

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA



**ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA DE
ELECTRÓNICA E TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES**

**Licenciatura em Engenharia
Informática e Multimédia**

Redes de Internet

**RELATÓRIO TP2
20/21SI**

DOCENTE: Vítor Almeida

GRUPO: 10

ALUNOS:

45102, Miguel Távora

45118, Carina Fernandes

45415, Pedro Henriques

DATA ENTREGA: 4 de Janeiro de 2020

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	8
2	TAREFAS	9
2.1	TAREFA 1 – CONFIGURAÇÃO DOS ROUTERS E DC (PC) DO ISP	9
2.2	TAREFA 2 – CONFIGURAÇÃO DA REDE DO CLIENTE NORTE E LIGAÇÃO AO ISP	24
2.3	TAREFA 3 – CONFIGURAÇÃO DA REDE DO CLIENTE SUL E LIGAÇÃO AO ISP	28
2.4	TAREFA 4 – CONFIGURAÇÃO DA REDE DO TIER 2 E LIGAÇÃO AO ISP	32
2.5	CONFIGURAÇÃO DA REDE DO CLIENTE CENTRO E LIGAÇÃO AO ISP	36
2.6	OTIMIZAÇÃO DAS TABELAS DE ENCAMINHAMENTO	42
3	CONCLUSÃO	47
4	BIBLIOGRAFIA	48

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Configuração do IP da interface f1/0 do <i>router</i> R11.	9
Figura 2 - Configuração do IP e <i>gateway</i> do DC1.....	9
Figura 3 - Informação relativa às interfaces do <i>router</i> R7.	9
Figura 4 - Configuração OSPF no <i>router</i> R5 para a alínea d).....	10
Figura 5 - Configuração OSPF no <i>router</i> R7 para a alínea d).....	10
Figura 6 - Configuração OSPF no <i>router</i> R9 para a alínea d).....	10
Figura 7 - Configuração OSPF no <i>router</i> R6 para a alínea d).....	10
Figura 8 - Configuração OSPF no <i>router</i> R8 para a alínea d).....	11
Figura 9 - Configuração OSPF no <i>router</i> R10 para a alínea d).....	11
Figura 10 - Configuração do <i>link</i> virtual entre os <i>routers</i> R3 e R5.....	11
Figura 11 - Tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R7.	11
Figura 12 - Base de dados dos LSAs do <i>router</i> R7.....	13
Figura 13 - Comando <i>traceroute</i> do <i>router</i> R5 para a interface g3/0 do <i>router</i> R8.	14
Figura 14 - Configuração no <i>router</i> R3 para a alínea h).	15
Figura 15 - Configuração OSPF no <i>router</i> R5 para a alínea h).....	15
Figura 16 - Configuração OSPF no <i>router</i> R4 para a alínea h).....	15
Figura 17 - Configuração OSPF no <i>router</i> R6 para a alínea h).....	15
Figura 18 - Alterações na tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R7.	16
Figura 19 - Configuração OSPF no <i>router</i> R1 para a alínea j).....	16
Figura 20 - Configuração OSPF no <i>router</i> R2 para a alínea j).	16
Figura 21 - Configuração OSPF no <i>router</i> R3 para a alínea j).	17
Figura 22 - Configuração OSPF no <i>router</i> R4 para a alínea j).	17
Figura 23 - Configuração OSPF no <i>router</i> R9 para a alínea j).	17
Figura 24 - Configuração OSPF no <i>router</i> R10 para a alínea j).	17
Figura 25 - Configuração OSPF no <i>router</i> R11 para a alínea j).	17
Figura 26 - Configuração OSPF no <i>router</i> R12 para a alínea j).	17
Figura 27 - Configuração OSPF no <i>router</i> R19 para a alínea j).	18
Figura 28 - Tabela de <i>routing</i> de R7após configurações propostas na alínea j).....	18
Figura 29 - Base de dados do <i>router</i> R7 após as configurações propostas na alínea j).	19
Figura 30 - <i>Output</i> resultante do comando <i>tcsh</i> que inclui o endereço IP de uma interface de todos os <i>routers</i> e <i>data centers</i>	20
Figura 31 - Vizinhos do <i>router</i> R11.....	21
Figura 32 - Alteração da prioridade do <i>router</i> R11 de modo a que seja DR.....	21
Figura 33 - Alteração da prioridade do <i>router</i> R12 de modo a que seja BDR.	21
Figura 34 - Vizinhos do <i>router</i> R10, onde o R11 passou a ser o DR.	21
Figura 35 - Conteúdo de um LSA do tipo 1 gerado pelo <i>router</i> R1.	22

Figura 36 - Vizinhos do <i>router</i> R7 antes de calcular de alterar o tipo de ligação R5-R7.	22
Figura 37 - Configuração da ligação R5-R7 como PTP.	22
Figura 38 - Vizinhos do <i>router</i> R7 após a alteração do tipo de ligação R5-R7.	22
Figura 39 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente norte.	24
Figura 40 - Configuração do IP do PC5.	24
Figura 41 - Configuração dos IPs das interfaces do <i>router</i> R16.	24
Figura 42 - Configuração RIP no <i>router</i> R16.	25
Figura 43 - Redistribuição de rotas OPSF para RIP.	25
Figura 44 - Configuração e injeção da rota estática <i>default</i> gerada no <i>router</i> ASBR R4.	25
Figura 45 - Redistribuição das rotas RIP para dentro do domínio OSPF.	25
Figura 46 - Tabela de encaminhamento do <i>router</i> R5 após a redistribuição.	26
Figura 47 - <i>Output</i> resultante de um <i>ping</i> múltiplo do R16 que inclui os <i>Data Centers</i> e pelo menos uma interface de um <i>router</i> de cada área.	27
Figura 48 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente sul.	28
Figura 49 - Configuração do IP dos IPs das interfaces do <i>router</i> R18.	28
Figura 50 - Configuração da interface f1/1 do <i>router</i> R12.	28
Figura 51 - Configuração do IP do PC7.	28
Figura 52 - Configurações RIP no <i>router</i> R18.	29
Figura 53 - Configuração RIP no <i>router</i> R12.	29
Figura 54 - Tabela de encaminhamento do <i>router</i> R18.	29
Figura 55 - Tabela de encaminhamento do <i>router</i> R10.	30
Figura 56 - <i>Output</i> resultante do comando <i>tclsh</i> que inclui os <i>Data Centres</i> e o pelo menos uma interface de um <i>router</i> de cada área.	31
Figura 57 - <i>Output</i> resultante de um comando <i>trace</i> para o DC1.	31
Figura 58 - <i>Output</i> resultante de um comando <i>trace</i> para o DC2.	31
Figura 59 - <i>Output</i> resultante de um comando <i>trace</i> para o DC3.	31
Figura 60 - Configuração dos IPs das interfaces do <i>router</i> R13.	32
Figura 61 - Configuração dos IPs das interfaces do <i>router</i> R14.	32
Figura 62 - Configuração dos IPs das interfaces do <i>router</i> R15.	32
Figura 63 - Configuração OSPF no <i>router</i> R13.	33
Figura 64 - Configuração OSPF no <i>router</i> R14.	33
Figura 65 - Configuração OSPF no <i>router</i> R15.	33
Figura 66 - Configuração das rotas estáticas para a Internet (PC4) e para a rede interna (<i>Core</i>) do ISP no <i>router</i> R5.	33
Figura 67 - Configuração das rotas estáticas para as redes do ISP 200 e clientes no <i>router</i> R13.	33
Figura 68 - <i>Output</i> resultante de um comando <i>tclsh</i> que e inclui os <i>Data Centers</i> , clientes norte e sul e pelo menos um <i>router</i> de cada área.	34
Figura 69 - <i>Output</i> resultante do comando <i>trace</i> do PC4 para o DC1.	35
Figura 70 - <i>Output</i> resultante do comando <i>trace</i> do PC4 para o DC2.	35
Figura 71 - <i>Output</i> resultante do comando <i>trace</i> do PC4 para o DC3.	35

Figura 72 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente centro.	36
Figura 73 - Configuração dos IPs das interfaces do <i>router</i> R17.	36
Figura 74 - Configuração do IP da interface fa0/0 do <i>router</i> R6.....	37
Figura 75 - Configuração do IP do PC6.....	37
Figura 76 - Configuração RIP no <i>router</i> R17.....	37
Figura 77 - Redistribuição mútua no <i>router</i> R6 (OSPF e RIP).	37
Figura 78 - Redistribuição mútua no <i>router</i> R10(OSPF e RIP).	37
Figura 79 - Captura de pacotes na ligação R6-R17 da topologia de rede facultada.	38
Figura 80 - Seleção dos pacotes RIP no tráfego R6-R17.....	39
Figura 81 - Captura no <i>Wireshark</i> da ligação R10-R17.....	39
Figura 82 - Captura do tráfego na ligação R6-R17, onde estão evidenciados <i>loops</i>	40
Figura 83 - Comando <i>traceroute</i> do <i>router</i> R6 para o PC6.....	40
Figura 84 - Comando <i>shutdown</i> sobre a interface fa0/0 do <i>router</i> R6.....	41
Figura 85 - Comando <i>traceroute</i> do <i>router</i> R6 para o PC6, após desativar a interface fa0/0 do <i>router</i> R6.	41
Figura 86 - Supressão da ligação à interface fa1/0 do <i>router</i> R6.	41
Figura 87 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R19.....	42
Figura 88 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R3.	42
Figura 89 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R1.	42
Figura 90 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R2.	43
Figura 91 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R4.	43
Figura 92 - Tabela de <i>routing</i> de R1 após a configuração da área 2 como NSSA.	43
Figura 93 - Rotas inter-area na tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R7 após definir a área 2 como NSSA.	44
Figura 94 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R9.	44
Figura 95 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R10.....	44
Figura 96 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R11.....	44
Figura 97 - Configuração da área 2 como NSSA no <i>router</i> R12.....	44
Figura 98 - Tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R11 após definir a área 3 como NSSA.....	45
Figura 99 - Rotas inter-area na tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R7 após definir a área 3 como NSSA.	45
Figura 100 - Rotas inter-area na tabela de <i>routing</i> do <i>router</i> R7 após definir a área 3 como NSSA sem sumarização.....	46
Figura 101 - Sumarização de rotas no <i>router</i> AsBR R6.	46
Figura 102 - Rotas externas sumarizadas no <i>router</i> R7.....	46

1 INTRODUÇÃO

O segundo trabalho prático de Redes de Internet tem como objetivo familiarizar os alunos com o protocolo de encaminhamento como o RIP e o OSPF e o seu funcionamento conjunto numa topologia.

A topologia do trabalho é constituída por três clientes (que executam RIP na sua rede interna) e dois *Internet Service Provider* (ISP daqui em diante), que executam routing estático, OSPF e RIP. A operadora é constituída por quatro áreas distintas OSPF

Ambos os ISPs correm o protocolo OSPF e comunicam através de rotas estáticas, sendo então necessário a redistribuição das rotas estáticas para o OSPF.

Os diferentes clientes possuem um router que corre RIP e que por sua vez comunica com os routers que correm OSPF e também RIP sendo também necessário a redistribuição das rotas recebidas por estes protocolos.

