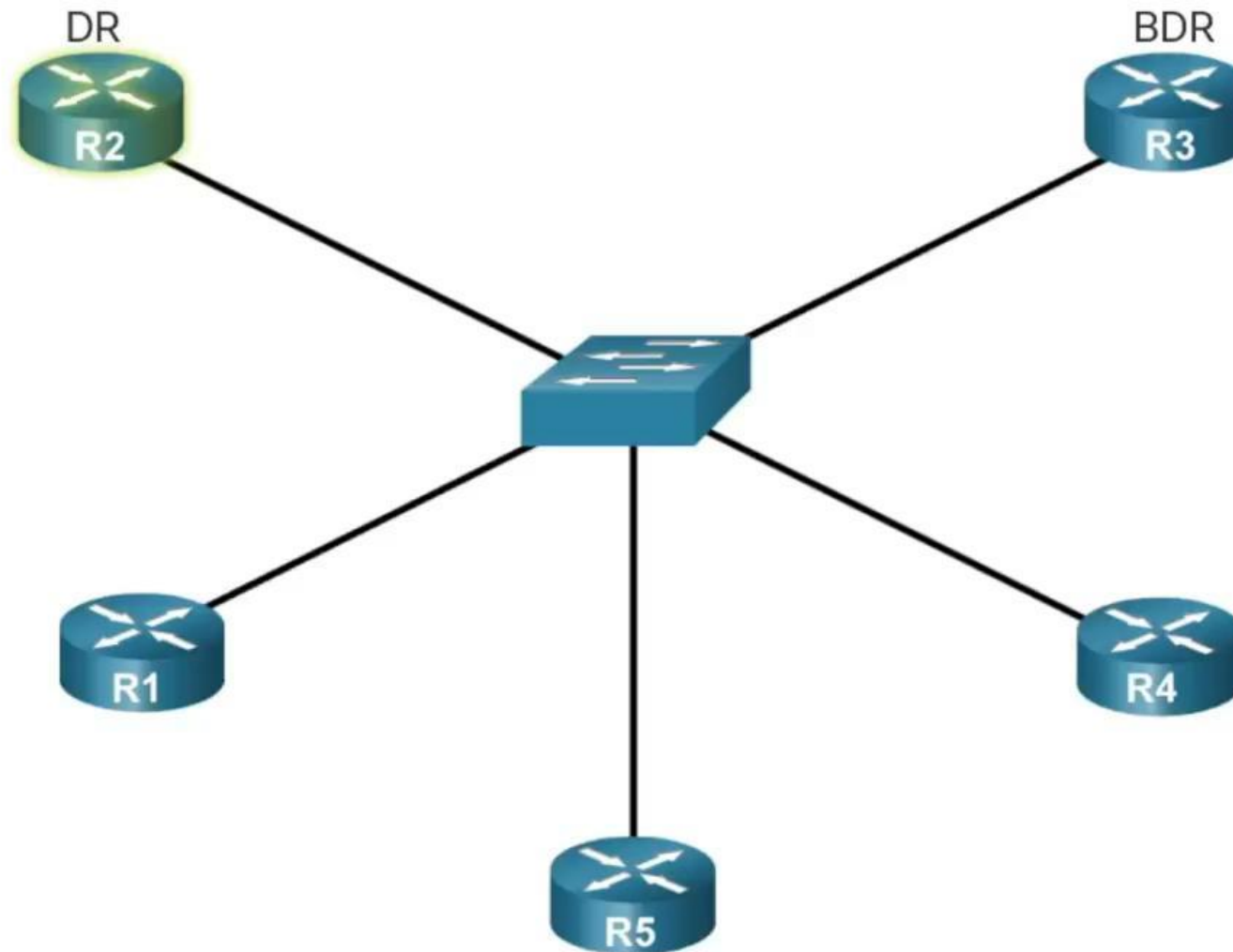
<https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-enterprise-networking-security-automation>

OSPF - Inundação LSA



Fonte:
<https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-enterprise-networking-security-automation>

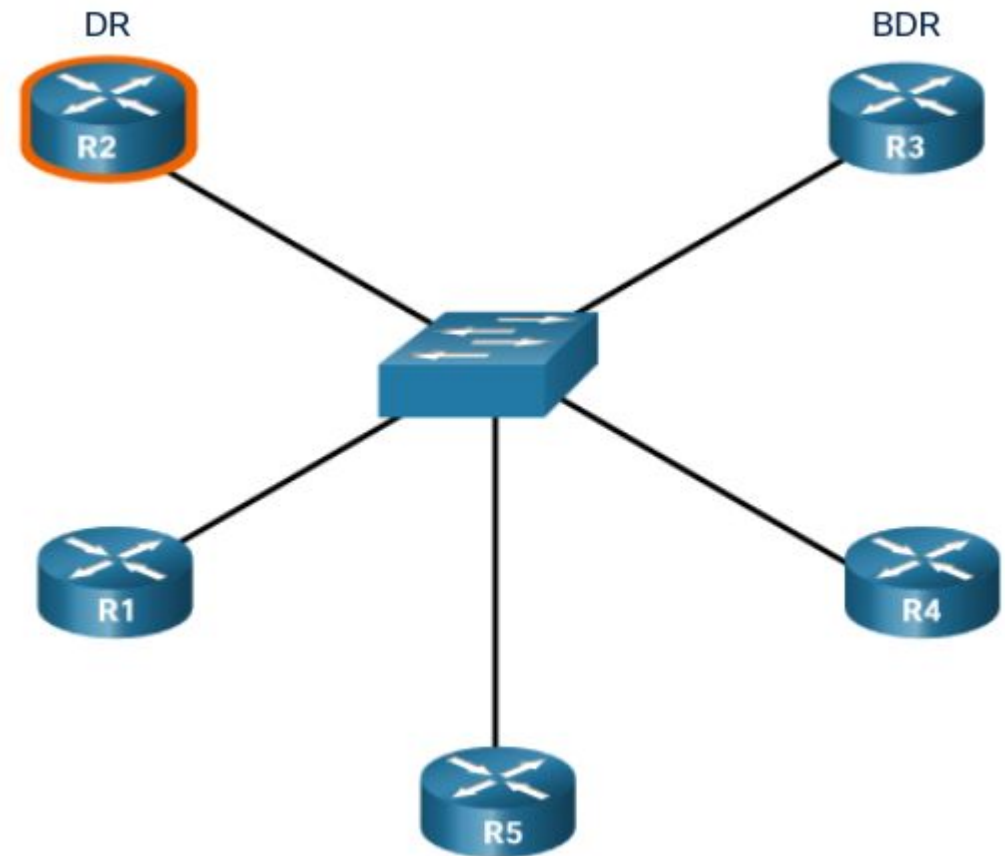
OSPF - DR



Fonte:
<https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-enterprise-networking-security-automation>

Eleição DR/BDR

- Segue vários critérios:
 1. **Prioridade**
 - Número entre 0 e 255
 - Maior prioridade - **DR**
 - 2º Maior Prioridade - **BDR**
 2. **Router ID**
 - Maior Router ID - **DR**
 - 2º Maior Router ID - **BDR**



Fonte:

<https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-enterprise-networking-security-automation>

Router ID

- Identificador de 32 bits
 - Ex: 1.1.1.1, 2.2.2.2
 - **Parece um IPv4, mas não é.**
- Define qual roteador envia as informações primeiro
- Utilizado na eleição de DR/BDR
- O Router ID pode ser definido manualmente ou automaticamente

```
[admin@mkt-clientes1] > /routing ospf instance print
Flags: X - disabled, * - default
0 * name="default" router-id=10.30.0.252 distribute-default=never
  redistribute-connected=no redistribute-static=no
  redistribute-rip=no redistribute-bgp=no
```

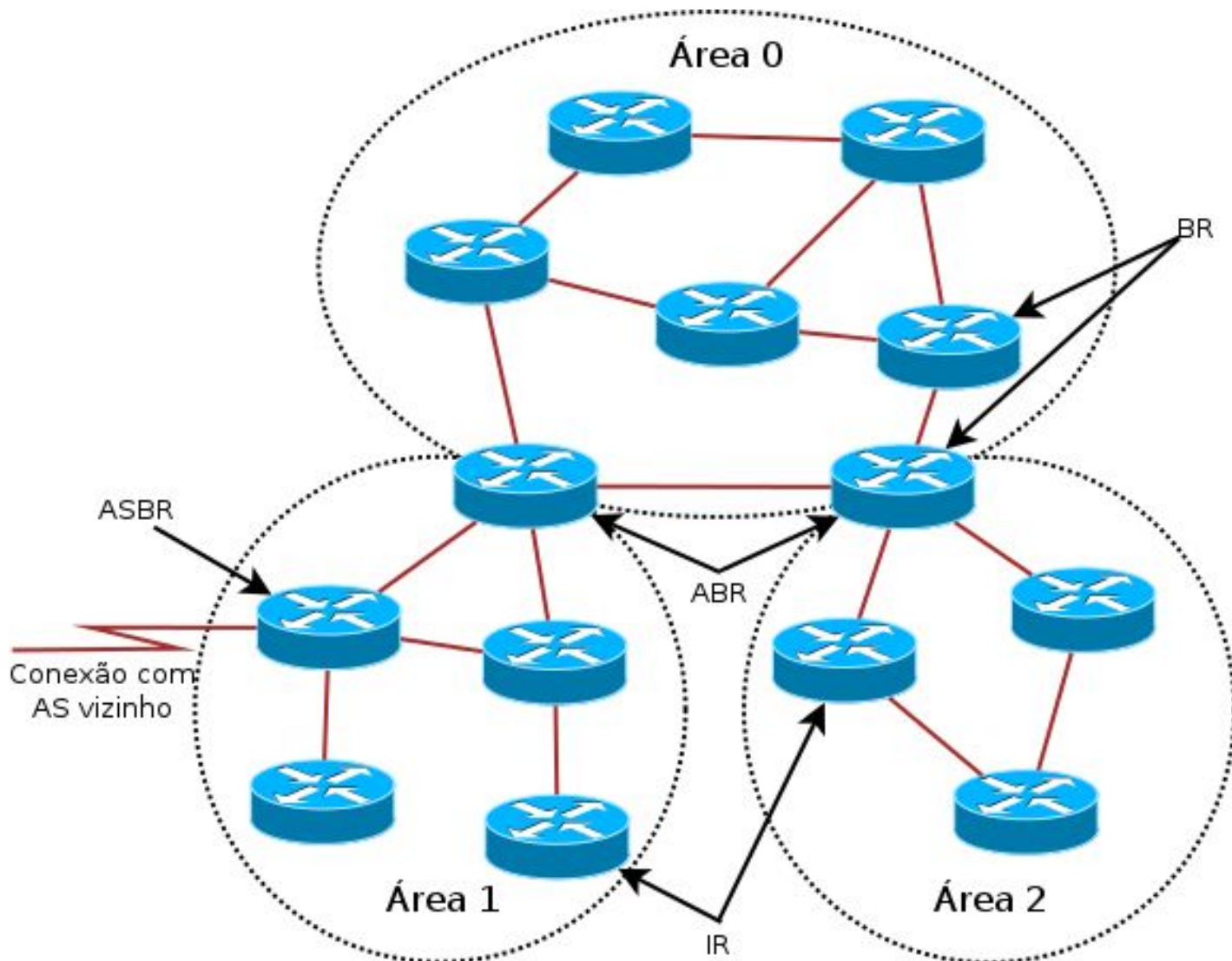
Area ID

- Identificador de 32 bits
- Especifica a área da qual o roteador faz parte
- **Area 0** é o
 - Backbone do OSPF,
 - Todas as demais áreas devem estar conectadas com a **Area 0**
- Os roteadores fazem atualizações dentro da sua área e somente os **ABR** trocam informações com a **Area 0**
- ABR agrega as informações de sua área para enviar para a área 0,
 - Se não for possível, pode-se usar "**virtual link**"

OSPF - Endereços IP

- Utiliza multicast para enviar e receber mensagens:
 - AllSPFRouters
 - 224.0.0.5
 - FF02::5
 - AllDRouters
 - 224.0.0.6
 - FF02::6

OSPF - Multi Área



IR - Internal Router

BR - Backbone Router

ABR - Area Border Router

ASBR - Autonomous System Border Router

OSPF - Endereços IP

- **OSPFv2** para roteamento **IPv4**
- **OSPFv3** para roteamento **IPv6**
- Redes com **Pilha Dupla** precisam rodar **instâncias separadas** de **OSPFv2 e OSPFv3**
- **RFC5838** – suporte a múltiplas famílias de endereços no OSPFv3

IPv6

OSPFv2 e v3 - Autenticação

- **IPv4:**

- Para evitar este problema o OSPF implementa um sistema de **autenticação**
- Isso garante que somente um equipamento configurado com a senha correta poderá trocar informações de rota

- **IPv6:**

- Autenticação com OSPFv3 foi modificada para suportar **IPsec no IPv6**
- Assim é necessária a utilização de chaves de autenticação
- Autenticação pode ser no link ou na área.



