



Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas

## **Projeto de Planeamento e Configuração**

Rafael Tavares Ribeiro - 2019131989

Relatório no âmbito da Licenciatura de Engenharia Informática, para o projeto da unidade curricular de Encaminhamento de Dados, lecionada pelo Docente Amâncio Carlos Santos

junho de 2021

# Conteúdo

Introdução	3
1. Topologia Lógica	4
2. Mapa de endereçamento	5
3. Protocolos de encaminhamento	7
3.1. Análise do encaminhamento	7
4. Estratégias adotadas	8
5. Conectividade	9
Conclusão	10

# Introdução

Perante a unidade curricular de Encaminhamento de Dados, foi proposto aos alunos a realização de um projeto que visasse melhorar as suas competências em relação a esta disciplina e fosse capaz de dar a oportunidade aos mesmos de colocarem em prática os conteúdos lecionados nas aulas. Matérias como endereçamentos, sub-endereçamento, VLSM, túneis dinâmicos, protocolos de encaminhamento, multi-áreas, links virtuais e outras foram abordadas neste trabalho. Por consequência, neste relatório iram ser explicados, de maneira sucinta, estes aspetos e os meios utilizados para que os mesmos fossem concebidos.

O presente projeto propõe a configuração de uma rede de dados que seja alargada por diversas filiais representadas por nomes de cidades portuguesas conhecidas (Lisboa, Porto, Faro e Funchal) e ainda por uma sede que é apresentada como Coimbra. A mesma, para além de ser constituída por mais equipamentos, estabelece a ligação primária que possibilita uma ligação ao exterior. Para além desta, existe ainda uma ligação secundária que foi criada a partir de Lisboa. O setup escolhido para a realização deste projeto foi o da utilização do Cliente GNS3 na máquina host e do servidor GNS3 numa máquina virtual, onde os dois têm de funcionar em simultâneo.

De ter em conta que no presente relatório, quando mencionado “cada uma das filias”, o mesmo refere-se para as 4 cidades seguintes: Lisboa, Porto, Faro e Funchal. Já para a cidade de Coimbra, será sempre mencionado este mesmo nome, “Coimbra”, ou então “sede”.

