

Tópicos Avançados de Redes 2020/2021

2020/2021

Gonçalo Miguel Conceição Vicente¹

¹ 2172131@my.ipleiria.pt, Engenharia Informática, Diurno

Resumo

O presente documento descreve os trabalhos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular Tópicos Avançados de Redes pertence à licenciatura em Engenharia Informática e descreve a configuração de um cenário de rede utilizado através do simulador GNS3 e onde são configurados protocolos de encaminhamento como o BGP. É ainda configurado uma ligação VPN L3 MPLS bem como políticas de QoS no ISP Tier 3 e no cliente empresarial.

Palavras-chave: BGP, VPN, MPL, QoS, GNS3.

1. Protocolo BGP

Para o correto funcionamento do cenário, foi necessário configurar um protocolo EGP, neste caso o BGP.

Assim, foram configuradas ligações eBGP entre os diversos Tier's existentes. Na tabela seguinte, é possível visualizar quais foram os router's utilizados para este fim.

Ligações	Router's
Tier 1 - Tier 2 (A)	R1 - R3
Tier 1 - Tier 2 (B)	R2 - R6
Tier 2 (A) - Tier 2 (B)	R4 - R6
Tier 2 (A) - Tier 3	R4 - R8
	R5 - R8
Tier 2 (B) - Tier 3	R7 - R9

Tabela 1- Router's utilizados para ligações eBGP

De forma a efetuar as configurações iBGP, foi necessário recorrer a Router's Reflector nos quatro Tier's existentes. Na tabela 2, é possível visualizar quais foram os router's escolhidos para implementar o Router Reflector.

Tier	Router Reflector
Tier 1	R10
Tier 2 (A)	R13
Tier 2 (B)	R14
Tier 3	R15

Tabela 2 - Router's Reflector

1.1. Conetividade entre os diferentes TIER's

Nas imagens que se seguem, é possível visualizar a existência de conetividade entre os diferentes Tier's. Na imagem 2, através do router R1 foi efetuado um traceroute à interface loopback do router R5. Na imagem 3, é possível visualizar a utilização do comando traceroute e como ip de destino a interface

loopback do router R14. Por fim, na imagem 5, é possível visualizar um traceroute para a interface loopback do router R22. Nas figuras 4 e 6 é ainda possível visualizar as tabelas de encaminhamento BGP do R1.

```
R1#traceroute 150.20.0.105
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 150.20.0.105
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 1.0.0.2 12 msec 20 msec 16 msec
 2 150.20.0.2 [AS 2001] 44 msec 36 msec 48 msec
 3 150.20.0.6 [AS 2001] 44 msec 60 msec 60 msec
 4 150.20.0.14 [AS 2001] 92 msec 96 msec 88 msec
```

Figura 2 - Traceroute entre o R1 e R5

```
R1#traceroute 160.20.0.114
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 160.20.0.114
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 1.0.0.6 28 msec 4 msec 12 msec
 2 1.0.0.10 12 msec 24 msec 32 msec
 3 1.0.0.14 60 msec 52 msec 44 msec
 4 1.0.0.18 80 msec 72 msec 72 msec
 5 160.20.0.2 [AS 2002] 76 msec 112 msec 96 msec
```

Figura 3 - Traceroute entre o R1 e R14

```
R1#traceroute 191.30.0.122
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 191.30.0.122
VRF info: (vrf in name/id, vrf out name/id)
 1 1.0.0.2 20 msec 16 msec 16 msec
 2 150.20.0.2 [AS 2001] 44 msec 44 msec 44 msec
 3 150.20.0.6 [AS 2001] 76 msec 44 msec 72 msec
 4 150.20.0.10 [AS 2001] 84 msec 80 msec 92 msec
 5 150.20.0.22 [AS 2001] 104 msec 104 msec 108 msec
 6 191.30.0.2 [AS 3001] [MPLS: Label 3011 Exp 0] 168 msec 200 msec 176 msec
 7 191.30.0.10 [AS 3001] [MPLS: Label 8014 Exp 0] 192 msec 184 msec 192 msec
 8 191.30.0.30 [AS 3001] [MPLS: Label 9001 Exp 0] 180 msec 168 msec 168 msec
 9 191.30.0.34 [AS 3001] 188 msec 172 msec 180 msec
```

Figura 5 - Traceroute entre o R1 e R22

```
150.20.0.0/21 is subnetted, 1 subnets
B    150.20.0.0 [20/0] via 1.0.0.2, 00:18:04
160.20.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
B    160.20.0.0 [200/0] via 1.0.0.102, 00:17:47
191.30.0.0/23 is subnetted, 1 subnets
B    191.30.0.0 [20/0] via 1.0.0.2, 00:17:28
```