OSPFv2 e v3 - Recomendação

- Evite o uso de **redistribute**
- Pense em designs simples
- Use **OSPF** (ou outro **IGP**) apenas para distribuir **rotas de infra** (links ponto-a-ponto e loopbacks)



Laboratório 02 - OSPF

- Acesse o Moodle
 - <https://moodle.saladeaula.nic.br/course/view.php?id=34>
- Como acessar os Laboratórios
 - <https://youtu.be/j4wOhbdttoM?si=Lni2By1350Co99lJ>
- Cenário dos Laboratórios:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5153%2Fmod_resource%2Fcontent%2F4%2FLaboratorio%200%20-%20Cen%C3%A1rio.pdf
- Realize o Laboratório 02:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5156%2Fmod_resource%2Fcontent%2F3%2FLaboratorio%2002%20-%20OSPF.pdf



Image by vector4stock on Freepik

BGP

Border Gateway Protocol

ceptro.br nic.br egi.br

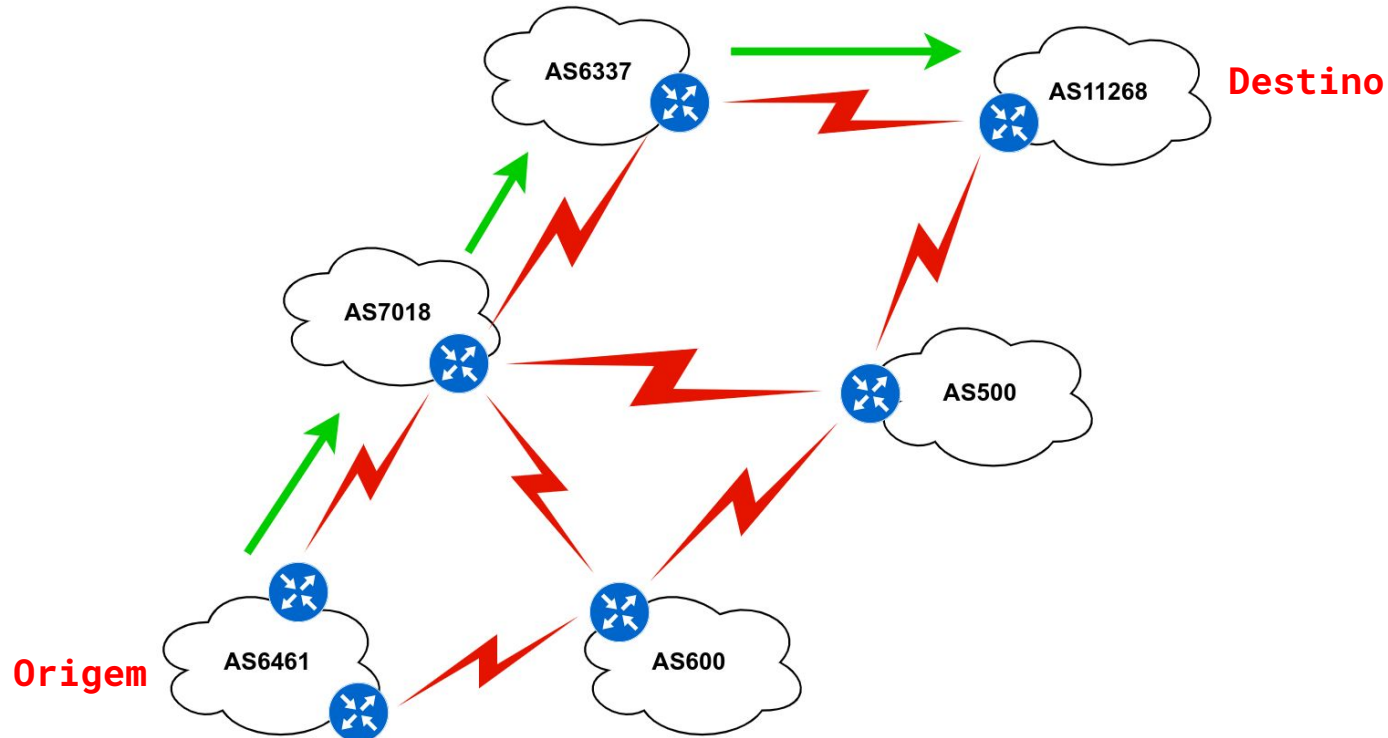
O que é o BGP?

- Protocolo de Roteamento Externo
 - Utilizado para trocar informações sobre caminhos entre diferentes redes (ASes diferentes)
- RFC4271
- É um protocolo do tipo “**Path Vector**”
- Trabalha com updates incrementais
- Tem várias opções diferentes para implementação de **políticas de tráfego**
- Usa o **CIDR**
- Usado no backbone da **Internet** pelos ASes

O que é Path Vector?

- Uma rota é composta pela informação de destino e do caminho (**path**) até o destino, incluindo diversos atributos desse caminho.

```
12.6.126.0/24 207.126.96.43 1021 0 6461 7018 6337 11268 i
```



Funcionamento do BGP

- O BGP é baseado em sessões TCP
 - Porta 179
- Protocolo simples
- Mensagens:
 - **Open**
 - Estabelecimento da sessão (carrega info como ASN, versão do BGP, etc)
 - **Update**
 - Transfere informações de roteamento
 - **Keepalive**
 - Evita que a conexão caia
 - **Notification**
 - Detecção de erro

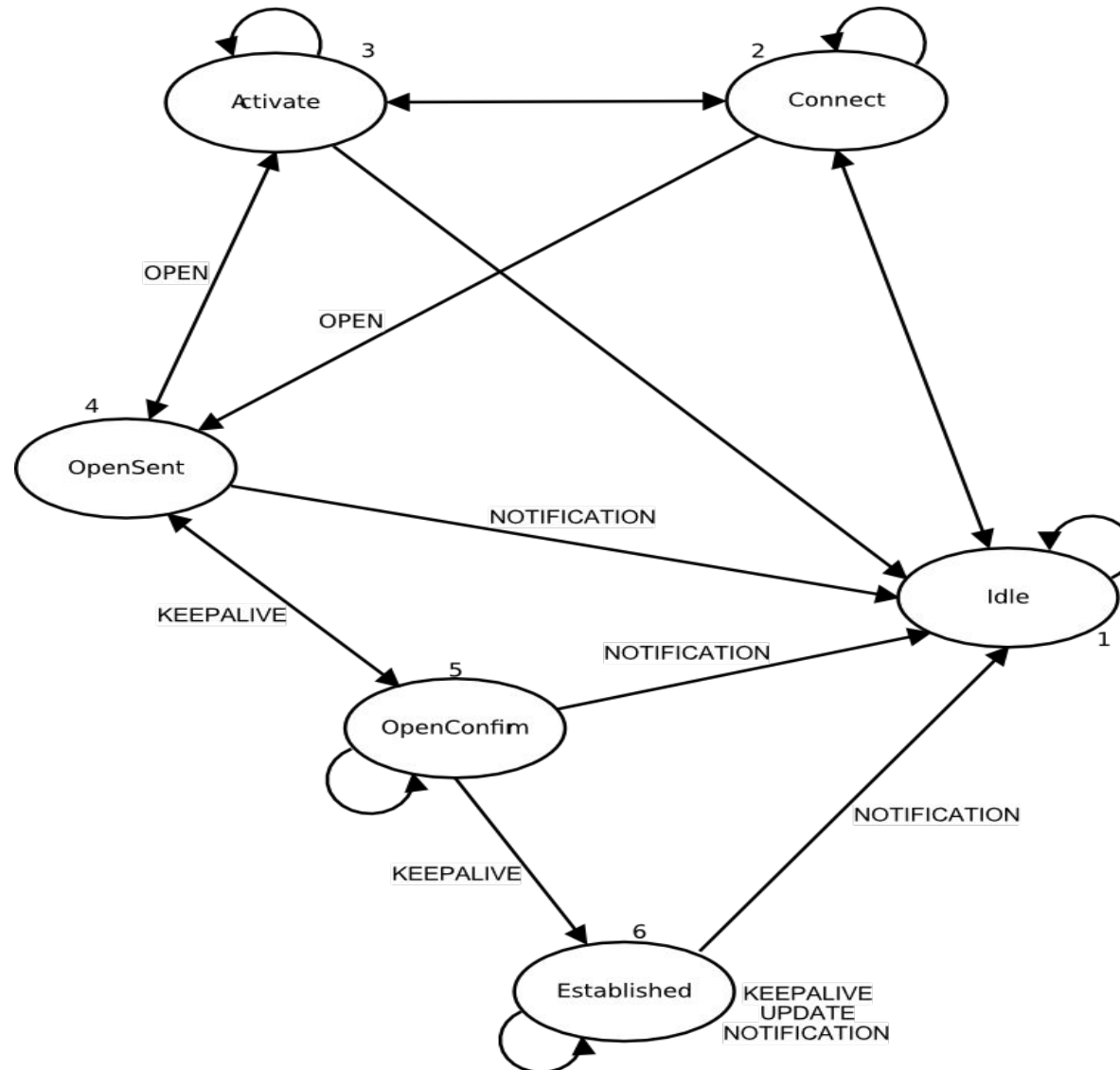
Funcionamento do BGP

- O BGP:
 - Aprende os diversos caminhos por meio dos roteadores **iBGP** e **eBGP**
 - Seleciona o **melhor caminho** e coloca-o na **RIB**
 - O **melhor caminho** é enviado para **os vizinhos externos (eBGP)**
 - **Políticas** são aplicadas para **influenciar** a seleção do **melhor caminho**



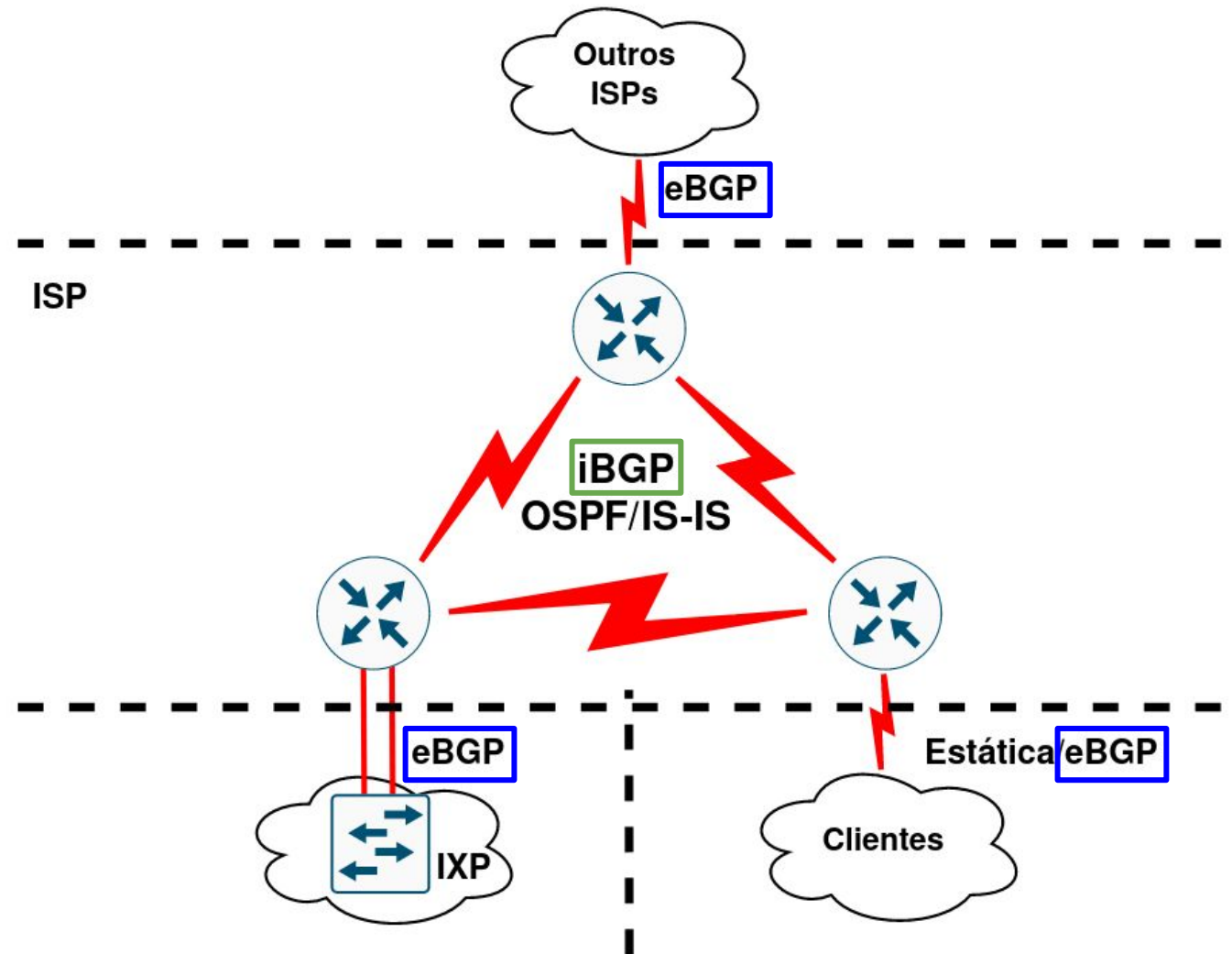
Image by storyset on Freepik

Sessão BGP



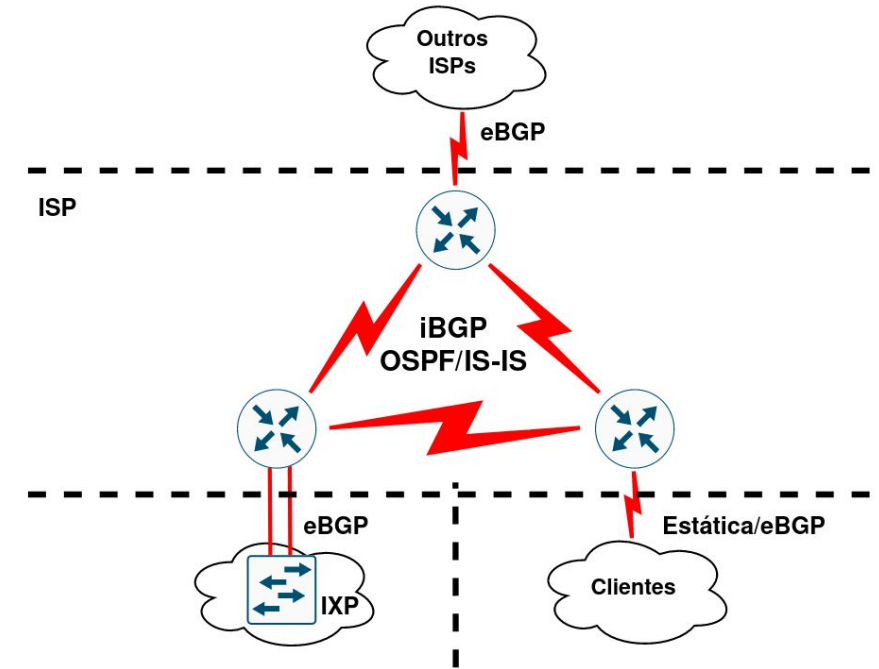
Funcionamento do BGP

- Há dois tipos de sessões B
 - Externa (eBGP)
 - Internas (iBGP)



