

Engenharia Informática e  
Multimédia

Semestre de Inverno  
2020/2021

Redes de Internet

Turma 51N

## Trabalho Prático 2



# ISEL

**ADEETC**

Área Departamental de  
Engenharia Electrónica e  
Telecomunicações e  
de Computadores

4 de Janeiro de 2021

Docente:

# Índice

Endereçamento.....	4
Configuração dos routers e DCs do ISP.....	7
alínea a.....	7
alínea b.....	7
alínea c.....	7
alínea d.....	8
alínea e.....	9
alínea f.....	10
alínea g.....	11
alínea h.....	11
alínea i.....	12
alínea j.....	13
alínea k.....	14
alínea l.....	16
alínea m.....	17
alínea n.....	18
alínea o.....	19
Configuração do Cliente Norte e Interligação ao ISP.....	20
alínea a.....	20
alínea b.....	20
alínea c.....	20
alínea d.....	20
alínea e.....	21
Configuração do Cliente Sul e Interligação ao ISP.....	22
alínea a.....	22
alínea b.....	23
alínea c.....	23
alínea d.....	23
alínea e.....	24
Configuração do Tier2 e Interligação ao ISP.....	25
alínea a.....	25
alínea b.....	26
alínea c.....	26
alínea d.....	27
Configuração do Cliente Centro e Interligação ao ISP.....	27
alínea a.....	27
alínea b.....	28
alínea d.....	29
alínea e.....	29
alínea f.....	30
Otimização das tabelas de Encaminhamento.....	31
alínea a.....	31
alínea b.....	32
alínea c.....	33
alínea e.....	33

bibliografia.....	33
-------------------	----

## Endereçamento

Foi feito de acordo com as regras sugeridas no enunciado, em geral.

Como indicado, as redes que ligam (só) dois routers diretamente (p2p) devem ter como IP 10."área"."nr\_router\_mais\_baixo"."nr\_router\_mais\_alto".X/30. O X que faz a diferenciação é atribuído de acordo com o número do router, ou seja o mais baixo recebe o primeiro IP.

De acordo com esta regra, as ligações R7-R10 e R8-R10 receberiam, respetivamente, as redes 10.0.710.0/30 e 10.0.810.0/30. Isto é impossível, logo foram acrescentados às "exceções", ficando o terceiro octeto 107 e 108.

Por oposição, houve uma exceção que foi ignorada. A ligação R10-R11 direta não existe – estes routers estão ligados pela rede do switch1, que usa a rede 10.13.74.0/27. Desta maneira decidiu-se não usar a "exceção" sugerida para a ligação R10-R11 – 10.3.110.0/30.

DESIGNAÇÃO	REGIÃO/AREA	GAMAS				INFO
clientes	centro	30.56.0.0/14	30.56.0.0/16	30.56.0.0/22	30.56.0.0/24	direto
clientes	centro	30.56.0.0/14	30.56.0.0/16	30.56.0.0/22	30.56.1.0/24	L1
clientes	centro	30.56.0.0/14	30.56.0.0/16	30.56.0.0/22	30.56.2.0/24	L2
clientes	centro	30.56.0.0/14	30.56.0.0/16	30.56.0.0/22	30.56.3.0/24	L3
clientes	norte	30.56.0.0/14	30.57.0.0/16	-	30.57.0.0/24	direto
clientes	sul	30.56.0.0/14	30.58.0.0/16	30.58.0.0/24	30.58.0.0/26	direto
clientes	sul	30.56.0.0/14	30.58.0.0/16	30.58.0.0/24	30.58.0.64/26	L1
clientes	sul	30.56.0.0/14	30.58.0.0/16	30.58.0.0/24	30.58.0.128/26	L2
clientes	sul	30.56.0.0/14	30.58.0.0/16	30.58.0.0/24	30.58.0.192/26	L3
clientes	ISP	30.56.0.0/14	30.59.0.0/16	-	30.59.1.0/24	DC1
clientes	ISP	30.56.0.0/14	30.59.0.0/16	-	30.59.2.0/24	DC2
clientes	ISP	30.56.0.0/14	30.59.0.0/16	-	30.59.3.0/24	DC3
interligação	norte	40.14.0.0/16	40.14.0.0/20	40.14.0.0/24	40.14.0.0/30	p2p
interligação	centro	40.14.0.0/16	40.14.0.0/20	40.14.1.0/24	40.14.1.12/30	p2p
interligação	centro	40.14.0.0/16	40.14.0.0/20	40.14.1.0/24	40.14.1.16/30	p2p
interligação	sul	40.14.0.0/16	40.14.0.0/20	40.14.2.0/24	40.14.2.16/30	p2p
Tier2	-	50.0.0.0/22	-	-	50.0.0.0/30	core
Tier2	-	50.0.0.0/22	-	-	50.0.0.4/30	core
Tier2	-	50.0.0.0/22	-	-	50.0.0.8/30	core
Tier2	-	50.0.0.0/22	-	-	8.8.0.0/16	PC
Tier2	-	50.0.0.0/22	-	-	50.0.0.248/30	interligação
Routers 10."area"."nºRouter+baixo"."nºRouter+alto".X/30						
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.119.0/30	R9-R11: 119
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.110.0/30	R10-R11: 110*
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.120.0/30	R10-R12: 120
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.121.0/30	R11-R12: 121
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.107.0/30	R7-R10: 107**
exceções	AREA3	-	-	-	10.3.108.0/30	R7-R10: 108***
switch	AREA3	10.13.74.0/27	-	-	10.13.74.1	R9
switch	AREA3	10.13.74.0/27	-	-	10.13.74.2	R10
switch	AREA3	10.13.74.0/27	-	-	10.13.74.3	R11
switch	AREA3	10.13.74.0/27	-	-	10.13.74.4	R12
*Não existe ligação direta nestes Routers						
**, ***foi acrescentado, nao pode seguir regra						