Figura 4 - Tabela de encaminhamento ipv4 BGP do router R1

```
B    2217:2131:BEEF::/48 [20/0]
      via FE80::3, FastEthernet0/0
B    2217:2131:CAFE::/48 [20/0]
      via FE80::3, FastEthernet0/0
B    2217:2131:FACE::/48 [20/0]
      via FE80::3, FastEthernet0/0
```

Figura 6 – Tabela de encaminhamento ipv6 BGP do router R1

2. VPN L3 MPLS

A VPN L3 MPLS foi implementada nos router's R8, R9 e R16. Esta VPN permite a comunicação privada entre a sede e as duas filiais da empresa.

De forma a ser possível implementar a VPN L3 MPLS, foi necessário, em todos os routers do ISP Tier 3, fazer as seguintes configurações.

```
mpls label range xxxx xxxx (por exemplo, 1000 1999)
mpls ip (apenas nas interfaces que ligam aos outros routers)
```

Figura 7 - Configuração mpls

De seguida, foi configurado o VRF nos routers R8, R9 e R16:

```
ip vrf VPN
    rd 3001:1
    route-target export 3001:1
    route-target import 3001:1
```

Figura 8 - Configuração VRF

Uma vez criado o VRF, foi adicionada uma interface de loopback nos routers e, através do comando, **ip vrf forwarding VPN**, associamos ao VRF VPN as interfaces loopback criadas bem como as interfaces que ligam aos routers que representam a sede (R23) e as filiais (R24 e R25).

Por fim, foi necessário configurar o encaminhamento PE-CE. Para tal foram utilizadas rotas estáticas, o protocolo RIP bem como o protocolo BGP da seguinte forma:

- Rotas estáticas: R8 – R23
- RIP: R16 – R24
- BGP: R9 – R25

No Router da Sede (R23) estão dois link's ligados ao Router do ISP Tier 1 (R8), um para ligar a VPN (ligação f0/0 – f2/0) e outro para garantir acesso à “Internet” por parte da área empresarial (ligação f1/1 – f2/1), sendo garantido através da implementação de NAT à saída do router da sede (R23) na interface f1/1.

2.1. Conetividade entre a sede e as filiais

Nas imagens que se seguem, é possível visualizar a existência de conetividade entre a sede e as duas filiais. Na imagem 9, através do PC3, existente na sede, foi efetuado um ping ao PC1, existente na filial 1. Na imagem 10, é possível visualizar a existência de comunicação entre o PC3, que se encontra na sede, e o PC2, que se encontra filial 2. Na imagem 11, é possível visualizar que existe comunicação entre o PC1, existente na filial 1, e o servidor web alojado na sede. Por fim, na imagem 12, é possível visualizar a existência de conetividade entre o PC2, que se encontra na filial 2, e o servidor web que está na sede.

```
PC3> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=59 time=96.889 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=59 time=102.401 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=59 time=98.329 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=59 time=107.123 ms
```

Figura 9 - Comunicação entre o PC3 (Sede) e o PC1 (Filial 1)

```
PC3> ping 192.168.3.2
84 bytes from 192.168.3.2 icmp_seq=1 ttl=59 time=105.401 ms
84 bytes from 192.168.3.2 icmp_seq=2 ttl=59 time=100.326 ms
84 bytes from 192.168.3.2 icmp_seq=3 ttl=59 time=101.285 ms
84 bytes from 192.168.3.2 icmp_seq=4 ttl=59 time=97.843 ms
```

Figura 10 - Comunicação entre o PC3 (Sede) e o PC2 (Filial 2)

```
PC1> ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=59 time=102.481 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=59 time=101.500 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=59 time=100.506 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=59 time=101.746 ms
```

Figura 11 - Comunicação entre o PC1 (Filial 1) e o servidor Web (Sede)

```
PC2> ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=59 time=105.652 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=59 time=98.552 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=59 time=102.479 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=59 time=101.539 ms
```

Figura 12 - Comunicação entre o PC2 (Filial 2) e o servidor Web (Sede)

3. Servidores Web (Público)

De forma a implementar os servidores web que eram requeridos, foram instaladas duas máquinas linux com o sistema operativo Ubuntu Server, uma na sede e outra no ISP Tier 1. Foi necessário implementar NAT para fazer port forwarding de forma a que os websites ficassem no domínio público.

```
ip nat inside source static tcp 192.168.1.1 80 191.30.0.50 80 extendable
```

