



ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

Redes de Informação

Ano Letivo 2020/21

5º Semestre

Trabalho2
4 janeiro

Grupo 7:

Luís Fonseca (A45125)

Miguel Silvestre (A45101)

Duarte Domingues (A45140)

Docente: Eng. Vítor Almeida

Índice de Conteúdos

1. Introdução e Objetivos.....	6
2. Tarefa 1–Introdução ao OSPF, atribuição de IPs	7
4. Tarefa 2 – Configuração do Cliente Norte e ligação ao ISP	17
5. Tarefa 3 – Configuração do Cliente Sul e ligação ao ISP.....	21
6. Tarefa 4 – Configuração da rede Tier 2 e ligação ao ISP	25
7.Tarefa 5 – Configuração da rede do Cliente centro e ligação ao ISP	29
8.Tarefa 6 – Otimização das tabelas de encaminhamento	34
7.Conclusões	37
7. Bibliografia.....	38

Índice de Figuras

Figura 1 – IP e Gateway do DC1	7
Figura 2 - configuração das interfaces de um dos routers da área de Backbone	8
Figura 3 - configuração do Router 7	8
Figura 4 - base de dados OSPF do R7	9
Figura 5 - traceroute para a interface g3/0 do Router5	9
Figura 6 - configuração das interfaces do Router 5	10
Figura 7 - configuração do OSPF no Router 5	10
Figura 8 - base de dados OSPF com a configuração dos routers da área 1	11
Figura 9 - configuração do DC3	11
Figura 10 configuração das interfaces do Router 1	12
Figura 11 - configuração do Router 1 em OSPF	12
Figura 12 - configuração do DC2	12
Figura 13 - configuração das interfaces do Router11	12
Figura 14 - configuração do router 11 com OSPF	12
Figura 15 - comando "sh ip route" do R7	13
Figura 16 - base de dados OSPF do Router 7 atualizada	13
Figura 17 - comando for each usado no Router7	14
Figura 18 - resultado quando executado o comando for each	14
Figura 19 - DR e BDR depois das alterações efetuadas	15
Figura 20 - resultado obtido quando executado o comando acima	15
Figura 21 - vizinhos do R7 antes de alterar o tipo de Rede	16
Figura 22 - alteração para rede point-to-point no Router 5	16
Figura 23 - alteração para rede point-to-point no Router 7	16
Figura 24 - vizinhos do Router 7 depois da rede ter sido alterada para PTP	16
Figura 25 - configuração do IP do PC5	17
Figura 26 - alteração das interfaces do Router 16	17
Figura 27 - endereços aplicados às interfaces necessárias	17
Figura 28 - configuração do router 16 com o OSPF	18
Figura 29 - configuração do RIP no Router 4	18
Figura 30 - configuração do RIP no Router 16	18
Figura 31 - tabela de encaminhamento do Router 6 (1-2)	19
Figura 32 - tabela de encaminhamento do Router 6 (2-2)	20
Figura 33 - for each usado para conseguir pingar os vários endereços escolhidos	20
Figura 34 - configuração do PC do Cliente Sul	21
Figura 35 - configuração das interfaces do Router 12	21
Figura 36 - configuração do RIP e do OSPF no Router 12	21
Figura 37 - configuração das interfaces do Router 18	22
Figura 38 - configuração do RIP no Router 18	22
Figura 39 - tabela de routing do Router18	22
Figura 40 - tabela de encaminhamento do Router 11	23
Figura 41 - múltiplos pings efetuados no Router18, usando o comando for each	24
Figura 42 - trace efetuado do PC7 para o DC3 com sucesso	24
Figura 43 - configuração do PC4	25
Figura 44 - configuração das interfaces do Router13	25
Figura 45 - configuração do protocolo OSPF no Router 13	25
Figura 46 - configuração das interfaces do Router14	26
Figura 47 - configuração do protocolo OSPF no Router 14	26
Figura 48 - configuração das interfaces do Router15	26
Figura 49 - configuração do protocolo OSPF no Router 15	26

Figura 50 - configuração da rota estática no Router 5	27
Figura 51 - configuração da rota estática no Router 13	27
Figura 52 - ping com sucesso quando usado o for each (1_2)	27
Figura 53 - comando for each usado com os respetivos endereços	27
Figura 54 - ping com sucesso quando usado o for each (2_2)	28
Figura 55 - trace para o DC1	28
Figura 56 - trace para o DC2	28
Figura 57 - trace para o DC3	28
Figura 58 - configuração do PC6 (Cliente Centro)	29
Figura 59 - configuração da interface do Router 17	29
Figura 60 - configuração do RIP no router 17	29
Figura 61 - configuração da métrica do Router 6	30
Figura 62 - configuração da métrica do Router 10	30
Figura 63 - captura do wireshark, na ligação entre o Router6 e o Router17	31
Figura 64 - evidencia de loops após a configuração do cliente centro	32
Figura 65-Interface FA1/0 de R10	32
Figura 66-Trace da ligação.....	32
Figura 67-Trace após o shutdown da interface fa1/0	33
Figura 68-Routing Table de R1	34
Figura 69-Rota IA de R7.....	34
Figura 70-Rotas IA de R7	35
Figura 71-Routing Tables de R11	35
Figura 72 - Routing Table de R7	36

1.Introdução e Objetivos

Para este segundo projeto proposto na disciplina de Redes de Informação, pretendia-se uma familiarização com a temática do protocolo de encaminhamento OSPF (Open Shortest Path First) e RIPv2 (Routing Information Protocol).

O OSPF consiste num protocolo de encaminhamento para redes que operam com protocolo IP. Foi criado para substituir o protocolo RIP (estudado mais a fundo no trabalho antedecente), que apresentava diversos problemas e limitações a operar satisfatoriamente uma rede de grandes dimensões. Em vez de manter uma tabela com todas as rotas possíveis, como acontece no protocolo RIP, cada nó (router) OSPF contém os dados sobre todos os links da rede. Cada entrada da tabela de encaminhamento contém um identificador de interface, um número do link e uma distância ou custo. Através destas informações, cada nó possui uma visão da topologia da rede e pode, de facto, descobrir sozinho qual a melhor rota para um dado destino.

O OSPF é um protocolo do tipo link-state, que envia avisos sobre o estado da conexão (mensagens LSA, contendo as interfaces ligadas, a métrica usada...) a todos os routers de uma mesma área hierárquica. Por consistir num protocolo do tipo link-state, difere-se do RIP, que é um protocolo baseado em vetores de distância. Os routers que trabalham com algoritmos de vetores, a cada atualização, enviam toda ou apenas parte das suas tabelas de encaminhamento para os seus vizinhos.

Similarmente ao trabalho anterior, teremos de configurar, seguindo vários pontos, uma topologia que nos foi passada em GN3. O objetivo será ficar com uma rede funcional, usando o protocolo OSPF como protocolo de encaminhamento dinâmico, e garantir que Clientes consigam aceder à Internet.

A topologia em que trabalhamos representa a infraestrutura de uma ISP de Tier 2 (Local Internet Service Provider), que fornece conectividade a várias empresas clientes.

Posto, isto, todas as questões relativas a esta topologia serão abordadas no presente relatório, assim como a listagem de comandos usados nas várias etapas da configuração.

2.

2. Tarefa 1–Introdução ao OSPF, atribuição de IPs

Foi-nos fornecida uma breve introdução acerca do endereçamento em toda a topologia, que deveríamos usar nas configurações seguintes.

Cada endereço que aqui foi usado, pode ser encontrado num ficheiro que será enviado juntamente com o relatório e o projeto, de nome “Endereçamentos”.

Dado este enquadramento, começemos por completar a primeira tarefa. Começámos por atribuir os IPs às redes de cada interface dos routers. Listámos no diagrama todos os IPs já previamente pensados e através dos seguintes comandos efetuámos estas atribuições, não esquecendo de as gravar nos routers:

- ✓ Conf t
- ✓ Interface (interface)
- ✓ Ip address (IP) (máscara)
- ✓ No shutdown
- ✓ Exit

As duas alíneas a seguir, apenas falavam em restrições e ter em atenção no que é necessário efetuar no nosso projeto. Para isso iremos saltar para a explicação das seguintes alíneas.

c) Configure os endereços IP da rede dos Data Centers.