# 1. Topologia Lógica

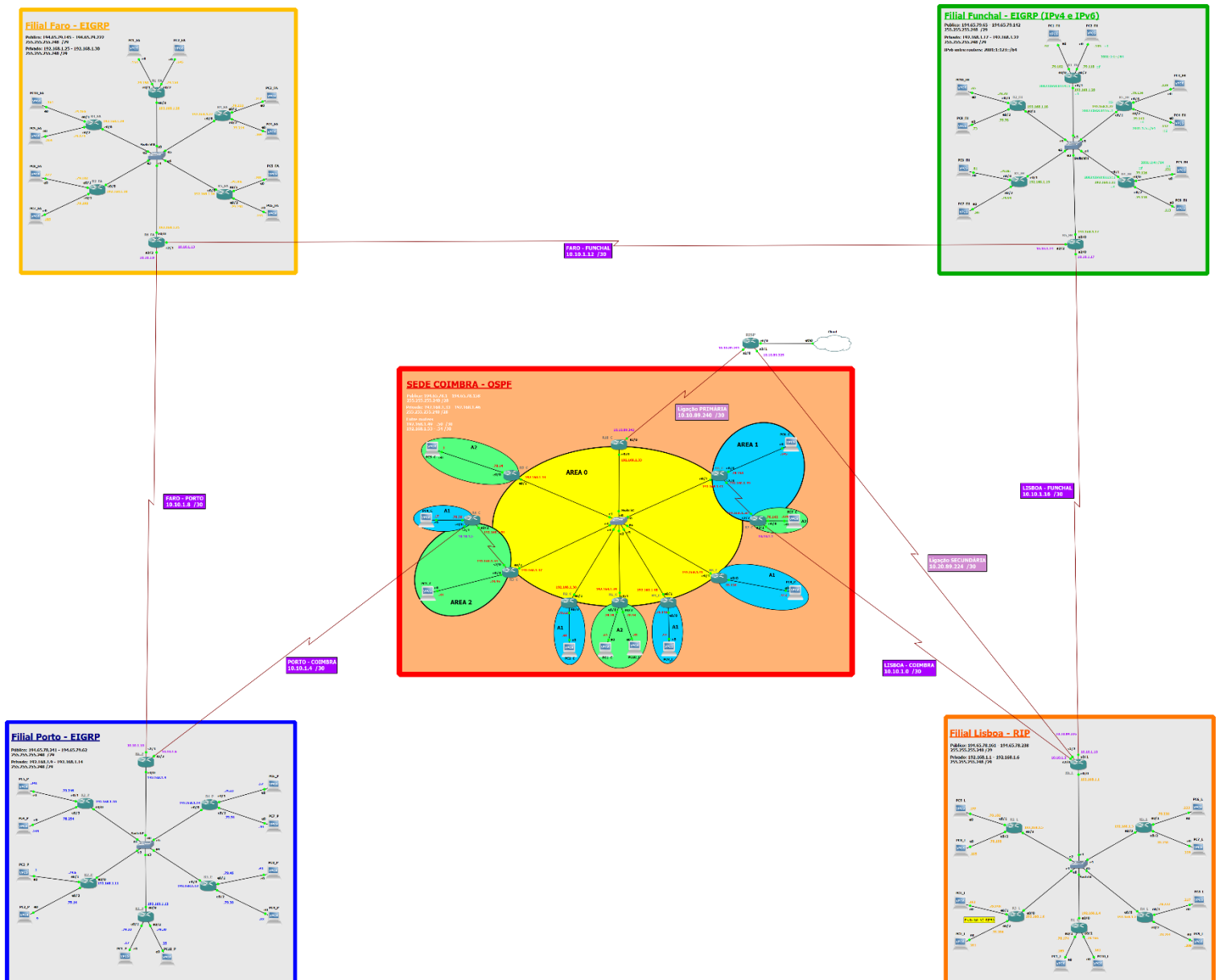


Figura 1 – topologia

Para a realização da topologia deste projeto, optou-se por criar uma espécie de quadrado, onde se aproveitou os extremos para representar cada uma das 4 filiais e o centro para Coimbra, visto que a mesma representa a sede e aloja o router que estabelece também a ligação primária. Todo este desenho leva a que seja mais fácil de “navegar” pela topologia e consequentemente, melhor percebê-la.

As 4 filiais estão representadas pelo seguinte conjunto de cores para melhor serem identificadas: laranja para Lisboa, azul para Porto, amarelo para Faro, verde para Funchal e por fim, vermelho para Coimbra. Para as filiais aplicaram-se 6 routers, sendo um deles usado apenas para a saída (sempre o 6º). Já para a sede usou-se 10, um deles para a ligação primária, outro para a ligação a Lisboa e ainda outro para a ligação ao Porto. Cada router e PC estão identificados por ordem numérica, seguido de uma letra que identifica a cidade a que pertencem (por exemplo, R6\_P e PC6\_P são o router e PC número 6 da filial do Porto).

Todos os endereços de cada equipamento estão identificados junto dos mesmos. A gama de endereços úteis (tanto públicos como privados) está também representada por baixo da identificação de cada filial. Para além disso, a rede que foi adotada para cada ligação entre filiais também está representada em caixas de cor roxa. As áreas usadas para o OSPF de Coimbra, para além de identificadas (por exemplo AREA 1, A1) estão também representadas com o seguinte conjunto de cores: amarelo para a área 0, azul-claro para a área 1 e verde para a área 2.