Figura 14 - Exemplo de port forwarding (R23)

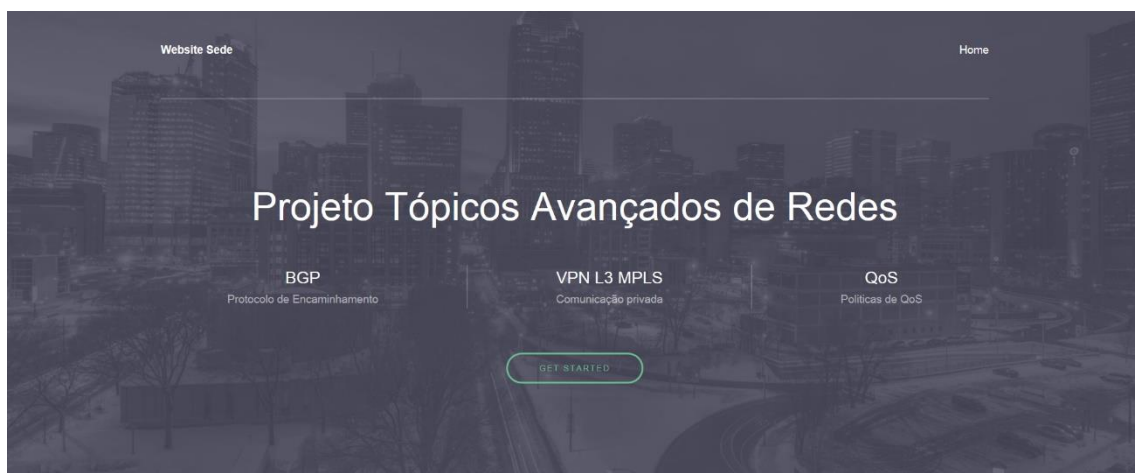


Figura 13 - Website Tier 1



Figura 15 - Website Sede

4. Políticas de QoS no ISP Tier 3

De forma a elaborar as políticas de QoS, foi criada uma tabela (Tabela 3) onde se encontram os protocolos organizados por grupo, bem como a prioridade e o IP Precedence. Estas políticas foram adicionadas em todos os router's do ISP Tier 3.

Grupo de aplicações	Protocolos	Prioridade	IP Precedence
Controlo	DNS	5	3
	ICMP		
	DHCP		
	NTP		
Gestão	SNMP	5	3
Chat	IRC	5	3
	PICHAT		
Log	SYSLOG	5	3
Transferência	FTP	20	5
Email	IMAP	5	3
	POP		
	SMTP		
Web	HTTP	6	4
Consola	TELNET	6	4
	SSH		
	CMD		
Protocolo	BGP	4	2
	RIP		
	OSPF		

Tabela 3 - Políticas de QoS

Na imagem, é possível visualizar o correto funcionamento da classificação, neste caso direcionada para o serviço ICMP.

```
R23#sh policy-map interface fastEthernet 0/0
FastEthernet0/0
```

Service-policy output: QOS_SAIDA

queue stats for all priority classes:

```
Queueing
queue limit 64 packets
(queue depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
(pkts output/bytes output) 50/5268
```

Class-map: CONTROLO (match-any)

```
50 packets, 5268 bytes
5 minute offered rate 0000 bps, drop rate 0000 bps
Match: access-group name DNS
0 packets, 0 bytes
5 minute rate 0 bps
Match: access-group name ICMP
50 packets, 5268 bytes
5 minute rate 0 bps
```

Figura 16 - Funcionamento de QoS

5. Tabela de Endereçamento

Tendo em conta que, na primeira fase do projeto, as interfaces de loopback estavam configuradas com um endereço IPv4 errado, voltei a refazer a tabela e corrigir os endereços errados para os endereços corretos. Nesse caso, a tabela seguinte apresenta todos os endereços IPv4 e IPv6 utilizados ao longo deste projeto.