Passou-se então para a configuração dos DC(neste caso, são os PCs da nossa topologia). Para isso foi usado o seguinte comando:

- ✓ ip “endereço” “mask” “gateway”

Para associar os IPs a cada uma das máquinas, foi usado a seguinte regra:

- DC1: 30.”Nºgrupo”x4+3.1.0/24;
- DC2: 30.”Nºgrupo”x4+3.2.0/24;
- DC3:30.”Nºgrupo”x4+3.3.0/24

Assim sendo, associando o nosso número de grupo, obtemos os seguintes IPs para os diferentes DCs:

- DC1: 30.31.1.0/24;
- DC2: 30.31.2.0/24;
- DC3: 30.31.3.0/24;

Na figura a seguir, podemos ver o IP já configurado para um dos PCs. Como já foi referido anteriormente, foi necessário associar um endereço de rede e uma gateway, consoante estes IPs obtidos. Na figura a seguir, podemos ver o correto funcionamento deste comando. A atribuição dos IPs a cada um dos DCs é idêntico em todos os casos.

```
DC1> sh ip
NAME       : DC1[1]
IP/MASK    : 30.31.1.1/24
GATEWAY    : 30.31.1.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:00
LPORT      : 10202
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10203
MTU        : 1500
```

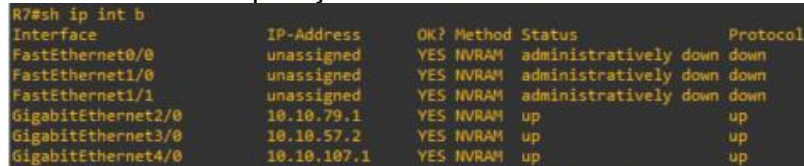
Figura 1 – IP e Gateway do DC1

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

Antes de passar para a configuração dos routers, foi necessário entender quais são os routers associados à área de backbone. Neste caso serão os routers que estão associadas à área 0. Pelo que os routers que o grupo configurou foram os seguintes: R5, R6, R7, R8, R9 e R10. Como nesta área existem 4 ABR, apenas se irá associar os endereços correspondentes desta área, e não injetando as redes de interligação por agora. Posto isto, começamos por configurar as interfaces de cada router, associando os seus respetivos IPs. Para a configuração de cada interface foram usados os seguintes comandos:

- ✓ Interface g3/0
- ✓ Ip address <endereço> <mask>
- ✓ End

Na figura a seguir, podemos ver a correta aplicação deste comando:



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

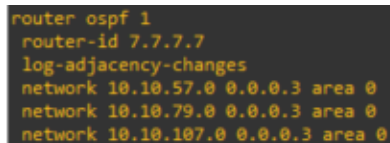
Figura 2 - configuração das interfaces de um dos routers da área de Backbone

No mesmo router, efetuamos também os seguintes comandos:

- ✓ Router ospf 1
- ✓ Router-id "NúmeroRouter", "NúmeroRouter", "NúmeroRouter", "NúmeroRouter"
- ✓ Network <endereço> <wild-card> área <NúmeroArea>
- ✓ End

Visto que o R7 é um router interno, ele irá receber os endereços da sua respetiva área, assim como os LSAs das outras áreas, sendo que isso irá ser abordado mais em pormenor nas perguntas a seguir.

Na figura a seguir, podemos ver o correto funcionamento dos comandos usados em cima. O processo usado para este router é idêntico para todos os da área de backbone.



```

router ospf 1
router-id 7.7.7.7
log-adjacency-changes
network 10.10.57.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.79.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.107.0 0.0.0.3 area 0
  
```

Figura 3 - configuração do Router 7

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

Executando o comando “sh ip ospf database” podemos verificar a quantidade de LSA que existem neste router:

```

10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
C   10.10.57.0 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O   10.10.68.0 [110/3] via 10.10.107.2, 00:03:39, GigabitEthernet4/0
C   10.10.79.0 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O   10.10.89.0 [110/3] via 10.10.107.2, 00:03:39, GigabitEthernet4/0
C   10.10.107.0 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O   10.10.108.0 [110/2] via 10.10.107.2, 00:03:39, GigabitEthernet4/0
R7#
R7#
R7#
R7#
R7#
R7#
R7#
R7#sh ip o
R7#sh ip ospf da
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      677         0x80000001  0x00F874  1
6.6.6.6      6.6.6.6      355         0x80000002  0x00938B  1
7.7.7.7      7.7.7.7      242         0x80000006  0x00EC80  3
8.8.8.8      8.8.8.8      239         0x80000005  0x007438  3
9.9.9.9      9.9.9.9      483         0x80000002  0x00AF70  1
10.10.10.10  10.10.10.10  238         0x80000003  0x00487F  2

        Net Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router   Age         Seq#         Checksum
10.10.57.2   7.7.7.7      676         0x80000001  0x002081
10.10.68.1   6.6.6.6      355         0x80000001  0x004350
10.10.79.1   7.7.7.7      487         0x80000001  0x00FF7C
10.10.107.1  7.7.7.7      242         0x80000001  0x00FC5F
10.10.108.1  8.8.8.8      240         0x80000001  0x00F55D

```

Figura 4 - base de dados OSPF do R7

Interpretando a tabela de Routing deste Router, podemos verificar que existem endereços que apresentam “C” e “O”, querendo dizer que alguns dos endereços estão configurados em OSPF, partilhando as suas rotas. No que diz respeito ao conteúdo da base de dados, podemos verificar que o R7 recebe os endereços de todos os routers que estão dentro desta área, através do seu router-id e da respetiva network.

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

Efetuamos o comando “traceroute 10.10.68.2” que corresponde ao IP da respetiva interface, anunciada no enunciado da pergunta:

```

R5#traceroute 10.10.68.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.68.2

 0  10.10.57.2 8 msec 20 msec 20 msec
 1  10.10.107.2 20 msec 36 msec 32 msec
 2  10.10.108.1 60 msec 32 msec 56 msec

```

Figura 5 - traceroute para a interface g3/0 do Router5

No caso do OSPF, este protocolo usa balanceamento de carga, pois existem dois caminhos para chegar ao Router8, e o Router instala a rota com menor custo, uma vez que as rotas através do mesmo processo (OSPF) com a mesma distância administrativa.

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

A largura de banda de referência padrão do OSPF é 100 Mbps e a fórmula de custo OSPF padrão não diferencia as interfaces com largura de banda superior a 100 Mbps. Atualmente, links de 1 Gbps e 10 Gbps também são comuns.

De acordo com o cálculo do valor de custo da métrica OSPF padrão, o custo do OSPF para interface Fast Ethernet (100 Mbps) e uma interface Gigabit Ethernet (1 Gbps) são os mesmos.

Caso seja necessário alterar o custo, pode ser usado o comando "auto-cost" no OSPF. Caso seja alterado a largura de banda do OSPF, é de ter em atenção que é necessário alterar a largura de banda em todos os routers que estejam a usar OSPF.

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

Da mesma maneira que foram configurados os routers da área de backbone, foi feito o mesmo procedimento para os routers da área 1. Nas figuras seguintes, podemos ver as interfaces configuradas nesta área, assim como aplicando o OSPF tanto neste router, como nos outros respetivos routers desta Área.

```
R5#sh ip int b
```

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	10.10.57.1	YES	NVRAM	up	up
GigabitEthernet3/0	10.11.35.2	YES	NVRAM	up	up
GigabitEthernet4/0	10.11.45.2	YES	NVRAM	up	up

Figura 6 - configuração das interfaces do Router 5

```
router ospf 1
router-id 5.5.5.5
log-adjacency-changes
area 1 virtual-link 3.3.3.3
area 1 virtual-link 4.4.4.4
redistribute static subnets
network 10.10.57.0 0.0.0.3 area 0
network 10.11.35.0 0.0.0.3 area 1
network 10.11.45.0 0.0.0.3 area 1
```

Figura 7 - configuração do OSPF no Router 5

Na figura 7, é de salientar aqui o uso de "virtual-links". Uma virtual link consiste em criar uma ligação entre a área backbone, e as outras que não são backbone. Visto que todas as áreas, que não são backbone, tem de estar ligadas à área de backbone, foi necessário criar um virtual-link nos routers desta área. A forma de efetuar virtual-links para a configuração nos routers foi a seguinte:

- ✓ Área <NumArea> virtual-link <EndereçoDeRede que se permite passar para a próxima área>

- i) **Quais as alterações na tabela de routing do R7 e a sua base de dados OSPF obtida no ponto d).**
Com as configurações tratadas da área 1, efetuamos novamente o “show ip ospf database” para verificar quais os novos endereços que a área de backbone recebe. Com isto podemos verificar que os endereços da área 1, assim como a criação das virtual-links, permitiu a área de backbone conhecesse os endereços da área 1.

```
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       337      0x80000005   0x00F374 1
6.6.6.6        6.6.6.6       607      0x80000004   0x0092B9 1
7.7.7.7        7.7.7.7       406      0x80000007   0x00EA81 3
8.8.8.8        8.8.8.8       580      0x80000006   0x007239 3
9.9.9.9        9.9.9.9       683      0x80000003   0x00AD71 1
10.10.10.10    10.10.10.10   536      0x80000004   0x004980 2

      Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age      Seq#          Checksum
10.10.57.2     7.7.7.7       906      0x80000002   0x001E82
10.10.68.1     6.6.6.6       607      0x80000002   0x004151
10.10.79.1     7.7.7.7       652      0x80000002   0x00FD7D
10.10.107.1    7.7.7.7       406      0x80000002   0x00FA60
10.10.108.1    8.8.8.8       580      0x80000002   0x00F35E

      Summary Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age      Seq#          Checksum
10.11.35.0     5.5.5.5       333      0x80000001   0x006191
10.11.35.0     6.6.6.6       165      0x80000002   0x0048A1
10.11.36.0     5.5.5.5       163      0x80000002   0x005E91
10.11.36.0     6.6.6.6       235      0x80000001   0x0038B5
10.11.45.0     5.5.5.5       324      0x80000001   0x00F2F5
10.11.45.0     6.6.6.6       529      0x80000001   0x00DE05
10.11.46.0     5.5.5.5       324      0x80000001   0x00F1F4
10.11.46.0     6.6.6.6       639      0x80000001   0x00C91A
```

Figura 8 - base de dados OSPF com a configuração dos routers da área 1

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

Mais uma vez, efetuamos as configurações dos routers nas suas respetivas áreas. O processo de configuração é idêntico, a única coisa que irá ser alterada é apenas os IPs de cada router.