DESIGNAÇÃO	REGIÃO/AREA	CORE	INTERLIGAÇÃO	MAQUINA		IP	REDE	GW
satélites	clientes_norte	x		PC5	e0	30.57.0.1	30.57.0.0/24	30.57.0.254
satélites	clientes_norte	x		R16	f0/0	30.57.0.254	30.57.0.0/24	
satélites			x	R16	f1/0	40.14.0.2	40.14.0.0/30	40.14.0.1
satélites	clientes_centro	x		PC6	e0	30.56.0.1	30.56.0.0/24	30.56.0.254
satélites	clientes_centro	x		R17	f1/1	30.56.0.254	30.56.0.0/24	
satélites			x	R17	f1/0	40.14.1.18	40.14.1.16/30	40.14.1.17
satélites			x	R17	f0/0	40.14.1.14	40.14.1.12/30	40.14.1.13
satélites	clientes_sul	x		PC7	e0	30.58.0.1	30.58.0.0/26	30.58.0.63
satélites	clientes_sul	x		R18	f1/0	30.58.0.6	30.58.0.0/26	
satélites			x	R18	f1/1	40.14.2.18	40.14.2.16/30	40.14.2.17
TIER 2	TIER 2	x		PC4	e0	8.8.0.1	8.8.0.0/16	8.8.255.254
TIER 2	TIER 2	x		R13	g3/0	50.0.0.1	50.0.0.0/30	50.0.0.2
TIER 2	TIER 2	x		R13	g4/0	50.0.0.5	50.0.0.4/30	50.0.0.6
TIER 2			x	R13	g5/0	50.0.0.250	50.0.0.248/30	50.0.0.249
TIER 2	TIER 2	x		R14	f0/0	8.8.255.254	8.8.0.0/16	
TIER 2	TIER 2	x		R14	g2/0	50.0.0.2	50.0.0.0/30	50.0.0.1
TIER 2	TIER 2	x		R14	g3/0	50.0.0.9	50.0.0.8/30	50.0.0.10
TIER 2	TIER 2	x		R15	g3/0	50.0.0.10	50.0.0.8/30	50.0.0.9
TIER 2	TIER 2	x		R15	g4/0	50.0.0.6	50.0.0.4/30	50.0.0.5
ISP	AREA 0	x		R5	g2/0	10.0.57.1	10.0.57.0/30	10.0.57.2
ISP			x	R5	g5/0	50.0.0.249	50.0.0.248/30	50.0.0.250
ISP	AREA 0	x		R6	g2/0	10.0.68.1	10.0.68.0/30	10.0.68.2
ISP			x	R6	f0/0	40.14.1.13	40.14.1.12/30	40.14.1.14
ISP	AREA 0	x		R7	g2/0	10.0.79.1	10.0.79.0/30	10.0.79.2
ISP	AREA 0	x		R7	g3/0	10.0.57.2	10.0.57.0/30	10.0.57.1
ISP	AREA 0	x		R7	g4/0	10.0.107.1	10.0.107.0/30	10.0.107.2
ISP	AREA 0	x		R8	g2/0	10.0.108.1	10.0.108.0/30	10.0.108.2
ISP	AREA 0	x		R8	g3/0	10.0.68.2	10.0.68.0/30	10.0.68.1
ISP	AREA 0	x		R8	g4/0	10.0.89.1	10.0.89.0/30	10.0.89.2
ISP	AREA 0	x		R9	g3/0	10.0.79.2	10.0.79.0/30	10.0.79.1
ISP	AREA 0	x		R9	g4/0	10.0.89.2	10.0.89.0/30	10.0.89.1
ISP	AREA 0	x		R10	g3/0	10.0.108.2	10.0.108.0/30	10.0.108.1
ISP	AREA 0	x		R10	g4/0	10.0.107.2	10.0.107.0/30	10.0.107.1
ISP			x	R10	f1/0	40.14.1.17	40.14.1.16/30	40.14.1.18
ISP	AREA 1	x		R3	g2/0	10.1.35.1	10.1.35.0/30	10.1.35.2
ISP	AREA 1	x		R3	g4/0	10.1.36.1	10.1.36.0/30	10.1.36.2
ISP	AREA 1	x		R4	g2/0	10.1.46.1	10.1.46.0/30	10.1.46.2
ISP	AREA 1	x		R4	g4/0	10.1.45.1	10.1.45.0/30	10.1.45.2
ISP			x	R4	f1/0	40.14.0.1	40.14.0.0/30	40.14.0.2
ISP	AREA 1	x		R5	g3/0	10.1.35.2	10.1.35.0/30	10.1.35.1
ISP	AREA 1	x		R5	g4/0	10.1.45.2	10.1.45.0/30	10.1.45.1
ISP	AREA 1	x		R6	g3/0	10.1.46.2	10.1.46.0/30	10.1.46.1
ISP	AREA 1	x		R6	g4/0	10.1.36.2	10.1.36.0/30	10.1.36.1
ISP	AREA 2	x		DC3	e0	30.59.3.1	30.59.3.0/24	30.59.3.254
ISP	AREA 2	x		R1	f0/0	10.2.13.1	10.2.13.0/30	10.2.13.2
ISP	AREA 2	x		R1	f0/1	10.2.12.1	10.2.12.0/30	10.2.12.2
ISP	AREA 2	x		R1	s2/0	10.2.119.1	10.2.119.0/30	10.2.119.2
ISP	AREA 2	x		R2	f0/0	10.2.24.1	10.2.24.0/30	10.2.24.2
ISP	AREA 2	x		R2	f0/1	10.2.12.2	10.2.12.0/30	10.2.12.1
ISP	AREA 2	x		R2	s2/1	10.2.219.1	10.2.219.0/30	10.2.219.2
ISP	AREA 2	x		R3	f0/0	10.2.13.2	10.2.13.0/30	10.2.13.1
ISP	AREA 2	x		R4	f0/0	10.2.24.2	10.2.24.0/30	10.2.24.1
ISP	AREA 2	x		R19	s2/0	10.2.119.2	10.2.119.0/30	10.2.119.1
ISP	AREA 2	x		R19	s2/1	10.2.219.2	10.2.13.0/30	10.2.219.1
ISP	AREA 2	x		R19	f0/0	30.59.3.254	30.59.3.0/24	
ISP	AREA 3	x		DC1	e0	30.59.1.1	30.59.1.0/24	30.59.1.254
ISP	AREA 3	x		DC2	e0	30.59.2.1	30.59.2.0/24	30.59.2.254
ISP	AREA 3	x		R9	f0/0	10.13.74.1	10.13.74.0/27	
ISP	AREA 3	x		R9	g2/0	10.3.119.1	10.3.119.0/30	10.3.119.2
ISP	AREA 3	x		R10	f0/0	10.13.74.2	10.13.74.0/27	
ISP	AREA 3	x		R10	g2/0	10.3.120.1	10.3.120.0/30	10.3.120.2
ISP	AREA 3	x		R11	g3/0	10.3.119.2	10.3.119.0/30	10.3.119.1
ISP	AREA 3	x		R11	g4/0	10.3.121.1	10.3.121.0/30	10.3.121.2

ISP	AREA 3	x	R11	f0/0	10.13.74.3	10.13.74.0/27	
ISP	AREA 3	x	R11	f1/0	30.59.1.254	30.59.1.0/24	
ISP	AREA 3	x	R12	g3/0	10.3.120.2	10.3.120.0/30	10.3.120.1
ISP	AREA 3	x	R12	g4/0	10.3.121.2	10.3.121.0/30	10.3.121.1
ISP	AREA 3	x	R12	f0/0	10.13.74.4	10.13.74.0/27	
ISP	AREA 3	x	R12	f1/0	30.59.2.254	30.59.2.0/24	
ISP		x	R12	f1/1	40.14.2.17	40.14.2.16/30	40.14.2.18

Começa-se por verificar o endereçamento de todos os routers do ISP bem como dos *Data Centers*.

- i. Atribuem-se IPs aos DCs e às respectivas *Gateways*
- ii. Nos routers acrescenta-se a interfaces loopback

[Nota] O endereçamento mostrado anteriormente não está de acordo como o implementado. Enquanto que o enunciado sugere que os routers sigam a regra de endereçamento 10."área"."nr\_router\_mais\_baixo" "nr\_router\_mais\_alto".X/30, a implementação usa 10.1"área"."nr\_router\_mais\_baixo" "nr\_router\_mais\_alto".X/30. Não influenciando interligações ou clientes decidiu-se verificar todos os routers e redes e prosseguir.

Também na rede do switch1 é implementada uma rede diferente (10.13.90.0/27) da sugerida no enunciado (10.13.74.0/27). Novamente, decidiu-se manter a implementação por não afetar o restante funcionamento.

Ainda na interligação com cliente Norte, a rede sugerida é a 40.14.0.0/30. No R4 já está implementada a 40.10.0.0/30. Isto só foi verificado durante a implementação da Tarefa 2. Novamente, decidiu-se usar a rede já implementada, visto não influenciar o funcionamento geral.

Exemplo de uma configuração de um loopback

```
R7#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R7(config)#int loopback0
R7(config-if)#ip addr 10.255.7.7 255.255.255.255
```

Decidiu-se usar máscara /32 por ser uma int virtual e não necessitar de uma rede real dedicada.