	Equipameno	Interface	IP	Máscara de rede	IPv6	Link-local	Label MPLS
Tier 1	R1	fa0/0	1.0.0.1	255.255.255.252	2001:7f8:a:13::1/64	FE80::1	
		fa1/0	1.0.0.5	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:110::1/64	FE80::1	
		lo0	1.0.0.101	255.255.255.255	2217:2131:ABBA:1::1/128	FE80::1	
	R10	fa0/0	1.0.0.6	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:110::10/64	FE80::10	
		fa1/0	1.0.0.9	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:1011::10/64	FE80::10	
		lo0	1.0.0.110	255.255.255.255	2217:2131:ABBA:10::10/128	FE80::10	
	R11	fa0/0	1.0.0.10	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:1011::11/64	FE80::11	
		fa1/0	1.0.0.13	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:112::11/64	FE80::11	
		lo0	1.0.0.111	255.255.255.255	2217:2131:ABBA:11::11/128	FE80::11	
	R2	fa0/0	1.0.0.17	255.255.255.252	2001:7f8:a:26::2/64	FE80::2	
		fa1/0	1.0.0.14	255.255.255.252	2217:2131:ABBA:112::2/64	FE80::2	
		lo0	1.0.0.102	255.255.255.255	2217:2131:ABBA:2::2/128	FE80::2	
	Web Server 1	e0	10.1.1.1	255.255.255.0			

Figura 17 - Configuração IPv4 e IPv6 do TIER 1

Tier 2 (A)	R3	fa0/0	1.0.0.2	255.255.255.252	2001:7f8:a:13::3/64	FE80::3	
		fa1/0	150.20.0.1	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:312::3/64	FE80::3	
		lo0	150.20.0.103	255.255.255.255	2217:2131:BEEF:3::3/128	FE80::3	
	R12	fa0/0	150.20.0.5	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:1213::12/64	FE80::12	
		fa1/0	150.20.0.2	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:312::12/64	FE80::12	
		lo0	150.20.0.112	255.255.255.255	2217:2131:BEEF:12::12/128	FE80::12	
	R13	fa0/0	150.20.0.9	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:134::13/64	FE80::13	
		fa1/0	150.20.0.13	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:135::13/64	FE80::13	
		fa1/1	150.20.0.6	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:1213::13/64	FE80::13	
		lo0	150.20.0.113	255.255.255.255	2217:2131:BEEF:13::13/128	FE80::13	
	R4	fa0/0	150.20.0.25	255.255.255.252	2001:7f8:a:46::4/64	FE80::4	
		fa1/0	150.20.0.21	255.255.255.252	2001:7f8:a:48::4/64	FE80::4	
		fa1/1	150.20.0.10	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:134::4/64	FE80::4	
		lo0	150.20.0.104	255.255.255.255	2217:2131:BEEF:4::4/128	FE80::4	
	R5	fa0/0	150.20.0.17	255.255.255.252	2001:7f8:a:58::5/64	FE80::5	
		fa1/0	150.20.0.14	255.255.255.252	2217:2131:BEEF:135::5/64	FE80::5	
		lo0	150.20.0.105	255.255.255.255	2217:2131:BEEF:5::5/128	FE80::5	

Figura 19 - Configuração IPv4 e IPv6 do TIER 2 (A)

Tier 2 (B)	R6	fa0/0	1.0.0.18	255.255.255.252	2001:7f8:a:26::6/64	FE80::6	
		fa1/0	150.20.0.26	255.255.255.252	2001:7f8:a:46::6/64	FE80::6	
		fa1/1	160.20.0.1	255.255.255.252	2217:2131:CAFE:614::6/64	FE80::6	
		lo0	160.20.0.106	255.255.255.255	2217:2131:CAFE:6::6/128	FE80::6	
	R14	fa0/0	160.20.0.2	255.255.255.252	2217:2131:CAFE:614::14/64	FE80::14	
		fa1/0	160.20.0.5	255.255.255.252	2217:2131:CAFE:147::14/64	FE80::14	
		lo0	160.20.0.114	255.255.255.255	2217:2131:CAFE:14::14/128	FE80::14	
	R7	fa0/0	160.20.0.9	255.255.255.252	2001:7f8:a:79::7/64	FE80::7	
		fa1/0	160.20.0.6	255.255.255.252	2217:2131:CAFE:147::7/64	FE80::7	
		lo0	160.20.0.107	255.255.255.255	2217:2131:CAFE:7::7/128	FE80::7	

Figura 18 - Configuração IPv4 e IPv6 do TIER 2 (B)