Para a área 2, foi configurado o DC3, assim como os routers internos e os ABR que pertencem a esta área:

```
NAME       : DC3[1]
IP/MASK    : 30.31.3.1/24
GATEWAY    : 30.31.3.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:02
LPORT      : 10204
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10205
MTU        : 1500
```

Figura 9 - configuração do DC3

```
R1#sh ip int b
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 10.12.13.1      YES NVRAM   up          up
Serial0/0       unassigned      YES NVRAM   administratively down down
FastEthernet0/1 10.12.12.1      YES NVRAM   up          up
```

Figura 10 configuração das interfaces do Router 1

```
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
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 11 - configuração do Router 1 em OSPF

Para a área 2, foi configurado o DC2, assim como os routers internos e os ABR que pertencem a esta área:

```
DC2> sh ip
NAME       : DC2[1]
IP/MASK    : 30.31.2.1/24
GATEWAY    : 30.31.2.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:0
LPORT     : 10202
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10203
MTU        : 1500
```

Figura 12 - configuração do DC2

```
R11#sh ip int b
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 10.13.74.3      YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/0 30.31.1.254     YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/1 unassigned      YES NVRAM   administratively down down
GigabitEthernet2/0 unassigned      YES NVRAM   administratively down down
GigabitEthernet3/0 10.13.119.2     YES NVRAM   up          up
GigabitEthernet4/0 10.13.121.1     YES NVRAM   up          up
```

Figura 13 - configuração das interfaces do Router11

```
router ospf 1
router-id 11.11.11.11
log-adjacency-changes
network 10.13.74.0 0.0.0.31 area 3
network 10.13.119.0 0.0.0.3 area 3
network 10.13.121.0 0.0.0.3 area 3
network 30.31.1.0 0.0.0.255 area 3
```

Figura 14 - configuração do router 11 com OSPF

Efetuada os comandos “sh ip route” e “sh ip ospf database” podemos verificar que, o R7 recebeu as LSA das outras áreas, deste caso das áreas 2 e 3.

```

50.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
O E2 50.0.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 03:16:43, GigabitEthernet3/0
8.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
O E2 8.8.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 03:16:43, GigabitEthernet3/0
40.0.0.0/30 is subnetted, 4 subnets
O E2 40.7.1.12 [110/10000] via 10.10.107.2, 03:16:43, GigabitEthernet4/0
O E2 40.7.0.0 [110/400] via 10.10.57.1, 03:16:43, GigabitEthernet3/0
O E2 40.7.2.16 [110/1200] via 10.10.107.2, 03:16:43, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.10.79.2, 03:16:43, GigabitEthernet2/0
O E2 40.7.1.16 [110/10000] via 10.10.107.2, 03:16:43, GigabitEthernet4/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA 10.12.12.0/30 [110/13] via 10.10.57.1, 03:16:41, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 03:16:36, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 03:16:41, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 03:16:43, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 03:16:44, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 03:16:44, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 03:16:44, GigabitEthernet3/0
C 10.10.57.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O 10.10.68.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 03:16:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.74.0/27 [110/2] via 10.10.107.2, 03:16:44, GigabitEthernet4/0
[110/2] via 10.10.79.2, 03:16:44, GigabitEthernet2/0
C 10.10.79.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O 10.10.89.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 03:16:44, GigabitEthernet4/0
C 10.10.107.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O 10.10.108.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 03:16:44, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/2] via 10.10.79.2, 03:16:44, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 03:16:38, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 03:16:45, GigabitEthernet4/0
[110/3] via 10.10.79.2, 03:16:45, GigabitEthernet2/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 03:16:45, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 03:16:43, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 3 masks
O IA 30.31.1.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 03:16:45, GigabitEthernet4/0
[110/3] via 10.10.79.2, 03:16:45, GigabitEthernet2/0
O E2 30.30.0.0/26 [110/1200] via 10.10.107.2, 03:16:45, GigabitEthernet4/0

```

Figura 15 - comando "sh ip route" do R7

```

Router Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age         Seq#         Checksum Link count
3.3.3.3        3.3.3.3      4           (DNA) 0x00000002 0x00C2A2 2
4.4.4.4        4.4.4.4      2           (DNA) 0x00000004 0x00F54F 2
5.5.5.5        5.5.5.5      1861        0x00000009 0x003646 4
6.6.6.6        6.6.6.6      1796        0x00000009 0x00B8CA 3
7.7.7.7        7.7.7.7      63          0x0000000A 0x001D28 4
8.8.8.8        8.8.8.8      1834        0x00000008 0x009A0D 3
9.9.9.9        9.9.9.9      1831        0x00000007 0x00B266 1
10.10.10.10    10.10.10.10 1818        0x00000007 0x006C55 2

Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age         Seq#         Checksum
10.10.68.2     8.8.8.8      1834        0x00000006 0x00D2B2
10.10.79.2     9.9.9.9      1831        0x00000006 0x008FDE
10.10.107.2    10.10.10.10 1818        0x00000006 0x005EEB
10.10.108.2    10.10.10.10 1818        0x00000006 0x0065BF

Summary Net Link States (Area 0)

Link ID        ADV Router    Age         Seq#         Checksum
10.11.35.0     3.3.3.3      5           (DNA) 0x00000001 0x009D5D
10.11.35.0     4.4.4.4      5           (DNA) 0x00000001 0x00896C
10.11.35.0     5.5.5.5      1861        0x00000006 0x005796
10.11.35.0     6.6.6.6      1797        0x00000006 0x0043A5
10.11.36.0     3.3.3.3      5           (DNA) 0x00000001 0x009267
10.11.36.0     4.4.4.4      5           (DNA) 0x00000001 0x007E76
10.11.36.0     5.5.5.5      1861        0x00000006 0x005695
10.11.36.0     6.6.6.6      1797        0x00000006 0x002EBA
10.11.45.0     3.3.3.3      5           (DNA) 0x00000001 0x0039B6
10.11.45.0     4.4.4.4      5           (DNA) 0x00000001 0x0011D8
10.11.45.0     5.5.5.5      1861        0x00000006 0x00E8FA
10.11.45.0     6.6.6.6      1797        0x00000006 0x00D40A
10.11.46.0     3.3.3.3      5           (DNA) 0x00000001 0x002EC8
10.11.46.0     4.4.4.4      5           (DNA) 0x00000001 0x0006E5
10.11.46.0     5.5.5.5      1861        0x00000007 0x00E5FA
10.11.46.0     6.6.6.6      1797        0x00000006 0x00BF1F
10.12.12.0     3.3.3.3      2           (DNA) 0x00000001 0x00F313
10.12.12.0     4.4.4.4      2           (DNA) 0x00000001 0x00D52D
10.12.13.0     3.3.3.3      5           (DNA) 0x00000001 0x0084B8
10.12.13.0     4.4.4.4      2           (DNA) 0x00000002 0x002DC9
10.12.24.0     3.3.3.3      2           (DNA) 0x00000001 0x00D31D
10.12.24.0     4.4.4.4      5           (DNA) 0x00000001 0x00EC14
10.12.119.0    3.3.3.3      2           (DNA) 0x00000001 0x0074F0
10.12.119.0    4.4.4.4      2           (DNA) 0x00000002 0x00B89D

```

Figura 16 - base de dados OSPF do Router 7 atualizada

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.

Para efetuar múltiplos pings, usamos a seguinte linha de comando:

- ✓ tclsh
- ✓ foreach address { <múltiplos endereços> } {ping \$address repeat size 1500}

Este método é muito mais eficaz do que fazer um ping individual a cada endereço do router. Através deste método é possível de ver que todos estes IPs foram recebidos com sucesso, sem qualquer problema associado. Nas figuras seguintes, é possível de verificar o correto funcionamento desta linha de comando, assim como o correto “ping” dos diferentes endereços escolhidos.