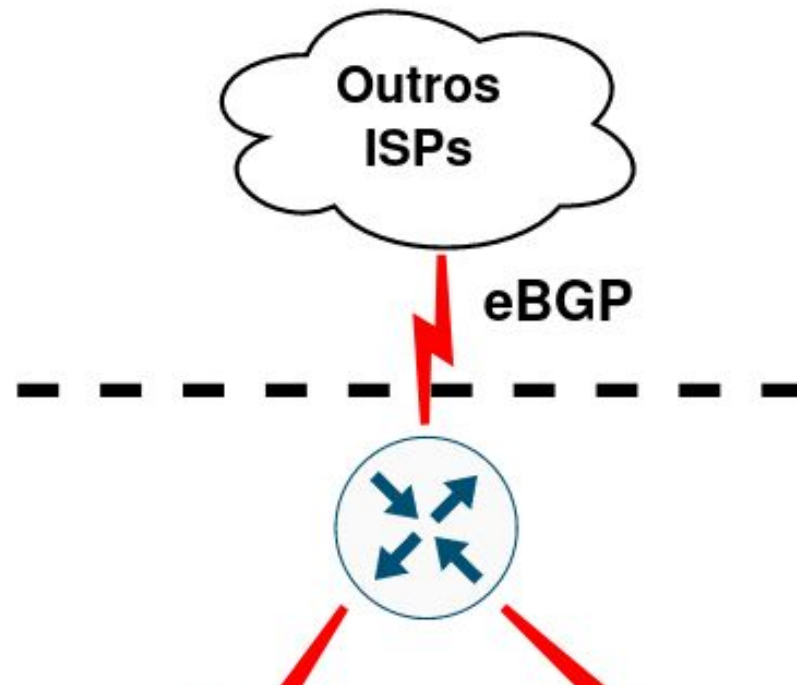
eBGP e iBGP

- O **iBGP** é usado para transportar:
 - Alguns ou todos os prefixos da Internet na rede do AS
 - Os prefixos do AS (de usuários ou clientes, não da infraestrutura)
- O **eBGP** é usado para
 - Informar e receber prefixos de outros ASes
 - Implementar a política de roteamento



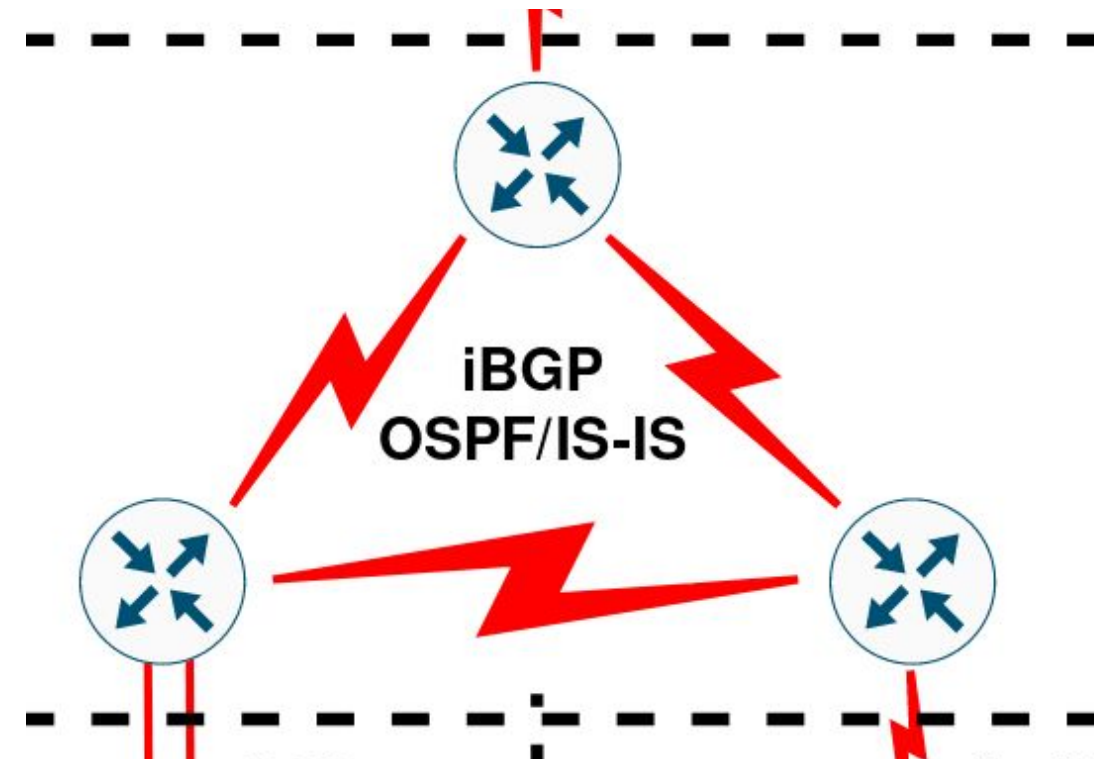
eBGP

- Entre ASes diferentes
- Diretamente conectados
- Nunca se deve rodar um IGP entre ASes diferentes

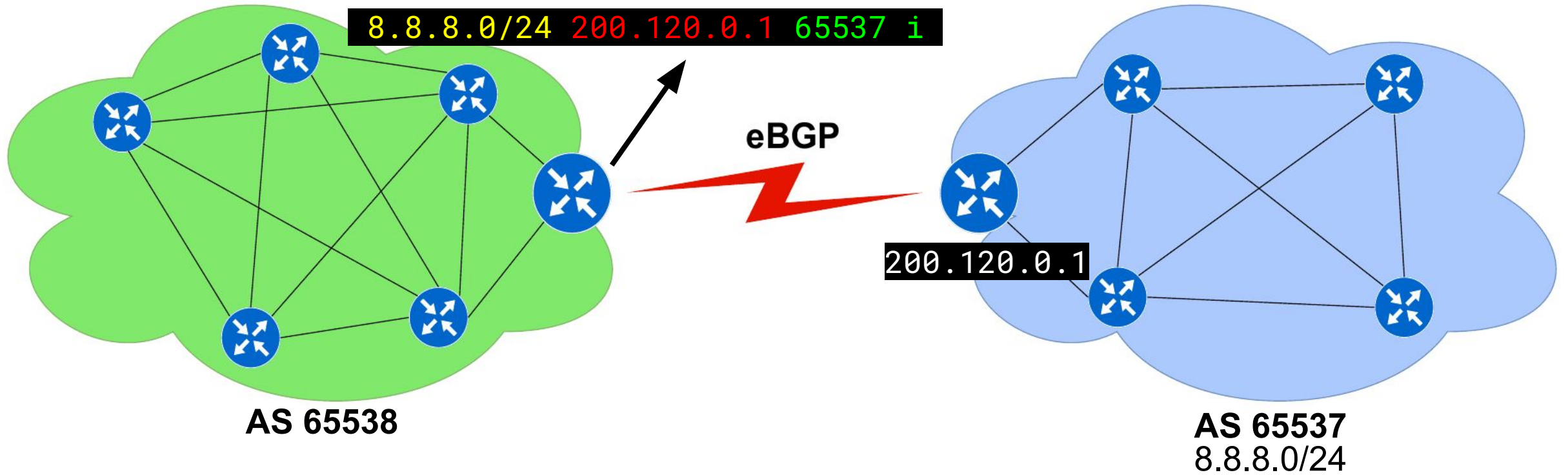


iBGP

- **Mesmo AS**
- Deve-se utilizar uma topologia **Full Mesh**
 - Com um número alto de roteadores, recomenda-se um Route Reflectors.
- Cada roteador **origina os prefixos das redes conectadas**
- Eles repassam os **prefixos aprendidos externamente**
- Eles **não repassam** prefixos aprendidos de **outros roteadores iBGP**
- Deve-se usar **interfaces loopback** para configurar o iBGP

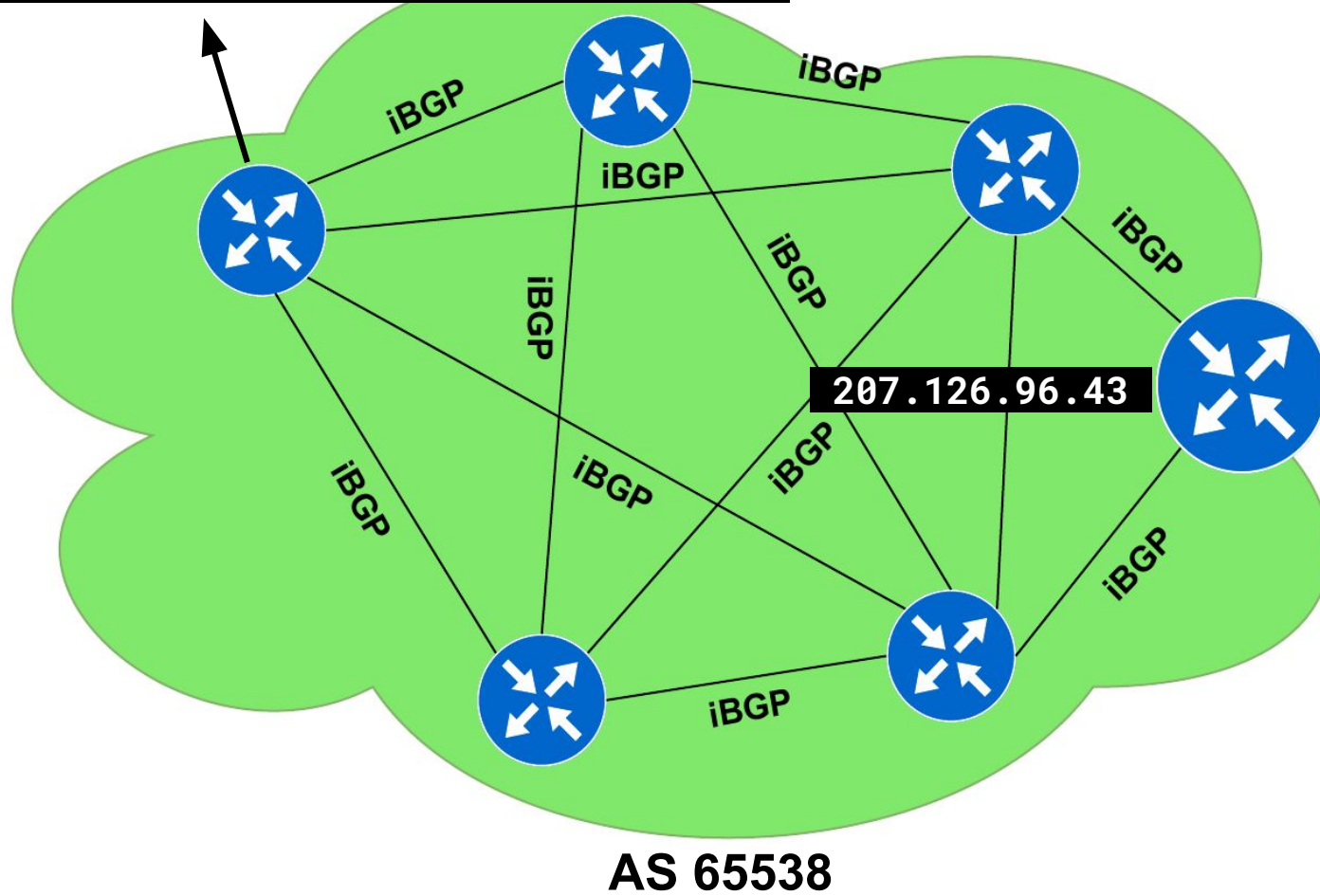


eBGP



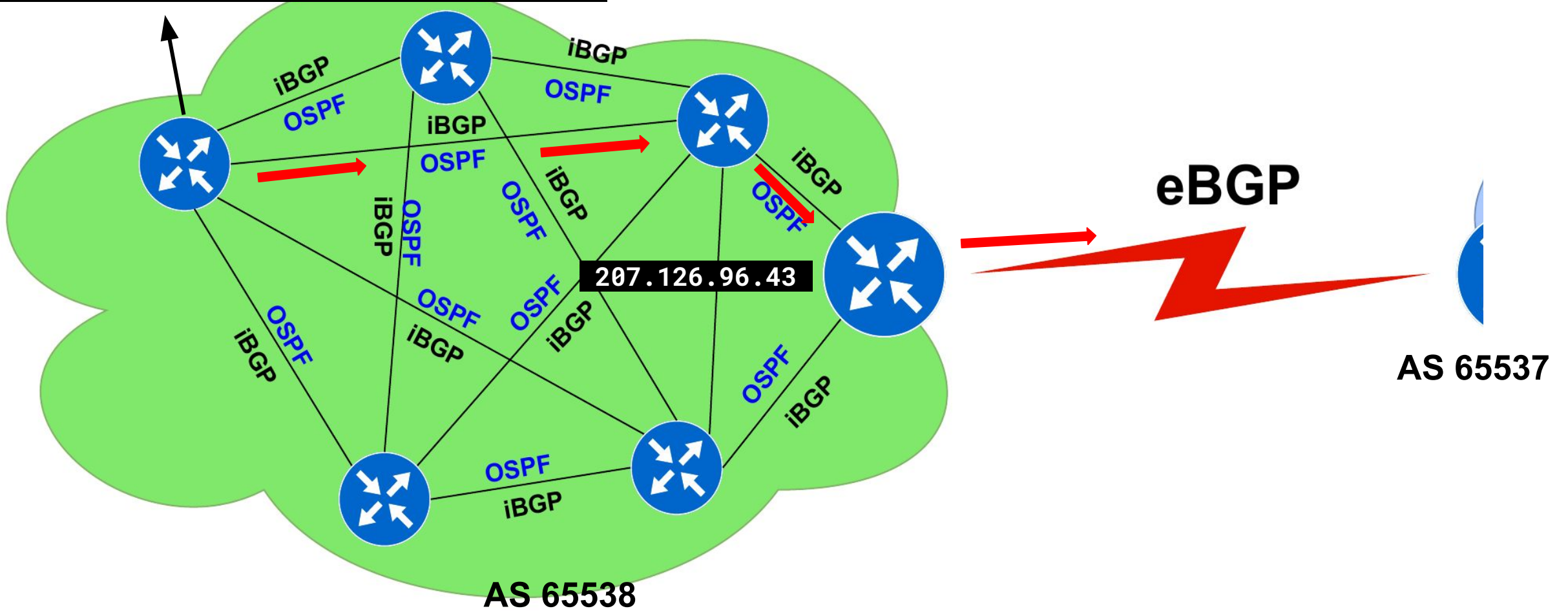
iBGP

8.8.8.0/24 207.126.96.43 65537 i



iBGP

8.8.8.0/24 207.126.96.43 65537 i



Entendendo o BGP

- É importante sempre conversar com autônomos.
- Não adianta configurar e largar!
- Precisa monitorar e entender que se de todos.