O objetivo final do trabalho é a configuração de todos os aparelhos de modo a que seja possível a comunicação entre todos os equipamentos, utilizando OSPF para interligar áreas que utilizem outros protocolos de routing.

2 TAREFAS

2.1 Tarefa 1 – Configuração dos routers e DC (PC) do ISP

- a) ---
- b) ---
- c) **Configure os endereços IP da rede dos *Data Centers***

As configurações foram efetuadas tanto nos *data centers*, como nos *routers* aos quais estão ligados. Abaixo figura a configuração dos IPs para a rede do DC1:

```
R11(config)#int f1/0
R11(config-if)#ip address 30.43.1.254 255.255.255.0
```

Figura 1 - Configuração do IP da interface f1/0 do router R11.

```
DC1> ip 30.43.1.1 30.43.1.254 24
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.43.1.1 255.255.255.0 gateway 30.43.1.254
DC1>
```

Figura 2 - Configuração do IP e *gateway* do DC1.

O mesmo procedimento foi realizado para a configuração dos endereços IPs das redes dos outros dois *data centers* DC2 e DC3.

- d) **Configure apenas os routers do *backbone* e não injete no OSPF as redes de interligação.**

Antes de qualquer configuração nos routers desta área verificou-se que tanto para esta área, como para as outras 3, os IPs das interfaces dos *routers* já se encontravam configurados. Por exemplo, para o router R7 tem-se:

```
R7#sh ip int brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/1 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet2/0 10.10.79.1      YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet3/0 10.10.57.2      YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet4/0 10.10.107.1     YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Loopback0       unassigned      YES NVRAM    up          up
R7#
```

Figura 3 - Informação relativa às interfaces do router R7.

Neste sentido, procedeu-se à configuração OSPF dos equipamentos. No decurso da configuração considerou-se o seguinte:

- O processo OSPF a “correr” nos *routers* é 1;
- O *router* ID é dado por “nºrouter”. “nºrouter”. “nºrouter”. “nºrouter”;

- As interfaces dos *routers* que participam nas ligações aos PCs e DCs são passivas;
- O custo OSPF de referência deverá ser alterado para permitir ligações ao nível do *Gigabit*. Assim a *reference-bandwidth* passará a ser 10000, de modo a obter custo da ligação sempre maior que 1.
- O *router* anuncia todas as redes às quais consegue aceder;
- Existe um *link* virtual entre os routers R3 e R5.

Assim, para os routers desta área, tem-se o seguinte:

```
R5(config)#router ospf 1
R5(config-router)#router-id 5.5.5.5
R5(config-router)#network 10.10.57.0 255.255.255.252 area 0
R5(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 4 - Configuração OSPF no *router* R5 para a alínea d).

```
R7(config)#router ospf 1
R7(config-router)#router-id 7.7.7.7
R7(config-router)#network 10.10.57.0 255.255.255.252 area 0
R7(config-router)#network 10.10.79.0 255.255.255.252 area 0
R7(config-router)#network 10.10.107.0 255.255.255.252 area 0
R7(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R7(config-router)#
```

Figura 5 - Configuração OSPF no *router* R7 para a alínea d).

```
R9(config)#router ospf 1
R9(config-router)#router-id 9.9.9.9
R9(config-router)#network 10.10.79.0 255.255.255.252 area 0
R9(config-router)#network 10.10.89.0 255.255.255.252 area 0
R9(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 6 - Configuração OSPF no *router* R9 para a alínea d).

```
R6(config)#router ospf 1
R6(config-router)#router-id 6.6.6.6
R6(config-router)#network 10.10.68.0 255.255.255.252 area 0
R6(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 7 - Configuração OSPF no *router* R6 para a alínea d).

```
R8(config)#router ospf 1
R8(config-router)#router-id 8.8.8.8
R8(config-router)#network 10.10.68.0 255.255.255.252 area 0
R8(config-router)#network 10.10.89.0 255.255.255.252 area 0
R8(config-router)#network 10.10.108.0 255.255.255.252 area 0
R8(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 8 - Configuração OSPF no *router* R8 para a alínea d).

```
R10(config)#router ospf 1
R10(config-router)#router-id 10.10.10.10
R10(config-router)#network 10.10.107.0 255.255.255.252 area 0
R10(config-router)#network 10.10.108.0 255.255.255.252 area 0
R10(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R10(config-router)#
```

Figura 9 - Configuração OSPF no *router* R10 para a alínea d).

```
R5(config)#router ospf 1
R5(config-router)#area 1 virtual-link 3.3.3.3
```

Figura 10 - Configuração do *link* virtual entre os *routers* R3 e R5.

O mesmo comando foi utilizado para definir a outra extremidade do link virtual no *router* R3 (mas com o *router ID* do *router* R5). A *reference-bandwidth* tem de ser manualmente alterada em todos os *routers* de modo a manter as adjacências entre estes.

e) Interprete o conteúdo da tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF.

A tabela de *routing* deste *router* é a seguinte:

```
R7#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
C    10.10.57.0 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O    10.10.68.0 [110/30] via 10.10.107.2, 00:01:55, GigabitEthernet4/0
      [110/30] via 10.10.79.2, 00:01:55, GigabitEthernet2/0
C    10.10.79.0 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O    10.10.89.0 [110/20] via 10.10.79.2, 00:01:55, GigabitEthernet2/0
C    10.10.107.0 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O    10.10.108.0 [110/20] via 10.10.107.2, 00:01:55, GigabitEthernet4/0
R7#
R7#
```

Figura 11 - Tabela de *routing* do *router* R7.

Na tabela verificam-se:

- As rotas para as redes a que o *router* consegue aceder e qual o método pelo qual aprendeu a rota (C, O);
- As rotas prefixadas com C, que são as rotas para redes diretamente ligadas ao *router*;

- As rotas prefixadas com O, que são as rotas geradas dentro da própria área (como é o caso da rota para a rede 10.10.68.0/30. Este *router* aprende apenas rotas OSPF intra-área, uma vez que nesta fase, só os *routers* desta área (área 0) executam o protocolo OSPF.

Os resultados estão em concordância com o previsto, já que ainda não foram realizadas as configurações nas outras áreas.

A LSDB deste mesmo *router* é a seguinte:

```
R7#sh ip ospf database
```

OSPF Router with ID (7.7.7.7) (Process ID 1)

Router Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
5.5.5.5	5.5.5.5	961	0x80000003	0x008D05	1
6.6.6.6	6.6.6.6	374	0x80000003	0x003411	1
7.7.7.7	7.7.7.7	189	0x80000007	0x0098B9	3
8.8.8.8	8.8.8.8	212	0x80000007	0x00A874	3
9.9.9.9	9.9.9.9	347	0x80000005	0x009E7D	2
10.10.10.10	10.10.10.10	185	0x80000005	0x0011A5	2

Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.10.57.1	5.5.5.5	961	0x80000001	0x008624
10.10.68.1	6.6.6.6	374	0x80000001	0x004350
10.10.79.1	7.7.7.7	731	0x80000001	0x00FF7C
10.10.89.2	9.9.9.9	347	0x80000001	0x005D08
10.10.107.1	7.7.7.7	189	0x80000001	0x00FC5F
10.10.108.1	8.8.8.8	212	0x80000001	0x00F55D

Figura 12 - Base de dados dos LSAs do router R7.

Este *router* recebeu LSAs dos tipos 1 e 2 como seria de esperar, já que apenas os *routers* desta área executam o protocolo OSPF e como mencionado em cima, ainda não foram configuradas outras áreas, que iriam enviar LSAs tipo 3, 4, 5 ou 7.

- f) Na configuração por *default* qual a métrica de uma interface de 1Gbps e de 10Gbps?

A métrica ou o custo em OSPF é dada pela seguinte expressão:

$$\text{Custo} = \frac{\text{Débito de referência (Mbps)}}{\text{Débito da ligação (Mbps)}}$$

Equação 1 - Expressão do custo das ligações para o protocolo OSPF.

Por definição, no GNS3 o débito de referência é 100Mbps, pelo que a métrica numa interface, com esse debito seria de 1. Uma interface com valor superior a esse, tal como aquelas que temos nesta topologia (debito de 1Gbps), iria ter um valor decimal que não é suportado pelos aparelhos. Assim sendo, por convenção teria um custo de 1. Ou seja, ligações com debito superior aquele por defeito teriam sempre custo igual a 1 não fazendo distinção e possivelmente levando a que a rede não tenha a maior eficácia possível.

De modo a conter todas as ligações disponíveis, e a que exista uma distinção em termos de custo o valor de referência foi alterado para 10000. Teoricamente apenas seria necessário 1000, no entanto ao colocar com uma ordem de grandeza superior garantimos uma maior flexibilidade e possibilidade de *upgrade* sem ser necessário reconfigurar todos os equipamentos.

- g) Faça um *traceroute* do R5 para o IP da interface g3/0 de R8. O OSPF efetua balanceamento de carga?

Ao realizar o comando *traceroute* obteve-se o seguinte:

```
R5#traceroute 10.10.68.2
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.68.2

 0 10.11.35.1 208 msec
 1 10.11.45.1 176 msec
 2 10.11.35.1 72 msec
 3 10.11.46.2 436 msec
 4 10.11.36.2 460 msec
 5 10.11.46.2 336 msec
 6 10.10.68.2 684 msec 716 msec 592 msec
R5#
```

Figura 13 - Comando *traceroute* do router R5 para a interface g3/0 do router R8.

O OSPF possibilita o balanceamento de carga, tal é possível de se verificar através da existência de 3 caminhos para a interface desejada.

- h) Configure os *routers* da área 1 e não injete no OSPF a rede de interligação ao cliente norte.

Para o *router* R3:

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 3.3.3.3
R3(config-router)#network 10.11.35.0 255.255.255.252 area 1
R3(config-router)#network 10.11.36.0 255.255.255.252 area 1
R3(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 14 - Configuração no *router* R3 para a alínea h).

Para o *router* R5:

```
R5(config)#router ospf 1
R5(config-router)#network 10.11.35.0 255.255.255.252 area 1
R5(config-router)#network 10.11.45.0 255.255.255.252 area 1
R5(config-router)#
```

Figura 15 - Configuração OSPF no *router* R5 para a alínea h).

Para o *router* R4:

```
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#router-id 4.4.4.4
R4(config-router)#network 10.11.45.0 255.255.255.252 area 1
R4(config-router)#network 10.11.46.0 255.255.255.252 area 1
R4(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R4(config-router)#
```

Figura 16 - Configuração OSPF no *router* R4 para a alínea h).

Para o *router* R6:

```
R6(config)#router ospf 1
R6(config-router)#network 10.11.36.0 255.255.255.252 area 1
R6(config-router)#network 10.11.46.0 255.255.255.252 area 1
R6(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R6(config-router)#
R6(config-router)#
```

Figura 17 - Configuração OSPF no *router* R6 para a alínea h).