## 1. Configuração dos routers e DCs do ISP

- a. “Nesta fase não configure as interfaces dos routers destinadas às redes de interligação aos clientes e Tier de nível 2”
- b. Devem-se garantir várias especificações na configuração do OSPF nos routers.
  - i. Identificador de processo: `Rx(config)#router ospf 1`
  - ii. Configurar o ID do router: `Rx(config-router)#router-id X.X.X.X`
    - Usar o IP do Loopback: `10.255."nrRouter"."nrRouter"`. Se não for configurado, o OSPF escolhe o IP de uma das interfaces como o seu ID.
  - iii. Evitar *Hello*s onde não for necessário:  
`Rx(config-router)#passive-interface <int>`
  - iv. Garantir que o OSPF atribui a distancia administrativa tendo em conta o tipo de ligação (GigabitEth ou FastEth):  
`Rx(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000`
    - 10000 para garantir que se distingue rotas com 1G de rotas com 10G
  - v. NOTA: “Os routers dos Data Centers são routers interiores das respetivas áreas”
  - vi. NOTA: “As áreas 2 e 3 estão ligadas à área de backbone, nesta fase, sem qualquer filtragem dos LSA”
- c. Faz-se a atribuição das redes de cada DC no DC e no respetivo router GW.
  - i. `DCx>ip X.X.X.X/Y G.G.G.G`
  - ii. `Rx(config)#ip address X.X.X.X Y.Y.Y.Y`
    - X: IP; Y máscara; G: gateway

```
DC1> ip 30.59.1.1/24 30.59.1.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.59.1.1 255.255.255.0 gateway 30.59.1.254

R11(config-if)#ip address 30.59.1.254 255.255.255.0
```

```
DC2> ip 30.59.2.1/24 30.59.2.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.59.2.1 255.255.255.0 gateway 30.59.2.254

R12(config-if)#ip add 30.59.2.254 255.255.255.0
```

```
DC3> ip 30.59.3.1/24 30.59.3.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 30.59.3.1 255.255.255.0 gateway 30.59.3.254

R19(config-if)#ip address 30.59.3.254 255.255.255.0
```

NAME	: DC1[1]	NAME	: DC2[1]	NAME	: DC3[1]
IP/MASK	: 30.59.1.1/24	IP/MASK	: 30.59.2.1/24	IP/MASK	: 30.59.3.1/24
GATEWAY	: 30.59.1.254	GATEWAY	: 30.59.2.254	GATEWAY	: 30.59.3.254
DNS	:	DNS	:	DNS	:
MAC	: 00:50:79:66:68:00	MAC	: 00:50:79:66:68:01	MAC	: 00:50:79:66:68:02
LPORT	: 10200	LPORT	: 10202	LPORT	: 10204
RHOST:PORT	: 127.0.0.1:10201	RHOST:PORT	: 127.0.0.1:10203	RHOST:PORT	: 127.0.0.1:10205
MTU:	: 1500	MTU:	: 1500	MTU:	: 1500

- d. Nesta fase só serão configurados com OSPF as redes interfaces e redes p2p da Área 0 - R5//g2/0; R6//g2/0; R7//g2/0; R7//g3/0; R7//g4/0; R8//g2/0; R8//g3/0; R8//g4/0; R9//g3/0; R9//g4/0; R10//g3/0; R10//g4/0.

Tendo em atenção as “regras” mencionadas na segunda alínea faz-se a configuração OSPF.

```
Rx(config)#router ospf 1
```

```
Rx(config-router)#router-id 10.255.X.X
```

```
Rx(config-router)#network X.X.X.X < mascara inversa > area X
```

...

```
Rx(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
```

Nos ABRs garantir que não são enviados *Hello*s para ‘não-vizinhos’, como é pedido no enunciado.

```
Rx(config-router)#passive-interface default
```

```
R5(config-router)#no passive-interface g2/0
```

```
R6(config-router)#no passive-interface g2/0
```

```
R9(config-router)#no passive-interface g3/0
```

```
R9(config-router)#no passive-interface g4/0
```

```
R10(config-router)#no passive-interface g3/0
```

```
R10(config-router)#no passive-interface g4/0
```



Exemplo de uma configuração de um ABR:

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#router ospf 1
R5(config-router)#router-id 10.255.5.5
R5(config-router)#network 10.10.57.0 0.0.0.3 area 0
R5(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
    Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
R5(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
R5(config-router)#passive-interface default
R5(config-router)#no passive-interface g2/0
R5(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
```

Exemplo de um Router interno

```
R7(config)#router ospf 1
R7(config-router)#exit
R7(config)#router ospf 1
R7(config-router)#router-id 10.255.7.7
R7(config-router)#network 10.10.57.0 0.0.0.3 area 0
R7(config-router)#network 10.10..0 0.0.0.3 area 0
*Jan  3 12:29:52.319: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.255.5.5 on GigabitEthernet3/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R7(config-router)#network 10.10.79.0 0.0.0.3 area 0
R7(config-router)#network 10.10.107.0 0.0.0.3 area 0
R7(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
    Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

e. R7#show ip route

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
C    10.10.57.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O    10.10.68.0/30 [110/30] via 10.10.107.2, 00:01:52, GigabitEthernet4/0
    [110/30] via 10.10.79.2, 00:01:52, 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, 00:01:52, 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, 00:01:52, GigabitEthernet4/0
C    10.255.7.7/32 is directly connected, Loopback0
R7#
```

Pode -se verificar que aparecem todas as redes da área 0. Tendo as que ligadas diretamente essa mesma indicação enquanto que as restantes são todas aprendidas por OSPF.

```
R7#show ip ospf 1 database
```

```
R7#sh ip ospf 1 database

      OSPF Router with ID (10.255.7.7) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum Link count
10.255.5.5    10.255.5.5    1698     0x80000003  0x0083DF 1
10.255.6.6    10.255.6.6    1232     0x80000003  0x0054F4 1
10.255.7.7    10.255.7.7    495      0x80000006  0x004219 3
10.255.8.8    10.255.8.8    484      0x80000010  0x00BE62 3
10.255.9.9    10.255.9.9    587      0x8000000A  0x0029FE 2
10.255.10.10  10.255.10.10  374      0x80000012  0x00BFFD 2

      Net Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router    Age      Seq#        Checksum
10.10.57.1    10.255.5.5    1698     0x80000001  0x004965
10.10.68.1    10.255.6.6    1232     0x80000001  0x00F0AC
10.10.79.1    10.255.7.7    721      0x80000001  0x0098F3
10.10.89.1    10.255.8.8    731      0x80000001  0x00304E
10.10.107.1   10.255.7.7    495      0x80000001  0x007EEF
10.10.108.1   10.255.8.8    484      0x80000001  0x0079EF
R7#
```

Aqui pode-se verificar que nesta área existem LSAs tipo 1 e 2 de todos os routers da área.

f. R5#tracert 10.10.68.2

```
R5#traceroute 10.10.68.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.10.68.2

 0 10.10.57.2 36 msec 20 msec 20 msec
 1 10.10.107.2 8 msec 32 msec 32 msec
 2 10.10.108.1 52 msec 40 msec 44 msec
```

Nesta situação em que há dois caminhos com o mesmo número de *hops* e com o mesmo custo (protocolo OSPF em todos e links são todos Gigabit), são possíveis dois *Next-Hops*.

Como só é mostrado um *Next-Hop*, a resposta é negativa. Enquanto que o protocolo OSPF pode efetuar balanceamento de carga, esta instância não o faz.

- g. Para verificar bandwidth default usa-se o comando “show ip ospf | include Reference”.
- O Custo é calculado dividindo a banda larga de referência pela banda larga da Interface.
- Para cisco a banda larga de referência é 100. Qualquer resultado inferior a 1 fica 1. Significa que para qualquer Interface com 100bps ou mais o custo será. Logo para 100/1000 (GigabitEth) ou 100/10000 (10Gigabit) o resultado será 1.

Feito na configuração do OSPF.

