



Disciplina: <b>Redes de Computadores</b>	Prof.: <b>Gerson L Camillo</b>
Assunto: <b>Endereçamento IP ((IPv4 e IPv6); Roteamento; Ethernet</b>	
Data de entrega previsto: 08 julho 2023 (sexta-feira)	
Forma de entrega: envio através do Moodle do <u>arquivo de rede</u> criado no Cisco Packet Tracer e um <u>documento com as respostas</u> aos questionamentos e testes apresentados nesta atividade.	
Trabalho em grupo, com até <u>dois</u> componentes.	

### Criação de uma rede IP e inclusão de roteamento estático/dinâmico

Os objetivos desta atividade são:

- Implementar os conceitos do protocolo IP em uma rede simulada no sistema Cisco Packet Tracer.
- Compreender e usar os dispositivos (switches e roteadores) para construção de uma rede do tipo organizacional.

Configurações globais:

Endereço de rede IPv4 privado para todas as sub-redes: **192.168.0.0/24**

Endereço de rede IPv6 global: **2001:db8:acad::/48**

Duas sub-redes: Araranguá e Criciúma, que são construídas separadas e depois conectadas por um enlace através de dois roteadores

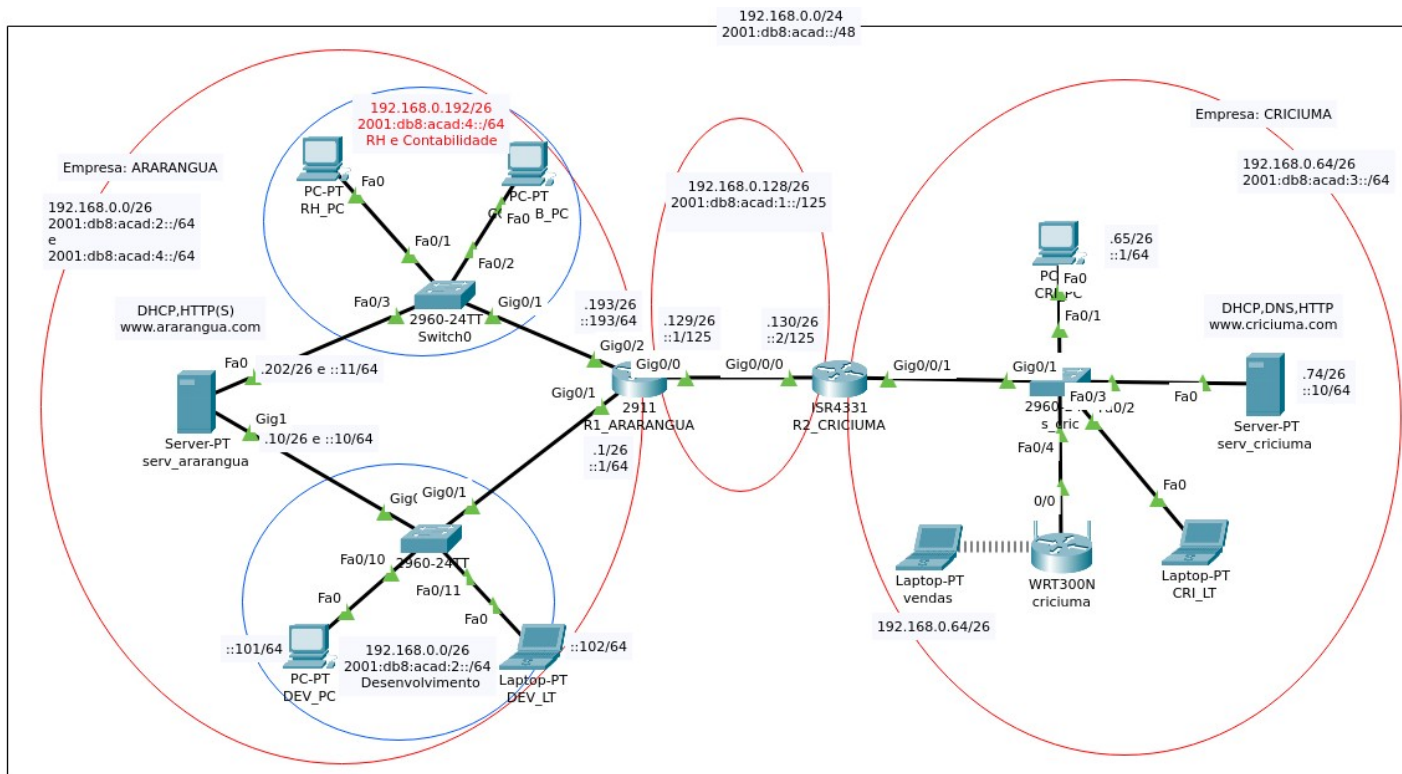
Modelos de roteadores CISCO a serem usados:

**2911: três conexões Gigabit Ethernet (sugestão de uso); ou**

**4331: duas conexões Gigabit Ethernet**

Observações:

- A construção desta rede é incremental, ou seja, entidades vão sendo incluídas e configurações de rede devem ser alteradas para acomodar a nova organização.
- As configurações de rede no sistema Cisco Packet Tracer podem ser efetuadas, em sua maior parte, na GUI dos dispositivos. Determinadas configurações e endereçamento IPv6 vão requerer inclusão de comandos na CLI.
- Por padrão, o comportamento das interfaces entre roteadores e switches é diferente. Em roteadores, interfaces estão desligadas (administrativamente desligadas), de forma que é necessário um comando (CLI ou GUI) para ativar as mesmas. Esse processo é independente da inclusão ou não de endereçamento na respectiva interface e de uma conexão de rede na mesma. Em switches, interfaces estão ativas por padrão, mas são encaminhadas quadros no momento que for feita uma conexão física (estabelecido um enlace). Diz-se que switches são dispositivos plug-and-play e com aprendizagem automática. **Esquema da rede proposta.**





Esquema básico para dividir uma rede em sub-redes, considerando a quantidade requerida e a quantidade de hosts/endereços disponíveis em cada uma. Há diversas ferramentas online, de forma que sugere-se as seguintes:

(IPv6 e IPv4): <https://ipv6.br/paginas/subnet>

(IPv4): <https://jodies.de/ipcalc>

O exemplo abaixo é um extrato do cálculo usando o jodies.de no qual o endereço de rede original era **192.168.0.0/24** e se definiu a máscara requerida para quatro sub-redes, logo, **192.168.0.0/26**

Address (Host or Network)	Netmask (i.e. 24)	Netmask for sub/supernet (optional)
192.168.0.0	/ 24	move to: 26
<input type="button" value="Calculate"/>	<input type="button" value="Help"/>	

**Netmask:** 255.255.255.192 = 26 11111111.11111111.11111111.11 000000  
**wildcard:** 0.0.0.63 00000000.00000000.00000000.00 111111

**Network:** 192.168.0.0/26 11000000.10101000.00000000.00 000000 (Class C)  
**Broadcast:** 192.168.0.63 11000000.10101000.00000000.00 111111  
**HostMin:** 192.168.0.1 11000000.10101000.00000000.00 000001  
**HostMax:** 192.168.0.62 11000000.10101000.00000000.00 111110  
**Hosts/Net:** 62 (Private Internet)

**Network:** 192.168.0.64/26 11000000.10101000.00000000.01 000000 (Class C)  
**Broadcast:** 192.168.0.127 11000000.10101000.00000000.01 111111  
**HostMin:** 192.168.0.65 11000000.10101000.00000000.01 000001  
**HostMax:** 192.168.0.126 11000000.10101000.00000000.01 111110  
**Hosts/Net:** 62 (Private Internet)

**Network:** 192.168.0.128/26 11000000.10101000.00000000.10 000000 (Class C)  
**Broadcast:** 192.168.0.191 11000000.10101000.00000000.10 111111  
**HostMin:** 192.168.0.129 11000000.10101000.00000000.10 000001  
**HostMax:** 192.168.0.190 11000000.10101000.00000000.10 111110  
**Hosts/Net:** 62 (Private Internet)

**Network:** 192.168.0.192/26 11000000.10101000.00000000.11 000000 (Class C)  
**Broadcast:** 192.168.0.255 11000000.10101000.00000000.11 111111  
**HostMin:** 192.168.0.193 11000000.10101000.00000000.11 000001  
**HostMax:** 192.168.0.254 11000000.10101000.00000000.11 111110  
**Hosts/Net:** 62 (Private Internet)



## 1. Configuração da Rede de Araranguá

Endereços e prefixos de redes:

**192.168.0.0/26**

**2001:db8:acad:2::/64** e **2001:db8:acad:4::/64**

Roteador **2911**: três conexões Gigabit Ethernet: **G0/0** e **G0/1** e **G0/2**

Dispositivo (nome)	Interface	Endereço IP/Prefixo	Gateway Padrão	Servidor DNS
R1 (ararangua)	G0/1	(IPv4):192.168.0. <b>1</b> 255.255.255.192 (IPv6):2001:db8:acad: <b>2::1</b> /64 FE80::1	ND	ND
R1 (ararangua)	G0/2	(IPv4):192.168.0. <b>193</b> 255.255.255.192 (IPv6):2001:db8:acad: <b>1::193</b> /64 FE80::1	ND	ND
serv_ararangua	FastEthernet0	(IPv4):192.168.0. <b>202</b> (IPv6):2001:db8:acad: <b>4::10</b> /64 (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):192.168.0.193 (IPv6):FE80::1	(IPv4):192.168.0. <b>74</b> (IPv6): 2001:db8:acad:3::10
serv_ararangua	GigabitEthernet1	(IPv4):192.168.0. <b>10</b> (IPv6):2001:db8:acad: <b>2::10</b> /64 (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):192.168.0.1 (IPv6):FE80::1	(IPv4):192.168.0. <b>74</b> (IPv6): 2001:db8:acad:3::10

Rede **Desenvolvimento**: **192.168.0.0/26**

Endereços IPv4 obtidos automaticamente via DHCP. Endereços IPv6 ajustados manualmente.