```
R7(tcl)#foreach address {
+>(tcl)#10.12.119.2
+>(tcl)#10.12.13.1
+>(tcl)#10.12.24.1
+>(tcl)#10.11.46.1
+>(tcl)#10.11.35.1
+>(tcl)#10.10.57.1
+>(tcl)#10.10.68.1
+>(tcl)#10.10.89.1
+>(tcl)#10.10.79.2
+>(tcl)#10.10.107.2
+>(tcl)#10.13.119.2
+>(tcl)#10.13.120.2
+>(tcl)#10.10.79.1
+>(tcl)#30.31.1.1
+>(tcl)#30.31.2.1
+>(tcl)#30.31.3.1
+>(tcl)# { ping $address repeat 3 size 1500 }
```

Figura 17 - comando for each usado no Router7

```
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 16/18/24 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 = 48/58/68 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.89.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 28/40/56 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 10.10.107.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 16/18/20 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 = 16/29/40 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 8/20/40 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.79.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 44/544/1044 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!
```

Figura 18 - resultado quando executado o comando for each

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

Usando o comando “sh ip ospf database” podemos verificar que existem 6 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).

Para esta pergunta, simulamos dois cenários. O primeiro foi verificar qual era o DR e o BDR, antes de qualquer alteração fosse feita, chegando à conclusão de que o DR é o Router 9(9.9.9.9) e o BDR é o Router 11(11.11.11.11)

Para alterar o DR e o BDR, desligámos umas das interfaces do switch, voltamos a ligar e esperamos que fosse atualizado. Com as devidas alterações, o DR passou a ser Router 11(11.11.11.11) e o BDR o Router 12(12.12.12.12)

Na figura seguinte, é possível de confirmar a resposta na eleição dos DR e dos BDR, após se ter feito um “shutdown” a uma das interfaces:

```
Designated Router (ID) 10.10.10.10, Interface address 10.13.120.1
Backup Designated router (ID) 12.12.12.12, Interface address 10.13.120.2
```

Figura 19 - DR e BDR depois das alterações efetuadas

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.

Efetuatingo o comando “sh ip ospf database router adv-router 1.1.1.1”, conseguimos verificar que quais os diferentes LSA num determinado router. Como podemos verificar na figura, existe uma ligação a um router, por P2P, e outra por o tipo de ligação como sendo stub.

No que diz respeito à interface série apresentam uma largura de banda no valor de 128 Kbps (WIC-2A / S) ou 1544 Kbps (WIC-2T). Isso irá resultar num custo do OSPF em 781 ou 64. Neste tipo de interfaces, a largura de banda não é adaptável automaticamente para refletir a taxa do clock.

```
R1#sh 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: 216
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: 80000008
Checksum: 0xA62
Length: 72
Number of Links: 4

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 10.12.13.1
(Link Data) Router Interface address: 10.12.13.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: a Transit Network
(Link ID) Designated Router address: 10.12.12.1
(Link Data) Router Interface address: 10.12.12.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 10

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 10.12.119.1
(Link Data) Router Interface address: 10.12.119.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 10.12.119.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.252
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metrics: 64
```

Figura 20 - resultado obtido quando executado o comando acima

- 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 efetuar qualquer alteração, efetuamos o comando “show neighbor” para verificar quais eram os vizinhos que o Router 7 continha.

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.10.10.10	1	FULL/DR	00:00:38	10.10.107.2	GigabitEthernet4/0
9.9.9.9	1	FULL/BDR	00:00:34	10.10.79.2	GigabitEthernet2/0
5.5.5.5	1	FULL/BDR	00:00:36	10.10.57.1	GigabitEthernet3/0

Figura 21 - vizinhos do R7 antes de alterar o tipo de Rede

Depois de verificar quais eram os seus vizinhos, efetuamos a alteração de rede nos Router 5 e 7, usando o comando “ip ospf network point-to-point”. Nas figuras é possível de ver essa alteração.

```
R5(config)#interface g 2/0
R5(config)#interface gig 2/0
R5(config-if)#ip
R5(config-if)#ip o
R5(config-if)#ip ospf n
R5(config-if)#ip ospf network p
R5(config-if)#ip ospf network point-to-p
R5(config-if)#ip ospf network point-to-point
```

Figura 22 - alteração para rede point-to-point no Router 5

```
R7(config)#interface gigabitEthernet 3/0
R7(config-if)#ip
R7(config-if)#ip o
R7(config-if)#ip ospf n
R7(config-if)#ip ospf network p
R7(config-if)#ip ospf network point-to-
R7(config-if)#ip ospf network point-to-p
R7(config-if)#ip ospf network point-to-point
```

Figura 23 - alteração para rede point-to-point no Router 7

```
R7#sh 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/BDR	00:00:39	10.10.79.2	GigabitEthernet2/0
5.5.5.5	0	FULL/-	00:00:34	10.10.57.1	GigabitEthernet3/0

Figura 24 - vizinhos do Router 7 depois da rede ter sido alterada para PTP

Uma vez que passou a ser ligação PTP, não há necessidade de eleger redes DR e BDR. Dai que a ligação ao outro vizinho aparecer com um traço (pode ser visto na figura de cima);

Não deve ser usado em todos os PTP's somente nas ligações loopback, pois este comando altera a rota da máscara num update do OSPF;

4. Tarefa 2 – Configuração do Cliente Norte e ligação ao ISP

Nesta seção iremos abordar como foi feita a configuração, dos routers e PC que englobam o Cliente Norte.

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

Como passo inicial nesta topologia, efetuamos as configurações iniciais para o PC que corresponde ao cliente Norte, assim como associar os endereços para as suas respetivas interfaces. Visto que, em algumas topologias, certas interfaces já estavam configuradas, retirámos o IP associada a essa interface, usando o comando “no ip add” ou então “default interface fa1/0”.

```
PC5> ip 30.29.0.1/24 30.29.0.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.29.0.1 255.255.255.0 gateway 30.29.0.254

PC5>
PC5>
PC5> sh ip

NAME       : PC5[1]
IP/MASK     : 30.29.0.1/24
GATEWAY     : 30.29.0.254
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:04
LPORT      : 10206
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10207
MTU         : 1500
```

Figura 25 - configuração do IP do PC5

```
R16#conf
*Dec 23 19:09:02.335: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R16#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R16(config)#interface fa1/0
R16(config-if)#ip add 40.7.0.2 255.255.255.252
R16(config-if)#end
```

Figura 26 - alteração das interfaces do Router 16

```
R16#sh ip int b
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	30.29.0.254	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet1/0	40.7.0.2	YES	NVRAM	up	up

Figura 27 - endereços aplicados às interfaces necessárias

Com as interfaces do router e o PC configuradas, passamos para a implementação do OSPF neste router. Foram criadas virtual-links mais uma vez, visto que é necessário que este cliente, esta ligado também à área de backbone. É também feito um comando novo, de novo “redistribute rip metric 400 subnets”. Visto que iremos associar RIP nestes routers, distribuindo com uma métrica de 400.

```
router ospf 1
router-id 4.4.4.4
log-adjacency-changes
area 1 virtual-link 5.5.5.5
area 1 virtual-link 6.6.6.6
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 28 - configuração do router 16 com o OSPF

Para finalizar esta alínea passamos para a implementação do RIP nos Routers 4 e 16. Para o Router 4, foi necessário usar os seguintes comandos:

- ✓ Router rip;
- ✓ Version 2;
- ✓ Redistribute connected;
- ✓ Network 40.0.0.0;
- ✓ Default information originate;
- ✓ End

Foi necessário usar o comando “default-information originate” para redistribuir as rotas estáticas. Caso não colocássemos este comando, teríamos de usar “default-information originate always”.

```
R4(config)#router rip
R4(config-router)#version 2
R4(config-router)#re
R4(config-router)#redistribute c
R4(config-router)#redistribute connected
R4(config-router)#network 40.0.0.0
R4(config-router)#de
R4(config-router)#default i
R4(config-router)#default inf
R4(config-router)#default infor
R4(config-router)#default-
R4(config-router)#default-i
R4(config-router)#default-information or
R4(config-router)#default-information originate
R4(config-router)#end
```

Figura 29 - configuração do RIP no Router 4

Para o Router 16, aplicamos também RIP, mas neste caso, apenas foi necessário colocar as duas redes, que englobam os DC, como os endereços do ISP.

```
router rip
version 2
network 30.0.0.0
network 40.0.0.0
```

Figura 30 - configuração do RIP no Router 16

b) **Qual a diferença entre redistribuir uma rede no OSPF e introduzi-la através do comando “network”?**
Quando se usa o comando “network”, ele é usado para aplicar para as redes configuradas OSPF, já para o comando “redistribute”, estamos a converter outras rotas do protocolo de routing para OSPF

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

Tipo 2, visto que:

- ➔ Do Tipo 1: o custo das rotas E1, é o custo da métrica externa, com a adição de uma do custo interno no OSPF para chegar a essa rede.
- ➔ Do Tipo 2: será sempre a métrica externa, a métrica não tem em consideração o custo interno para chegar a essa rede.

Se existirem 2 rotas externas do tipo 2 com a mesma métrica para o mesmo destino, a rota com menor métrica para o ASBR é a usada. Além disso, se houver uma rota do tipo 1 e 2 para o mesmo destino, a rota do tipo 1 terá sempre prioridade, independentemente da métrica.