- i) Quais as alterações na tabela de *routing* do R7 e a sua base de dados OSPF obtida no ponto d)

```
R7#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 10 subnets
O IA 10.11.35.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:01:57, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0 [110/30] via 10.10.57.1, 00:02:07, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:02:23, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0 [110/30] via 10.10.57.1, 00:02:33, GigabitEthernet3/0
C    10.10.57.0 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O    10.10.68.0 [110/30] via 10.10.107.2, 00:02:33, GigabitEthernet4/0
       [110/30] via 10.10.79.2, 00:02:33, GigabitEthernet2/0
C    10.10.79.0 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O    10.10.89.0 [110/20] via 10.10.79.2, 00:02:33, GigabitEthernet2/0
C    10.10.107.0 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O    10.10.108.0 [110/20] via 10.10.107.2, 00:02:33, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 18 - Alterações na tabela de *routing* do router R7.

Na tabela de encaminhamento do *router* R7, apareceram também as rotas para as redes da área 1, ou seja, as rotas inter-área ou geradas noutra área (O IA).

- j) Configure os *routers* das áreas 2 e 3 e redes dos respetivos *Data Centers*. Para verificar o resultado das configurações efetuadas, analise a nova tabela de *routing* do R7 e respetiva base de dados OSPF.

Configurações nos *routers* e redes dos *data centers*:

- Router R1:

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#router-id 1.1.1.1
R1(config-router)#network 10.12.12.0 255.255.255.252 area 2
R1(config-router)#network 10.12.13.0 255.255.255.252 area 2
R1(config-router)#network 10.12.119.0 255.255.255.252 area 2
R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R1(config-router)#
```

Figura 19 - Configuração OSPF no *router* R1 para a alínea j).

- Router R2:

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#network 10.12.12.0 255.255.255.252 area 2
R2(config-router)#network 10.12.24.0 255.255.255.252 area 2
R2(config-router)#network 10.12.219.0 255.255.255.252 area 2
R2(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R2(config-router)#
```

Figura 20 - Configuração OSPF no *router* R2 para a alínea j).

- Router R3:

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 3.3.3.3
R3(config-router)#network 10.12.13.0 255.255.255.252 area 2
R3(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R3(config-router)#
```

Figura 21 - Configuração OSPF no router R3 para a alínea j).

- Router R4:

```
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#network 10.12.24.0 255.255.255.252 area 2
R4(config-router)#
```

Figura 22 - Configuração OSPF no router R4 para a alínea j).

- Router R9:

```
R9(config)#router ospf 1
R9(config-router)#network 10.13.90.0 255.255.255.252 area 3
R9(config-router)#network 10.13.119.0 255.255.255.252 area 3
R9(config-router)#
```

Figura 23 - Configuração OSPF no router R9 para a alínea j).

- Router R10:

```
R10(config)#router ospf 1
R10(config-router)#router-id 10.10.10.10
R10(config-router)#network 10.13.120.0 255.255.255.252 area 3
R10(config-router)#network 10.13.90.0 255.255.255.252 area 3
R10(config-router)#
```

Figura 24 - Configuração OSPF no router R10 para a alínea j).

- Router R11:

```
R11(config)#router ospf 1
R11(config-router)#router-id 11.11.11.11
R11(config-router)#network 10.13.119.0 255.255.255.252 area 3
R11(config-router)#network 10.13.90.0 255.255.255.252 area 3
R11(config-router)#network 10.13.121.0 255.255.255.252 area 3
R11(config-router)#network 30.43.1.0 255.255.255.0 area 3
R11(config-router)#passive-interface f1/0
R11(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 25 - Configuração OSPF no router R11 para a alínea j).

- Router R12:

```
R12(config)#router ospf 1
R12(config-router)#router-id 12.12.12.12
R12(config-router)#network 10.13.90.0 255.255.255.252 area 3
R12(config-router)#network 30.43.2.0 255.255.255.0 area 3
R12(config-router)#network 10.13.120.0 255.255.255.252 area 3
R12(config-router)#network 10.13.121.0 255.255.255.252 area 3
R12(config-router)#passive-interface f1/0
R12(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Figura 26 - Configuração OSPF no router R12 para a alínea j).

- **Router R19:**

```
R19(config)#router ospf 1
R19(config-router)#router-id 19.19.19.19
R19(config-router)#network 10.12.119.0 255.255.255.252 area 2
R19(config-router)#network 10.12.219.0 255.255.255.252 area 2
R19(config-router)#network 30.43.3.0 255.255.255.0 area 2
R19(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R19(config-router)#passive-interface f0/0
R19(config-router)#
```

Figura 27 - Configuração OSPF no router R19 para a alínea j).

Tendo efetuado as configurações, a tabela de *routing* e a base de dados OSPF encontram-se abaixo:

- **Tabela de *routing*** – Na tabela de encaminhamento do *router* R7, agora aparecem também as rotas para as redes das áreas 2 e 3, que são rotas inter-área.

```
R7#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA 10.12.12.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/211] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:04:42, GigabitEthernet3/0
C 10.10.57.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O 10.10.68.0/30 [110/30] via 10.10.107.2, 00:04:42, GigabitEthernet4/0
  [110/30] via 10.10.79.2, 00:04:42, GigabitEthernet2/0
C 10.10.79.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O 10.10.89.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:04:42, GigabitEthernet2/0
O IA 10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:04:43, GigabitEthernet4/0
  [110/110] via 10.10.79.2, 00:04:43, GigabitEthernet2/0
C 10.10.107.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O 10.10.108.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:04:43, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:04:43, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/6587] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/21] via 10.10.107.2, 00:04:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:04:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
O IA 30.43.1.0 [110/120] via 10.10.79.2, 00:04:45, GigabitEthernet2/0
O IA 30.43.3.0 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:04:45, GigabitEthernet3/0
O IA 30.43.2.0 [110/21] via 10.10.107.2, 00:04:45, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 28 - Tabela de *routing* de R7 após configurações propostas na alínea j).

- **Base de dados OSPF** – Na base de dados, encontram-se agora também informações das áreas 2 e 3, uma vez que, agora aparecem também os “Link ID” das interfaces dos *routers* destas áreas:

```
R7#sh ip ospf database

      OSPF Router with ID (7.7.7.7) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age      Seq#       Checksum Link count
3.3.3.3        3.3.3.3        2        (DNA) 0x80000002 0x003D83 1
5.5.5.5        5.5.5.5        62        0x80000003 0x002AE7 2
6.6.6.6        6.6.6.6        144       0x80000002 0x004301 1
7.7.7.7        7.7.7.7        141       0x80000004 0x003E14 3
8.8.8.8        8.8.8.8        144       0x80000004 0x00DA43 3
9.9.9.9        9.9.9.9        149       0x80000003 0x00BB60 2
10.10.10.10    10.10.10.10    152       0x80000002 0x002294 2


      Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age      Seq#       Checksum
10.10.57.2     7.7.7.7       141      0x80000001 0x002081
10.10.68.2     8.8.8.8       144      0x80000001 0x00DCAD
10.10.79.2     9.9.9.9       163      0x80000001 0x009D09
10.10.89.2     9.9.9.9       148      0x80000001 0x005D08
10.10.107.2    10.10.10.10   152      0x80000001 0x0068E6
10.10.108.2    10.10.10.10   152      0x80000001 0x008FBA


      Summary Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age      Seq#       Checksum
10.11.35.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x00F7F9
10.11.35.0     5.5.5.5       179      0x80000001 0x006191
10.11.35.0     6.6.6.6       142      0x80000001 0x0002D9
10.11.36.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x00EC04
10.11.36.0     5.5.5.5       129      0x80000001 0x00BA2D
10.11.36.0     6.6.6.6       183      0x80000001 0x009252
10.11.45.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x009353
10.11.45.0     5.5.5.5       180      0x80000001 0x00F2F5
10.11.45.0     6.6.6.6       122      0x80000002 0x00913F
10.11.46.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x00E2F9
10.11.46.0     5.5.5.5       129      0x80000001 0x004C91
10.11.46.0     6.6.6.6       128      0x80000003 0x0020B8
10.12.12.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x00A41D
10.12.13.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x006646
10.12.24.0     3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x005376
10.12.119.0    3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x00B02C
10.12.219.0    3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x0093F8
10.13.90.0     9.9.9.9       201      0x80000001 0x00AAB7
10.13.90.0     10.10.10.10   191      0x80000001 0x008CD1
10.13.119.0    9.9.9.9       202      0x80000001 0x008BF7
10.13.119.0    10.10.10.10   143      0x80000002 0x00D999
10.13.120.0    9.9.9.9       144      0x80000002 0x00EC89
10.13.120.0    10.10.10.10   144      0x80000003 0x005E1E
10.13.121.0    9.9.9.9       163      0x80000001 0x00D99D
10.13.121.0    10.10.10.10   144      0x80000002 0x005F1C
30.43.1.0      9.9.9.9       164      0x80000001 0x00322E
30.43.1.0      10.10.10.10   145      0x80000002 0x001C3E
30.43.2.0      9.9.9.9       145      0x80000001 0x00A90F
30.43.2.0      10.10.10.10   145      0x80000002 0x002598
30.43.3.0      3.3.3.3       7        (DNA) 0x80000001 0x007CB2

R7#
```

Figura 29 - Base de dados do *router* R7 após as configurações propostas na alínea j).

- k) Apresente o resultado de um *ping* múltiplo (comando *Tclsh*) no R7 que inclua o endereço IP de uma interface de todos os routers e *Data Centers*.

```
R7#tclsh
R7(tcl)#foreach address {
+>(tcl)#30.43.3.1
+>(tcl)#30.43.3.254
+>(tcl)#10.12.13.1
+>(tcl)#10.12.24.1
+>(tcl)#10.11.35.1
+>(tcl)#10.11.46.1
+>(tcl)#10.10.57.1
+>(tcl)#10.10.68.1
+>(tcl)#10.10.108.1
+>(tcl)#10.10.79.2
+>(tcl)#10.10.108.2
+>(tcl)#10.13.119.2
+>(tcl)#10.13.121.2
+>(tcl)#30.43.2.1
+>(tcl)#30.43.1.1
+>(tcl)# { ping $address repeat 3 size 1500 }

Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.3.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 92/94/96 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.3.254, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 80/82/88 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.13.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 48/56/60 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.24.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 76/82/88 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.35.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 12/41/72 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.46.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 12/42/72 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 16/20/24 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.68.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 44/49/52 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.108.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 8/26/48 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.79.2, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 12/17/20 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.108.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 8/12/16 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.119.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 8/24/32 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.121.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 16/25/32 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 52/54/56 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 52/550/1048 ms
R7(tcl)#
```

Figura 30 - *Output* resultante do comando *tclsh* que inclui o endereço IP de uma interface de todos os routers e *data centers*.

l) Quantos ABR existem na rede do ISP? Confirme a partir da base de dados OSPF de R7.

Atendendo ao facto de que na base de dados estão presentes no campo “ADV Router” dos LSAs do tipo 3, os *routers* ID 3.3.3.3, 4.4.4.4, 5.5.5.5, 6.6.6.6, 9.9.9.9 e 10.10.10.10, é possível inferir que os *routers* correspondentes são ABR.

m) Na rede do Switch 1 qual o *router* DR e BDR? Faça as alterações necessárias para alterar o *router* DR (um à sua escolha).

Observando a figura abaixo, o DR por defeito, é o *router* R12 e existem dois *backup designated routers*, o R9 e o R10, um tem em conta o segmento LAN composto pelo switch, o outro a ligação ponto a ponto entre os dois *routers*. De modo a que exista apenas um BDR, deveríamos explicitamente configurar a rede correspondente como P2P. De notar que um segmento LAN apenas possui um DR e um BDR.