Dispositivo (nome)	Interface	Endereço IP/Prefixo	Gateway Padrão	Servidor DNS
DEV_PC	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6):2001:db8:acad:2:: <b>101</b> /64 (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6):fe80::1	(IPv4):DHCP (IPv6):2001:db8:acad:3::10
DEV_LT	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6):2001:db8:acad:2:: <b>102</b> /64 (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6):fe80::1	(IPv4):DHCP (IPv6):2001:db8:acad:3::10

Rede **RH e Contabilidade**: **192.168.0.192/26**

Endereços IPv4 e IPv6 ajustados automaticamente.

Dispositivo (nome)	Interface	Endereço IP/Prefixo	Gateway Padrão	Servidor DNS
RH_PC	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b> (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b>	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b>
CONTAB_PC	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b> (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b>	(IPv4):DHCP (IPv6): <b>Automatic</b>



### Configuração do roteador R1 e da interface G0/0/1

Obs.: esses comandos devem ser especificados em todos os equipamentos Cisco

```
R1> enable (Entra no Modo Privilegiado)
R1# configure terminal (Entra no Modo Configuração Global)
```

Obs.: esses comandos e os respectivos modos são pertinentes tanto a roteadores quanto switches CISCO, considerando que usem o mesmo sistema operacional IOS.

O próximo comando fará a mudança do nome do roteador para ararangua(config)#, mas não é necessária essa alteração.

```
R1(config)# hostname ararangua
```

Obs.: esse comando evita que o roteador fique buscando (resolvendo) um nome quando se erra o mesmo durante a inclusão de comandos (isso pode levar algum tempo de processamento).

```
ararangua(config)# no ip domain-lookup
```

### Configuração da interface GigabitEthernet0/1 – conexão rede Araranguá (sub-rede DESENVOLVIMENTO)

```
ararangua> enable
ararangua# configure terminal
ararangua(config)# interface GigabitEthernet0/1
ararangua(config-if)# ip address 192.168.0.1 255.255.255.192
ararangua(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
ararangua(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
ararangua(config-if)# no shutdown
ararangua(config-if)# exit
```

Caso tenha sido escolhido o roteador 4331, então há necessidade de incluir um módulo NIM-ES2-4 com quatro interfaces Gigabit Ethernet. Uma dessas interfaces será conectada na subrede de RH e Contabilidade.

### Configuração da interface GigabitEthernet0/1 – conexão rede Araranguá (sub-rede RH e CONTABILIDADE)

```
ararangua> enable
ararangua# configure terminal
ararangua(config)# interface GigabitEthernet0/2
ararangua(config-if)# ip address 192.168.0.193 255.255.255.192
ararangua(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:4::193/64
ararangua(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
ararangua(config-if)# no shutdown
ararangua(config-if)# exit
```



Roteador **R1** (ararangua): habilitar o roteamento IPv6  
(explicação sobre esse comando na seção de Roteamento)

O comando `ipv6 unicast-routing` permite ao roteador encaminhar pacotes IPv6 (o roteador é incluído no grupo multicast FF02::2 e a partir de então passa a enviar mensagens RA). Hosts enviam mensagens RS para solicitar configuração automática de IPv6 via SLAAC. As mensagens RA e RS são encapsuladas no ICMPv6. E, qual é o objetivo neste caso: permitir que estações possam obter dados de endereçamento IPv6 (endereço, prefixo e gateway padrão, endereço DNS) para autoconfiguração.

```
ararangua> enable
ararangua# conf t
ararangua(config)# ipv6 unicast-routing
ararangua(config)#exit
```

O seguinte comando permite visualizar vizinhos descobertos via protocolo Neighbor Discovery (NDP) através ICMPv6 135 e 136:

```
ararangua# sh ipv6 neigh
```

IPv6 Address	Age	Link-layer Addr	State	Interface
2001:DB8:ACAD:2:2E0:A3FF:FE17:1DBE	78	00E0.A317.1DBE	REACH	Gig0/0/1

Obs.: só aparecerão vizinhos que habilitaram configuração automática de IPv6.

### Configuração dos PCs

Conforme mostrado na tabela de valores de endereçamento acima.