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

Para verificar a tabela de encaminhamento em qualquer router ISP, escolhemos o router 6 para verificar as rotas externas. Através do comando “sh ip route” verificamos que as rotas externas foram configuradas com sucesso, aparecendo quando efetuamos este comando.

```
R6#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 E2  40.7.0.0 [110/400] via 10.11.46.1, 00:02:43, GigabitEthernet3/0
 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA  10.12.12.0/30 [110/12] via 10.11.46.1, 00:02:43, GigabitEthernet3/0
      [110/12] via 10.11.36.1, 00:02:43, GigabitEthernet4/0
O IA  10.12.13.0/30 [110/2] via 10.11.36.1, 00:02:43, GigabitEthernet4/0
O IA  10.12.24.0/30 [110/2] via 10.11.46.1, 00:02:43, GigabitEthernet3/0
O     10.11.35.0/30 [110/2] via 10.11.36.1, 00:02:53, GigabitEthernet4/0
C     10.11.36.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O     10.11.45.0/30 [110/2] via 10.11.46.1, 00:02:53, GigabitEthernet3/0
C     10.11.46.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O     10.10.57.0/30 [110/3] via 10.11.46.1, 00:02:43, GigabitEthernet3/0
      [110/3] via 10.11.36.1, 00:02:43, GigabitEthernet4/0
C     10.10.68.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.74.0/27 [110/3] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O     10.10.79.0/30 [110/4] via 10.11.46.1, 00:02:44, GigabitEthernet3/0
      [110/4] via 10.11.36.1, 00:02:44, GigabitEthernet4/0
      [110/4] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O     10.10.89.0/30 [110/2] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O     10.10.107.0/30 [110/3] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O     10.10.108.0/30 [110/2] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.119.0/30 [110/4] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O IA  10.12.119.0/30 [110/66] via 10.11.36.1, 00:02:44, GigabitEthernet4/0
O IA  10.13.121.0/30 [110/4] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O IA  10.13.120.0/30 [110/3] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O IA  10.12.219.0/30 [110/66] via 10.11.46.1, 00:02:44, GigabitEthernet3/0
 30.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
O IA  30.31.1.0/24 [110/4] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O IA  30.31.3.0/24 [110/76] via 10.11.46.1, 00:02:44, GigabitEthernet3/0
      [110/76] via 10.11.36.1, 00:02:44, GigabitEthernet4/0
O IA  30.31.2.0/24 [110/4] via 10.10.68.2, 00:02:44, GigabitEthernet2/0
O E2  30.0.0.0/8 [110/400] via 10.11.46.1, 00:02:12, GigabitEthernet3/0
```

Figura 31 - tabela de encaminhamento do Router 6 (1-2)

```

40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O E2 40.7.0.0 [110/400] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA 10.12.12.0/30 [110/13] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:31, GigabitEthernet3/0
C 10.10.57.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O 10.10.68.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 00:05:31, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.74.0/27 [110/2] via 10.10.107.2, 00:05:31, GigabitEthernet4/0
[110/2] via 10.10.79.2, 00:05:31, GigabitEthernet2/0
C 10.10.79.0/30 is directly connected, GigabitEthernet2/0
O 10.10.89.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
C 10.10.107.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O 10.10.108.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/2] via 10.10.79.2, 00:05:32, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:05:32, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
[110/3] via 10.10.79.2, 00:05:32, GigabitEthernet2/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:05:32, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
O IA 30.31.1.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
[110/3] via 10.10.79.2, 00:05:32, GigabitEthernet2/0
O IA 30.31.3.0/24 [110/77] via 10.10.57.1, 00:05:32, GigabitEthernet3/0
O IA 30.31.2.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:05:32, GigabitEthernet4/0
[110/3] via 10.10.79.2, 00:05:32, GigabitEthernet2/0
O E2 30.0.0.0/8 [110/400] via 10.10.57.1, 00:04:59, GigabitEthernet3/0

```

Figura 32 - tabela de encaminhamento do Router 6 (2-2)

- 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.**

Mais uma vez, foi-nos pedido que efetuássemos múltiplos pings, para vários endereços. Para isso recorreremos mais uma vez ao comando “for each address”. Na figura a seguir podemos ver o correto funcionamento desse comando, assim como os pings com sucesso para as outras redes.

```

R16(tcl)#foreach address {
+>10.12.13.1
+>10.11.46.1
+>10.10.57.1
+>10.10.89.1
+>10.10.79.2
+>10.13.120.2
+>10.10.79.1
+>30.31.1.1
+>30.31.2.1
+>30.31.3.1
+>} { ping $address repeat 3 size 1500 }

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 = 88/90/92 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 = 60/61/64 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 = 60/62/68 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.89.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 88/90/92 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 = 88/88/88 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 148/149/152 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.79.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 88/89/92 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 120/602/1084 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!

```

Figura 33 - for each usado para conseguir pingar os vários endereços escolhidos

5. Tarefa 3 – Configuração do Cliente Sul e ligação ao ISP

Nesta seção iremos abordar como foi feita a configuração, dos routers e PC que englobam o Cliente Sul.

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

Como passo inicial nesta topologia, efetuamos as configurações iniciais para o PC que corresponde ao cliente Sul, assim como associar os endereços para as suas respetivas interfaces. Visto que, em algumas topologias, certas interfaces já estavam configuradas, retirámos o IP associada a essa interface, usando o comando “no ip add” ou então “default interface <NomeInterface>”.

```
PC7> sh ip
NAME       : PC7[1]
IP/MASK     : 30.30.0.1/26
GATEWAY     : 30.30.0.62
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:06
LPORT      : 10212
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10213
MTU         : 1500
```

Figura 34 - configuração do PC do Cliente Sul

Para o router 12, como se pode ver, foram configuradas as interfaces, assim como os protocolos RIP e OSPF. Segundo o enunciado, foi necessário colocar RIP com métrica de 1200. Já para a realização do RIP foi necessário redistribuir, em OSPF, com métrica 12, associar a network, e colocar como classless, usando o comando “no auto-summary”.

```
R12# sh ip int b
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 10.13.74.4      YES NVRAM  up          up
FastEthernet1/0 30.31.2.254     YES NVRAM  up          up
FastEthernet1/1 40.7.2.17       YES NVRAM  up          up
GigabitEthernet2/0 unassigned      YES NVRAM  administratively down down
GigabitEthernet3/0 10.13.120.2     YES NVRAM  up          up
GigabitEthernet4/0 10.13.121.2     YES NVRAM  up          up
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM  administratively down down
Loopback0       unassigned      YES NVRAM  up          up
```

Figura 35 - configuração das interfaces do Router 12

```
router ospf 1
router-id 12.12.12.12
log-adjacency-changes
redistribute rip metric 1200 subnets
network 10.13.74.0 0.0.0.31 area 3
network 10.13.120.0 0.0.0.3 area 3
network 10.13.121.0 0.0.0.3 area 3
network 30.31.2.0 0.0.0.255 area 3
!
router rip
version 2
redistribute ospf 1 metric 12
network 40.0.0.0
no auto-summary
!
```

Figura 36 - configuração do RIP e do OSPF no Router 12

Para o router 18, foi necessário configurar interfaces em loopback, visto que existem 3 redes simuladas pelas 3 interfaces. Foi implementado o protocolo RIP, colocando os endereços que são necessários para este protocolo.

```
R18# sh ip int b
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/0    30.30.0.62      YES NVRAM    up          up
FastEthernet1/1    40.7.2.18       YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet2/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet3/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet4/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Loopback1          30.30.0.65      YES NVRAM    up          up
Loopback2          30.30.0.129     YES NVRAM    up          up
Loopback3          30.30.0.193     YES NVRAM    up          up
```

Figura 37 - configuração das interfaces do Router 18

```
router rip
version 2
passive-interface FastEthernet1/0
network 30.0.0.0
network 40.0.0.0
no auto-summary
```

Figura 38 - configuração do RIP no Router 18

b) Verifique tabela de routing de R18.