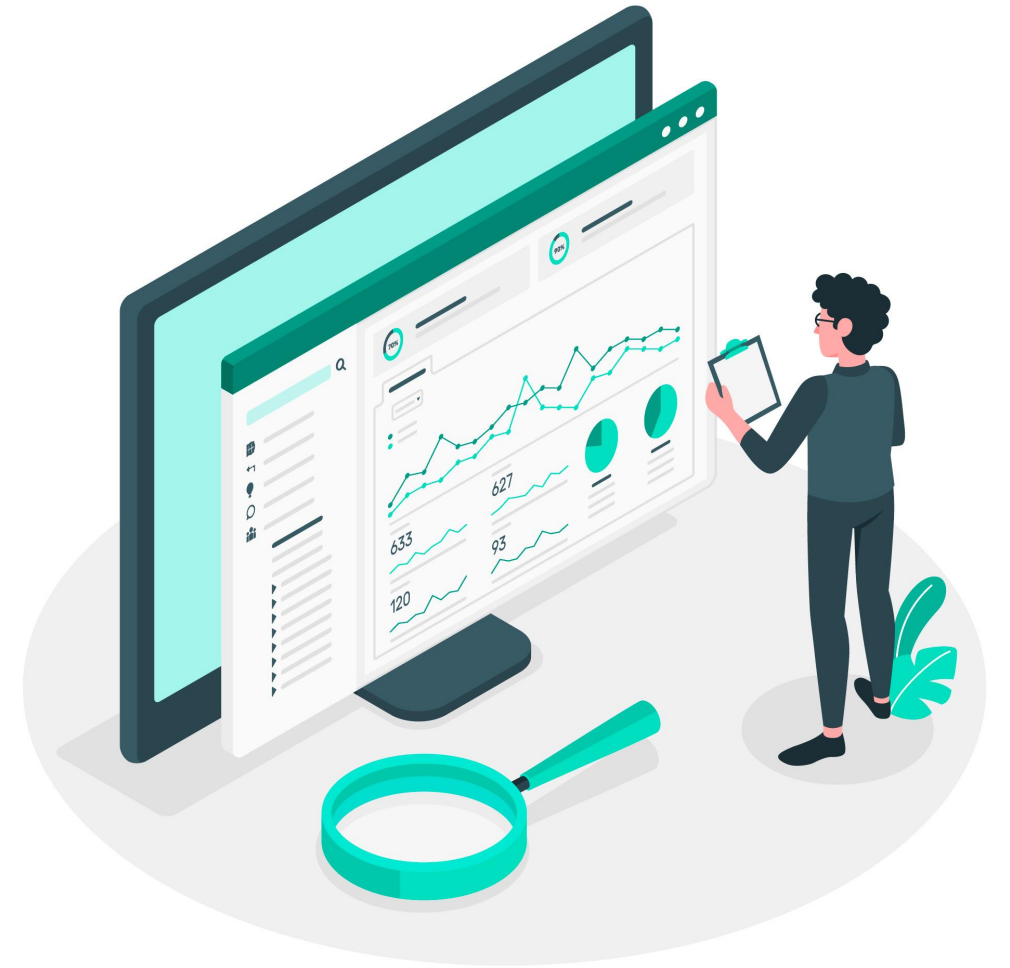


Image by storyset on Freepik

Laboratório 03 - iBGP

- Acesse o Moodle
 - <https://moodle.saladeaula.nic.br/course/view.php?id=34>
- Como acessar os Laboratórios
 - <https://youtu.be/j4wOhbdttoM?si=Lni2By1350Co99lJ>
- Cenário dos Laboratórios:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5153%2Fmod_resource%2Fcontent%2F4%2FLaboratorio%200%20-%20Cen%C3%A1rio.pdf
- Realize o Laboratório 03:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5157%2Fmod_resource%2Fcontent%2F3%2FLaboratorio%2003%20-%20iBGP.pdf



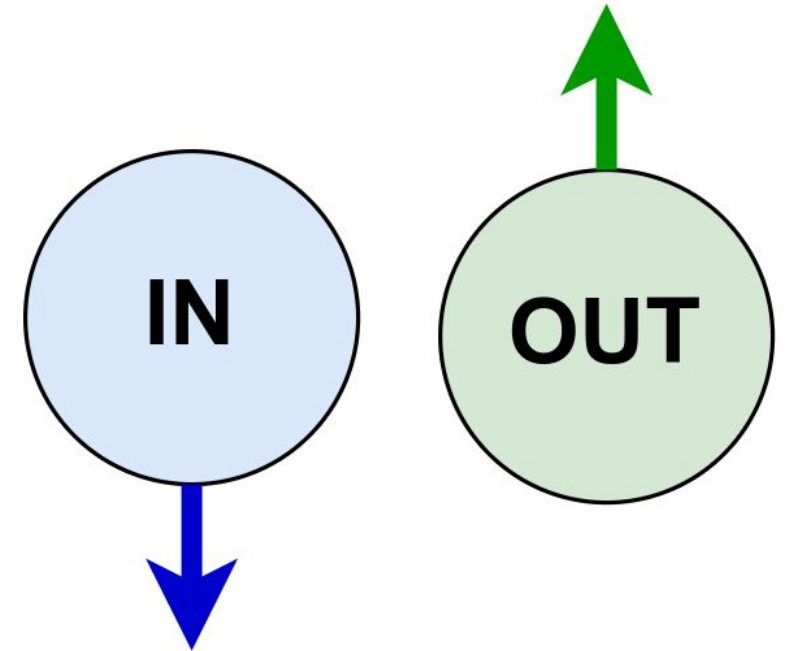
Image by vector4stock on Freepik

Atributos do BGP

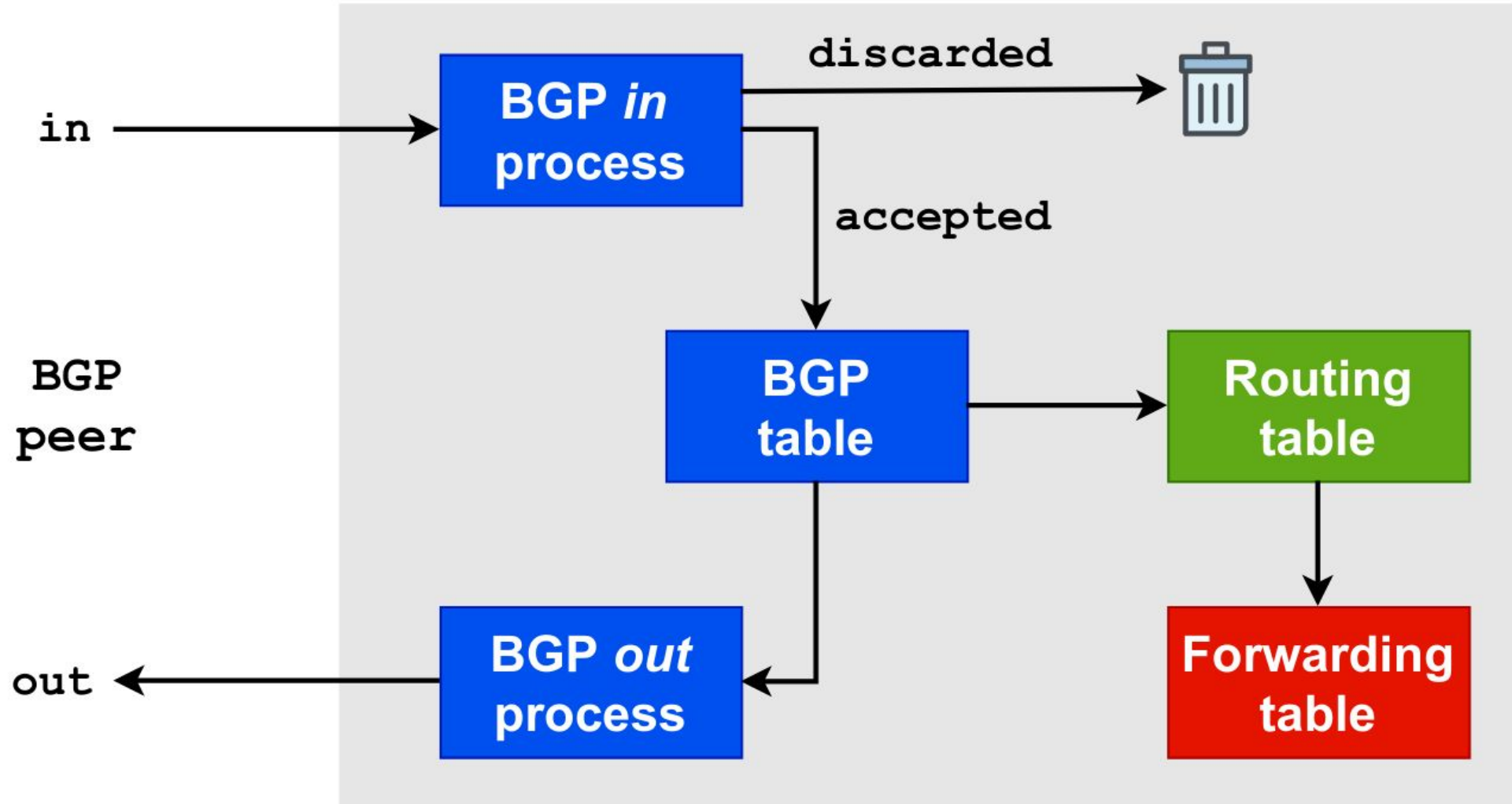
ceptro.br nic.br egi.br

BGP IN e OUT

- **Processo de entrada (in)**
 - Recebe o caminho dos peers
 - Os caminhos são inseridos na tabela BGP
 - O melhor caminho (best path) é marcado
- **Processo de saída (out)**
 - O melhor caminho é anunciado aos peers