### Configuração serv\_ararangua

- Configuração Global: **Gateway/DNS IPv4 > Static**

Default Gateway: 192.168.0.1

DNS Server: 192.168.0.74

- Configuração Global: **Gateway/DNS IPv6 > Static**

Default Gateway: FE80::1

DNS Server: 2001:DB8:ACAD:3::10

Obs.: aqui, como há duas interfaces, pode-se tentar inserir as mesmas configurações em ambas as portas, mas, o sistema vai reportar que somente será usada a porta mais rápida.

Configuração da interface **FastEthernet0 - sub-rede RH e CONTABILIDADE**

- Configuração de interface **FastEthernet0: IPv4 Configuration > Static**

IPv4 Address: 192.168.0.202

Subnet Mask: 255.255.255.192

- Configuração de interface **FastEthernet0: IPv6 Configuration > Static**

IPv6 Address: 2001:DB8:ACAD:4::10/64

Link Local Address: autoconfiguration

Configuração da interface **GigabitEthernet1 - sub-rede DESENVOLVIMENTO**

- Configuração de interface **GigabitEthernet1: IPv4 Configuration > Static**

IPv4 Address: 192.168.0.10

Subnet Mask: 255.255.255.192

- Configuração de interface **GigabitEthernet1: IPv6 Configuration > Static**

IPv6 Address: 2001:DB8:ACAD:2::10/64



Link Local Address: autoconfiguration

- Desabilitar todos os serviços, exceto, HTTP, HTTPS e DHCP

- Configurar e habilitar o HTTP

- Configurar e habilitar o HTTPS

- Configurar e habilitar DHCP nas duas interfaces. Cada interface deve ter um pool de endereços para a respectiva sub-rede, conforme a seguir:

**DHCP > Interface: GigabitEthernet1**

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 192.168.0.1

DNS Server: 192.168.0.74

Start IP Address: 192.168.0.11

Subnet Mask: 255.255.255.192

**DHCP > Interface: FastEthernet0**

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 192.168.0.193

DNS Server: 192.168.0.74

Start IP Address: 192.168.0.203

Subnet Mask: 255.255.255.192

- Habilitar firewall nas duas interfaces de rede e permitir conexões entrantes para os seguintes protocolos: HTTP, HTTPS, DHCP

#### Testes e questões

1. a) (DEV\_PC) testar conectividade de rede IPv4 com a interface G0/1 de R1
1. b) (DEV\_PC) testar a conectividade de rede IPv6 com a interface G0/1 de R1
1. c) (DEV\_PC) testar conectividade de rede IPv4 com a máquina RH\_PC
1. d) (DEV\_PC) testar a conectividade de rede IPv6 com o servidor serv\_ararangua
1. e) (DEV\_LT) acessar a página do servidor HTTPS usando conectividade IPv6. Evidenciar com um printscreen da tela





## 2. Configuração da Rede de Criciúma

Endereços e prefixos de redes:

**192.168.0.64/26**

**2001:db8:acad:3::/64**

Roteador **4331**: duas conexões Gigabit Ethernet: **G0/0/0 e G0/0/1**

Dispositivo (nome)	Interface	Endereço IP/Prefixo	Gateway Padrão	Servidor DNS
R2 (criciuma)	G0/0/1	(IPv4):192.168.0.65 255.255.255.192 (IPv6):2001:db8:acad:3::1/64 FE80::1	ND	ND
R2 (criciuma)	G0/0/0	(IPv4):192.168.0.130 255.255.255.192 (IPv6):2001:db8:acad:1::2/125 FE80::1	ND	ND
serv_criciuma	FastEthernet0	(IPv4):192.168.0.74 (IPv6):2001:db8:acad:3::10/64 (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):192.168.0.65 (IPv6):FE80::1	(IPv4):192.168.0.74 (IPv6):2001:db8:acad:3::10
CRI_PC	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP
CRI_LT	NIC	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP (IPv6):FE80::(prefixo atribuído automaticamente)	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP	(IPv4):DHCP (IPv6):DHCP

### Configuração do roteador R2 e da interface G0/0/1

```
R1> enable
R1# configure terminal
R1 (config)# hostname criciuma
criciuma(config)# no ip domain-lookup
criciuma(config)# interface g0/0/1
criciuma(config-if)# ip address 192.168.0.65 255.255.255.192
criciuma(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
criciuma(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
criciuma(config-if)# no shutdown
```

Roteador **R2** (criciuma): habilitar o roteamento IPv6  
(explicação sobre esse comando na seção de Roteamento)

O comando `ipv6 unicast-routing` permite ao roteador encaminhar pacotes IPv6 (o roteador é incluído no grupo multicast FF02::2 e a partir de então passa a enviar mensagens RA). Hosts enviam mensagens RS para solicitar configuração automática de IPv6 via SLAAC. As mensagens RA e RS são encapsuladas no ICMPv6. E, qual é o objetivo neste caso: permitir que estações possam obter dados de endereçamento IPv6 (endereço, prefixo e gateway padrão, endereço DNS) para autoconfiguração.

```
criciuma> enable
criciuma# conf t
```





```
criciuma(config)# ipv6 unicast-routing  
criciuma(config)#exit
```