Efetuada o comando “sh ip route” podemos observar a table de routing do Router18. Este router contém os endereços dos routers das outras áreas, assim como as interfaces de loopback. Foi necessário adicionar o “default information”

```
50.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
R    50.0.0.0 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
8.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
R    8.8.0.0 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
40.0.0.0/30 is subnetted, 4 subnets
R    40.7.1.12 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    40.7.0.0 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
C    40.7.2.16 is directly connected, FastEthernet1/1
R    40.7.1.16 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
R    10.12.12.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.12.13.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.12.24.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.11.35.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.11.36.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.11.45.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.11.46.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.57.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.68.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.13.74.0/27 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.79.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.89.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.107.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.10.108.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.13.119.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.12.119.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.13.121.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.13.120.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
R    10.12.219.0/30 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:15, FastEthernet1/1
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 3 masks
R    30.31.1.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
C    30.30.0.0/26 is directly connected, FastEthernet1/0
R    30.28.2.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.28.3.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.31.3.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.28.0.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.31.2.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.28.1.0/24 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
R    30.0.0.0/8 [120/12] via 40.7.2.17, 00:00:16, FastEthernet1/1
C    30.30.0.64/26 is directly connected, Loopback1
C    30.30.0.128/26 is directly connected, Loopback2
C    30.30.0.192/26 is directly connected, Loopback3
```

Figura 39 - tabela de routing do Router18

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

Escolhemos o Router 11, para verificar a tabela de encaminhamento, através do comando “sh ip route”, verificando a existência das rotas externas.

```
O IA 10.10.68.0/30 [110/3] via 10.13.74.2, 05:00:40, FastEthernet0/0
C 10.13.74.0/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O IA 10.10.79.0/30 [110/2] via 10.13.119.1, 05:00:41, GigabitEthernet3/0
[110/2] via 10.13.74.1, 05:00:41, FastEthernet0/0
O IA 10.10.89.0/30 [110/3] via 10.13.74.2, 05:00:41, FastEthernet0/0
O IA 10.10.107.0/30 [110/2] via 10.13.74.2, 05:00:40, FastEthernet0/0
O IA 10.10.108.0/30 [110/2] via 10.13.74.2, 05:00:41, FastEthernet0/0
C 10.13.119.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/69] via 10.13.119.1, 05:00:03, GigabitEthernet3/0
[110/69] via 10.13.74.2, 05:00:03, FastEthernet0/0
[110/69] via 10.13.74.1, 05:00:03, FastEthernet0/0
C 10.13.121.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O 10.13.120.0/30 [110/2] via 10.13.121.2, 05:00:41, GigabitEthernet4/0
[110/2] via 10.13.74.4, 05:00:41, FastEthernet0/0
[110/2] via 10.13.74.2, 05:00:41, FastEthernet0/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/69] via 10.13.119.1, 05:00:09, GigabitEthernet3/0
[110/69] via 10.13.74.2, 05:00:09, FastEthernet0/0
[110/69] via 10.13.74.1, 05:00:09, FastEthernet0/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 3 masks
C 30.31.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O E2 30.30.0.0/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 05:00:01, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.13.74.4, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.28.2.0/24 [110/10000] via 10.13.74.2, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.28.3.0/24 [110/10000] via 10.13.74.2, 05:00:01, FastEthernet0/0
O IA 30.31.3.0/24 [110/79] via 10.13.119.1, 05:00:09, GigabitEthernet3/0
[110/79] via 10.13.74.2, 05:00:09, FastEthernet0/0
[110/79] via 10.13.74.1, 05:00:09, FastEthernet0/0
O E2 30.28.0.0/24 [110/10000] via 10.13.74.2, 05:00:01, FastEthernet0/0
O 30.31.2.0/24 [110/2] via 10.13.121.2, 05:00:41, GigabitEthernet4/0
[110/2] via 10.13.74.4, 05:00:41, FastEthernet0/0
O E2 30.28.1.0/24 [110/10000] via 10.13.74.2, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.0.0.0/8 [110/400] via 10.13.119.1, 05:00:01, GigabitEthernet3/0
[110/400] via 10.13.74.2, 05:00:01, FastEthernet0/0
[110/400] via 10.13.74.1, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.30.0.64/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 05:00:01, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.13.74.4, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.30.0.128/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 05:00:01, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.13.74.4, 05:00:01, FastEthernet0/0
O E2 30.30.0.192/26 [110/1200] via 10.13.121.2, 05:00:01, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.13.74.4, 05:00:01, FastEthernet0/0
```

Figura 40 - tabela de encaminhamento do Router 11

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.

Mais uma vez, foi-nos pedido que efetuássemos múltiplos pings, para vários endereços. Para isso recorremos mais uma vez ao comando “for each address”. Na figura a seguir podemos ver o correto funcionamento desse comando, assim como os pings com sucesso para as outras redes.

```
R18#tclsh
R18(tcl)#foreach address {
+>10.12.13.1
+>10.11.46.1
+>10.10.89.1
+>10.13.120.2
+>30.31.1.1
+>30.31.2.1
+>30.31.3.1
+>} { ping $address repeat 3 size 1500 }

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 = 148/149/152 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 = 148/150/156 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.89.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 88/96/112 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 60/61/64 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 88/518/948 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 64/516/968 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.3.1, timeout is 2 seconds:
.!!
Success rate is 66 percent (2/3), round-trip min/avg/max = 196/670/1144 ms
```

Figura 41 - múltiplos pings efetuados no Router18, usando o comando for each

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

Efetuamos um endereço para o endereço do DC3. Para isso foram adicionadas também, as seguintes instruções: “-m 15” que corresponde ao número de saltos que a rede irá efetuar até chegar ao seu destino, e “-P 6” que corresponde a usar uma ligação TCP, em vez de ser UDP.

```
PC7> trace 30.31.3.1 -m 15 -P 6
trace to 30.31.3.1, 15 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  30.30.0.62   8.336 ms  10.683 ms  9.957 ms
 2  40.7.2.17   31.314 ms  21.118 ms  20.327 ms
 3  10.13.120.1  41.891 ms  44.140 ms  40.912 ms
 4  10.10.107.1  64.059 ms  72.748 ms  64.044 ms
 5  10.10.57.1   83.085 ms  93.188 ms  76.012 ms
 6  10.11.35.1   84.766 ms  85.289 ms  73.109 ms
 7  10.12.13.1  114.436 ms 127.496 ms 127.833 ms
 8  10.12.119.2 129.210 ms 152.996 ms 139.906 ms
 9  30.31.3.1   138.688 ms 140.966 ms 137.735 ms
```

Figura 42 - trace efetuado do PC7 para o DC3 com sucesso

6. Tarefa 4 – Configuração da rede Tier 2 e ligação ao ISP

Nesta seção iremos abordar como foi feita a configuração, dos routers e PC que englobam a rede Tier2.

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

Como passo inicial nesta topologia, efetuamos as configurações iniciais para o PC que corresponde ao cliente Sul, assim como associar os endereços para as suas respetivas interfaces. Visto que, em algumas topologias, certas interfaces já estavam configuradas, retirámos o IP associada a essa interface, usando o comando “no ip add “ou então “default interface <NomeInterface>”.

```
PC4> sh ip
NAME       : PC4[1]
IP/MASK     : 8.8.0.1/16
GATEWAY     : 8.8.255.254
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:03
LPORT      : 10206
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10207
MTU         : 1500
```

Figura 43 - configuração do PC4

Para os routers do Tier 2, foi configurado o OSPF, colocando as respetivas networks e os endereços em todas as interfaces dos routers.

```
R13#sh ip int b
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 unassigned      YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet3/0 50.0.0.1        YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet4/0 50.0.0.5        YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet5/0 50.0.0.249      YES NVRAM    up          up
```

Figura 44 - configuração das interfaces do Router13

```
router ospf 1
router-id 13.13.13.13
log-adjacency-changes
redistribute static subnets
network 8.8.0.0 0.0.255.255 area 0
network 50.0.0.0 0.0.3.255 area 0
default-information originate
```

Figura 45 - configuração do protocolo OSPF no Router 13

```
R14#sh ip int b
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    8.8.255.254     YES NVRAM    up          up
FastEthernet1/0    unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet1/1    unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet2/0 50.0.0.2        YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet3/0 50.0.0.10       YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet4/0 unassigned      YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet6/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
```

Figura 46 - configuração das interfaces do Router14

```
router ospf 1
router-id 14.14.14.14
log-adjacency-changes
network 8.8.0.0 0.0.255.255 area 0
network 50.0.0.0 0.0.3.255 area 0
```

Figura 47 - configuração do protocolo OSPF no Router 14

```
R15#sh ip int b
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 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet3/0 50.0.0.9        YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet4/0 50.0.0.6        YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet6/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
```

Figura 48 - configuração das interfaces do Router15

```
router ospf 1
router-id 15.15.15.15
log-adjacency-changes
network 8.8.0.0 0.0.255.255 area 0
network 50.0.0.0 0.0.3.255 area 0
```

Figura 49 - configuração do protocolo OSPF no Router 15

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

Para efetuar esta alínea, foi necessário usar “rotas estáticas”. Para efetuar routing estático, é necessário que a ligação entre os Routers 5 e 13 seja estática. Para isso foi usado o comando “ip route <EndereçoRede><mask><EndereçoDestino>”.

Para o Router 5 ele necessita de conhecer as redes, que estão colocadas no Tier2. Para isso colocamos a rede “8.8.0.0” e “50.0.0.0” como sendo estáticas. O endereço de destino irá corresponder ao da interface do Router 13.

```
ip route 8.8.0.0 255.255.0.0 50.0.0.249
ip route 50.0.0.0 255.255.252.0 50.0.0.249
```

Figura 50 - configuração da rota estática no Router 5

Para o Router 13, foi usada uma rota de omissão, visto que esta rota tem de ser conhecida, pelo resto da topologia. O endereço de destino será a entrada que corresponde à ligação entre estes dois Routers, neste caso, será do Router 5.

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 50.0.0.250
```

Figura 51 - configuração da rota estática no Router 13

- 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.

Mais uma vez, foi-nos pedido que efetuássemos múltiplos pings, para vários endereços. Para isso recorreremos mais uma vez ao comando “for each address”. Na figura a seguir podemos ver o correto funcionamento desse comando, assim como os pings com sucesso para as outras redes.