```
R5(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

- h. Faz-se a configuração OSPF da área 1, com atenção às alterações necessárias nos routers partilhados com a área 0.

Não é necessário atribuir router ID, e deve-se repor passive-interfaces que seja necessário por estarem ativas numa área diferente.

Exemplo Router partilhado

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#router ospf 1
R5(config-router)#network 10.11.35.0 0.0.0.3 area 1
R5(config-router)#network 10.11.45.0 0.0.0.3 area 1
R5(config-router)#no passive-interface g3/0
R5(config-router)#no passive-interface g4/0
```

Exemplo de Routers configurados agora.

```
R4(config-router)#network 10.11.45.0 0.0.0.3 area 1
R4(config-router)#network 10.11.46.0 0.0.0.3 area 1
*Jan 3 13:40:04.351: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.255.5.5 on GigabitEthernet4/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R4(config-router)#network 10.11.46.0 0.0.0.3 area 1
R4(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
R4(config-router)#passive-int f1/0
R4(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
```

Usou-se o comando “*passive interface*” apenas nas interligações para evitar ter de se repor ints na área 2.

i. R7#show ip route

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 11 subnets, 2 masks
O IA 10.11.35.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:05:43, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:05:48, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:05:43, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:04:07, 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, 00:08:45, GigabitEthernet4/0
      [110/30] via 10.10.79.2, 00:08:45, 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, 00:08:45, 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, 00:08:45, GigabitEthernet4/0
C    10.255.7.7/32 is directly connected, Loopback0
R7#

```

São apresentadas 4 novas rotas inter-area aprendidas por OSPF. As 4 redes da área 1.

R7#show ip ospf 1 database

```

Link ID      ADV Router   Age         Seq#         Checksum Link count
10.255.5.5    10.255.5.5   934         0x80000005  0x0082DD 1
10.255.6.6    10.255.6.6   644         0x80000005  0x0053F2 1
10.255.7.7    10.255.7.7   1121        0x80000007  0x00401A 3
10.255.8.8    10.255.8.8   977         0x80000011  0x00BC63 3
10.255.9.9    10.255.9.9   1233        0x8000000B  0x0027FF 2
10.255.10.10  10.255.10.10 1031        0x80000013  0x00BDFE 2

Net Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router   Age         Seq#         Checksum
10.10.57.1    10.255.5.5   217         0x80000003  0x004567
10.10.68.1    10.255.6.6   1672        0x80000002  0x00EEAD
10.10.79.1    10.255.7.7   1374        0x80000002  0x0096F4
10.10.89.1    10.255.8.8   1233        0x80000002  0x002E4F
10.10.107.1   10.255.7.7   1121        0x80000002  0x007CF0
10.10.108.1   10.255.8.8   977         0x80000002  0x0077F0

Summary Net Link States (Area 0)

Link ID      ADV Router   Age         Seq#         Checksum
10.11.35.0    10.255.5.5   929         0x80000001  0x00B633
10.11.35.0    10.255.6.6   461         0x80000002  0x000CD0
10.11.36.0    10.255.5.5   464         0x80000002  0x000ECF
10.11.36.0    10.255.6.6   633         0x80000001  0x009E48
10.11.45.0    10.255.5.5   923         0x80000001  0x004897
10.11.45.0    10.255.6.6   461         0x80000002  0x0002C6
10.11.46.0    10.255.5.5   363         0x80000004  0x009B36
10.11.46.0    10.255.6.6   644         0x80000001  0x0030AC

```

A LSDB mostra novos LSAs tipo 3 referentes á rede 1 e enviados pelos ABRs da área 0 – R5/6.

- j. Efetuar a mesma configuração OSPF nas áreas 2 e 3
  - i. Nos ABRs da área 2 só é necessário acrescentar a rede da área ao OSPF.

```
R3(config-router)#network 10.12.13.0 0.0.0.3 area 2
R4(config-router)#network 10.12.24.0 0.0.0.3 area 2
```

Nos restantes repete-se o processo usado nas outras áreas.

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#network 10.12.13.0 0.0.0.3 area 2
R3(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
R3(config-router)#do wr
```

Rede do DC já estava previamente configurada.

- ii. Repetir o processo anterior para a área 3. Ter atenção as ints onde se correu passive-interface.

Exemplo de configuração num ABR

```
R10(config)#router ospf 1
R10(config-router)#
R10(config-router)#network 10.13.120.0 0.0.0.3 area 3
R10(config-router)#network 10.13.90.0 0.0.0.31 area 3
R10(config-router)#no passive-interface g2/0
```

Exemplo de configuração num dos outros routers

```
R12(config)#router ospf 1
R12(config-router)#router-id 10.255.12.12
R12(config-router)#network 10.13.90.0 0.0.0.31 area 3
R12(config-router)#network 10.13.120.0 0.0.0.3 area 3
R12(config-router)#network 10.13.120.0 0.0.0.3 area 3
```

```
R12(config-router)#network 30.59.2.0 0.0.0.255 area 3
```

```
*Jan  3 13:50:51.799: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.255.11.11 on GigabitEthernet4/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

```
R12(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
```

```
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

```
R12(config-router)#no passive-interface default
```

```
*Jan  3 14:49:43.134: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.255.10.10 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

```
R12(config-router)#no passive-interface f1/0
```

```
*Jan  3 14:49:51.322: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.255.11.11 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

```
R12(config-router)#passive-interface f1/0
```

```
R12(config-router)#passive-interface f1/1
```

- k. Para verificar conectividade fazer um ping a todas as máquinas do ISP. Ao escrever os IPs a fazer *ping*, incluir uma interface por router ou DC que pertença ao ISP.

MÁQUINA	INT.	IP
DC1	e0	30.59.1.1
DC2	e0	30.59.2.1
DC3	e0	30.59.3.1
R1	f0/0	10.12.13.1
R2	f0/0	10.12.24.1
R3	g2/0	10.11.35.1
R4	g2/0	10.11.46.1
R5	g2/0	10.10.57.1
R6	g2/0	10.10.68.1
R8	g2/0	10.10.108.1
R9	g3/0	10.10.79.2
R10	g4/0	10.10.107.2
R11	g3/0	10.13.119.2
R12	g3/0	10.13.120.2
R19	s2/0	10.12.119.2

```
Router#tclsh
Router(tcl)#foreach address {
30.59.1.1
30.59.2.1
30.59.3.1
10.12.13.1
10.12.24.1
10.11.35.1
10.11.46.1
10.10.57.1
10.10.68.1
10.10.108.1
10.10.79.2
10.10.107.2
10.13.119.2
10.13.120.2
10.12.119.2
} { ping $address repeat 4 size 1500 }
```

```
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 76/406/1060 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 60/420/1100 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.3.1, timeout is 2 seconds:
....
Success rate is 0 percent (0/4)
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.13.1, timeout is 2 seconds:
....
Success rate is 0 percent (0/4)
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.24.1, timeout is 2 seconds:
....
Success rate is 0 percent (0/4)
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 = 36/62/84 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.11.46.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 48/60/72 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 = 16/26/32 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.68.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 84/95/104 ms
```