O seguinte comando permite visualizar vizinhos descobertos via protocolo Neighbor Discovery (NDP) através ICMPv6 135 e 136:

```
criciuma# sh ipv6 neigh
```

IPv6 Address	Age	Link-layer Addr	State	Interface
2001:DB8:ACAD:2:2E0:A3FF:FE17:1DBE	78	00E0.A317.1DBE	REACH	Gig0/0/1

Obs.: só aparecerão vizinhos que habilitaram configuração automática de IPv6.

#### Configuração serv\_criciuma

- Configuração Global: **Gateway/DNS IPv4 > Static**

Default Gateway: 192.168.0.65

DNS Server: 192.168.0.74

- Configuração Global: **Gateway/DNS IPv6 > Static**

Default Gateway: FE80::1

DNS Server: 2001:DB8:ACAD:3::10

- Configuração de interface **FastEthernet0: IPv4 Configuration > Static**

IPv4 Address: 192.168.0.74

Subnet Mask: 255.255.255.192

- Configuração de interface **FastEthernet0: IPv6 Configuration > Static**

IPv6 Address: 2001:DB8:ACAD:3::10/64

Link Local Address: autoconfiguration

- Desabilitar todos os serviços, exceto, DNS, DHCP e HTTP

- Configurar e habilitar o HTTP

- Configurar o DNS incluindo as seguintes entradas nos registros A e AAAA (formatos como é incluído nos servidores DNS):

www.ararangua.com IN AAAA 2001:db8:acad:2::10

www.ararangua.com IN A 192.168.0.10

www.criciuma.com IN AAAA 2001:db8:acad:3::10

www.criciuma.com IN A 192.168.0.74

- Configurar e habilitar DHCP: definir o pool de endereços para toda a rede de criciuma:

DHCP > Interface: FastEthernet0

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 192.168.0.65

DNS Server: 192.168.0.74

Start IP Address: 192 168 0 75

Subnet Mask: 255 255 255 192

Configuração dos PCs conforme endereçamento da tabela anterior.

#### Testes e questões

2. a) (CRI\_PC) testar conectividade de rede IPv4 com a interface G0/0/1 de R2
2. b) (CRI\_PC) testar a conectividade de rede IPv6 com a interface G0/0/1 de R2
2. c) (CRI\_PC) testar a conectividade de rede IPv6 com o servidor serv\_ararangua
2. d) (DEV\_LT) acessar a página do servidor HTTPS do servidor www.criciuma.com. Evidenciar com um printscreen da tela



### 3. Configuração da Rede ponto a ponto entre Araranguá e Criciúma

Endereços e prefixos de redes:

**192.168.0.128/26**

**2001:db8:acad:1::/125**

Dispositivo (nome)	Interface	Endereço IP/Prefixo	Gateway Padrão	Servidor DNS
R1 (ararangua)	G0/0/0	(IPv4): 192.168.0.129 255.255.255.192 (IPv6): 2001:db8:acad:1::1/125 FE80::1	ND	ND
R2 (criciuma)	G0/0/0	(IPv4): 192.168.0.130 255.255.255.192 (IPv6): 2001:db8:acad:1::2/125 FE80::1	ND	ND

Obs.: a partir deste momento, os comandos serão mostrados abreviados. O SO da Cisco entende qualquer quantidade de letras de um comando, desde que não haja colisão com outro comando com mesmo sufixo (letras iguais no início). Caso, se inicie a escrita de um comando, e quando se der um TAB, o sistema não autocompletar, então aquele comando não estará disponível neste modo.

Obs.: somente serão apresentados comandos de endereçamento IPv6, pois o endereçamento IPv4 pode ser configurado via GUI (caso se queira, pode-se incluir comandos IPv4 via CLI).

```
ararangua> enable
ararangua# conf t
ararangua(config)# int g0/0/0
ararangua(config-if)# ip address 192.168.0.129 255.255.255.192
ararangua(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/125
ararangua(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
ararangua(config-if)# no sh
```

```
criciuma> enable
criciuma# conf t
criciuma(config)# int g0/0/0
criciuma(config-if)# ip address 192.168.0.130 255.255.255.192
criciuma(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::2/125
criciuma(config-if)# ipv6 address fe80::1 link-local
criciuma(config-if)# no sh
```

Obs.: nos roteadores, para executar o comando ping, deve ser informado da seguinte forma:

**R1# ping ipv6 endereço\_IPv6**

#### Testes e questões

Os testes devem ser feitos a partir dos respectivos roteadores ararangua e criciuma.