```
R14(tcl1)#foreach address {
+>10.12.13.1
+>10.11.46.1
+>10.10.57.1
+>10.10.89.1
+>10.10.79.2
+>10.13.120.2
+>10.10.79.1
+>30.29.0.1
+>30.30.0.1
+>30.31.1.1
+>30.31.2.1
+>30.31.3.1
+>} { ping $address repeat 3 size 1500 }
```

Figura 53 - comando for each usado com os respetivos endereços

```
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 = 72/81/88 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 = 44/58/68 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 = 40/41/44 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.89.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 104/106/108 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 = 76/82/88 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 108/108/108 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.79.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 104/106/108 ms
```

Figura 52 - ping com sucesso quando usado o for each (1_2)

```

Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.29.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 88/89/92 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.30.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 120/132/140 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 108/113/120 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 104/114/120 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 3, 1500-byte ICMP Echos to 30.31.3.1, timeout is 2 seconds:
!!!
Success rate is 100 percent (3/3), round-trip min/avg/max = 96/113/124 ms

```

Figura 54 - ping com sucesso quando usado o for each (2_2)

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

Efetuamos um endereço para o endereço do DC3. Para isso foram adicionadas também, as seguintes instruções: “-m 15” que correspondo ao número de saltos que a rede ira efetuar até chegar ao seu destino, e “-P 6” que corresponde a usar uma ligação TCP, em vez de ser UDP.

```

PC4> trace 30.31.1.1 -m 15 -P 6
trace to 30.31.1.1, 15 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  7.248 ms  9.253 ms  9.295 ms
 2  50.0.0.1  31.276 ms  30.239 ms  29.297 ms
 3  50.0.0.250  51.904 ms  53.088 ms  53.412 ms
 4  10.10.57.2  75.099 ms  74.902 ms  74.166 ms
 5  10.10.107.2  98.230 ms  94.790 ms  95.455 ms
 6  10.13.74.3  118.230 ms  117.027 ms  116.854 ms
 7  30.31.1.1  127.003 ms  126.025 ms  128.111 ms

```

Figura 55 - trace para o DC1

```

PC4> trace 30.31.2.1 -m 15 -P 6
trace to 30.31.2.1, 15 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  9.423 ms  9.210 ms  9.373 ms
 2  50.0.0.1  31.523 ms  31.260 ms  31.253 ms
 3  50.0.0.250  52.329 ms  53.226 ms  52.990 ms
 4  10.10.57.2  73.403 ms  74.444 ms  72.905 ms
 5  10.10.79.2  95.695 ms  95.396 ms  95.556 ms
 6  10.13.74.4  114.245 ms  116.259 ms  118.039 ms
 7  30.31.2.1  126.782 ms  129.731 ms  126.989 ms

```

Figura 56 - trace para o DC2

```

PC4> trace 30.31.3.1 -m 15 -P 6
trace to 30.31.3.1, 15 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  8.8.255.254  7.237 ms  8.227 ms  10.418 ms
 2  50.0.0.1  29.213 ms  30.897 ms  31.277 ms
 3  50.0.0.250  52.346 ms  52.076 ms  52.322 ms
 4  10.11.35.1  73.143 ms  73.138 ms  73.219 ms
 5  10.12.13.1  94.954 ms  96.865 ms  75.196 ms
 6  10.12.119.2  96.057 ms  105.988 ms  116.035 ms
 7  30.31.3.1  126.938 ms  129.242 ms  127.690 ms

```

Figura 57 - trace para o DC3

7. Tarefa 5 – Configuração da rede do Cliente centro e ligação ao ISP

- 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)**

Como passo inicial nesta topologia, efetuamos as configurações iniciais para o PC que corresponde ao cliente centro, assim como associar os endereços para as suas respetivas interfaces. Visto que, em algumas topologias, certas interfaces já estavam configuradas, retirámos o IP associada a essa interface, usando o comando “no ip add” ou então “default interface <NomeInterface>”.

```
PC6> sh ip

NAME       : PC6[1]
IP/MASK     : 30.28.0.1/24
GATEWAY     : 30.28.0.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:05
LPORT      : 10210
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10211
MTU        : 1500
```

Figura 58 - configuração do PC6 (Cliente Centro)

No Router 17, criamos também as interfaces em Loopback, dividindo em três outros endereços. Foi configurado RIP neste router, recebendo as networks 30.0.0.0 e 40.0.0.0

```
R17#sh ip int b
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 40.7.1.14       YES NVRAM    up          up
FastEthernet1/0 40.7.1.18       YES NVRAM    up          up
FastEthernet1/1 30.28.0.254     YES NVRAM    up          up
GigabitEthernet2/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet3/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet4/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
GigabitEthernet5/0 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Loopback1       30.28.1.1       YES NVRAM    up          up
Loopback2       30.28.2.1       YES NVRAM    up          up
Loopback3       30.28.3.1       YES NVRAM    up          up
```

Figura 59 - configuração da interface do Router 17

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

Figura 60 - configuração do RIP no router 17

Visto que o Router 6 e o Router 10 já tinham sido configurados, através das perguntas anteriores, apenas adicionámos o número da métrica associada.

```
router ospf 1
router-id 6.6.6.6
log-adjacency-changes
area 1 virtual-link 3.3.3.3
area 1 virtual-link 4.4.4.4
redistribute rip metric 6000 subnets
network 10.10.68.0 0.0.0.3 area 0
network 10.11.36.0 0.0.0.3 area 1
network 10.11.46.0 0.0.0.3 area 1
!
router rip
version 2
redistribute ospf 1 metric 6
network 40.0.0.0
no auto-summary
```

Figura 61 - configuração da métrica do Router 6

```
router ospf 1
router-id 10.10.10.10
log-adjacency-changes
redistribute rip metric 10000 subnets
network 10.10.107.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.108.0 0.0.0.3 area 0
network 10.13.74.0 0.0.0.31 area 3
network 10.13.120.0 0.0.0.3 area 3
!
router rip
version 2
redistribute ospf 1 metric 10
network 40.0.0.0
no auto-summary
!
```

Figura 62 - configuração da métrica do Router 10

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

Usando o Wireshark, efetuamos uma captura, na ligação entre o Router6 e o Router17. Pela captura efetuada, conseguimos verificar que o protocolo RIP é usado, assim como todos os endereços que estão contidos nesse mesmo router.

[3	8.568700	40.7.1.14	224.0.0.9	RIPv2	546 Response
	4	8.568700	40.7.1.14	224.0.0.9	RIPv2	266 Response

> IP Address: 10.11.36.0, Metric: 11
> IP Address: 10.11.45.0, Metric: 11
> IP Address: 10.11.46.0, Metric: 11
> IP Address: 10.12.12.0, Metric: 11
> IP Address: 10.12.13.0, Metric: 11
> IP Address: 10.12.24.0, Metric: 11
> IP Address: 10.12.119.0, Metric: 11
> IP Address: 10.12.219.0, Metric: 11
> IP Address: 10.13.74.0, Metric: 11
> IP Address: 10.13.119.0, Metric: 11
> IP Address: 10.13.120.0, Metric: 11
> IP Address: 10.13.121.0, Metric: 11
> IP Address: 30.0.0.0, Metric: 11
> IP Address: 30.28.0.0, Metric: 1
> IP Address: 30.28.1.0, Metric: 1
> IP Address: 30.28.2.0, Metric: 1
> IP Address: 30.28.3.0, Metric: 1


Figura 63 - captura do wireshark, na ligação entre o Router6 e o Router17

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

A razão é porque estão a ocorrer loops indesejados nos anúncios de R6.

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

Como existem duas mensagens RIP em cada ciclo, pode-se concluir que existe um loop em R6. Para mostrar evidência da ocorrência de loops, efetuamos mais uma captura entre a ligação do Router 17 com o Router 6. Na figura a seguir, podemos verificar a ocorrência destes loops, pelo que na alínea a seguir, iremos proceder à remoção dos mesmos.

 Capturing from - [R17 FastEthernet0/0 to R6 FastEthernet0/0]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

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	1.726822	ca:0c:09:e0:00:00	ca:0c:09:e0:00:00	LOOP	60	Reply
3	9.985902	ca:08:16:24:00:00	ca:08:16:24:00:00	LOOP	60	Reply

Figura 64 - evidência de loops após a configuração do cliente centro

e) Faça o shutdown da interface f0/0 de R6 e verifique com traceroute que a comunicação se faz via R10.

Efetuando o comando “sh” na interface f0/0, efetuamos um “trace” para o endereço correspondente ao DC1, comprovando que a comunicação se faz através do Router10.