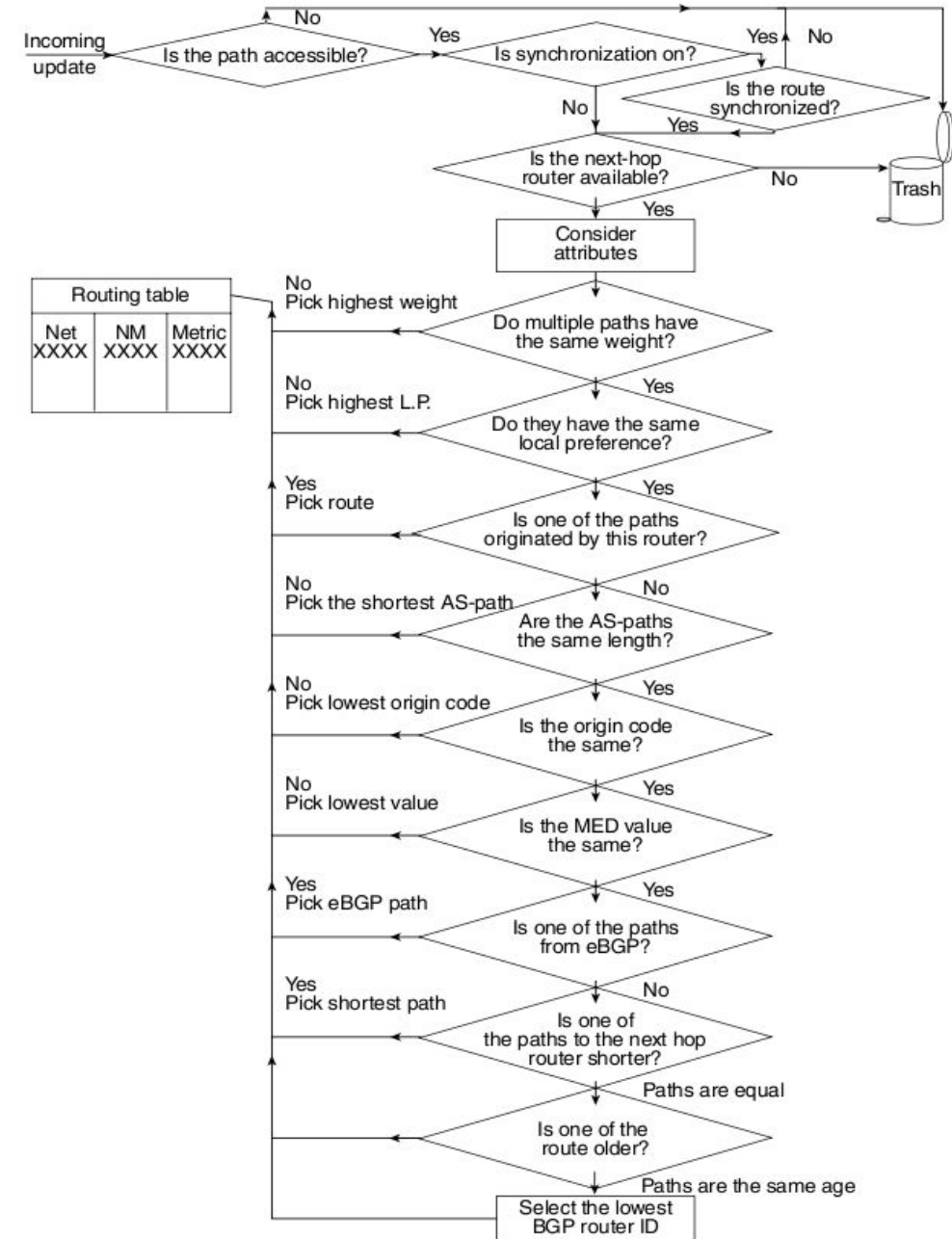


Funcionamento do BGP

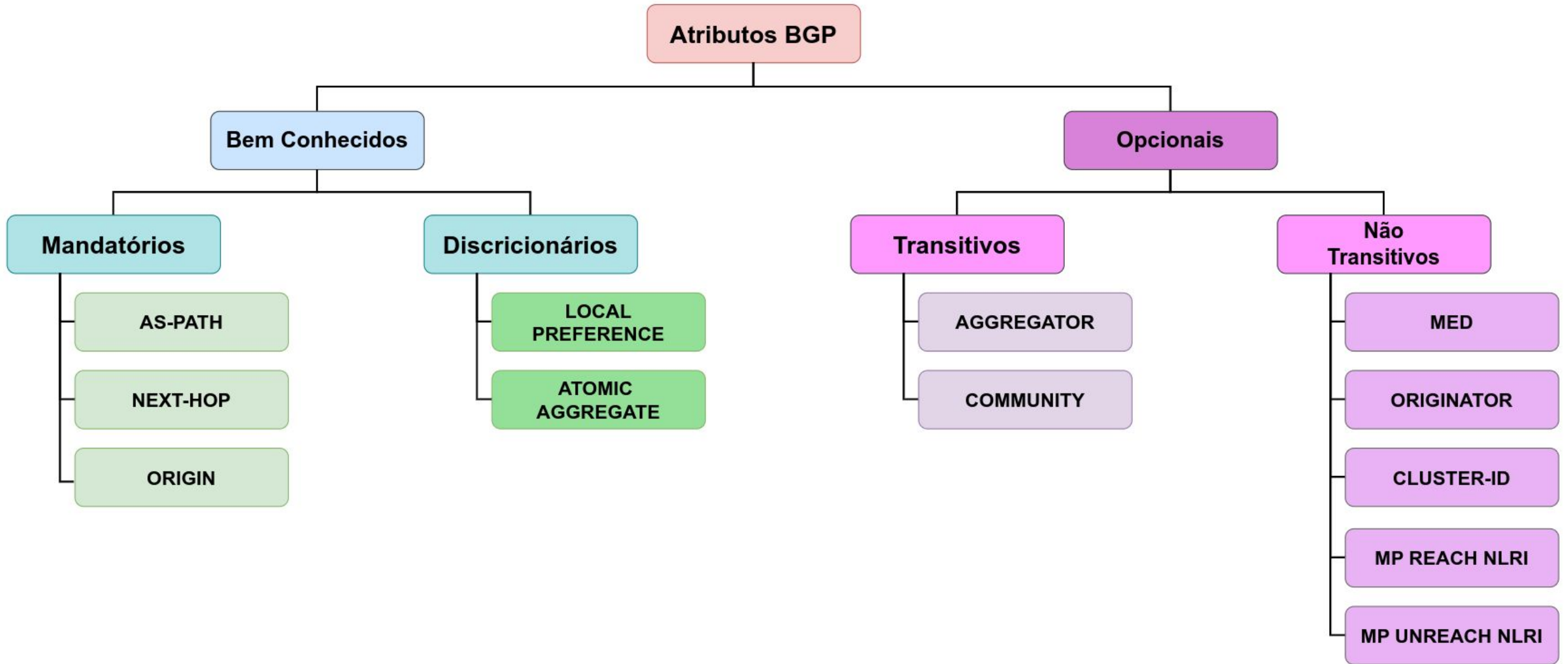


Atributos do BGP

- Os atributos são considerados na seleção dos caminhos
- Se este for conhecido, acessível e se o next hop estiver disponível
- A forma de seleção pode variar com a implementação do BGP

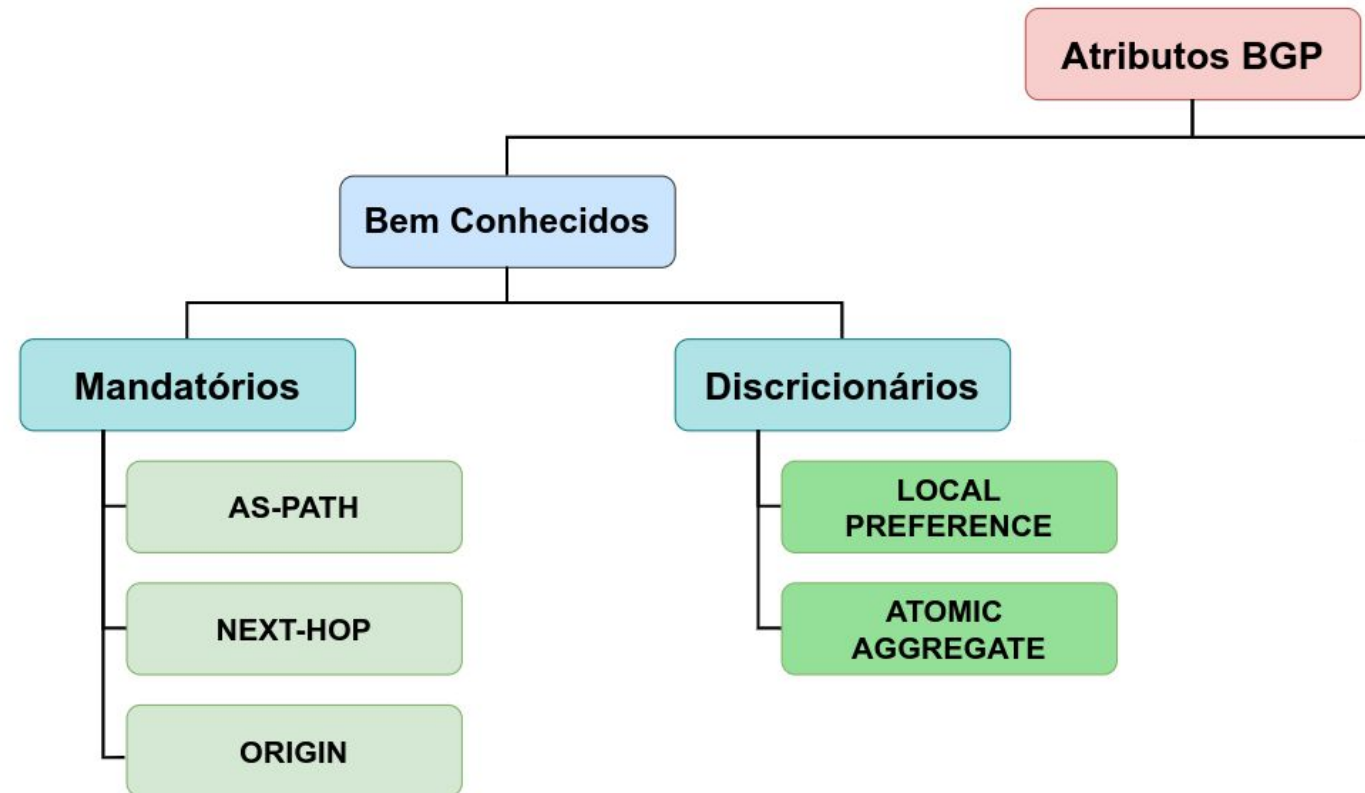


Atributos do BGP



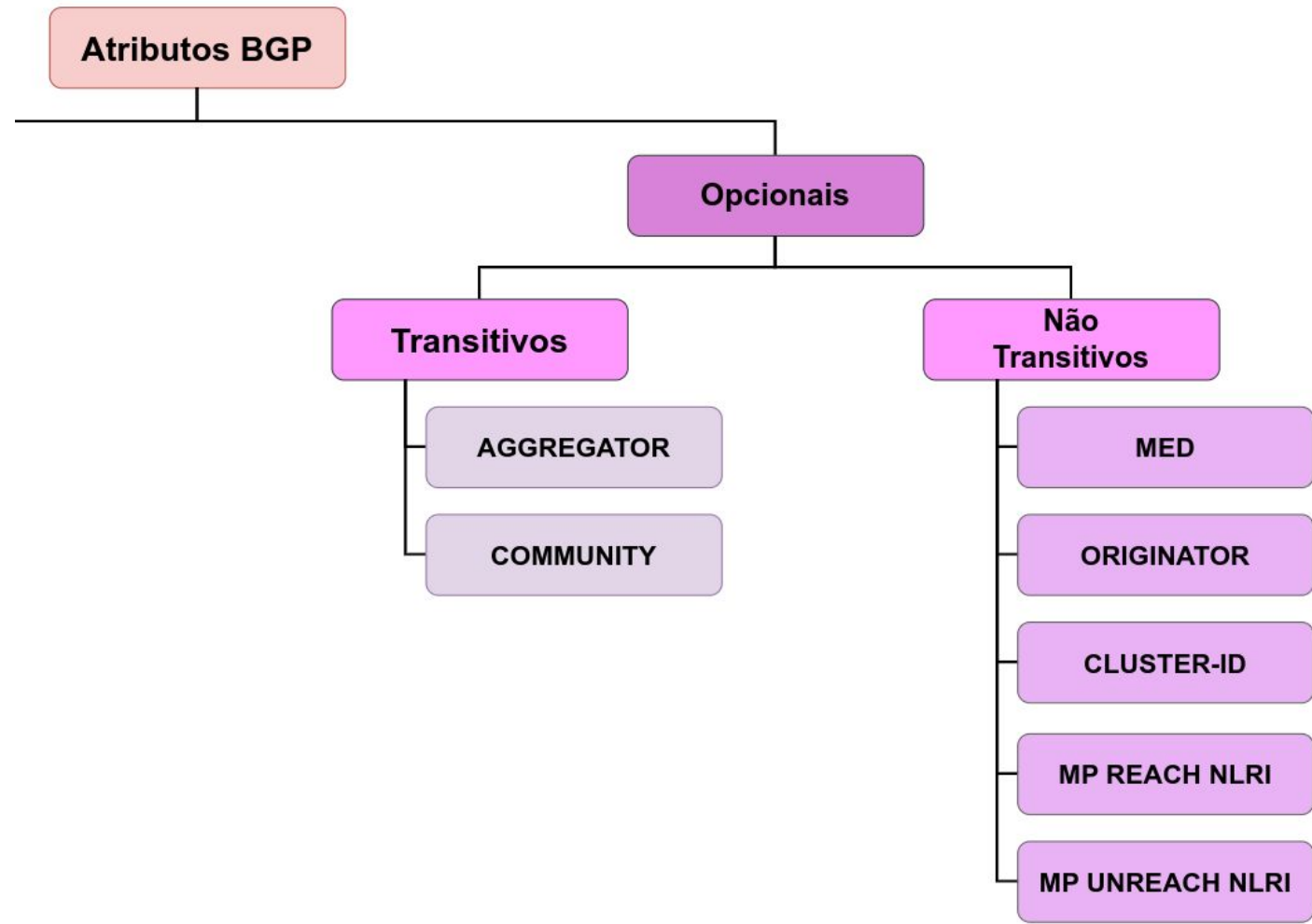
Tipos de Atributos - Bem conhecidos

- Todas as implementações BGP os reconhecem
- **Mandatários**
 - Sempre estão presentes nos updates que carregam informações de prefixos (NLRI - Network Layer Reachability Information)
- **Discricionários**
 - Não estão em todos os updates