```
R11#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
12.12.12.12	1	FULL/DR	00:00:32	10.13.121.2	GigabitEthernet4/0
9.9.9.9	1	FULL/BDR	00:00:31	10.13.119.1	GigabitEthernet3/0
9.9.9.9	1	FULL/DROTHER	00:00:31	10.13.90.1	FastEthernet0/0
10.10.10.10	1	FULL/BDR	00:00:31	10.13.90.2	FastEthernet0/0

```
R11#
```

Figura 31 - Vizinhos do *router* R11.

Para alterar o DR desta rede (BMA), fez-se uma alteração na prioridade do *router* R11 para 255 e do *router* R12 para 100, já que a prioridade por omissão é 1. De seguida, reiniciaram-se todos os *routers* desta rede, de forma a promover uma nova eleição do DR e BDR:

```
R11#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R11(config)#int
R11(config)#int fa0/0
R11(config-if)#ip ospf pri
R11(config-if)#ip ospf priority 255
R11(config-if)#
```

Figura 32 - Alteração da prioridade do *router* R11 de modo a que seja DR.

```
R12#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R12(config)#int fa0/0
R12(config-if)#ip ospf priority 100
R12(config-if)#exit
R12(config)#exit
R12#
*Dec 26 14:55:28.479: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R12#
```

Figura 33 - Alteração da prioridade do *router* R12 de modo a que seja BDR.

Após a eleição, o DR eleito foi o *router* R11, que era o resultado pretendido:

```
R10#
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
12.12.12.12	1	FULL/DR	00:00:34	10.13.120.2	GigabitEthernet2/0
9.9.9.9	1	2WAY/DROTHER	00:00:36	10.13.90.1	FastEthernet0/0
11.11.11.11	255	FULL/DR	00:00:34	10.13.90.3	FastEthernet0/0
12.12.12.12	100	FULL/BDR	00:00:34	10.13.90.4	FastEthernet0/0

Figura 34 - Vizinhos do *router* R10, onde o R11 passou a ser o DR.

- n) Interprete o conteúdo do LSA tipo 1 do R1 (R1#sh ip ospf database router adv-router “router ID”) e justifique o custo do interface série s2/0.

```
R1#show ip ospf database router adv-router 1.1.1.1

OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)

Router Link States (Area 2)

LS age: 27
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 1.1.1.1
Advertising Router: 1.1.1.1
LS Seq Number: 80000004
Checksum: 0x8DD5
Length: 72
Number of Links: 4

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 19.19.19.19
(Link Data) Router Interface address: 10.12.119.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 6476
```

Figura 35 - Conteúdo de um LSA do tipo 1 gerado pelo router R1.

Dado que o débito de referência é 10000 e não 100, e que a ligação em questão é do tipo série, cuja velocidade é 64kbps, a métrica é 6.4k e não 64.

- o) Altere a ligação R5-R7 de tipo de rede BMA para PTP através do comando “ip ospf network point to point” nas 2 interfaces deste link. Faça o comando Show neighbor de R7 antes e após a execução do comando. Indique as conclusões a que chegou. Este comando deveria estar sempre introduzido em links PTP? Justifique.

Antes de realizar as configurações, tem -se para o router R7 o seguinte:

```
R7#show ip ospf neighbor

Neighbor ID    Pri   State           Dead Time   Address        Interface
10.10.10.10    1     FULL/DR         00:00:37    10.10.107.2    GigabitEthernet4/0
9.9.9.9        1     FULL/DR         00:00:36    10.10.79.2     GigabitEthernet2/0
5.5.5.5        1     FULL/BDR        00:00:36    10.10.57.1     GigabitEthernet3/0
R7#
```

Figura 36 - Vizinhos do router R7 antes de calcular de alterar o tipo de ligação R5-R7.

A configuração no router R5 foi efetuada da seguinte forma:

```
R5#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#int g2/0
R5(config-if)#ip ospf network point-to-point
```

Figura 37 - Configuração da ligação R5-R7 como PTP.

O mesmo foi feito no router R7. Numa fase final, verificou-se o seguinte:

```
R7#show ip ospf neighbor

Neighbor ID    Pri   State           Dead Time   Address        Interface
10.10.10.10    1     FULL/DR         00:00:36    10.10.107.2    GigabitEthernet4/0
9.9.9.9        1     FULL/DR         00:00:36    10.10.79.2     GigabitEthernet2/0
5.5.5.5        0     FULL/-          00:00:34    10.10.57.1     GigabitEthernet3/0
R7#
```

Figura 38 - Vizinhos do router R7 após a alteração do tipo de ligação R5-R7.

De acordo com a figura imediatamente acima, o R5 deixou de ser um BDR já que a ligação passou a ser *point-to-point*. Este comando deveria estar sempre introduzido em *links* PTP, pois não existe necessidade de serem eleitos DR e BDR em ligações ponto a ponto, ou seja, neste tipo de ligações, os *routers* intervenientes comunicam diretamente entre si.

2.2 Tarefa 2 – Configuração da rede do Cliente norte e ligação ao ISP

A rede interna do cliente norte e respetiva interligação ao ISP usa *routing* RIP. O *router* do ISP (R4) gera uma rota *default* para o domínio RIP e faz a injeção das rotas RIP no OSPF com métrica 400. Responda às questões e execute as seguintes tarefas:

Ao redistribuí-la, passa a ser uma externa ao processo. LSA type5. E2

a) Configure a rede do cliente norte e sua ligação ao ISP.

A rede do cliente norte figura abaixo:

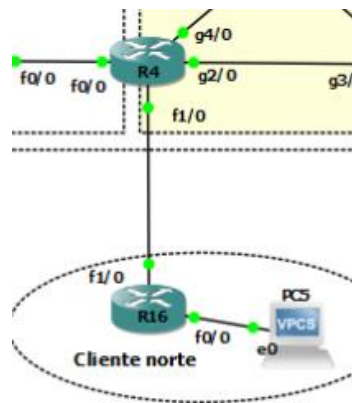


Figura 39 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente norte.

Inicialmente, começou-se por definir os IPs das interfaces do *router* R16 e do PC5:

```
PC5> ip 30.41.0.1 30.41.0.254 24
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.41.0.1 255.255.255.0 gateway 30.41.0.254

PC5> show ip

NAME       : PC5[1]
IP/MASK    : 30.41.0.1/24
GATEWAY    : 30.41.0.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT      : 10208
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10209
MTU        : 1500
```

Figura 40 - Configuração do IP do PC5.

```
interface FastEthernet0/0
ip address 30.41.0.254 255.255.255.0
duplex half
!
interface FastEthernet1/0
ip address 40.10.0.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
```

Figura 41 - Configuração dos IPs das interfaces do *router* R16.

De seguida para realizar a redistribuição foram considerados os seguintes aspetos:

- O *router* R4 executa os protocolos OSPF e RIP (para o domínio da operadora “fala” OSPF e para fora da operadora, neste caso o cliente “fala” RIP);

- O *router* R4 faz a redistribuição de rotas RIP para dentro do domínio OSPF, de forma a que os *routers* de dentro da operadora saibam enviar pacotes para o cliente. E faz também a redistribuição das rotas RIP, recebidas de R16, para OSPF;
- O *router* cliente, R16 apenas executa o protocolo RIP, e de forma a que o(s) cliente(s) possam “falar” para fora do domínio RIP, possui uma rota (*default* ou 0/0), aprendida via RIP, o que reduz significativamente a quantidade de rotas na sua tabela de encaminhamento. É importante ressaltar que a rota 0/0 aprendida pelo *router* R16, deve ser injetada pelo *router* R4.

As configurações realizadas figuram abaixo:

```
router rip
version 2
network 30.0.0.0
network 40.0.0.0
no auto-summary
```

Figura 42 - Configuração RIP no *router* R16.

```
router rip
version 2
redistribute ospf 1 metric 5
network 40.0.0.0
no auto-summary
```

Figura 43 - Redistribuição de rotas OPSF para RIP.

```
R4(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.11.46.2
R4(config)#router rip
R4(config-router)#version 2
R4(config-router)#default-information originate
R4(config-router)#
```

Figura 44 - Configuração e injeção da rota estática *default* gerada no *router* ASBR R4.

```
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#network 40.10.0.0 255.255.255.252 area 1
R4(config-router)#redistribute rip metric 400 ?
metric-type OSPF/IS-IS exterior metric type for redistributed routes
route-map Route map reference
subnets Consider subnets for redistribution into OSPF
tag Set tag for routes redistributed into OSPF
<cr>
R4(config-router)#redistribute rip metric 400 subnets
R4(config-router)#
```

Figura 45 - Redistribuição das rotas RIP para dentro do domínio OSPF.

b) Qual a diferença entre redistribuir uma rede no OSPF e introduzi-la através do comando “network”?

Na redistribuição, existe conversão de métricas de protocolos de encaminhamento diferentes (por exemplo de RIP para OSPF e/ ou vice-versa), pelo que usam métricas diferentes. Já no caso da *network*, são anunciadas redes para outros *routers* que usam o mesmo protocolo de *routing* e, conseqüentemente, usam a mesma métrica.

c) As rotas externas injetadas devem ser tipo 1 ou tipos 2? Justifique.

As rotas externas injetadas devem ser do tipo 2, uma vez que estas são sempre priorizadas em relação a rotas externas do tipo 1, quando o destino é o mesmo.

d) Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.