```

Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.108.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 8/33/44 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.79.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 16/24/40 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.107.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 20/30/36 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.119.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 36/52/80 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 56/64/76 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.119.2, timeout is 2 seconds:
....
Success rate is 0 percent (0/4)

```

Existe conectividade em todo o ISP, exceto na área 2.

#### 1. R7#show ip ospf 1 database

Verificando os LSAs tipo 3 consegue-se concluir quantos ABRs estão em contacto com o R7.

Summary Net Link States (Area 0)				
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
10.11.35.0	10.255.5.5	494	0x80000004	0x00B036
10.11.35.0	10.255.6.6	194	0x80000005	0x0006D3
10.11.36.0	10.255.5.5	1992	0x80000004	0x000AD1
10.11.36.0	10.255.6.6	194	0x80000004	0x00984B
10.11.45.0	10.255.5.5	497	0x80000004	0x00429A
10.11.45.0	10.255.6.6	194	0x80000005	0x00FBC9
10.11.46.0	10.255.5.5	1992	0x80000006	0x009738
10.11.46.0	10.255.6.6	195	0x80000004	0x002AAF
10.13.90.0	10.255.9.9	786	0x80000006	0x00DF85
10.13.90.0	10.255.10.10	801	0x80000004	0x00D68E
10.13.119.0	10.255.9.9	1526	0x80000002	0x00C8C1
10.13.119.0	10.255.10.10	546	0x80000002	0x0084EF
10.13.120.0	10.255.9.9	786	0x80000003	0x0084EF
10.13.120.0	10.255.10.10	1318	0x80000002	0x00B0D6
10.13.121.0	10.255.9.9	787	0x80000003	0x001568
10.13.121.0	10.255.10.10	802	0x80000003	0x000873
30.59.1.0	10.255.9.9	1029	0x80000001	0x00B0A7
30.59.1.0	10.255.10.10	1030	0x80000001	0x000844
30.59.2.0	10.255.9.9	933	0x80000001	0x000A43
30.59.2.0	10.255.10.10	933	0x80000001	0x0098BC

R7#



Tem-se 4 IPs diferentes a enviar LSA 3. Estes correspondem ao R5, R6, R9 e R10. Novamente, os R3 e R4, não são considerados, visto não haver conectividade com área 2.

Efetivamente seriam 6 ABRs no ISP, no entanto só 4 estão a ser reconhecidos.

- m. Pode-se correr o comando *"show ip ospf neighbors"* em cada um dos routers da rede para verificar quais os DR/BDR da rede.

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.255.9.9	1	2WAY/DROTHER	00:00:33	10.13.90.1	FastEthernet0/0
10.255.10.10	1	FULL/BDR	00:00:35	10.13.90.2	FastEthernet0/0
10.255.11.11	1	FULL/DR	00:00:33	10.13.90.3	FastEthernet0/0

Para mudar o DR e o BDR devem-se mudar as prioridades.

Pode-se verificar prioridade correndo o comando *"show ip ospf int"* em cada uma das interfaces da rede para verificar qual o router mais prioritário.

Neste caso estão todos com prioridade 1.

Para mudar a prioridade deve-se usar o comando *"ip ospf priority x"* para uma prioridade mais baixa que o atual DR.

Vai-se colocar os atuais DR e BDR a 0 para não serem eleitos. O 12 será o DR, fica com a mesma prioridade e o 9 fica com prioridade 10, será o BDR.

```
R9(config-if)#ip ospf priority 10
```

```
R10(config-if)#ip ospf priority 0
```

```
R11(config-if)#ip ospf priority 0
```

```

Suppress hello for 0 neighbor(s)
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
 Internet Address 10.13.90.4/27, Area 3
  Process ID 1, Router ID 10.255.12.12, Network Type BR
  Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.255.11.11, Interface address

```

Corre-se o comando *"clear ospf process"* em todos os routers da rede. E volta-se a verificar qual o DR/BDR eleito.

10.255.9.9	10	FULL/BDR	00:00:36	10.13.90.1	FastEthernet0/0
10.255.11.11	0	2WAY/DROTHER	00:00:37	10.13.90.3	FastEthernet0/0
10.255.12.12	1	FULL/DR	00:00:35	10.13.90.4	FastEthernet0/0

n. R1#sh ip ospf database router adv-router 10.255.1.1

```
R1#sh ip ospf database router adv-router 10.255.1.1

      OSPF Router with ID (10.255.1.1) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 2)

LS age: 1797
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: Router Links
Link State ID: 10.255.1.1
Advertising Router: 10.255.1.1
LS Seq Number: 8000000D
Checksum: 0x2344
Length: 72
Number of Links: 4

  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: 1000

  Link connected to: another Router (point-to-point)
    (Link ID) Neighboring Router ID: 10.255.19.19
    (Link Data) Router Interface address: 10.12.119.1
      Number of TOS metrics: 0
      TOS 0 Metrics: 6476

  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: 6476

  Link connected to: a Transit Network
    (Link ID) Designated Router address: 10.12.13.2
    (Link Data) Router Interface address: 10.12.13.1
      Number of TOS metrics: 0
      TOS 0 Metrics: 1000
```

Podem se ver 4 links diferentes:

- Dois links a redes *Transit* nos R3 e R2
- Uma ligação série (p2p) ao router R19
- E uma ligação à rede *Stub* formada com o R19

Quando se corre o comando “*sh ip route*” pode-se verificar que o custo da interface s2/0 é 7476

```
30.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
0       30.59.3.0 [110/7476] via 10.12.119.2, 00:57:58, Serial2/0
```

O valor “7476” refere-se ao custo do link *serial* R1-R1. Sendo o cálculo do custo de uma rota em OSPF igual à *bandwidth* de referência dividida pela *bandwidth* da ligação e tendo em conta que a *bandwidth* de referência é 10000 Mbps, 7476 advém do facto de que esta ligação série tem aproximadamente 1.3376 Mbps de *bandwidth*.

o. R7(config)# Show ip ospf neighbors

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.255.10.10	1	FULL/BDR	00:00:32	10.10.107.2	GigabitEthernet4/0
10.255.9.9	1	FULL/BDR	00:00:39	10.10.79.2	GigabitEthernet2/0
10.255.5.5	1	FULL/DR	00:00:31	10.10.57.1	GigabitEthernet3/0

R5(config)# ip ospf network point-to-point

R7(config)# ip ospf network point-to-point

R7(config)# Show ip ospf neighbors

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.255.10.10	1	FULL/BDR	00:00:37	10.10.107.2	GigabitEthernet4/0
10.255.9.9	1	FULL/BDR	00:00:39	10.10.79.2	GigabitEthernet2/0
10.255.5.5	0	FULL/ -	00:00:37	10.10.57.1	GigabitEthernet3/0

Não deverá ser sempre usado pois vai sempre forçar uma adjacência, mesmo não sendo necessário. Numa rede com diversos routers não será vantajoso ter todos os routers adjacentes.

## 2. Cliente Norte e Interligação

### Configurar IPs

- a. Deverá ser configurado tanto o R16 como o R4 com RIP (assume-se RIPv2). No R4 apenas a 40.10.0.0/30 de interligação. No R16 deve-se incluir tanto a rede de interligação como a rede interna do cliente norte, 30.57.0.0/24. Recorre-se ao seguinte comando.