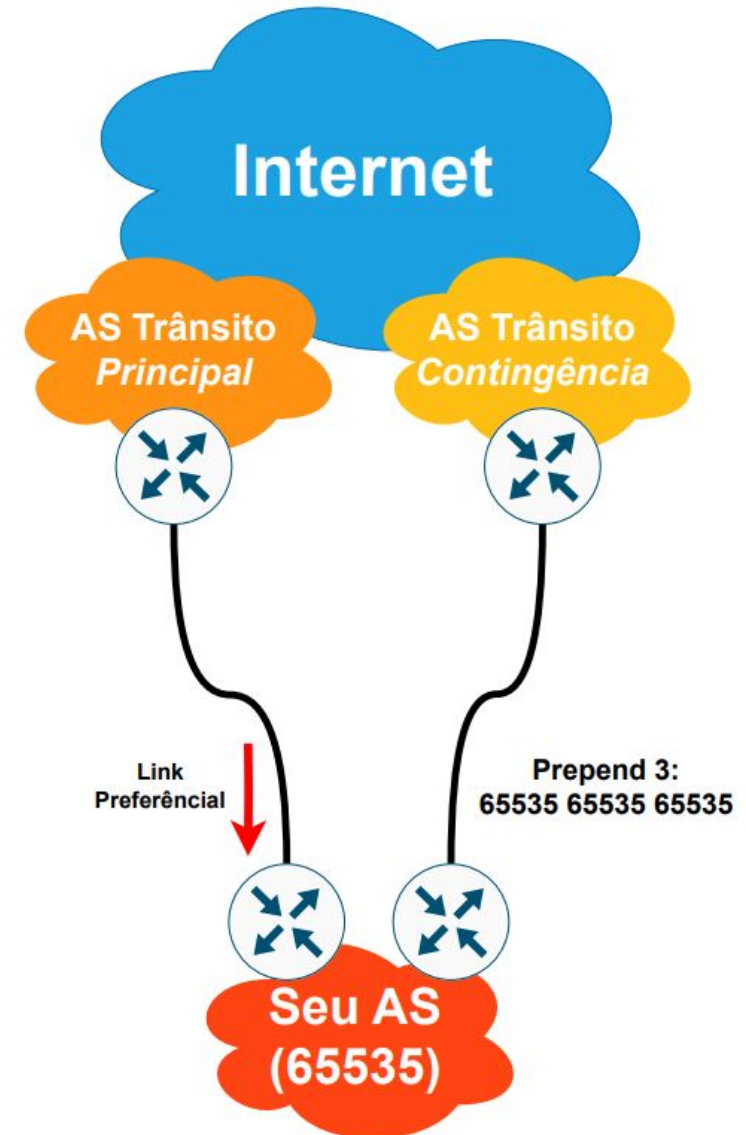
Tipos de Atributos - Opcionais

- Não são suportados por todas as implementações BGP
- **Transitivos**
 - São repassado para os *peers* vizinhos.
 - Se não for reconhecido pelo roteador é marcado como *partial* e enviado para os *peers* vizinhos
- **Não Transitivos**
 - Não são repassados para os *peers* vizinhos
 - Se não são reconhecidos, são descartados



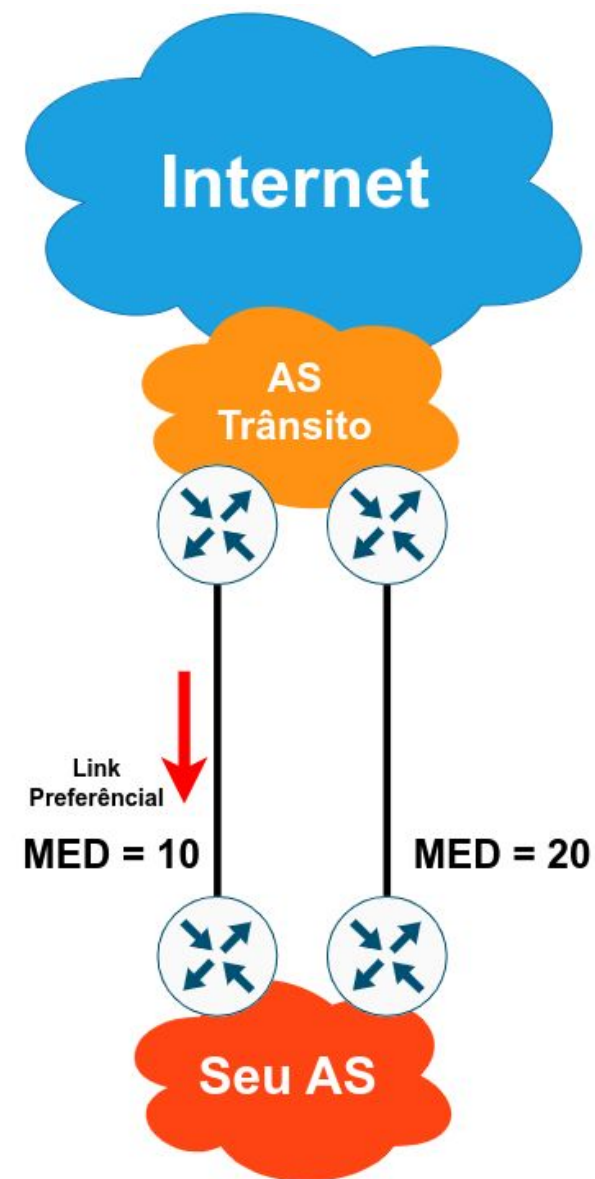
Atributos do BGP - AS PATH

- **Bem Conhecido** e **Mandatário**
- Indica o caminho para se chegar a um destino, incluindo todos os ASes intermediários
- É usado para:
 - Detectar loops
 - Aplicar políticas (**Prepend**)



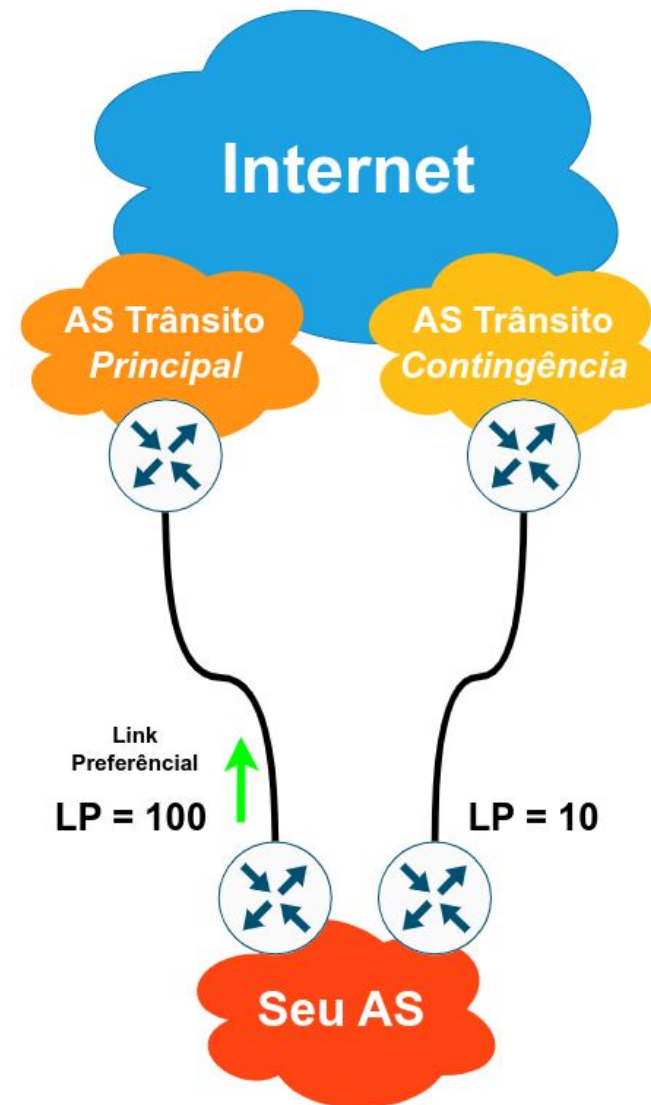
Atributos do BGP - MED

- **Multi-Exit Discriminator**
- **Opcional** e **Não Transitivo**
- Indica para os **vizinhos BGP externos** qual o **melhor caminho** para uma determinada rota do AS, influenciando o **tráfego de entrada**
- O **menor MED** ganha
- Ausência de MED implica **MED=zero**
- Utilizado quando há **duas saídas** para um **mesmo AS**



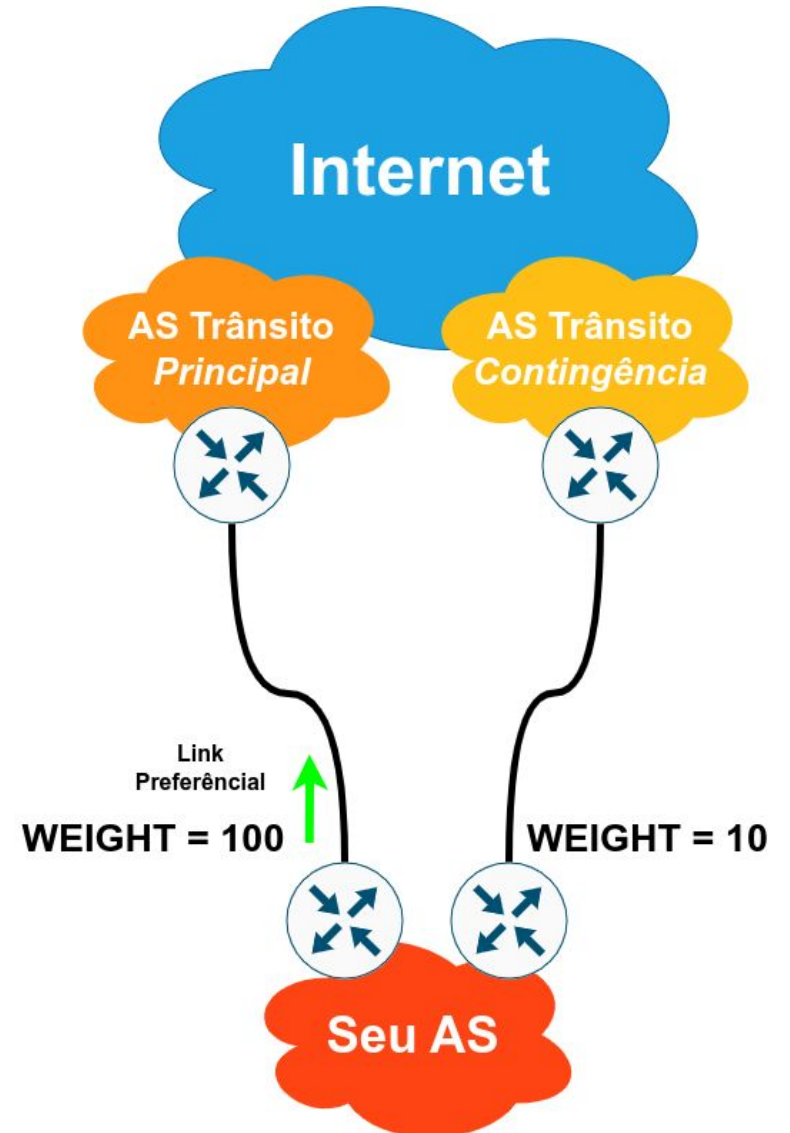
Atributos do BGP - Local Preference

- **Bem Conhecido** e **Discricionário**
- O valor pode ser associado a uma rota, indicando o caminho **preferencial de saída**.
- O caminho com a **maior Local Preference** ganha.
- Só vale **dentro do AS**



Atributos do BGP - Weight

- Não é um atributo (é local para o roteador)
 - **É um atributo proprietário da Cisco**
- O maior Weight ganha
- Pode ser aplicado as rotas aprendidas de um dado vizinho, ou por meio de filtros
- Influencia o **tráfego de saída**



Outros Atributos

- **Next-Hop (Bem Conhecido - Mandatório)**
 - Identifica o endereço IP de próximo salto para chegar ao prefixo
- **Origin (Bem Conhecido - Mandatório)**
 - Identifica a origem do prefixo.
 - i - IGP
 - e - EGP
 - ? - Incomplete
- **Atomic Aggregate (Bem Conhecido - Discricionário)**
 - Informa aos peers que o roteador está utilizando uma rota agregada
- **Aggregator (Opcional - Transitivo)**
 - Especifica o IP e ASN do roteador que agregou a rota

Outros Atributos

- **Community (Opcional - Transitivo)**
 - Funcionam como marcações em prefixos. Utilizados para criar políticas de roteamento
- **Originator (Opcional - Não Transitivo)**
 - Utilizado para identificar o primeiro Route Reflector que anunciou o prefixo no AS
- **Cluster ID (Opcional - Não Transitivo)**
 - Utilizado para identificar o roteador e prevenir loops em uma rede com Router Reflector.

Atributos novos no MP-BGP

- Necessário para suportar IPv6.
- Adiciona dois novos
 - **MP Reachable NLRI (Opcional - Não Transitivo)**
 - Carrega o conjunto de destinos alcançáveis junto com as informações do next-hop;
 - **MP Unreachable NLRI (Opcional - Não Transitivo)**
 - Carrega o conjunto de destinos inalcançáveis

Filtros

ceptro.br nic.br egi.br

Filtros

- Alguns **roteadores** são **permissivos**
- Se **nenhum filtro** for aplicado, aceitam **tudo** que os **vizinhos** enviam.
- É uma boa prática **aplicar filtros** de **entrada** e **saída** para cada vizinho, **ANTES** de estabelecer qualquer sessão eBGP.