```

Gateway of last resort is not set

  40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O E2  40.10.0.0 [110/400] via 10.11.45.1, 00:03:57, GigabitEthernet4/0
  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA  10.12.12.0/30 [110/1101] via 10.11.35.1, 00:03:57, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.13.0/30 [110/101] via 10.11.35.1, 00:03:57, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.24.0/30 [110/2101] via 10.11.35.1, 00:03:57, GigabitEthernet3/0
C     10.11.35.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O     10.11.36.0/30 [110/11] via 10.11.35.1, 00:03:57, GigabitEthernet3/0
C     10.11.45.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O     10.11.46.0/30 [110/11] via 10.11.45.1, 00:03:57, GigabitEthernet4/0
C     10.10.57.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O     10.10.68.0/30 [110/21] via 10.11.45.1, 00:03:57, GigabitEthernet4/0
O     10.10.79.0/30 [110/11] via 10.11.35.1, 00:03:57, GigabitEthernet3/0
O     10.10.89.0/30 [110/21] via 10.10.57.2, 00:12:49, GigabitEthernet2/0
O     10.10.107.0/30 [110/11] via 10.10.57.2, 00:12:49, GigabitEthernet2/0
O     10.10.108.0/30 [110/21] via 10.10.57.2, 00:12:49, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.90.0/27 [110/111] via 10.10.57.2, 00:04:43, GigabitEthernet2/0
O     10.10.107.0/30 [110/11] via 10.10.57.2, 00:12:49, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.119.0/30 [110/21] via 10.10.57.2, 00:04:43, GigabitEthernet2/0
O IA  10.12.119.0/30 [110/6577] via 10.11.35.1, 00:04:43, GigabitEthernet3/0
O IA  10.13.121.0/30 [110/22] via 10.10.57.2, 00:04:43, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.120.0/30 [110/21] via 10.10.57.2, 00:04:44, GigabitEthernet2/0
O IA  10.12.219.0/30 [110/7577] via 10.11.35.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
  30.0.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
O IA  30.43.1.0 [110/121] via 10.10.57.2, 00:04:44, GigabitEthernet2/0
O IA  30.43.3.0 [110/7577] via 10.11.35.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  30.43.2.0 [110/22] via 10.10.57.2, 00:04:45, GigabitEthernet2/0
O E2  30.41.0.0 [110/400] via 10.11.45.1, 00:04:45, GigabitEthernet4/0
R5#

```

Figura 46 - Tabela de encaminhamento do *router* R5 após a redistribuição.

Na figura acima, encontram-se destacadas as rotas para as redes externas aprendidas via OSPF, da rede do cliente (30.41.0.0/24) e a rede de interligação do cliente ao ISP (40.10.0.0/30).

- e) Teste a conectividade ao ISP através de um *ping* múltiplo no R16 que inclua os *Data Centers* e pelo menos uma interface de um *router* de cada área.

```
R16#
R16#tclsh ?
  LINE Arguments passed to tclsh
  <cr>

R16#tclsh
R16(tcl)#foreach address {
+>30.43.3.1
+>30.43.2.1
+>30.43.1.1
+>10.12.24.1
+>10.11.35.1
+>10.10.57.1
+>10.13.121.2
+>} {ping $address repeat 4 size 1500 }
```

```
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 48/87/116 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.35.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 88/89/92 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 64/83/92 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.121.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 140/146/148 ms
```

```
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.3.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 88/113/124 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 144/148/152 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 144/150/160 ms
R16(tcl)#
```

Figura 47 - Output resultante de um *ping* múltiplo do R16 que inclui os *Data Centers* e pelo menos uma interface de um *router* de cada área.

2.3 Tarefa 3 – Configuração da rede do Cliente Sul e ligação ao ISP

A rede interna do cliente sul e respetiva interligação ao ISP usa também *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes: a rede do PC7 e 3 redes simuladas pelas 3 interfaces, *Loopback* 1 a 3. No ASBR (R12) as rotas são injetadas por redistribuição mútua.

- a) Configure a rede do cliente sul e sua ligação ao ISP com métricas iniciais (seed metric) iguais a 1200 e 12.

A rede do cliente sul figura abaixo:

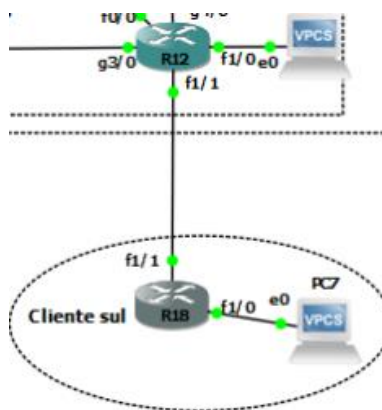


Figura 48 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente sul.

As configurações dos IPs das interfaces do *router* R18 e do IP da interface do PC7 figuram abaixo:

```
interface FastEthernet1/0
ip address 30.42.0.62 255.255.255.192
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet1/1
ip address 40.10.2.18 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
```

Figura 49 - Configuração do IP dos IPs das interfaces do *router* R18.

```
interface FastEthernet1/1
ip address 40.10.2.17 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
```

Figura 50 - Configuração da interface f1/1 do *router* R12.

```
PC7> ip 30.42.0.1 30.42.0.62 26
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.42.0.1 255.255.255.192 gateway 30.42.0.62
```

Figura 51 - Configuração do IP do PC7.

```

R18(config)#router rip
R18(config-router)#version 2
R18(config-router)#passive-interface f1/0
R18(config-router)#^Z

R18(config)#router rip
R18(config-router)#version 2
R18(config-router)#no auto-summary
R18(config-router)#network 30.42.0.0
R18(config-router)#network 40.10.2.16
R18(config-router)#network 30.42.0.64
R18(config-router)#network 30.42.0.128
R18(config-router)#network 30.42.0.192
R18(config-router)#exit
R18(config)#exit

```

Figura 52 - Configurações RIP no router R18.

De seguida foram efetuadas as redistribuições:

```

R12(config-router)#redistribute rip metric 1200 subnets
R12(config-router)#exit
R12(config)#router rip
R12(config-router)#network 40.10.2.16
R12(config-router)#redistribute ospf 1 metric 12
R12(config-router)#exit
R12(config)#^Z

```

Figura 53 - Configuração RIP no router R12.

Note-se que, para que os clientes a sul consigam aceder à Internet é necessário que o router R12 injete no domínio dos primeiros uma rota *defalut*.

b) Verifique tabela de *routing* de R18.

A tabela de encaminhamento do *router* R18 está representada abaixo:

```

Gateway of last resort is not set

 40.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
R   40.10.0.0 [120/12] via 40.10.2.17, 00:00:02, FastEthernet1/1
C   40.10.2.16 is directly connected, FastEthernet1/1
R   10.0.0.0/8 [120/12] via 40.10.2.17, 00:00:02, FastEthernet1/1
 30.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
R   30.0.0.0/8 [120/12] via 40.10.2.17, 00:00:02, FastEthernet1/1
C   30.42.0.0/26 is directly connected, FastEthernet1/0
C   30.42.0.64/26 is directly connected, Loopback1
C   30.42.0.128/26 is directly connected, Loopback2
C   30.42.0.192/26 is directly connected, Loopback3

```

Figura 54 - Tabela de encaminhamento do router R18.

Na tabela encontram-se uma sumarização das rotas das quatro áreas, bem como as rotas para as redes diretamente ligadas, *loopbacks* e para a rede de interligação com a operadora.

- c) Verifique na tabela de encaminhamento de qualquer *router* do ISP as novas rotas externas.

```

40.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
O E2 40.10.0.0 [110/400] via 10.10.107.1, 00:08:34, GigabitEthernet4/0
O E2 40.10.2.16 [110/1200] via 10.13.120.2, 00:08:19, GigabitEthernet2/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA 10.12.12.0/30 [110/1121] via 10.10.107.1, 00:08:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/121] via 10.10.107.1, 00:08:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/2121] via 10.10.107.1, 00:08:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/21] via 10.10.107.1, 00:08:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/30] via 10.10.108.1, 00:08:44, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/21] via 10.10.107.1, 00:08:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/30] via 10.10.108.1, 00:08:44, GigabitEthernet3/0
O 10.10.57.0/30 [110/20] via 10.10.107.1, 00:21:28, GigabitEthernet4/0
O 10.10.68.0/30 [110/20] via 10.10.108.1, 00:21:28, GigabitEthernet3/0
O 10.10.79.0/30 [110/20] via 10.10.107.1, 00:21:29, GigabitEthernet4/0
O 10.10.89.0/30 [110/20] via 10.10.108.1, 00:21:29, GigabitEthernet3/0
C 10.13.90.0/27 is directly connected, FastEthernet0/0
C 10.10.107.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
C 10.10.108.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O 10.13.119.0/30 [110/21] via 10.13.120.2, 00:08:46, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30
[110/6597] via 10.10.107.1, 00:08:46, GigabitEthernet4/0
O 10.13.121.0/30 [110/11] via 10.13.120.2, 00:08:46, GigabitEthernet2/0
C 10.13.120.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.219.0/30
[110/7597] via 10.10.107.1, 00:08:46, GigabitEthernet4/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
O 30.43.1.0/24 [110/111] via 10.13.120.2, 00:08:46, GigabitEthernet2/0
O E2 30.42.0.0/26 [110/1200] via 10.13.120.2, 00:07:55, GigabitEthernet2/0
O IA 30.43.3.0/24 [110/7597] via 10.10.107.1, 00:08:46, GigabitEthernet4/0
O 30.43.2.0/24 [110/11] via 10.13.120.2, 00:08:47, GigabitEthernet2/0
O E2 30.41.0.0/24 [110/400] via 10.10.107.1, 00:08:37, GigabitEthernet4/0
O E2 30.42.0.64/26 [110/1200] via 10.13.120.2, 00:07:55, GigabitEthernet2/0
O E2 30.42.0.128/26
[110/1200] via 10.13.120.2, 00:07:55, GigabitEthernet2/0
O E2 30.42.0.192/26
[110/1200] via 10.13.120.2, 00:07:55, GigabitEthernet2/0
R10#

```

Figura 55 - Tabela de encaminhamento do *router* R10.

As redes externas estão evidenciadas acima (delineadas a vermelho). As rotas destacadas remetem para as redes anunciadas via RIP no domínio do cliente sul.

- d) Teste a conectividade ao ISP através de um ping múltiplo no R18 que inclua os Data Centres e o pelo menos uma interface de um router de cada área.

```

R18#tclsh
->foreach address {
->30.43.3.1
->30.43.2.1
->30.43.1.1
->10.12.24.1
->10.11.35.1
->10.10.57.1
->10.13.121.2
->} {ping $address repeat 4 size 1500 }

Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 176/189/216 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.35.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 116/143/156 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 116/120/124 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.121.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 60/64/68 ms

```

```

Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.3.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 160/177/196 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 52/57/60 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 80/88/92 ms
R18(tcl)#

```

Figura 56 - Output resultante do comando *tclsh* que inclui os *Data Centres* e o pelo menos uma interface de um *router* de cada área.

- e) Faça *trace* do PC7 para os 3 Data Centers. (O *traceroute* pode ser interrompido com ctrl+shift+6)

O resultado dos comandos *trace* para os três *data centers* encontram-se abaixo:

```

PC7> trace 30.43.1.1
trace to 30.43.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.42.0.62  4.296 ms  9.173 ms  10.171 ms
 2  40.10.2.17  32.150 ms  30.251 ms  31.131 ms
 3  10.13.121.1  52.098 ms  51.999 ms  53.908 ms
 4  * * *
 5  *30.43.1.1  56.130 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

Figura 57 - Output resultante de um comando *trace* para o DC1.

```

PC7> trace 30.43.2.1
trace to 30.43.2.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.42.0.62  8.151 ms  10.108 ms  10.031 ms
 2  40.10.2.17  31.883 ms  31.015 ms  31.054 ms
 3  * * *
 4  *30.43.2.1  40.193 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

Figura 58 - Output resultante de um comando *trace* para o DC2.