As imagens usadas para os equipamentos, foram as seguintes: para os routers a *i86bi-linux-l3-adventerprisek9-15.4.IT.bin*, para os switches optou-se por usar os que têm a designação de *Ethernet Switch* visto que os mesmos não prejudicam tanto a performance da máquina. Para os terminais, usou-se os *VPCS*, já que os mesmos não aumentavam em muito a percentagem de RAM e CPU da máquina. Foi utilizada uma cloud para a comunicação com o exterior.

## 2. Mapa de endereçamento

Identificação	Máscara	Rede	Primeiro Endereço	Último Endereço	Broadcast
Coimbra1	/28	194.65.78.0	194.65.78.1	194.65.78.14	194.65.78.15
Coimbra2	/28	194.65.78.16	194.65.78.17	194.65.78.30	194.65.78.31
Coimbra3	/28	194.65.78.32	194.65.78.33	194.65.78.46	194.65.78.47
Coimbra4	/28	194.65.78.48	194.65.78.49	194.65.78.62	194.65.78.63
Coimbra5	/28	194.65.78.64	194.65.78.65	194.65.78.78	194.65.78.79
Coimbra6	/28	194.65.78.80	194.65.78.81	194.65.78.94	194.65.78.95
Coimbra7	/28	194.65.78.96	194.65.78.97	194.65.78.110	194.65.78.111
Coimbra8	/28	194.65.78.112	194.65.78.113	194.65.78.126	194.65.78.127
Coimbra9	/28	194.65.78.128	194.65.78.129	194.65.78.142	194.65.78.143
Coimbra10	/28	194.65.78.144	194.65.78.145	194.65.78.158	194.65.78.159
Lisboa1	/29	194.65.78.160	194.65.78.161	194.65.78.166	194.65.78.167
Lisboa2	/29	194.65.78.168	194.65.78.169	194.65.78.174	194.65.78.175
Lisboa3	/29	194.65.78.176	194.65.78.177	194.65.78.182	194.65.78.183
Lisboa4	/29	194.65.78.184	194.65.78.185	194.65.78.190	194.65.78.191
Lisboa5	/29	194.65.78.192	194.65.78.193	194.65.78.198	194.65.78.199
Lisboa6	/29	194.65.78.200	194.65.78.201	194.65.78.206	194.65.78.207
Lisboa7	/29	194.65.78.208	194.65.78.209	194.65.78.214	194.65.78.215
Lisboa8	/29	194.65.78.216	194.65.78.217	194.65.78.222	194.65.78.223
Lisboa9	/29	194.65.78.224	194.65.78.225	194.65.78.230	194.65.78.231
Lisboa10	/29	194.65.78.232	194.65.78.233	194.65.78.238	194.65.78.239
Porto1	/29	194.65.78.240	194.65.78.241	194.65.78.246	194.65.78.247
Porto2	/29	194.65.78.248	194.65.78.249	194.65.78.254	194.65.78.255
Porto3	/29	194.65.79.0	194.65.79.1	194.65.79.6	194.65.79.7
Porto4	/29	194.65.79.8	194.65.79.9	194.65.79.14	194.65.79.15
Porto5	/29	194.65.79.16	194.65.79.17	194.65.79.22	194.65.79.23
Porto6	/29	194.65.79.24	194.65.79.25	194.65.79.30	194.65.79.31
Porto7	/29	194.65.79.32	194.65.79.33	194.65.79.38	194.65.79.39
Porto8	/29	194.65.79.40	194.65.79.41	194.65.79.46	194.65.79.47
Porto9	/29	194.65.79.48	194.65.79.49	194.65.79.54	194.65.79.55
Porto10	/29	194.65.79.56	194.65.79.57	194.65.79.62	194.65.79.63
Funchal1	/29	194.65.79.64	194.65.79.65	194.65.79.70	194.65.79.71
Funchal2	/29	194.65.79.72	194.65.79.73	194.65.79.78	194.65.79.79
Funchal3	/29	194.65.79.80	194.65.79.81	194.65.79.86	194.65.79.87
Funchal4	/29	194.65.79.88	194.65.79.89	194.65.79.94	194.65.79.95
Funchal5	/29	194.65.79.96	194.65.79.97	194.65.79.102	194.65.79.103
Funchal6	/29	194.65.79.104	194.65.79.105	194.65.79.110	194.65.79.111
Funchal7	/29	194.65.79.112	194.65.79.113	194.65.79.118	194.65.79.119
Funchal8	/29	194.65.79.120	194.65.79.121	194.65.79.126	194.65.79.127
Funchal9	/29	194.65.79.128	194.65.79.129	194.65.79.134	194.65.79.135
Funchal10	/29	194.65.79.136	194.65.79.137	194.65.79.142	194.65.79.143
Faro1	/29	194.65.79.144	194.65.79.145	194.65.79.150	194.65.79.151
Faro2	/29	194.65.79.152	194.65.79.153	194.65.79.158	194.65.79.159
Faro3	/29	194.65.79.160	194.65.79.161	194.65.79.166	194.65.79.167
Faro4	/29	194.65.79.168	194.65.79.169	194.65.79.174	194.65.79.175
Faro5	/29	194.65.79.176	194.65.79.177	194.65.79.182	194.65.79.183
Faro6	/29	194.65.79.184	194.65.79.185	194.65.79.190	194.65.79.191
Faro7	/29	194.65.79.192	194.65.79.193	194.65.79.198	194.65.79.199
Faro8	/29	194.65.79.200	194.65.79.201	194.65.79.206	194.65.79.207
Faro9	/29	194.65.79.208	194.65.79.209	194.65.79.214	194.65.79.215
Faro10	/29	194.65.79.216	194.65.79.217	194.65.79.222	194.65.79.223