Image by storyset on Freepik

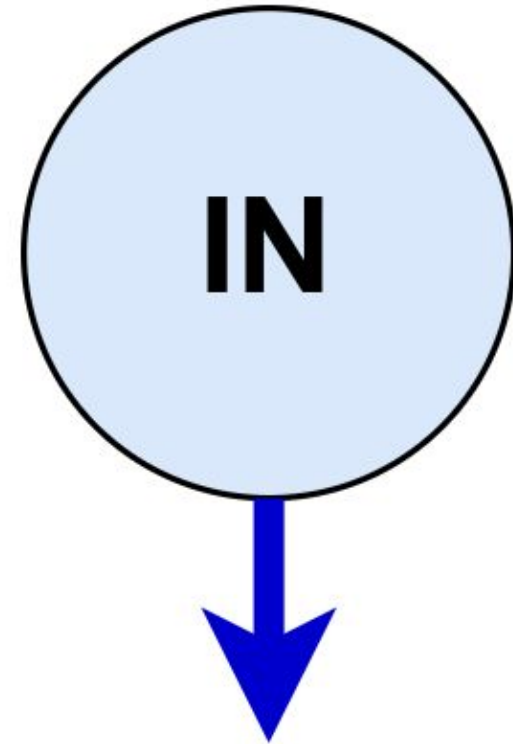
Filtros de Entrada

- **Clientes**

- Apenas os prefixos que foram designados (por você mesmo) ao cliente
- Ou alocados a ele pelo NIC.br ou por um RIR

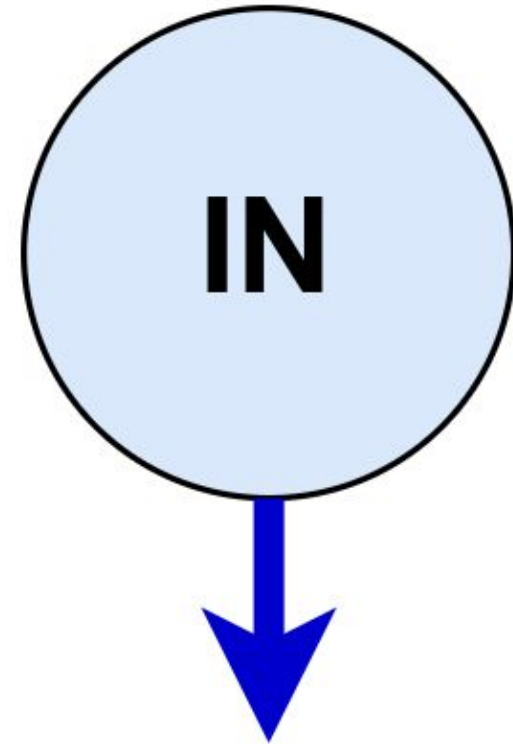
- **Trânsito (Upstream)**

- Full Routing
- Rota Default



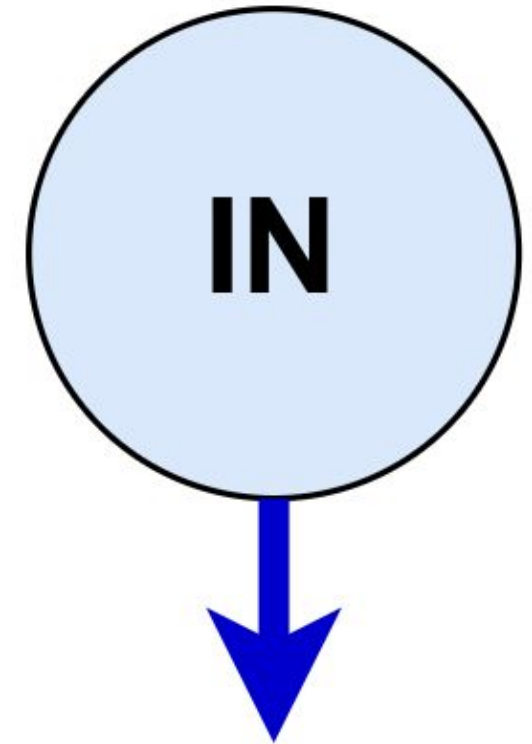
Filtros de Entrada

- **Peers (com quem realizamos troca de tráfego)**
 - Combinar os Prefixos que serão anunciados ou aceitos
 - Em caso de sessões em um acordo ATM no IX, deve-se receber todos os prefixos, com as seguintes exceções:
 - **Se você tem clientes de trânsito no IX**
 - Filtrar os prefixos dele, evitando que o tráfego para o cliente seja via IX
 - **Se você têm upstreams no IX**
 - Desejável filtrá-los forçando o tráfego a fluir pelo link de trânsito em ambas as direções
 - Evita assimetrias.



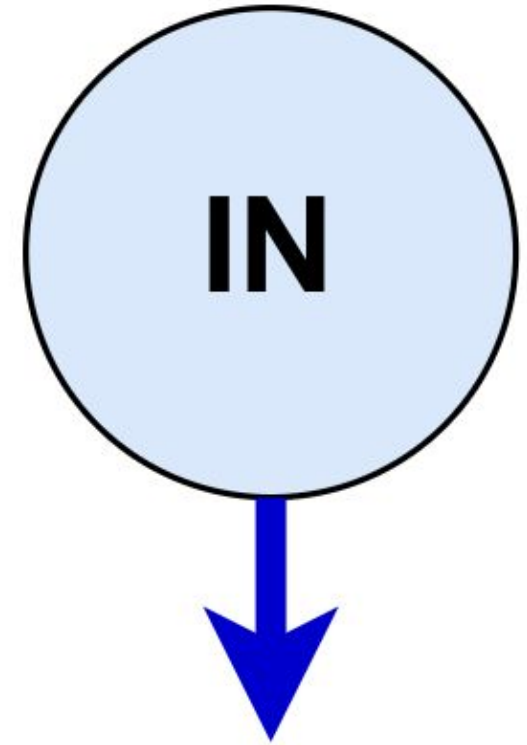
Filtros de Entrada

- Verifique a **lista do bogons** (prefixos que não deveriam aparecer no BGP), do **Team Cymru**
 - www.team-cymru.org/Services/Bogons/http.html
 - Feed automático de bogons:
 - <http://www.team-cymru.org/Services/Bogons/routeserver.html>
- **Para IPv4**
 - É preciso lembrar que **não há mais endereços reservados para alocações futuras**. Deve-se remover todos os filtros baseados no status dos blocos nos RIRs.
 - <http://tools.ietf.org/html/rfc6441>
- **Para IPv6**
 - Você pode **bloquear** tudo por **padrão** e **permitir** apenas o **2000::/3**, ou os prefixos mais específicos **/12** e **/23** sob responsabilidade de cada **RIR**.
 - **Alguns bogons** podem estar **dentro do espaço dos RIRs**, então também **devem ser bloqueados explicitamente**.



Filtros de Entrada

- Aplicando **corretamente os filtros**, você ajuda a:
 - *Garantir a integridade da sua própria rede*
 - *Garantir a integridade de toda a Internet*
- É **responsabilidade** de cada **Sistema Autônomos** ser um **bom cidadão da Internet!!!**

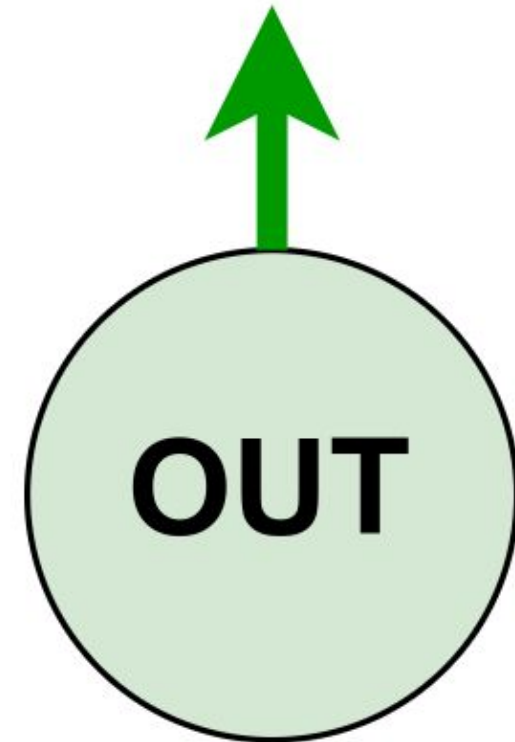


Prefixos no iBGP

- O **iBGP** deve ser usado para:
 - Transportar os **prefixos** de seus **clientes/usuários**.
 - **Não use OSPF ou outro IGP.**
- Crie uma rota estática para a interface do cliente (ou agregador).
- Use “**bgp network**” para originar o **prefixo** no **iBGP**
- O prefixo existirá enquanto a rota estática existir e a interface estiver ativa.
- Esses prefixos não são exportados no eBGP.

Prefixos no eBGP

- No **eBGP** devem estar presentes:
 - Apenas os prefixos agregados
 - Prefixos necessários para engenharia de tráfego.
- Os **prefixos** usados para **engenharia de tráfego** não **dependem** daqueles presentes no **iBGP**.
 - Os **prefixos** presentes no **iBGP** **não devem ser exportados para o eBGP**.
- Os prefixos usados para engenharia de tráfego devem ser gerados na **borda da rede**, com **rotas estáticas para null** e comandos do tipo “**bgp network**”.



Laboratório 04 - eBGP

- Acesse o Moodle
 - <https://moodle.saladeaula.nic.br/course/view.php?id=34>
- Como acessar os Laboratórios
 - <https://youtu.be/j4wOhbdttoM?si=Lni2By135OCo99IJ>
- Cenário dos Laboratórios:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5153%2Fmod_resource%2Fcontent%2F4%2FLaboratorio%200%20-%20Cen%C3%A1rio.pdf
- Realize o Laboratório 04:
 - https://moodle.saladeaula.nic.br/pluginfile.php?file=%2F5158%2Fmod_resource%2Fcontent%2F3%2FLaboratorio%2004%20-%20eBGP%20%28Operadora%29.pdf