```

PC7> trace 30.43.3.1
trace to 30.43.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.42.0.62  10.878 ms  9.123 ms  10.084 ms
 2  40.10.2.17  31.994 ms  31.888 ms  32.047 ms
 3  10.13.120.1  53.638 ms  52.967 ms  52.894 ms
 4  10.10.107.1  74.785 ms  75.943 ms  74.755 ms
 5  10.10.57.1  96.041 ms  97.022 ms  95.008 ms
 6  10.11.35.1  118.861 ms  118.918 ms  117.906 ms
 7  10.12.13.1  138.596 ms  138.982 ms  139.812 ms
 8  10.12.119.2  148.662 ms  150.965 ms  149.865 ms

```

Figura 59 - Output resultante de um comando *trace* para o DC3.

2.4 Tarefa 4 – Configuração da rede do Tier 2 e ligação ao ISP

O ISP Tier 2 possui OSPF no seu core. O acesso à Internet é simulado pela conectividade ao PC4 com o endereço IP 8.8.0.1/16.

a) Configure a rede Core e a rede do PC4.

Inicialmente foram realizadas as configurações dos IPs das interfaces dos *routers* do ISP Tier 2:

Router 13:

```
interface GigabitEthernet3/0
ip address 50.0.0.1 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
ip address 50.0.0.5 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0
ip address 50.0.0.250 255.255.255.252
negotiation auto
```

Figura 60 - Configuração dos IPs das interfaces do router R13.

Router 14:

```
interface FastEthernet0/0
ip address 8.8.255.254 255.255.0.0

interface GigabitEthernet2/0
ip address 50.0.0.2 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 50.0.0.9 255.255.255.252
negotiation auto
```

Figura 61 - Configuração dos IPs das interfaces do router R14.

Router 15:

```
interface GigabitEthernet3/0
ip address 50.0.0.10 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
ip address 50.0.0.6 255.255.255.252
negotiation auto
```

Figura 62 - Configuração dos IPs das interfaces do router R15.

De seguida, procedeu-se à configuração OSPF dos *routers*:


```
router ospf 1
router-id 13.13.13.13
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
redistribute static subnets
network 50.0.0.0 0.0.0.3 area 1500
network 50.0.0.4 0.0.0.3 area 1500
network 50.0.0.248 0.0.0.7 area 1500
```

Figura 63 - Configuração OSPF no *router* R13.

```
router ospf 1
router-id 14.14.14.14
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
passive-interface FastEthernet0/0
network 8.8.0.0 0.0.255.255 area 1500
network 50.0.0.0 0.0.0.3 area 1500
network 50.0.0.8 0.0.0.3 area 1500
```

Figura 64 - Configuração OSPF no *router* R14.

```
router ospf 1
router-id 15.15.15.15
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
network 50.0.0.4 0.0.0.3 area 1500
network 50.0.0.8 0.0.0.3 area 1500
```

Figura 65 - Configuração OSPF no *router* R15.

b) A ligação entre ISP é realizada através de *routing* estático com a possibilidade de conectividades às respetivas redes internas. Configure.

Uma vez que o encaminhamento entre os ISP é estático, procedeu-se à configuração, no *router* R5, das rotas estáticas da seguinte forma:

```
ip route 8.8.0.0 255.255.0.0 50.0.0.250
ip route 50.0.0.0 255.255.252.0 50.0.0.250
```

Figura 66 - Configuração das rotas estáticas para a Internet (PC4) e para a rede interna (*Core*) do ISP no *router* R5.

Vale salientar o facto de a rota estática para a rede Core é a mais geral 50.0.0.0/22, que constitui no endereçamento dessa mesma rede. Já no *router* R13 foram definidas as rotas estáticas para as redes da operadora e clientes:

```
ip route 10.8.0.0 255.248.0.0 50.0.0.249
ip route 30.41.0.0 255.255.255.0 50.0.0.249
ip route 30.42.0.0 255.255.255.192 50.0.0.249
ip route 30.43.0.0 255.255.252.0 50.0.0.249
```

Figura 67 - Configuração das rotas estáticas para as redes do ISP 200 e clientes no *router* R13.

Como a métrica utilizada no *routing* estático é diferente da métrica utilizada para o protocolo de encaminhamento OSPF, fez-se uma redistribuição para dentro do domínio OSPF (no ISP 1500), como se pode verificar na figura 61 Assim, tanto os *routers* da operadora podem enviar pacotes ao ISP, como os *routers* deste último

domínio podem realizar o envio de pacotes para a primeira, já que existe uma conversão de métricas ou custos dos dois protocolos de *routing*. Pode-se então dizer que o *router* R13 é o responsável por realizar a redistribuição das rotas entre os dois ISP.

- c) **Teste a conectividade entre ISP através de um ping múltiplo a partir de R14 que inclua os *Data Centers*, clientes norte e sul e pelo menos um router de cada área.**

```
R14#tclsh
R14(tcl)#foreach address {
+>30.43.3.1
+>30.43.2.1
+>30.43.1.1
+>10.12.24.1
+>10.11.35.1
+>10.10.57.1
+>10.13.121.2
+>30.41.0.1
+>30.42.0.1
+>} {ping $address repeat 4 size 1500}

Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.3.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 92/442/1124 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 108/112/120 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.43.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 112/116/120 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.24.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 76/105/128 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.35.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 48/60/68 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 12/43/72 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.121.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 76/104/128 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.41.0.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 88/425/1092 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.42.0.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 140/474/1144 ms
R14(tcl)#
```

Figura 68 – Output resultante de um comando *tclsh* que inclui os *Data Centers*, clientes norte e sul e pelo menos um *router* de cada área.

d) Faça um *trace* a partir do PC4 para os *Data Centers*.

```
PC4> trace 30.43.1.1
trace to 30.43.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  6.061 ms  9.095 ms  10.099 ms
 2  50.0.0.1    32.471 ms  31.861 ms  31.083 ms
 3  50.0.0.249  51.786 ms  53.739 ms  53.837 ms
 4  10.10.57.2  73.864 ms  75.800 ms  74.938 ms
 5  10.10.79.2  84.695 ms  96.888 ms  95.909 ms
 6  10.13.119.2 116.825 ms 117.850 ms 119.331 ms
 7  *30.43.1.1  106.706 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Figura 69 - *Output* resultante do comando *trace* do PC4 para o DC1.

```
PC4> trace 30.43.2.1
trace to 30.43.2.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  9.062 ms  8.161 ms  9.188 ms
 2  50.0.0.1    19.178 ms  20.076 ms  21.229 ms
 3  50.0.0.249  42.197 ms  41.910 ms  42.108 ms
 4  10.10.57.2  62.996 ms  63.926 ms  64.091 ms
 5  10.10.107.2 95.956 ms  96.984 ms  95.997 ms
 6  10.13.120.2 117.055 ms 118.929 ms 118.941 ms
 7  *30.43.2.1  129.632 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Figura 70 - *Output* resultante do comando *trace* do PC4 para o DC2.

```
PC4> trace 30.43.3.1
trace to 30.43.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  10.160 ms  8.180 ms  10.992 ms
 2  50.0.0.1    32.168 ms  31.189 ms  31.314 ms
 3  50.0.0.249  53.203 ms  53.161 ms  51.993 ms
 4  10.11.35.1  75.082 ms  75.352 ms  75.070 ms
 5  10.12.13.1  85.187 ms  87.791 ms  84.496 ms
 6  10.12.119.2 98.083 ms  96.046 ms  97.194 ms
 7  *30.43.3.1  108.784 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Figura 71 - *Output* resultante do comando *trace* do PC4 para o DC3.

2.5 Configuração da rede do Cliente centro e ligação ao ISP

A rede interna do cliente centro e respetivas interligação ao ISP usam igualmente *routing* RIP. A rede cliente inclui 4 sub-redes, a rede do PC6 e mais 3 redes simuladas através das interfaces *loopback* 1 a 3. De acordo o contrato estabelecido (SLA - *Service Level Agreement*) existem 2 ligações ativas do *router* cliente a 2 POP distintos. As rotas da rede do *routing core* e *edge* são também anunciadas através de redistribuição mútua em ambos os POP.

- a) Configure a rede do cliente centro e suas ligações ao ISP. (Use métricas iniciais (seed metric) de 6000 e 6 no R6 e 10000 e 10 no R10).

A rede do cliente centro figura abaixo:

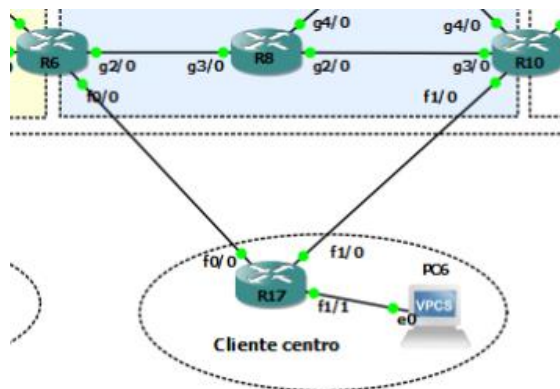


Figura 72 - Porção da topologia fornecida respeitante ao cliente centro.

Inicialmente, começou-se por definir configurar as interfaces dos *routers* R6, R17, R10 e do PC6:

```
R17#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R17(config)#int fa0/0
R17(config-if)#ip address 40.10.1.14 255.255.255.252
R17(config-if)#^Z
R17#
*Dec 27 16:10:30.191: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
R17#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R17(config)#int fa1/0
R17(config-if)#ip address 40.10.1.18 255.255.255.252
R17(config-if)#^Z
R17#
*Dec 27 16:11:07.995: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
R17#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R17(config)#int fa1/1
R17(config-if)#ip address 30.40.0.254 255.255.255.0
R17(config-if)#exit
R17(config)#int loopback 1
R17(config-if)#exit
*Dec 27 16:12:46.959: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Int
R17(config-if)#ip address 30.40.1.1 255.255.255.0
R17(config-if)#exit
R17(config)#int loopback 2
R17(config-if)#ip add
*Dec 27 16:13:11.579: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Int
R17(config-if)#ip address 30.40.2.1 255.255.255.0
R17(config-if)#exit
R17(config)#int loopback 3
R17(config-if)#ip address
*Dec 27 16:13:35.279: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Int
R17(config-if)#ip address 30.40.3.1 255.255.255.0
R17(config-if)#^Z
R17#
*Dec 27 16:13:45.663: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console
R17#
```

Figura 73 - Configuração dos IPs das interfaces do *router* R17.

```
R6(config)#int fa0/0
R6(config-if)#ip address 40.10.1.13 255.255.255.252
```

Figura 74 - Configuração do IP da interface fa0/0 do *router* R6.

```
PC6> ip 30.40.0.1 30.40.0.254 24
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.40.0.1 255.255.255.0 gateway 30.40.0.254
```

Figura 75 - Configuração do IP do PC6.

Após a configuração dos IPs, procedeu-se à configuração RIP no domínio do cliente centro:

```
router rip
version 2
passive-interface FastEthernet1/1
network 30.0.0.0
network 40.0.0.0
no auto-summary
```

Figura 76 - Configuração RIP no *router* R17.