Sede	R23	fa0/0	191.30.0.38	255.255.255.252			
		fa1/0	192.168.1.254	255.255.255.0			
		fa1/1	191.30.0.50	255.255.255.252			
		lo0	191.30.0.123	255.255.255.255			
	Web Server 2	e0	192.168.1.1	255.255.255.0			
	Win 7	e0	DHCP	DHCP			
Filial 1	R25	fa0/0	192.168.4.2	255.255.255.252			
		fa1/0	192.168.2.254	255.255.255.0			
		lo0	192.168.25.25	255.255.255.255			
	Win 7 - Filial 1	e0	DHCP	DHCP			
	PC1	e0	DHCP	DHCP			
Filial 2	R24	f0/0	191.30.0.46	255.255.255.252			
		fa1/0	192.168.3.254	255.255.255.0			
		lo0	191.30.0.124	255.255.255.255			
	Win 7 - Filial 2	e0	DHCP	DHCP			
	PC2	e0	DHCP	DHCP			

Figura 20 - Configuração IPv4 da sede e das filiais

Tier 3	R8	fa0/0	150.20.0.18	255.255.255.252	2001:7f8:a:58::8/64	FE80::8	1000-1999
		fa1/0	150.20.0.22	255.255.255.252	2001:7f8:a:48::8/64	FE80::8	
		fa1/1	191.30.0.1	255.255.255.252	2217:2131:FACE:815::8/64	FE80::8	
		fa2/0	191.30.0.37	255.255.255.252			
		fa2/1	191.30.0.49	255.255.255.252			
		lo0	191.30.0.108	255.255.255.255	2217:2131:FACE:8::8/128	FE80::8	
		lo1	8.8.8.8	255.255.255.255			
	R9	fa0/0	160.20.0.10	255.255.255.252	2001:7f8:a:79::9/64	FE80::9	2000-2999
		fa1/0	191.30.0.5	255.255.255.252	2217:2131:FACE:915::9/64	FE80::9	
		fa1/1	192.168.4.1	255.255.255.252			
		lo0	191.30.0.109	255.255.255.255	2217:2131:FACE:9::9/128	FE80::9	
		lo1	9.9.9.9	255.255.255.255			
	R15	fa0/0	191.30.0.2	255.255.255.252	2217:2131:FACE:815::15/64	FE80::15	3000-3999
		fa1/0	191.30.0.6	255.255.255.252	2217:2131:FACE:915::15/64	FE80::15	
		fa1/1	191.30.0.9	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1520::15/64	FE80::15	
		fa2/0	191.30.0.13	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1518::15/64	FE80::15	
		fa2/1	191.30.0.17	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1516::15/64	FE80::15	
		lo0	191.30.0.115	255.255.255.255	2217:2131:FACE:15::15/128	FE80::15	
	R16	fa0/0	191.30.0.18	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1516::16/64	FE80::16	4000-4999
		fa1/0	191.30.0.21	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1617::16/64	FE80::16	
		fa1/1	191.30.0.45	255.255.255.252			
		lo0	191.30.0.116	255.255.255.255	2217:2131:FACE:16::16/128	FE80::16	
		lo1	16.16.16.16	255.255.255.255			
	R17	fa0/0	191.30.0.22	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1617::17/64	FE80::17	5000-5999
		lo0	191.30.0.117	255.255.255.255	2217:2131:FACE:17::17/128	FE80::17	
	R18	fa0/0	191.30.0.14	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1518::18/64	FE80::18	6000-6999
		fa1/0	191.30.0.25	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1819::18/64	FE80::18	
		lo0	191.30.0.118	255.255.255.255	2217:2131:FACE:18::18/128	FE80::18	
	R19	fa0/0	191.30.0.26	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1819::19/64	FE80::19	7000-7999
		lo0	191.30.0.119	255.255.255.255	2217:2131:FACE:19::19/128	FE80::19	
	R20	fa0/0	191.30.0.10	255.255.255.252	2217:2131:FACE:1520::20/64	FE80::20	8000-8999
		f1/0	191.30.0.29	255.255.255.252	2217:2131:FACE:2021::20/64	FE80::20	
		lo0	191.30.0.120	255.255.255.255	2217:2131:FACE:20::20/128	FE80::20	
	R21	fa0/0	191.30.0.30	255.255.255.252	2217:2131:FACE:2021::21/64	FE80::21	9000-9999
		fa1/0	191.30.0.33	255.255.255.252	2217:2131:FACE:2122::21/64	FE80::21	
		lo0	191.30.0.121	255.255.255.255	2217:2131:FACE:21::21/128	FE80::21	
	R22	fa0/0	191.30.0.34	255.255.255.252	2217:2131:FACE:2122::22/64	FE80::22	10000-10999
		lo0	191.30.0.122	255.255.255.255	2217:2131:FACE:22::22/128	FE80::22	

Figura 21 - Configuração IPv4 e IPv6 do TIER 3