3. a) (ararangua) testar conectividade de rede IPv4 com a interface G0/0/0 de R2
3. b) (criciuma) testar conectividade de rede IPv6 com a interface G0/0/0 de R1
3. c) (criciuma) testar conectividade de rede IPv6 com o servidor serv\_criciuma
3. d) (criciuma) testar conectividade de rede IPv4 com o servidor serv\_ararangua



3. e) Explique os achados (sucesso e insucesso)

3. f) (criciuma) executar o comando a seguir para visualizar informações IPv6

```
criciuma# show ipv6 interface brief
```

3. g) (ararangua) executar o comando a seguir para visualizar informações IPv4

```
ararangua# show ip interface brief
```

3. h) (ararangua) visualizar a tabela de roteamento IPv4 e IPv6

```
ararangua# show ipv6 route
```

```
ararangua# show ip route
```

3. i) (criciuma) visualizar a tabela de roteamento IPv4 e IPv6

```
criciuma# show ipv6 route
```

```
criciuma# show ip route
```

Visualização da tabela de protocolos e da tabela de roteamento

```
criciuma# show ipv6 protocols
```

```
IPv6 Routing Protocol is "connected"
```

```
IPv6 Routing Protocol is "ND"
```

```
criciuma# show ipv6 route
```

```
IPv6 Routing Table - 5 entries
```

```
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
```

```
U - Per-user Static route, M - MIPv6
```

```
I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
```

```
ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
```

```
O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
```

```
ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external
```

```
C 2001:DB8:ACAD:1::/125 [0/0]
```

```
via GigabitEthernet0/0/0, directly connected
```

```
L 2001:DB8:ACAD:1::2/128 [0/0]
```

```
via GigabitEthernet0/0/0, receive
```

```
C 2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]
```

```
via GigabitEthernet0/0/1, directly connected
```

```
L 2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
```

```
via GigabitEthernet0/0/1, receive
```

```
L FF00::/8 [0/0]
```

```
via Null0, receive
```

Obs.: roteadores não conhecem redes remotas e também não tem configurado o roteador padrão.

#### Observação sobre swithes e roteadores CISCO (plataforma IOS)

As configurações dos roteadores podem ser perdidas se o mesmo for reiniciado. Há dois comandos disponíveis nos sistemas IOS da Cisco:

```
R# copy running-config startup-config
```

```
Destination filename [startup-config]?
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
R# copy run start
```

```
Destination filename [startup-config]?
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
R# write
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
R# w
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

## Roteamento – informação – tabelas RIB e FIB e protocolos de roteamento (material de ajuda)

Roteamento: de forma geral, é um processo de determinar caminhos para redes remotas.

**Rota:** define uma rede e prefixo (ou máscara em IPv4) de destino e o endereço do próximo roteador (next hop).

**RIB** (*Routing Information Base*): tabela contém todos os tipos de rotas e que pode conter várias rotas para uma mesma rede destino

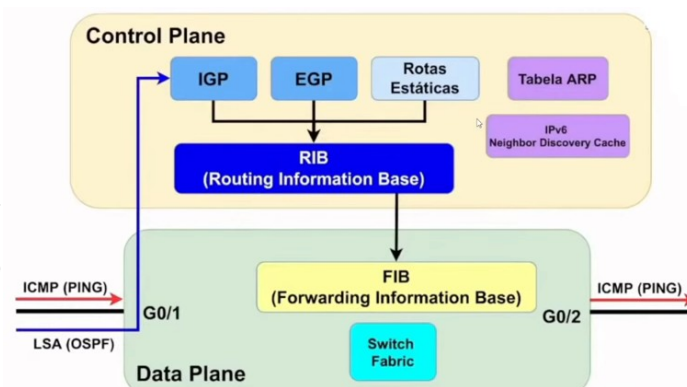
**FIB** (*Forwarding Information Base*): as melhores rotas são copiadas para a FIB incluindo a interface

A figura a seguir apresenta o processo de escolha da melhor rota e seu envio da RIB para a FIB:



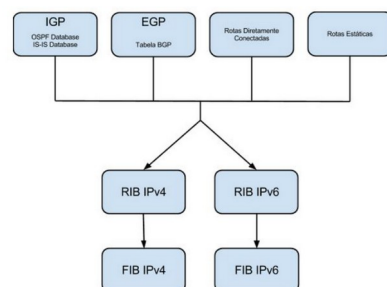
Há diversos tipos de caminhos e cada qual com diversas origens (**fontes de roteamento**) podem existir na RIB (ou seja, como um roteador aprende essas rotas):

- **Rotas diretamente conectadas** (aprendizagem automática)
- **Rotas estáticas:** rotas para redes definidas pelo administrador nos equipamentos
- **Rotas providas por protocolos de roteamento dinâmico** (por exemplo, BGP, OSPF, EIGRP, RIP) (rotas aprendidas)



**IGP** (*Interior Gateway Protocol*): são tipos de protocolos de roteamento que são estabelecidos dentro de redes, especificamente, dentro de sistemas autônomos.

**EGP** (*Exterior Gateway Protocol*): protocolos para definir rotas entre sistemas autônomos (AS). Atualmente, o protocolo BGP é o único usado para conexão entre AS e define a conectividade das redes na Internet.



Obs.: roteadores mantêm tabelas separadas para IPv4 e IPv6.

O que fica exposto no processo mostrado anteriormente, é que deve haver uma **regra para fazer a escolha das rotas** que serão transferidas da RIB para a FIB. São duas regras para escolha dos **melhores caminhos**:

a) **Distância administrativa:** é como cada roteador (e fabricante) escolhe qual tipo de rota terá prioridade: por exemplo, na Cisco, rotas estáticas têm maior prioridade que rotas RIP, considerando que uma mesma rota define o mesmo destino;



b) **Protocolos de roteamento** definem rotas melhores para um determinado destino considerando uma medida ou métrica, que depende do tipo de protocolo de roteamento.

Obs.:

a) Em roteadores Cisco, se duas ou mais rotas têm a mesma métrica, roteadores faz balanceamento de carga (até quatro por padrão).

b) Em equipamentos Cisco, a tabela de roteamento (RIB) pode ser exibida através do seguinte comando:

```
R1# show ip|ipv6 route
```

Na tabela pode aparecer a informação de “Gateway of last resort”, ou seja, a rota para redes 0.0.0.0/0 ou ::/128. Essa denominação dada pela Cisco é o que se conhece como **rota padrão**: dispositivo que envia pacotes para um destino que não esteja na rede local.

```
R1# show ip|ipv6 route static
```

Para mostrar informações contidas nas respectivas bases:

```
R1# show ip rip ?
```

```
R1# show ip rip database
```

```
R1# show ip eigrp top
```

Para mostrar informações sobre rota para uma determinada rede

```
R1# show ip route 192.168.1.0 255.255.255.0
```

Roteamento Dinâmico: são rotas definidas por protocolos de roteamento e que se baseiam em troca de informações entre roteadores para definir as melhores rotas. Basicamente, há dois métodos de criar um grafo e escolher a melhor rota:

- Algoritmo baseado em vetor de distância, ou seja, número de hops; e
- Algoritmo baseado em estado de enlace.

Alguns protocolos de IGP (Interior Gateway Protocol):

**EIGRP** (by Cisco): métrica baseada em delay (atraso) e largura de banda; cria uma topologia e as áreas são denominadas como **sistemas autônomos**.

**OSPF**: custo dos enlaces (inversamente à banda de rede), ou seja, protocolo baseado em estado de enlace. O OSPF consegue subdividir as redes em áreas (processos):

- Métrica: velocidade ou throuput de rede
- Ideal para redes com dois ou mais links de diversas velocidades

**RIP**: protocolo baseado em contagem de hops (conta o número de roteadores no caminho). É um algoritmo baseado em vetor de distância (um dos poucos protocolos que usam esse algoritmo). O protocolo RIP foi o primeiro protocolo de roteamento da Internet e evoluiu da versão 1 para a versão 2 (suporte a redes sem classes).

**RIPng (Next Generation)**: atualmente, a versão mais recente, que tem suporte ao protocolo de rede IPv6.

Principais características:

- RFC 2080
- UDP:521 (em IPv6, usa o endereço FF02::9 como multicast)
- Vetor de distância (Bellman-Ford)
- Updates a cada 30s
- Métrica: contagem de saltos (hop count)
- Distância administrativa em equipamentos Cisco: 120

Observações gerais:



a) A maioria dos protocolos IGP divulgam informações de roteamento usando endereçamento multicast. Esses tipos de endereçamento garantem que apenas os roteadores que executam os mesmos protocolos de roteamento se comuniquem e se descubram. A tabela a seguir apresenta uma relação de alguns endereços multicast associados a determinados protocolos de roteamento:

	IPv4	IPv6
OSPF	224.0.0.5 (todos os roteadores OSPF) 224.0.0.6 (somente atualizações DR/BDR)	FF02::5 FF02::6
EIGRP	224.0.0.10	FF02::D
RIPv1 e 2	224.0.0.9	FF02::9
IS-IS protocolo IGP originalmente de camada 2	—	—
IS-IS over IP	224.0.0.19–21	

Obs.: uma fonte completa de endereços multicast está disponível em:

<https://www.iana.org/assignments/multicast-addresses/multicast-addresses.xhtml>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Multicast\\_address](https://en.wikipedia.org/wiki/Multicast_address)

O protocolo BGP não descobre vizinhos, logo, não precisa multicast. Ele usa comunicação unicast TCP.

b) Alguns protocolos IGP mais robustos, como OSPF e EIGRP dividem as redes em hierarquias (ou áreas). No EIGRP tem-se a topologia de sistemas autônomos e em OSPF as regiões recebem o nome de processos.

c) Tabela de valores de **distâncias administrativas** para roteadores Cisco que determinam a confiabilidade das fontes de roteamento. Valores menores têm maior confiabilidade.

Origem da rota	Distância Administrativa
Interface conectada	0
Rota estática	1
Rota de resumo do Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)	5
Protocolo de gateway limite externo (eBGP)	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