Os *routers* R6 e R10 executam os protocolos de encaminhamento RIP e OSPF em simultâneo. Neste sentido, estes tal como os *routers* R4 e R12, fazem redistribuição entre o domínio do cliente e o domínio da operadora. Assim, procedeu-se à configuração das redistribuições nos *routers* R6 e R10 da seguinte forma:

```
R6(config)#router rip
R6(config-router)#version 2
R6(config-router)#no auto-summary
R6(config-router)#network 40.10.1.12
R6(config-router)#redistribute ospf 1 metric 6
R6(config-router)#^Z
R6#
*Dec 27 16:47:47.899: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from
R6#config t
Enter configuration commands, one per line. End with C
R6(config)#router ospf 1
R6(config-router)#redistribute rip metric 6000 subnets
R6(config-router)#^Z
```

Figura 77 - Redistribuição mútua no *router* R6 (OSPF e RIP).

```
R10#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R10(config)#router ospf 1
R10(config-router)#redistribute rip metric 10000 subnets
R10(config-router)#exit
R10(config)#router rip
R10(config-router)#version 2
R10(config-router)#network 40.10.1.16
R10(config-router)#redistribute ospf 1 metric 10
```

Figura 78 - Redistribuição mútua no *router* R10(OSPF e RIP).

Note-se que as métricas para as rotas que são anunciadas no domínio RIP têm um valor maior que as métricas para as rotas anunciadas via OSPF, uma vez que, o

protocolo RIP é um protocolo de encaminhamento quase fora de uso, e por essa mesma razão, tem custos associados mais elevados.

Note-se que, para que o (s) cliente (s) do centro consigam aceder à Internet, é necessário que seja injetada uma rota *default* no domínio do (s) primeiro (s), como se fez para o cliente norte.

b) Faça a captura através do Wireshark na ligação R6-R17.

Tendo realizado uma captura de pacotes na ligação R6-R17, obteve-se o seguinte tráfego:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
2	1.486027	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
3	10.003464	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
4	14.436537	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
5	14.438391	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
6	19.988546	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
7	25.806991	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
8	26.738534	ca:08:16:24:00:00	CDP/VTP/DTP/PAGP/UD...	CDP	339	Device ID: R6 Port ID: FastEthernet0/0
9	30.005758	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
10	39.999249	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
11	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
12	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
13	50.014249	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
14	50.102022	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
15	53.037165	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
16	60.012516	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
17	67.513452	ca:0c:09:e0:00:00	CDP/VTP/DTP/PAGP/UD...	CDP	340	Device ID: R17 Port ID: FastEthernet0/0
18	68.628507	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
19	68.629466	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
20	69.992044	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
21	74.204050	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply

> Frame 1: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface -, id 0
 > Ethernet II, Src: ca:08:16:24:00:00 (ca:08:16:24:00:00), Dst: ca:08:16:24:00:00 (ca:08:16:24:00:00)
 > Configuration Test Protocol (loopback)
 > Data (40 bytes)

Figura 79 - Captura de pacotes na ligação R6-R17 da topologia de rede facultada.

c) Qual a razão do R6 enviar 2 mensagens RIP em cada ciclo e o R17 apenas 1?

No *Wireshark*, ao seleccionar apenas os pacotes RIP, temos o seguinte:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	14.436537	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
5	14.438391	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
11	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
12	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
15	53.037165	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
18	68.628507	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
19	68.629466	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
25	96.374698	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
26	96.374698	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
32	123.447303	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
33	124.619171	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
34	124.619171	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
40	152.889557	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
41	152.890554	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
46	180.879706	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
47	180.879706	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
48	189.618350	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
53	207.198319	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
54	207.198319	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
60	234.791528	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
61	234.792524	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
65	259.741802	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
67	264.207859	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
68	264.207859	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response

> Frame 123: 186 bytes on wire (1488 bits), 186 bytes captured (1488 bits) on interface -, id 0
 > Ethernet II, Src: ca:08:16:24:00:00 (ca:08:16:24:00:00), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 40.10.1.13, Dst: 224.0.0.9
 > User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520
 > Routing Information Protocol

Figura 80 - Seleção dos pacotes RIP no tráfego R6-R17.

No tráfego capturado, não se verificaram exatamente as 2 mensagens enviadas pelo *router* R6 (interface 40.10.1.13) e uma mensagem enviada pelo *router* R17 (interface 40.10.1.14), por cada ciclo, mas essa proporção deve-se ao facto de o *router* R8 não executar o protocolo RIP, por isso, o *router* R6 só consegue fazer chegar mensagens RIP ao *router* R10 através do *router* R17. Este facto pode ser sustentado pela captura de tráfego na ligação R10-R17, que figura abaixo:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	40.10.1.17	224.0.0.9	RIPv2	126	Response
9	26.239200	40.10.1.17	224.0.0.9	RIPv2	126	Response
10	27.861200	40.10.1.18	224.0.0.9	RIPv2	366	Response
17	52.758640	40.10.1.17	224.0.0.9	RIPv2	126	Response
18	58.510271	40.10.1.18	224.0.0.9	RIPv2	366	Response
23	78.602195	40.10.1.17	224.0.0.9	RIPv2	126	Response
29	95.905354	40.10.1.18	224.0.0.9	RIPv2	366	Response
32	104.819988	40.10.1.17	224.0.0.9	RIPv2	126	Response

Figura 81 - Captura no *Wireshark* da ligação R10-R17.

Na figura acima, verifica-se uma proporção de 1 para 1, em que por cada mensagem de R10 é enviada também uma mensagem de R17. Concluindo, o *router* R6 envia duas mensagens a cada ciclo, porque uma destina-se ao *router* R17 e outra tem como destino o *router* R10. Vale ressaltar que as mensagens RIP têm todas como destino o endereço *multicast* (224.0.0.9), porque o RIPv2 faz uso deste

endereço na troca de mensagens. Por isso, todos os *routers* que executam este protocolo, estão à escuta no endereço de *multicast* referido.

d) Evidencie a ocorrência indesejada de *loops* nos anúncios enviados pelo R6.

captura_R6_R17_3.pcapng [R17 FastEthernet1/0 to R10 FastEthernet1/0]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

Apply a display filter ... <Ctrl-F>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
2	1.486027	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
3	10.003464	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
4	14.436537	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
5	14.438391	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
6	19.988546	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
7	25.806991	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
8	26.738534	ca:08:16:24:00:00	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	339	Device ID: R6 Port ID: FastEthernet0/0
9	30.005758	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
10	39.999249	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
11	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
12	41.826147	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
13	50.014249	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
14	50.102022	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
15	53.037165	40.10.1.14	224.0.0.9	RIPv2	226	Response
16	60.012516	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
17	67.513452	ca:0c:09:e0:00:00	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	340	Device ID: R17 Port ID: FastEthernet0/0
18	68.628507	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	546	Response
19	68.629466	40.10.1.13	224.0.0.9	RIPv2	186	Response
20	69.992044	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
21	74.394050	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
22	79.995069	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply
23	86.736044	ca:08:16:24:00:00	CDP/VTP/DTP/PagP/UD...	CDP	339	Device ID: R6 Port ID: FastEthernet0/0
24	90.018265	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply

> Frame 4: 546 bytes on wire (4368 bits), 546 bytes captured (4368 bits) on interface -, id 0
 > Ethernet II, Src: ca:08:16:24:00:00 (ca:08:16:24:00:00), Dst: IPv4mcast_09 (01:00:5e:00:00:09)
 > Internet Protocol Version 4, Src: 40.10.1.13, Dst: 224.0.0.9
 > User Datagram Protocol, Src Port: 520, Dst Port: 520

Figura 82 - Captura do tráfego na ligação R6-R17, onde estão evidenciados *loops*.

Tal como se verifica na figura acima, ocorrem vários loops, o que é característico do protocolo RIP, já que este tem pouca inércia relativamente à recuperação de ciclos.

e) Faça o *shutdown* da interface f0/0 de R6 e verifique com *traceroute* que a comunicação se faz via R10. (Tenha em atenção que o temporizador de rota inválida por falta de *updates* é de 180 s).

Neste ponto, optou-se por testar com o PC6, cujo endereço IP da sua interface é 30.40.1.0. Neste sentido, numa fase inicial, começou por realizar o comando *traceroute* para o PC6, antes de desativar a interface fa0/0 do router R6:

```
R6#traceroute 30.40.0.1

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 30.40.0.1

 0  40.10.1.14 16 msec 20 msec 20 msec
 1  *
 2  30.40.0.1 8 msec 32 msec

R6#
```

Figura 83 - Comando *traceroute* do router R6 para o PC6.

Observando a imagem acima, verifica-se que o pacote passa pela interface do fa0/0 do router R17 e chega com sucesso à interface do PC6, como pretendido. De seguida desativou-se a interface fa0/0 do router R6:

```
R6(config)#int fa0/0
R6(config-if)#shutdown
```

Figura 84 - Comando *shutdown* sobre a interface fa0/0 do router R6.

Ao realizar o mesmo comando *traceroute*, verificou-se que o pacote descreveu outro percurso para chegar ao seu destino (PC6):

```
R6#traceroute 30.40.0.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 30.40.0.1

 1 10.10.68.2 32 msec 20 msec 20 msec
 2 10.10.108.2 16 msec 32 msec 60 msec
 3 40.10.1.18 44 msec 68 msec 60 msec
 4 30.40.0.1 68 msec 84 msec 76 msec
R6#
```

Figura 85 - Comando *traceroute* do router R6 para o PC6, após desativar a interface fa0/0 do router R6.

- f) Para eliminar os *loops* faça o *shutdown* do interface f1/0 de R10 ou em alternativa execute a tarefa opcional da alínea f).

```
R10(config)#int fa1/0
R10(config-if)#shutdown
```

Figura 86 - Supressão da ligação à interface fa1/0 do router R6.

2.6 Otimização das tabelas de encaminhamento

Pretende-se nesta tarefa alterar as configurações dos *routers* do ISP (ASN200) para reduzir a dimensão das suas tabelas de encaminhamento. Colocar as áreas com filtragem e sumarizar as rotas internas e externas injetadas. A conectividade dos clientes pode ser afetada, mas não tenha isso em consideração na execução nas tarefas a) a e).

- a) Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 2. Apresente a tabela de *routing* de R1 e rotas IA de R7 (R7#sh ip route | i O IA).

Como a área 2 possui um ABR, que se comporta também como um ASBR (que comunica com o ASBR R16), não pode ser *stub*, nem *totally stub*. Por isso, pode-se dizer que esta área é NSSA, já que possui um ASBR. Para que a área seja considerada NSSA, é necessário executar o comando OPSF, **area 2 nssa**, em todos os *routers* da primeira:

```
router ospf 1
router-id 19.19.19.19
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 2 nssa
network 10.12.119.0 0.0.0.3 area 2
network 10.12.219.0 0.0.0.3 area 2
network 30.43.3.0 0.0.0.255 area 2
```

Figura 87 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R19.

```
router ospf 1
router-id 3.3.3.3
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 1 virtual-link 5.5.5.5
area 2 nssa
network 10.11.35.0 0.0.0.3 area 1
network 10.11.36.0 0.0.0.3 area 1
network 10.12.13.0 0.0.0.3 area 2
```

Figura 88 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R3.

```
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 2 nssa
network 10.12.12.0 0.0.0.3 area 2
network 10.12.13.0 0.0.0.3 area 2
network 10.12.119.0 0.0.0.3 area 2
```

Figura 89 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R1.

```

router ospf 1
router-id 2.2.2.2
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 2 nssa
network 10.12.12.0 0.0.0.3 area 2
network 10.12.24.0 0.0.0.3 area 2
network 10.12.219.0 0.0.0.3 area 2

```

Figura 90 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R2.

```

router ospf 1
router-id 4.4.4.4
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 2 nssa
redistribute rip metric 400 subnets
network 10.11.45.0 0.0.0.3 area 1
network 10.11.46.0 0.0.0.3 area 1
network 10.12.24.0 0.0.0.3 area 2

```

Figura 91 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R4.