Como é possível de ser verificado a partir da tabela anterior, para o endereçamento interno de cada uma das filiais e sede, foi calculado a partir do VLSM, cada uma das 10 sub-redes das mesmas, ou seja, as ligações router-vpcs representadas na topologia.

Com isto, a partir do endereço público 194.65.78.0 e posteriormente 194.65.79.0, foi atribuído para cada uma das 4 filiais e para cada uma das 10 sub-redes, uma rede com uma máscara /29, visto que a mesma disponibiliza 6 hosts

úteis, o suficiente para este projeto. Já para Coimbra, considerou-se usar uma máscara /28 para cada uma das 10 sub-redes, dado que a mesma representa uma sede e sendo assim 14 hosts úteis já oferecem mais soluções.

O endereçamento usado para as ligações entre os 6 routers de cada filial e os 10 routers da sede, foi o 192.168.1.x, um endereço privado, no qual a máscara foi sendo adaptada tendo em conta cada cidade. Para uma melhor representação, a tabela seguinte demonstra o endereçamento privado usado em cada cidade para a ligação entre routers das mesmas, onde “Coimbra B” e “Coimbra C” representam as ligações entre os routers R6\_C-R7\_C e R3\_C-R4\_C, respetivamente.

Filial	Rede	Úteis	Máscara
Coimbra	192.168.1.32 - 192.168.1.47	192.168.1.33 - 192.168.1.46	/28
Coimbra B	192.168.1.48 - 192.168.1.51	192.168.1.49 - 192.168.1.50	/30
Coimbra C	192.168.1.52 - 192.168.1.55	192.168.1.53 - 192.168.1.54	/30
Lisboa	192.168.1.0 - 192.168.1.7	192.168.1.1 - 192.168.1.6	/29
Porto	192.168.1.8 - 192.168.1.15	192.168.1.9 - 192.168.1.14	/29
Funchal	192.168.1.16 - 192.168.1.23	192.168.1.17 - 192.168.1.22	/29
Faro	192.168.1.24 - 192.168.1.31	192.168.1.25 - 192.168.1.30	/29

Nas ligações mencionadas anteriormente (Coimbra B e C), foi usada uma máscara /30, visto ser apenas uma ligação entre 2 routers e a mesma é o suficiente. Já para as ligações nas filiais, foi usada uma /29, uma vez que a mesma oferece 6 hosts e como cada filial contém o mesmo número de routers, é o suficiente para esta questão.