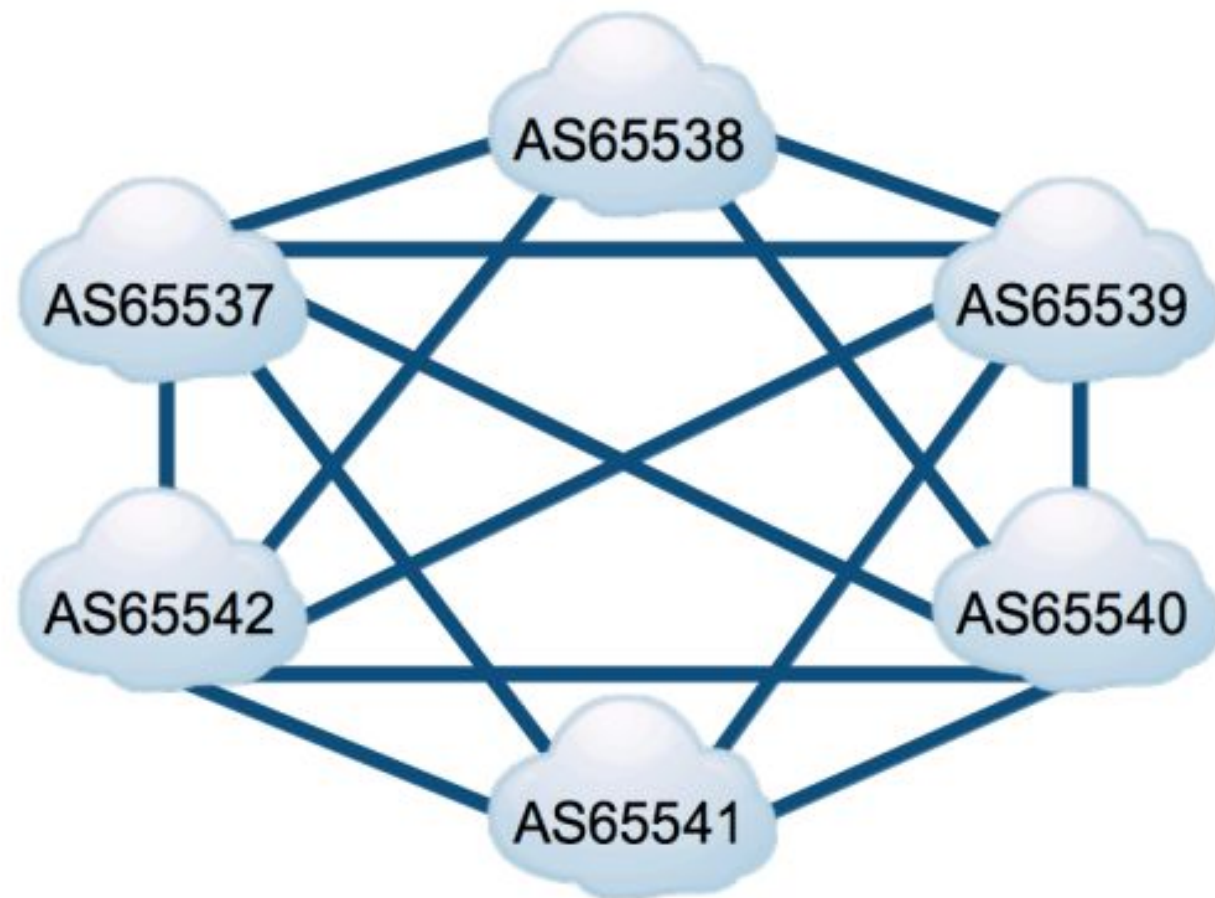
Image by vector4stock on Freepik

IX.br

ceptro.br nic.br egi.br

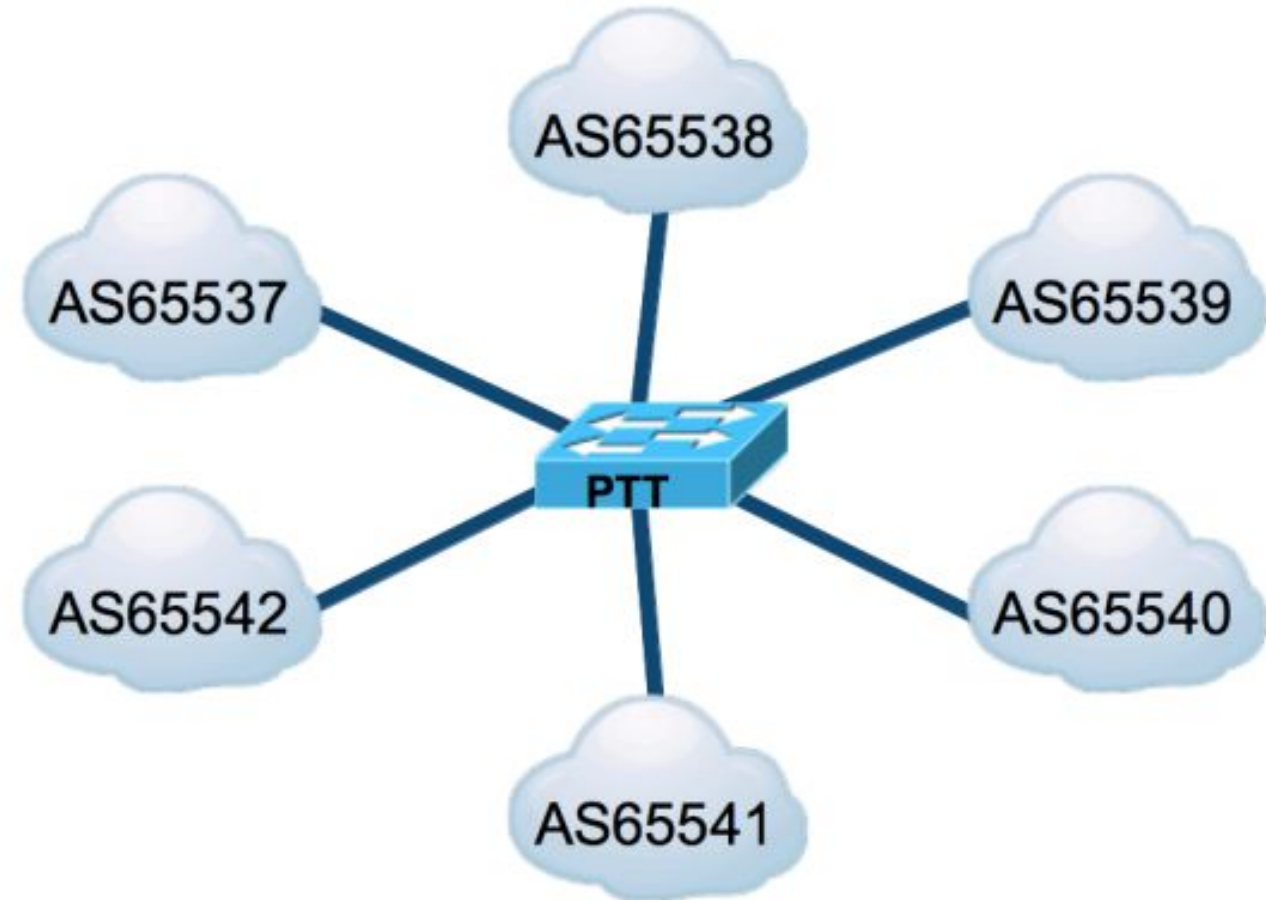
Problema

- Muitas conexões
 - Custo Alto
 - Aumento de Complexidade



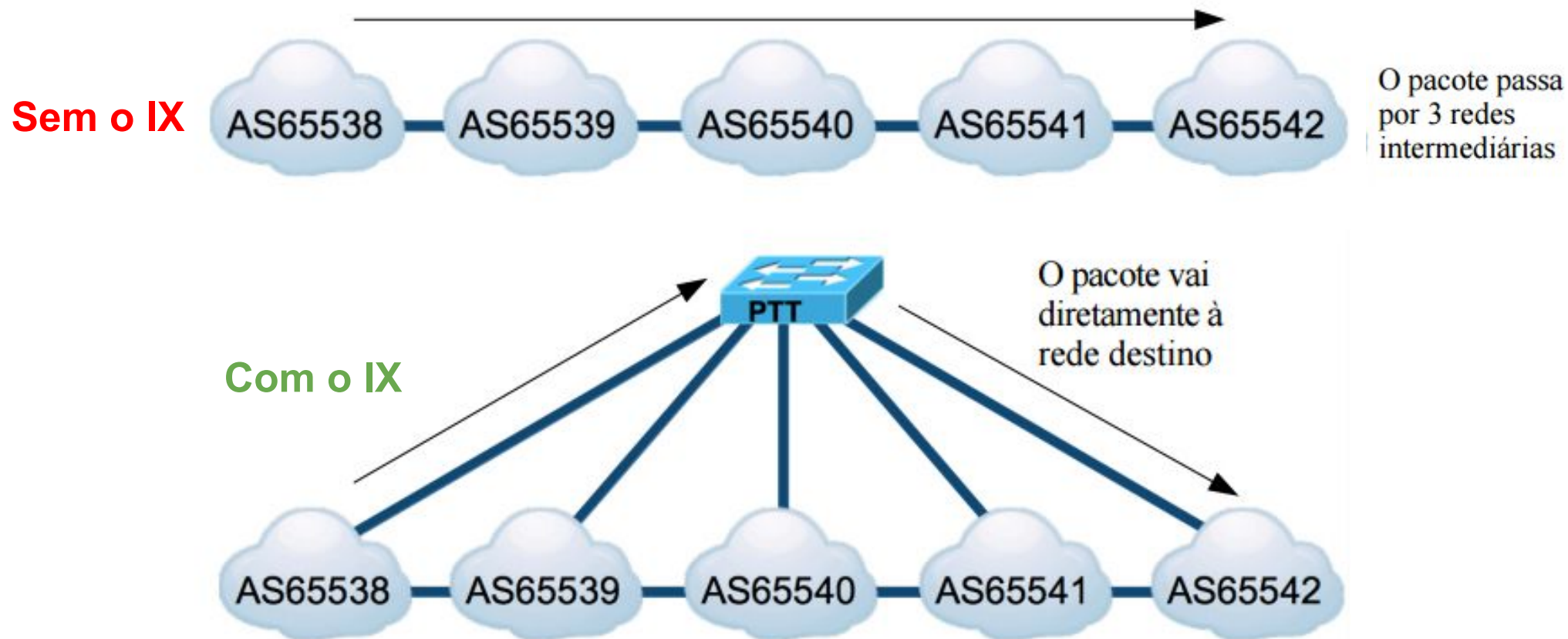
Solução

- O IX proporciona:
 - Conexão Direta
 - Camada 2
 - Milhares/Centenas de ASes trocarem tráfego Diretamente



Uso do IX

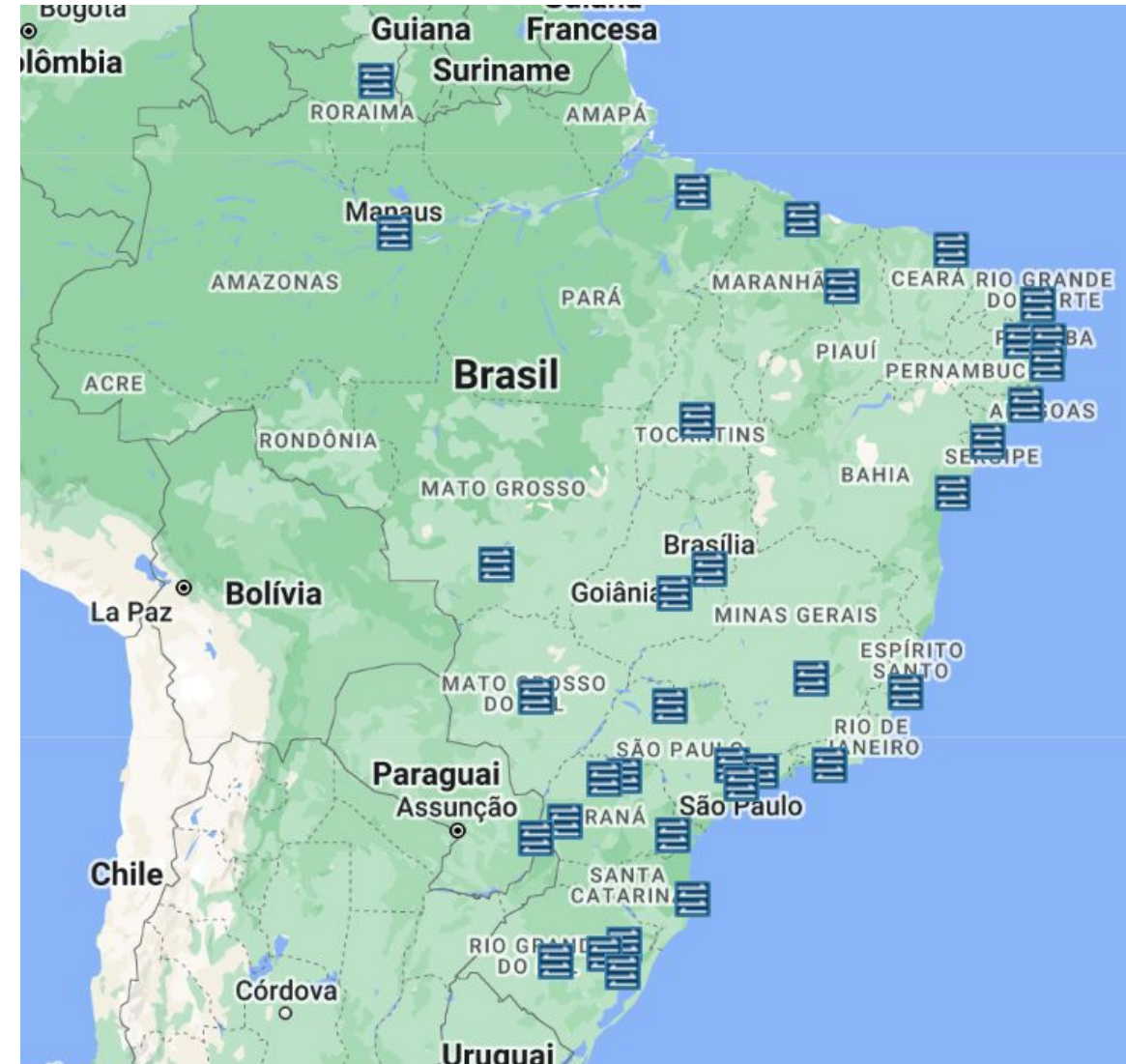
- Utilizar o IX simplifica o trânsito da Internet
- Diminui o número de redes até um determinado destino.



Sobre o IX.br

- Tem abrangência Metropolitana ou Regional
- Atualmente 36 Localidades fazem parte do IX.br

<https://ix.br/localidades/atuais>



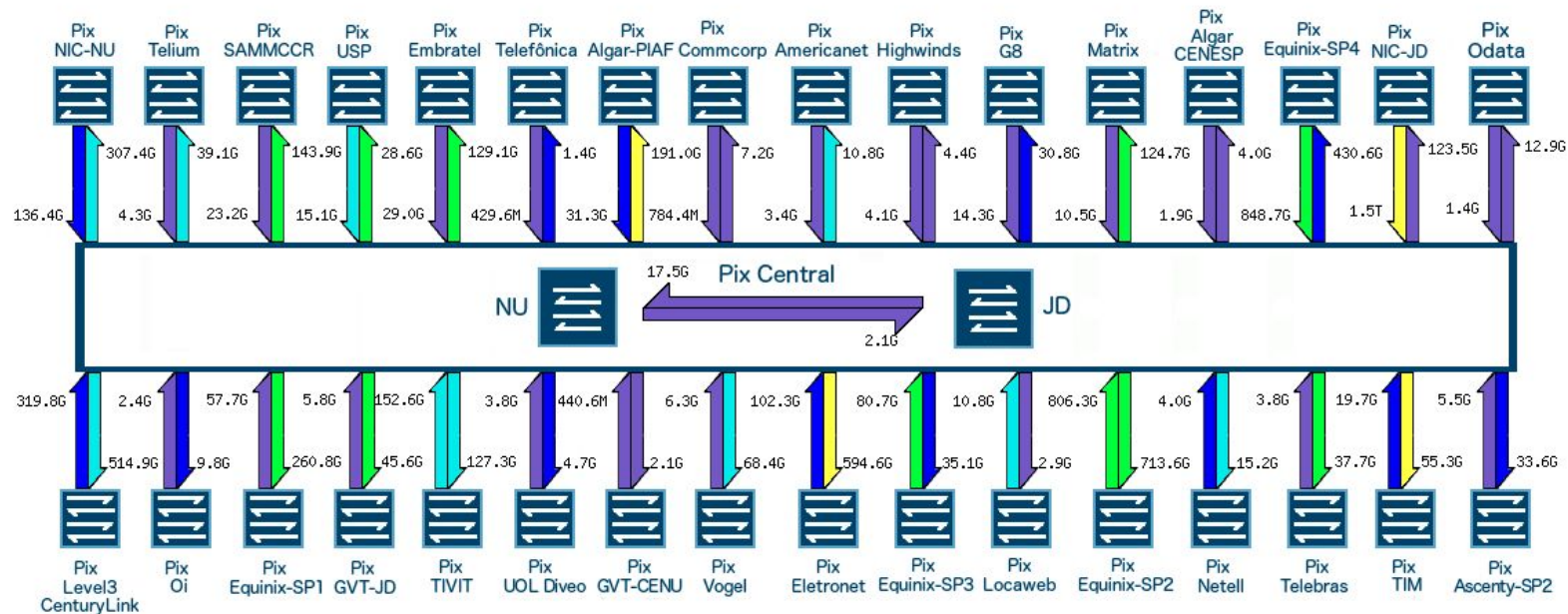
Sobre o IX.br

- Diferentes localidades do **IX.br** não estão interconectados diretamente.
 - Não se deve confundi-los com o backbone da rede.
- Contudo alguns **Sistemas Autônomos**, que participam simultaneamente de **dois ou mais IXes**, oferecem **comercialmente o serviço** de transporte entre eles.



Sobre o IX.br

- Um **IX** pode ter diversos pontos aos quais os ASes podem se conectar.
 - Sua estrutura pode ser distribuída geograficamente, na região que abrange.
- Um ponto de conexão ao IX é chamado de **PIX**.



Obrigado!

CEPTRO.br Cursos: cursosceptro@nic.br

CEPTRO.br IPv6: ipv6@nic.br



nic.br cgi.br

www.nic.br | www.cgi.br