```
Router#config t
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network x.x.x.x
Router(config-router)# no auto-summary
```

- b. Quando se faz redistribuição de rotas para um router estas são aprendidas a “via” o router a partir do qual se faz a redistribuição. Isto significa que, por exemplo, ponderações baseadas em métrica ou balanceamento de carga podem não ser calculadas ou funcionar da mesma maneira que funcionariam quando introduzidas com o comando “network”. Com o comando “network” é implementado um protocolo específico de aprendizagem de rotas, em vez de serem aprendidas a partir de outro router/protocolo.

Faz-se redistribuição das rotas RIP para o cliente ser conhecido no ISP

```
R4(config-router)#redistribute rip subnets
```

E o inverso.

```
R4(config-router)#redistribute ospf 1 metric 10
```

- c. Ao contrário das E2, rotas E1 incluem o custo interno até ao ASBR. Neste caso não se considerou vantajoso, sendo que só há um “caminho” possível neste cliente nunca será feito um desempate de rotas baseado no custo interno das mesmas. Desta forma pensou-se preferível rotas tipo 1, visto que no protocolo OSPF são escolhidas sobre as do tipo 2.

- d. R7#sh ip routes

Volta-se a fazer no R7 para ser mais fácil de comparar.

Agora mostra duas redes externas pertencentes ao cliente Norte e à sua interligação com o ISP.

```
40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 E2 40.10.0.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:02:16, GigabitEthernet3/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 15 subnets, 3 masks
0 E2 30.0.57.0 [110/20] via 10.10.57.1, 00:02:21, GigabitEthernet3/0
```

- e. Volta-se a repetir o teste *multiple ping*.

MÁQUINA	INT.	IP	ÁREA
DC1	e0	30.59.1.1	3
DC2	e0	30.59.2.1	3
DC3	e0	30.59.3.1	2
R1	f0/0	10.12.13.1	2
R3	g2/0	10.11.35.1	1
R7	g3/0	10.10.57.2	0
R12	g3/0	10.13.120.2	3

```
Router#tclsh
Router(tcl)#foreach address {
30.59.1.1
30.59.2.1
30.59.3.1
10.12.13.1
10.11.35.1
10.10.57.2
10.13.120.2
} { ping $address repeat 4 size 1500 }
```

```
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 156/497/1152 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 148/489/1172 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.3.1, timeout is 2 seconds:
....
Success rate is 0 percent (0/4)
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.13.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 76/93/112 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 = 68/73/76 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 60/70/76 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 68/97/140 ms
```

Tem comunicação com todo o ISP, exceto com a área 2, da mesma maneira que acontece dentro do ISP

### 3. Cliente Sul e Interligação

Começou-se por implementar as interfaces

```
PC7>ip 30.58.0.1 255.255.255.192 (ou /26)
```

```
R18(config)# interface f1/0
```

```
R18(config-if)# ip add 30.58.0.62 255.255.255.192
```

```
R18(config)# interface f1/1
```

```
R18(config-if)# ip add 40.14.2.18 255.255.255.252
```

Loopback.

```
R18(config)# interface Loopback 1
```

```
R18(config-if)# ip add 30.58.0.65 255.255.255.192
```

```
R18(config)# interface Loopback 2
```

```
R18(config-if)# ip add 30.58.0.129 255.255.255.192
```

```
R18(config)# interface Loopback 1
```

```
R18(config-if)# ip add 30.58.0.193 255.255.255.192
```

- a. De seguida passa-se a fazer a configuração RIP, como no exercício anterior. Desta vez, tendo em atenção a métrica inicial.

```
R18#config t
```

```
R18(config)#router rip
```

```
R18(config-router)#version 2
```

```
R18(config-router)#network 30.58.0.0
```

```
R18(config-router)#network 40.14.2.16
```

```
R18(config-router)# no auto-summary
```

```
R12#config t
```

```
R12(config)#router rip
```

```
R12(config-router)#version 2
```

```
R12(config-router)# network 40.14.2.16
```

```
R12(config-router)# no auto-summary
```

```
R12(config)#router rip
```

```
R12(config-router)#default-metric 1200
```

```
R12(config-router)#redistribute ospf 1
```

```
R12(config)#router ospf 1
```

```
R12(config-router)#default-metric 12
```

```
R12(config-router)#redistribute rip subnets
```

b. R7#sh ip routes

Agora inclui rotas para o cliente Sul

```
0 E2 40.14.2.16 [110/12] via 10.10.107.2, 00:08:26, GigabitEthernet4/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 15 subnets, 3 masks
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
0 IA 30.59.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 01:06:41, GigabitEthernet2/0
0 E2 30.58.0.0/26 [110/12] via 10.10.107.2, 00:08:29, GigabitEthernet4/0
0 IA 30.59.2.0/24 [110/120] via 10.10.107.2, 01:06:41, GigabitEthernet4/0
0 E2 30.57.0.0/24 [110/20] via 10.10.57.1, 00:08:30, GigabitEthernet3/0
0 E2 30.58.0.64/26 [110/12] via 10.10.107.2, 00:08:30, GigabitEthernet4/0
0 E2 30.58.0.128/26 [110/12] via 10.10.107.2, 00:08:30, GigabitEthernet4/0
0 E2 30.58.0.192/26 [110/12] via 10.10.107.2, 00:08:30, GigabitEthernet4/0
```

c. R7#sh ip ospf database

Volta-se a fazer no R7 para ser mais fácil de comparar.

```

Type-5 AS External Link States

Link ID        ADV Router    Age         Seq#         Checksum Tag
30.57.0.0      10.255.4.4    709        0x80000002  0x002115 0
30.58.0.0      10.255.12.12  235        0x80000001  0x00E28A 0
30.58.0.64     10.255.12.12  235        0x80000001  0x0060CC 0
30.58.0.128    10.255.12.12  235        0x80000001  0x00DD0F 0
30.58.0.192    10.255.12.12  235        0x80000001  0x005B51 0
40.10.0.0      10.255.4.4    710        0x80000002  0x00C29B 0
40.14.2.16     10.255.12.12  235        0x80000001  0x00251C 0

```

Agora também recebe LSAs tipo 5 dos ASBRs do ISP – R4 e R12, por enquanto.

d. Volta-se a fazer um ping múltiplo para testar conectividade com o ISP.

MÁQUINA	INT.	IP	ÁREA
DC1	e0	30.59.1.1	3
DC2	e0	30.59.2.1	3
DC3	e0	30.59.3.1	2
R1	f0/0	10.12.13.1	2
R3	g2/0	10.11.35.1	1
R7	g3/0	10.10.57.2	0
R11	g4/0	10.13.121.1	3

```
Router#tclsh
Router(tcl)#foreach address {
30.59.1.1
30.59.2.1
30.59.3.1
10.12.13.1
10.11.35.1
10.10.57.2
10.13.120.2
} { ping $address repeat 4 size 1500 }
```

```

Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 88/184/364 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!
Success rate is 75 percent (3/4), round-trip min/avg/max = 60/169/384 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 30.59.3.1, timeout is 2 seconds:
UUUU
Success rate is 0 percent (0/4)
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.12.13.1, timeout is 2 seconds:
UUUU
Success rate is 0 percent (0/4)
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 = 148/156/176 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.10.57.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 88/102/120 ms
Type escape sequence to abort.
Sending 4, 1500-byte ICMP Echos to 10.13.120.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (4/4), round-trip min/avg/max = 60/62/68 ms

```

Novamente, só não há comunicação com a área 2.

- e. PC7> trace 30.59.1.1
- PC7> trace 30.59.2.1
- PC7> trace 30.59.3.1

```

PC7> trace 30.59.1.1
trace to 30.59.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.58.0.62  26.513 ms  19.089 ms  23.124 ms
 2  40.14.2.17  70.057 ms  46.771 ms  46.314 ms
 3  10.13.121.1  79.212 ms  78.284 ms  81.325 ms
 4      * * *
 5  *30.59.1.1  87.425 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC7> trace 30.59.2.1
trace to 30.59.2.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.58.0.62  26.326 ms  3.498 ms  5.550 ms
 2  40.14.2.17  51.668 ms  38.008 ms  73.125 ms
 3  *30.59.2.1  71.281 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

PC7> trace 30.59.3.1
trace to 30.59.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  30.58.0.62  15.270 ms  22.538 ms  25.930 ms
 2  40.14.2.17  46.048 ms  49.781 ms  38.550 ms
 3  *40.14.2.17  31.062 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

```

É feito o caminho até à Gateway mas não consegue chegar aos DCs.



#### 4. Configurar Tier2 e Interligação

- a. Começa-se por atribuir IPs a todos os routers e PCs do core e da interligação. Para os Loopbacks usa-se a mesma regra do ISP.