Sistema intermediário para sistema intermediário (IS-IS)	115
Routing Information Protocol (RIP)	120
Exterior Gateway Protocol (EGP)	140
On Demand Routing (ODR)	160
EIGRP Externo	170
BGP interno	200
Desconhecido*	255

d) A forma como se especificam as rotas no roteamento estático e dinâmicos são diferentes:

- Roteamento Estático: se definem as redes remotas e o respectivo endereço do roteador para chegar nelas;
- Roteamento Dinâmico: aqui são especificados as redes conectadas no roteador que devem ser divulgadas aos outros roteadores

Considerações sobre o comando **ipv6 unicast-routing**: esse comando habilita um roteador a **encaminhar** pacotes **IPv6**. Protocolos de roteamento podem então ser configurados no roteador, como RIPng (IPv6 RIP)<sup>1</sup>, OSPFv3 (OSPF for IPv6), IS-IS for IPv6, EIGRP for IPv6, Multiprotocol BGP<sup>2</sup> Extensions for IPv6, dentre os

1 Protocolos de gateway interiores: RIPng, OSPF, IS-IS, EIGRP, usados dentro de AS (sistemas autônomos).

2 Protocolo de gateway exterior: BGP, que é usado para rotas entre sistemas autônomos na Internet.



principais. Além disso, o roteador é incluído no grupo multicast FF02::2 e a partir de então passa a enviar regularmente mensagens RA (*Router Advertisement*) (ICMPv6 type 134).

O IPv6 implementa o Protocolo de Descoberta de Vizinhos (Neighbor Discovery Protocol – NDP) através de mensagens ICMPv6. Ele é usado para resolver dois problemas:

a) As mensagens ICMPv6 133 e 134 são usadas para obtenção automática de endereçamento IPv6 (técnica SLAAC). Hosts clientes com **configuração automática de IPv6** geram mensagens ICMPv6 type 133 (Router Solicitation - RS) ao qual roteadores no grupo multicast FF02::2 respondem com mensagens RA. O host com as informações do roteador pode iniciar o processo de configuração automática de IPv6 via SLAAC.

b) O outro uso do NDP é para resolução de endereço IPv6 para endereço MAC. As mensagens ICMPv6 135 e 136 são usadas para obter endereços MAC dentro de uma rede, da mesma forma que a funcionalidade provida pelo protocolo ARP no IPv4.

O comando a seguir permite visualizar a tabela de vizinhos.

```
R# show ipv6 neighbors (de forma resumida sh ipv6 neigh)
```

Para remover/limpar a tabela de associações IPv6-MAC:

```
R# clear ipv6 neighbors
```





#### 4. Roteamento estático IPv4 entre as redes Araranguá/Criciúma

Os roteadores ararangua e criciúma conhecem as redes aos quais estão conectados. São as rotas diretamente conectadas. Mas, as redes de Ararangua e de Criciúma não são alcançáveis. Por isso, a necessidade de incluir o roteamento, que pode ser estático quanto roteamento dinâmico (uso de protocolos de roteamento).

Comando de inclusão de rotas:

IP ROUTE **ENDEREÇO\_REDE\_DESTINO** **MÁSCARA\_REDE\_IPv4** **NEXT\_HOP**

NEXT\_HOP: endereço IPv4 da porta do próximo roteador que deve encaminhar para o destino.

Então, no roteador de **Araranguá** será incluída rota estática para endereçamento IPv4 para a rede de Criciúma.

```
ararangua> enable
```

```
ararangua# conf t
```

```
ararangua(config)# ip route 192.168.0.64 255.255.255.192 192.168.0.130
```

#### Testes de conectividade

**Realizar testes de conectividade entre os servidores de araranguá e criciúma. Usar o comando PING e TRACERT no command prompt de cada equipamento para alcançar o servidor remoto. Usar o modo simulação para acompanhar os pacotes ICMP. Emitir comandos também por endereçamento IPv6.**

No roteador de Criciúma será incluída rota estática para endereçamento IPv4 para a rede de Araranguá, conforme comando a seguir:

```
criciúma> enable
```

```
criciúma# conf t
```

```
criciúma(config)# ip route 192.168.0.0 255.255.255.192 192.168.0.129
```