- **Tabela de encaminhamento de R1** – Na tabela de R1, em vez de aparecerem rotas externas (O E2), agora aparecem as rotas O N2, obtidas a partir dos LSA do tipo 7 injetados na área 2 pelo *router* R4, uma vez que os nesta área não podem circular LSAs do tipo 5:

```

R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
        o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O N2 40.10.0.0 [110/400] via 10.12.12.2, 00:00:54, FastEthernet0/1
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
C 10.12.12.0/30 is directly connected, FastEthernet0/1
C 10.12.13.0/30 is directly connected, FastEthernet0/0
O 10.12.24.0/30 [110/2000] via 10.12.12.2, 00:00:54, FastEthernet0/1
O IA 10.11.35.0/30 [110/1010] via 10.12.13.2, 00:00:44, FastEthernet0/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/1010] via 10.12.13.2, 00:00:44, FastEthernet0/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/1011] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/1020] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.10.57.0/30 [110/1011] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.10.68.0/30 [110/1020] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.10.79.0/30 [110/1021] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.10.89.0/30 [110/1030] via 10.12.13.2, 00:00:45, FastEthernet0/0
O IA 10.13.90.0/27 [110/1121] via 10.12.13.2, 00:00:47, FastEthernet0/0
O IA 10.10.107.0/30 [110/1021] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O IA 10.10.108.0/30 [110/1030] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/1031] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
C 10.12.119.0/30 is directly connected, Serial2/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/1032] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/1031] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O 10.12.219.0/30 [110/7476] via 10.12.12.2, 00:00:58, FastEthernet0/1
30.0.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
O IA 30.43.1.0 [110/1131] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O 30.43.3.0 [110/7476] via 10.12.119.2, 00:00:48, Serial2/0
O IA 30.43.2.0 [110/1032] via 10.12.13.2, 00:00:48, FastEthernet0/0
O N2 30.41.0.0 [110/400] via 10.12.12.2, 00:00:58, FastEthernet0/1
R1#

```

Figura 92 - Tabela de *routing* de R1 após a configuração da área 2 como NSSA.

- Rotas IA de R7:

```
R7#show ip route | i 0 IA
O IA 10.12.12.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:03:49, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:06:47, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/211] via 10.10.57.1, 00:02:13, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:06:47, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:06:47, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:06:47, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:06:47, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:06:47, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:06:47, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/6587] via 10.10.57.1, 00:03:49, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/21] via 10.10.107.2, 00:06:47, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:06:47, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:03:02, GigabitEthernet3/0
O IA 30.43.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 00:06:47, GigabitEthernet2/0
O IA 30.43.3.0/24 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:02:42, GigabitEthernet3/0
O IA 30.43.2.0/24 [110/21] via 10.10.107.2, 00:06:47, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 93 - Rotas inter-area na tabela de *routing* do *router* R7 após definir a área 2 como NSSA.

b) Escolha a opção correta *Stub*, *Totally Stub*, *Not so Stub* ou *Not so Stub Totally Stub* e configure a área 3. Apresente a tabela de *routing* de R11 e rotas IA de R7.

A área 3 também deve ser configurada como NSSA, pois possui um ASBR (o *router* R12). A configurações encontram-se abaixo:

```
router ospf 1
router-id 9.9.9.9
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 3 nssa
```

Figura 94 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R9.

```
router ospf 1
router-id 10.10.10.10
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 3 nssa
```

Figura 95 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R10.

```
router ospf 1
router-id 11.11.11.11
log-adjacency-changes
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 3 nssa
```

Figura 96 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R11.

```
router ospf 1
router-id 12.12.12.12
log-adjacency-changes
area 3 nssa
```

Figura 97 - Configuração da área 2 como NSSA no *router* R12.

- **Tabela de encaminhamento de R11** – nesta tabela foram injetadas as rotas externas (O N2) pelo *router* R12:

```

R11#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O N2  40.0.0.0/30 [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:23, GigabitEthernet4/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA  10.12.12.0/30 [110/1131] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.13.0/30 [110/131] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.24.0/30 [110/2131] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.35.0/30 [110/31] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.36.0/30 [110/40] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.45.0/30 [110/31] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.46.0/30 [110/40] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.10.57.0/30 [110/30] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.10.68.0/30 [110/30] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.10.79.0/30 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O IA  10.10.89.0/30 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
C     10.13.90.0/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O IA  10.10.107.0/30 [110/21] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O IA  10.10.108.0/30 [110/21] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
C     10.13.119.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.119.0/30
      [110/6607] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
C     10.13.121.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O IA  10.13.120.0/30 [110/11] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
      10.12.219.0/30
      [110/7607] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
C     30.43.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O N2  30.42.0.0/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O IA  30.43.3.0/24 [110/7607] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
O     30.43.2.0/24 [110/11] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O N2  30.42.0.64/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O N2  30.42.0.128/26
      [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:25, GigabitEthernet4/0
O N2  30.42.0.192/26
      [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:25, GigabitEthernet4/0
R11#

```

Figura 98 - Tabela de *routing* do *router* R11 após definir a área 3 como NSSA.

- **Rotas IA de R7:**

```

R7#show ip route | i O IA
O IA  10.12.12.0/30 [110/1111] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.13.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.12.24.0/30 [110/2111] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.35.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.36.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.45.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.11.46.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:00:19, GigabitEthernet4/0
O IA  10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:00:34, GigabitEthernet2/0
O IA  10.12.119.0/30 [110/6587] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  10.13.121.0/30 [110/21] via 10.10.107.2, 00:03:09, GigabitEthernet4/0
O IA  10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:03:09, GigabitEthernet4/0
O IA  10.12.219.0/30 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  30.43.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 00:03:09, GigabitEthernet2/0
O IA  30.43.3.0/24 [110/7587] via 10.10.57.1, 00:04:44, GigabitEthernet3/0
O IA  30.43.2.0/24 [110/21] via 10.10.107.2, 00:03:09, GigabitEthernet4/0
R7#

```

Figura 99 - Rotas inter-área na tabela de *routing* do *router* R7 após definir a área 3 como NSSA.

- c) Não Sumarize a injeção das redes da área 1 e 3 no *backbone* (não é possível sumarizar as redes da área 2 através do *link virtual*). Apresente a tabela de *routing* de R7 (rotas IA).

O OSPF, por definição, não faz a sumarização de rotas.

```
R7#show ip route | i 0 IA
O IA 10.12.13.0/30 [110/111] via 10.10.57.1, 00:14:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:14:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:14:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/11] via 10.10.57.1, 00:14:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/21] via 10.10.57.1, 00:14:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:14:48, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:14:48, GigabitEthernet2/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/21] via 10.10.107.2, 00:14:48, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:14:48, GigabitEthernet4/0
O IA 30.43.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 00:14:48, GigabitEthernet2/0
O IA 30.43.2.0/24 [110/21] via 10.10.107.2, 00:14:48, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 100 - Rotas inter-area na tabela de *routing* do *router* R7 após definir a área 3 como NSSA sem sumarização.

- d) ---

- e) Sumarize a injeção das rotas externas do cliente centro e sul. Apresente a tabela de *routing* de R7 antes e após a configuração incluindo apenas as rotas externas (R7#sh ip route | i O E).

A sumarização da injeção de rotas externas foi efetuada da seguinte forma:

```
R6(config-router)#area 0 range 30.40.0.0 255.255.252.0
```

Figura 101 - Sumarização de rotas no *router* AsBR R6.

O mesmo foi feito para o *router* ASBR R10 que fazem a interligação com a *backbone*. Após a sumarização das rotas, obteve-se o seguinte resultado para o *router* R7:

```
R7#show ip route | i O E
O E2 50.0.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:16:40, GigabitEthernet3/0
O E2 8.8.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:16:40, GigabitEthernet3/0
O E2 40.10.0.0 [110/400] via 10.10.57.1, 00:16:40, GigabitEthernet3/0
O E2 40.10.1.12 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 40.10.2.16 [110/1200] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 40.10.1.16 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.42.0.0/26 [110/1200] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.40.2.0/24 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.40.3.0/24 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.40.0.0/24 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.41.0.0/24 [110/400] via 10.10.57.1, 00:16:40, GigabitEthernet3/0
O E2 30.40.1.0/24 [110/6000] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.42.0.64/26 [110/1200] via 10.10.107.2, 00:16:40, GigabitEthernet4/0
O E2 30.42.0.128/26
O E2 30.42.0.192/26
R7#
```

Figura 102 - Rotas externas sumarizadas no *router* R7.

3 CONCLUSÃO

Após a realização da série de exercícios propostos, verificaram-se os seguintes aspetos:

- A área 0 ou *backbone* tem como principal objetivo encaminhar tráfego entre todas as outras áreas.
- A área 2, inicialmente isolada, deixou de estar, uma vez que foi criado um *link* virtual entre esta e a área *backbone* ou principal.
- O trabalho pretendia simular uma operadora com acesso à Internet (através do ISP de camada 2), que fornece os seus serviços aos clientes do norte, centro e sul.
- Sendo que no domínio dos clientes, apenas é executado o protocolo RIP, e no da operadora (inicialmente) apenas OSPF, foi necessário realizar redistribuição de rotas para dentro de ambos os domínios, bem como a injeção de uma rota estática *default* no domínio dos clientes. A injeção da rota *default* no domínio dos clientes (RIP) serve para que estes possam enviar informações para fora do seu domínio. Vale a pena salientar o facto de ser possível realizar as redistribuições, porque os *routers* que participam nas redes de interligação com os *routers* dos clientes, executam os protocolos RIP e OSPF em simultâneo.
- A rede de interligação entre os ISPs possui encaminhamento estático, pelo que foi também necessário realizar uma redistribuição num dos ASBRs intervenientes, para que houvesse conversão de métricas entre os protocolos de *routing* estático e OSPF.
- Numa última fase do trabalho foi também feita uma sumarização de rotas de forma a reduzir consideravelmente o tamanho das LSDBs das áreas, bem como o tamanho das tabelas de *routing* dos *routers* da operadora.

Em suma, pensamos ter realizado com sucesso os exercícios propostos evidenciados no enunciado.

4 BIBLIOGRAFIA

- 1 - Acetatos fornecidos pelo docente.
- 2 - <https://www.econfigs.com/auto-cost-reference-bandwidth/>
- 3 - https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_ospf/configuration/xen16/iro-xe-16-book/iro-cfg.html
- 4 - <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/8606-redis.html>