```
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
```

```
R13#sh ip aliases
```

Address Type	IP Address	Port
Interface	50.0.0.1	
Interface	50.0.0.5	
Interface	50.0.0.250	
Interface	10.255.13.13	

```
R14#sh ip aliases
```

Address Type	IP Address	Port
Interface	8.8.255.254	
Interface	50.0.0.2	
Interface	50.0.0.9	
Interface	10.255.14.14	

```
R15#sh ip aliases
```

Address Type	IP Address	Port
Interface	50.0.0.6	
Interface	50.0.0.10	
Interface	10.255.15.15	

```
R5#sh ip aliases
```

Address Type	IP Address	Port
Interface	10.11.35.2	
Interface	10.11.45.2	
Interface	10.10.57.1	
Interface	50.0.0.249	
Interface	10.255.5.5	

De seguida implementa-se o OSPF. Segue-se um exemplo num dos Routers do core.

```
R14(config)#router ospf 1
R14(config-router)#router-id 10.255.14.14
R14(config-router)#network 50.0.0.0 0.0.0.3 area 0
R14(config-router)#network 50.0.0.8 0.0.0.3 area 0
R14(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

- b. A interligação com o ISP é feita através de uma rota estática no R5-R13.

```
R13(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 50.0.0.249
R13(config)#do wr
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 50.0.0.250
R5(config)#do wr
```

Direcionam-se todas as rotas externas do ASBR do Tier 2 para o ASBR do ISP e vice-versa.

```
R13(config-router)#redistribute static subnets
R5(config-router)#redistribute static subnets
```

- c. Volta-se a fazer um ping múltiplo. Desta vez deve-se verificar conectividade com o ISP, bem como com os clientes do norte e do sul.

MÁQUINA	INT.	IP	ÁREA
DC1	e0	30.59.1.1	3
DC2	e0	30.59.2.1	3
DC3	e0	30.59.3.1	2
PC5	e0	30.57.0.1	-
PC7	e0	30.58.0.1	-
R1	f0/0	10.12.13.1	2
R3	g2/0	10.11.35.1	1
R7	g3/0	10.10.57.2	0
R11	g4/0	10.13.121.1	3

```
Router#tclsh
Router(tcl)#foreach address {
30.59.1.1
30.59.2.1
30.59.3.1
30.57.0.1
30.58.0.1
10.12.13.1
10.11.35.1
10.10.57.2
10.13.121.1
} { ping $address repeat 4 size 1500 }
```

Não há comunicação com o ISP. Pensa-se que foi uma falha na redistribuição de rotas do Tier 2 para o ISP e do ISP para o Tier 2.

- d. PC4> trace 30.59.1.1  
PC4> trace 30.59.2.1  
PC4> trace 30.59.3.1

Não há comunicação com o ISP

## 5. Cliente centro e Interligação

Tal como para os clientes do Sul, começou-se por implementar as interfaces

```
PC6>ip 30.56.0.1 255.255.255.0 (ou /24)
```

```
R17(config)# interface f0/0  
R17(config-if)# ip add 30.56.0.254 255.255.255.0
```

```
R17(config)# interface f1/1  
R17(config-if)# ip add 40.14.1.14 255.255.255.0
```

```
R17(config)# interface f1/1  
R17(config-if)# ip add 40.14.1.18 255.255.255.0
```

Loopback.

```
R17(config)# interface Loopback 1  
R17(config-if)# ip add 30.56.1.1 255.255.255.192
```

```
R17(config)# interface Loopback 2  
R17(config-if)# ip add 30.56.2.1 255.255.255.192
```

```
R17(config)# interface Loopback 1  
R17(config-if)# ip add 30.56.3.1 255.255.255.192
```

- a. R17#config t  
R17(config)#router rip  
R17(config-router)#version 2  
R17(config-router)#network 30.56.0.0  
R17(config-router)#network 40.14.1.16  
R17(config-router)#network 40.14.1.12  
R17(config-router)# no auto-summary

```
R10#config t
```

```
R10(config)#router rip
R10(config-router)#version 2
R10(config-router)# network 40.14.1.16
R10(config-router)# no auto-summary
```

```
R6#config t
R6(config)#router rip
R6(config-router)#version 2
R6(config-router)# network 40.14.1.12 255.255.255.252
R6(config-router)# no auto-summary
```

```
R10(config)#router rip
R10(config-router)#default-metric 10000
R10(config-router)#redistribute ospf 1
```

```
R10(config)#router ospf 1
R10(config-router)#default-metric 10
R10(config-router)#redistribute rip subnets
```

```
R6(config)#router rip
R6(config-router)#default-metric 6000
R6(config-router)#redistribute ospf 1
```

```
R6(config)#router ospf 1
R6(config-router)#default-metric 6
R6(config-router)#redistribute rip subnets
```

- b. É pedido que se verifique a captura de *packets* na ligação do R6 ao R17.
  - i. Inicializar a topologia
  - ii. Botão direito do rato sobre a ligação intendida
  - iii. Captura Wireshark



- ii. De seguida fazer *shutdown* à int f0/0 do R6 que liga ao R17.
  - R6(config)#int f0/0
  - R6(config-if)#shutdown
- iii. Fazer o mesmo *traceroute* e verificar a diferença
  - R8#traceroute 30.56.0.1

```
R8#trace 30.56.0.1

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 30.56.0.1

 0  10.10.108.2  48 msec  12 msec  16 msec
 1  40.14.1.18  80 msec  28 msec  56 msec
 2  *
 3  30.56.0.1  100 msec  80 msec
```

Visto que a ligação R6-R17 já não estava a ser preferida devido ao *loop* causado, o caminho escolhido é o mesmo, independentemente da int estar ativa ou não.

- f. Para garantir que a int f1/0 no R10 esta desligado para não haver *loops* deve-se voltar a ligar a int f0/0 no R6 para manter conectividade com o cliente centro. Desta maneira, “inverte-se” a situação anterior.
  - R6(config)#int f0/0
  - R6(config-if)#no shutdown
  - R10(config)#int 1/0
  - R10(config-if)#shutdown

Fazendo um ping de cada Router para o R17 verifica-se o esperado.

```
Jan  4 00:05:34.522: %SYS-5-CONFIG_1: Configured from console by co
R10#ping 10.14.1.18

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.14.1.18, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
R6#ping 40.14.1.14

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 40.14.1.14, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/27/40 ms
R6#
```

O link que antes não comunicava, após o fecho da alternativa, fica funcional.