```

0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
Hardware is i82543 (Livengood), address is ca05.1b18.001c (bia ca05.1b18.001c)
Internet address is 40.7.1.17/30
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX

```

Figura 65-Interface FA1/0 de R10

```

PC6> trace 30.31.3.1 -m 15 -P 6
Trace to 30.31.3.1, 15 hops max (TCP), press Ctrl+C to stop
 1  30.28.0.254  5.172 ms  9.405 ms  10.201 ms
 2  40.7.1.17  29.755 ms  30.277 ms  30.124 ms
 3  10.10.107.1  53.147 ms  50.945 ms  52.078 ms
 4  10.10.57.1  73.159 ms  74.951 ms  73.971 ms
 5  10.11.45.1  96.178 ms  97.210 ms  94.203 ms
 6  10.12.24.1  117.805 ms  119.212 ms  115.878 ms
 7  10.12.219.2  139.744 ms  135.620 ms  137.977 ms
 8  30.31.3.1  147.114 ms  146.828 ms  149.880 ms

```

Figura 66-Trace da ligação

f) Para eliminar os loops faça o shutdown da interface f1/0 de R10.

Para finalizar esta tarefa, fizemos “shutdown” de uma das interfaces do R10. Efetuamos um “traceroute”, conseguindo fazer “ping” do endereço correspondente ao DC1. Foi ligada novamente a interface f0/0 de R6 e desligada a f1/0 de R10 e desta maneira a comunicação vai efetuar-se somente por R6.

```
PC6> trace to 30.31.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.28.0.254    11.349 ms  9.129 ms  9.291 ms
 2  40.7.1.13     32.313 ms  30.227 ms  31.530 ms
 3  10.11.36.1    54.115 ms  53.354 ms  52.092 ms
 4  10.12.13.1    83.376 ms  84.360 ms  84.772 ms
 5  10.12.119.2   94.852 ms  96.346 ms  96.182 ms
 6  *30.31.3.1    104.286 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port un
PC6>
```

Figura 67-Trace após o shutdown da interface fa1/0

8.Tarefa 6 – Otimização das tabelas de encaminhamento

- 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).

Foi escolhida a opção Not so Stub área. Podia ter sido selecionada também a opção stub mas uma área stub não permite virtual links e a comunicação para a área 2 seria perdida.

```
R7#sh ip route | i O IA
O IA    10.12.12.0/30 [110/13] via 10.10.57.1, 00:01:36, GigabitEthernet3/0
O IA    10.12.13.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:01:40, GigabitEthernet3/0
O IA    10.12.24.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:01:36, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.35.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:04:55, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.36.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:04:55, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.45.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:04:55, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.46.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:04:55, GigabitEthernet3/0
O IA    10.13.74.0/27 [110/2] via 10.10.107.2, 00:04:55, GigabitEthernet4/0
O IA    10.13.119.0/30 [110/2] via 10.10.79.2, 00:04:55, GigabitEthernet2/0
O IA    10.12.119.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:01:40, GigabitEthernet3/0
O IA    10.13.121.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 00:04:55, GigabitEthernet4/0
O IA    10.13.120.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 00:04:55, GigabitEthernet4/0
O IA    10.12.219.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:01:36, GigabitEthernet3/0
O IA    30.31.1.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:04:55, GigabitEthernet4/0
O IA    30.31.3.0/24 [110/77] via 10.10.57.1, 00:00:51, GigabitEthernet3/0
O IA    30.31.2.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:04:55, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 69-Rota IA de R7

```
40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O N2    40.7.0.0 [110/400] via 10.12.12.2, 00:03:10, 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 [110/20] via 10.12.12.2, 00:03:10, FastEthernet0/1
O IA    10.11.35.0/30 [110/11] via 10.12.13.2, 00:06:20, FastEthernet0/0
O IA    10.11.36.0/30 [110/11] via 10.12.13.2, 00:06:20, FastEthernet0/0
O IA    10.11.45.0/30 [110/12] via 10.12.13.2, 00:06:21, FastEthernet0/0
O IA    10.11.46.0/30 [110/12] via 10.12.13.2, 00:06:21, FastEthernet0/0
O IA    10.10.57.0/30 [110/12] via 10.12.13.2, 00:06:21, FastEthernet0/0
O IA    10.10.68.0/30 [110/12] via 10.12.13.2, 00:06:21, FastEthernet0/0
O IA    10.13.74.0/27 [110/14] via 10.12.13.2, 00:06:21, FastEthernet0/0
```

Figura 68-Routing Table de R1

- 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.

Condições semelhantes da alínea anterior por isso foi também selecionada a opção de uma área Not So Stub.

```
R7#sh ip route | i O IA
O IA 10.12.12.0/30 [110/13] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.35.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/2] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/3] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.74.0/27 [110/2] via 10.10.107.2, 00:05:33, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 00:03:59, GigabitEthernet2/0
O IA 10.12.119.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/3] via 10.10.107.2, 00:03:59, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/2] via 10.10.107.2, 00:05:23, GigabitEthernet4/0
O IA 10.12.219.0/30 [110/67] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 30.31.1.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:03:59, GigabitEthernet4/0
O IA 30.31.3.0/24 [110/77] via 10.10.57.1, 00:05:33, GigabitEthernet3/0
O IA 30.31.2.0/24 [110/3] via 10.10.107.2, 00:03:59, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Figura 70-Rotas IA de R7

```
40.0.0.0/30 is subnetted, 3 subnets
O N2 40.7.1.12 [110/10000] via 10.13.74.2, 00:01:13, FastEthernet0/0
O N2 40.7.2.16 [110/1200] via 10.13.121.2, 00:01:13, GigabitEthernet4/0
[110/1200] via 10.13.74.4, 00:01:13, FastEthernet0/0
O N2 40.7.1.16 [110/10000] via 10.13.74.2, 00:01:13, FastEthernet0/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 19 subnets, 2 masks
O IA 10.12.12.0/30 [110/15] via 10.13.119.1, 00:01:13, GigabitEthernet3/0
[110/15] via 10.13.74.2, 00:01:13, FastEthernet0/0
[110/15] via 10.13.74.1, 00:01:13, FastEthernet0/0
O IA 10.12.13.0/30 [110/5] via 10.13.119.1, 00:01:13, GigabitEthernet3/0
[110/5] via 10.13.74.2, 00:01:13, FastEthernet0/0
[110/5] via 10.13.74.1, 00:01:13, FastEthernet0/0
O IA 10.12.24.0/30 [110/5] via 10.13.119.1, 00:01:13, GigabitEthernet3/0
R11#
```

Figura 71-Routing Tables de R11

- 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.

```
50.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
O E2   50.0.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:00:02, GigabitEthernet3/0
8.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
O E2   8.8.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:00:02, GigabitEthernet3/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 5 subnets
O IA   10.11.35.0 [110/2] via 10.10.57.1, 00:00:02, GigabitEthernet3/0
O IA   10.11.45.0 [110/2] via 10.10.57.1, 00:00:02, GigabitEthernet3/0
C      10.10.57.0 is directly connected, GigabitEthernet3/0
C      10.10.79.0 is directly connected, GigabitEthernet2/0
C      10.10.107.0 is directly connected, GigabitEthernet4/0
```

Figura 72 - Routing Table de R7

7. Conclusões

Para terminar, pensamos ter cumprido com sucesso todos os objetivos deste trabalho. Ficámos familiarizados com o mundo dos protocolos routing (RIP, OSPF...), o tipo de mensagens que geram, o tipo de áreas existentes e as suas distinções, os comandos para configurações especiais, entre outros, assim como a construção de uma ou mais redes conectadas, e quais as especificações para haver ligações ISP, ou seja, acesso à Internet.

Iremos então fazer uma **breve revisão** daquilo que foi abordado neste relatório.

Começámos por definir os endereços IP de todos os dispositivos, incluindo todas as suas interfaces (redes a que estão ligados). Após garantirmos a conexão total (todos os dispositivos conseguem atingir os restantes, através do comando “ping”), passámos a implementar as várias restrições. Em todos os routers que pretendemos, declarámos o OSPF 1, definindo assim um domínio OSPF (atenção, nem todos os routers fazem parte deste domínio). Declarámos endereços loopbacks em todos os dispositivos, mas apenas injetámos loopback nos que fazem parte do domínio OSPF.

A maneira de usar um for each, colocando vários endereços numa só linha de comando, ajudou-nos imenso, e a poupar tempo, usando o restante desse tempo, para executarmos as outras tarefas.

Naquelas áreas não ligadas fisicamente ao backbone, estabelecemos um virtual-link, se se pretendesse a sua comunicação com o resto do mundo (como aconteceu na Área 2 – não ligada fisicamente ao backbone, e foi configurado um virtual-link entre um dos routers ABR da Área 0 e um dos seus ABR também).

Fazendo um balanço deste trabalho, pensamos ter conseguido atingir todos os requisitos, tendo comprovado as conexões entre dispositivos com o comando “ping”, assim como a inexistência de conexão entre alguns deles, de acordo as especificações do enunciado. Garantimos, no final, que todos os clientes têm acesso à Internet.

7. Bibliografia

- ✓ Virtual-Links: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/open-shortest-path-first-ospf/47866-ospfdb7.html>
- ✓ Custo da métrica em OSPF: <https://www.omnisecu.com/cisco-certified-network-associate-ccna/what-is-ospf-metric-value-cost-and-ospf-default-cost-reference-bandwidth.php>