## 6. Otimização das tabelas de encaminhamento

- a. Com o intuito de reduzir as tabelas de reencaminhamento ao máximo, como é sugerido no enunciado, decidiu-se que a área 2 ficaria como *Totally Stub Area*, resumindo todas as rotas exteriores a uma única default.

Em todos os routers interiores da área deve-se correr os comandos.

```
Rx(config)#router ospf 1
Rx(config-router)#area 2 stub
Rx(config-router)#end
```

De seguida nos ABRs acrescentar

```
Rx(config)#router ospf 1
Rx(config-router)#area 2 stub no-summary
Rx(config-router)#end
```

Verificam-se as rotas na tabela de *routing* do R1 – router interno da rede.

```
R1#sh ip routes
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 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, 00:00:20, FastEthernet0/1
C    10.12.119.0/30 is directly connected, Serial2/0
O    10.12.219.0/30 [110/7476] via 10.12.12.2, 00:04:10, FastEthernet0/1
C    10.255.1.1/32 is directly connected, Loopback0
O    30.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O    30.59.3.0 [110/7476] via 10.12.119.2, 00:04:40, Serial2/0
R1#
```

Novamente, no R7 verificam-se as rotas inter-área.

```
R7#sh ip route | i 0 IA
```

```
R7#sh ip route | i 0 IA
O IA    10.11.35.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:06:08, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.36.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:06:08, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.45.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:06:08, GigabitEthernet3/0
O IA    10.11.46.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:06:08, GigabitEthernet3/0
O IA    10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:06:08, GigabitEthernet4/0
O IA    10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:06:08, GigabitEthernet2/0
O IA    10.13.121.0/30 [110/30] via 10.10.107.2, 00:06:08, GigabitEthernet4/0
O IA    10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:06:08, GigabitEthernet4/0
O IA    30.59.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 00:06:08, GigabitEthernet2/0
O IA    30.59.2.0/24 [110/120] via 10.10.107.2, 00:06:08, GigabitEthernet4/0
R7#
```

Pensa-se ter faltado alguma configuração, não foi obtida comunicação com a área 2.

- b. Para a área 3 escolheu-se NSSA.
  - i. Supondo que tinha sido pensada como TSA.
  - ii. Mas foi criada uma ligação ao cliente Sul
  - iii. Faz sentido atribuir-se configuração NSSA.

Em todos os routers da área

```
Rx(config)#router ospf 1
Rx(config-router)#area 2 nssa
Rx(config-router)#end
```

R11#sh ip route

```

50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O E2   50.0.0.248 [110/20] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
40.0.0.0/30 is subnetted, 4 subnets
O E2   40.10.0.0 [110/20] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O E2   40.14.1.12 [110/6] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O E2   40.14.2.16 [110/12] via 10.13.121.2, 00:00:55, GigabitEthernet4/0
O E2   40.14.1.16 [110/6] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 16 subnets, 3 masks
O IA   10.11.35.0/30 [110/40] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O IA   10.11.36.0/30 [110/31] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O IA   10.11.45.0/30 [110/40] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O IA   10.11.46.0/30 [110/31] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O IA   10.10.57.0/30 [110/30] via 10.13.119.1, 00:00:55, GigabitEthernet3/0
O IA   10.10.68.0/30 [110/21] via 10.13.119.1, 00:01:21, GigabitEthernet3/0
O IA   10.10.79.0/30 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:21, GigabitEthernet3/0
O IA   10.10.89.0/30 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:22, GigabitEthernet3/0
C      10.13.90.0/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O IA   10.10.107.0/30 [110/30] via 10.13.121.2, 00:01:22, GigabitEthernet4/0
        [110/30] via 10.13.119.1, 00:01:22, GigabitEthernet3/0
O IA   10.10.108.0/30 [110/21] via 10.13.119.1, 00:01:22, GigabitEthernet3/0
C      10.13.119.0/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
C      10.13.121.0/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
O      10.13.120.0/30 [110/20] via 10.13.121.2, 00:01:23, GigabitEthernet4/0
C      10.255.11.11/32 is directly connected, Loopback0
O E2   10.255.5.5/32 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
30.0.0.0/8 is variably subnetted, 11 subnets, 2 masks
C      30.59.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O E2   30.58.0.0/26 [110/12] via 10.13.121.2, 00:01:23, GigabitEthernet4/0
O E2   30.56.2.0/24 [110/6] via 10.13.119.1, 00:01:23, GigabitEthernet3/0
O E2   30.56.3.0/24 [110/6] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
O E2   30.56.0.0/24 [110/6] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
O      30.59.2.0/24 [110/110] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O E2   30.57.0.0/24 [110/20] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
O E2   30.56.1.0/24 [110/6] via 10.13.119.1, 00:01:24, GigabitEthernet3/0
O E2   30.58.0.64/26 [110/12] via 10.13.121.2, 00:01:24, GigabitEthernet4/0
O E2   30.58.0.128/26 [110/12] via 10.13.121.2, 00:01:25, GigabitEthernet4/0
O E2   30.58.0.192/26 [110/12] via 10.13.121.2, 00:01:25, GigabitEthernet4/0
R11#
```



R7#sh ip route | i O IA

```
R7#sh ip route | i O IA
O IA 10.11.35.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:02:54, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.36.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:02:54, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.45.0/30 [110/20] via 10.10.57.1, 00:02:54, GigabitEthernet3/0
O IA 10.11.46.0/30 [110/30] via 10.10.57.1, 00:02:54, GigabitEthernet3/0
O IA 10.13.90.0/27 [110/110] via 10.10.107.2, 00:02:54, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.119.0/30 [110/20] via 10.10.79.2, 00:02:54, GigabitEthernet2/0
O IA 10.13.121.0/30 [110/30] via 10.10.107.2, 00:02:54, GigabitEthernet4/0
O IA 10.13.120.0/30 [110/20] via 10.10.107.2, 00:02:54, GigabitEthernet4/0
O IA 30.59.1.0/24 [110/120] via 10.10.79.2, 00:02:54, GigabitEthernet2/0
O IA 30.59.2.0/24 [110/120] via 10.10.107.2, 00:02:54, GigabitEthernet4/0
```

- 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). “
- e. Passa-se à sumarização de rotas externas no ISP. É pedida sumarização das redes dos clientes centro e sul. O mais simples é usar as gamas inicialmente oferecidas no enunciado para redes de clientes sul – 30.58.0.0/16 e para s redes do centro – 30.56.0.0/16. Desta maneira é garantido que as sub-redes do cliente centro e do cliente sul estão previstas.

Nos ASBRs que ligam com os clientes referidos, portanto R6, R10 e R12 faz-se a configuração necessária.

No R12 faz a sumarização do cliente Sul

```
R12(config-router)#summary-address 30.58.0.0 255.255.0.0
```

No R6, que é o ASBR de interligação ao Centro que está ativo, faz-se a sumarização do centro.

```
R6(config-router)#summary-address 30.56.0.0 255.255.0.0
```

Pode -se verificar na tabela de *routing* do R7 que foi aplicada a sumarização.

```
O E2 30.58.0.0/16 [110/12] via 10.10.107.2, 00:04:47, GigabitEthernet4/0
O E2 30.56.0.0/16 [110/6] via 10.10.107.2, 00:00:12, GigabitEthernet4/0
```

## Bibliografia

- Documentos de apoio da Disciplina e material fornecido pelo seu docente
- cisco.com
- freeccnaworkbook.com
- computernetworkingnotes.com
- networklessons.com