Para as restantes ligações entre os routers de Coimbra que ainda não foram mencionadas, foi usada uma máscara /28, dado a importância desta cidade neste projeto e considerou-se por bem usar uma máscara que oferecesse mais hosts. Com isto, todas estas decisões foram tomadas a pensar na “poupança” de endereços.

Para as ligações entre filiais, foi usado o endereço privado 10.10.1.x com uma máscara /30, visto que é o suficiente para uma ligação entre os 2 routers de cada filial. Para a ligação primária foi usado o 10.10.89.240 e para a secundária, o 10.20.89.224, ambas com máscara /30. Todas estas ligações estão representadas a roxo/lilás na topologia.

## 3. Protocolos de encaminhamento

Foram usados 3 protocolos de encaminhamento diferentes neste trabalho. O RIP (version 2) em Lisboa, EIGRP usado no Porto, Faro e Funchal (neste último, para IPv4 e IPv6) e OSPF para Coimbra, onde foram criadas 3 áreas com 2 links virtuais. Tanto para as filiais como para a sede, em todos os routers que possuísssem pelo menos uma ligação a um terminal, foi colocado o **passive-interface** nas portas que estabelecessem as ligações aos VPCS.

Também em todos os routers foi colocada a autenticação MD5 e ainda uma chave. Foi feito o comando **no auto-summary** em cada protocolo para evitar a criação de rotas *classfull* que prejudicariam a performance da rede. Consequentemente, foram colocadas as *discard routes* para a criação das rotas “null0”.

Visto que existem ligações entre filiais/sede que utilizam protocolos diferentes entre si, foi necessário adotar uma estratégia para as diferentes cidades conseguirem comunicar. Com isto, para existir comunicação entre Lisboa (RIP) - Coimbra (OSPF) foi necessário colocar o protocolo RIP no router de Coimbra que faz a ligação a Lisboa, adicionando no mesmo a network que faz a ligação privada entre estas duas cidades. Assim, as estratégias adotadas para os restantes casos foram semelhantes, onde para a ligação Lisboa (RIP) - Funchal (EIGRP), colocou-se EIGRP no router de Lisboa, para Porto (EIGRP) - Coimbra (OSPF), foi colocado EIGRP no router de Coimbra. Nestes casos foi sempre colocada a respetiva redistribuição. Para situações em que as filiais utilizam o mesmo protocolo, apenas foi necessário acrescentar em cada um dos routers e no respetivo protocolo, a network 10.10.1.x usada em questão.

### 3.1. Análise do encaminhamento

Em seguida, conseguimos ver excertos do encaminhamento de um router de cada filial e da sede.

#### Router R5\_FA, Faro

```
D*EX 0.0.0.0/0 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:22, Ethernet0/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
D EX 10.10.1.0 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:34, Ethernet0/0
D 10.10.1.4 [90/10601] via 192.168.1.25, 04:20:13, Ethernet0/0
D 10.10.1.8 [90/8601] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 10.10.1.12 [90/3103] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 10.10.1.16 [90/10601] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D EX 10.10.89.224 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:34, Ethernet0/0

194.65.78.0/24 is variably subnetted, 23 subnets, 3 masks
S 194.65.78.0/24 is directly connected, Null0
D EX 194.65.78.0/28 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:29, Ethernet0/0
D EX 194.65.78.16/28 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:20:10, Ethernet0/0
D EX 194.65.78.32/28 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:20:10, Ethernet0/0
D EX 194.65.78.48/28 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:29, Ethernet0/0

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 5 masks
S 192.168.1.0/24 is directly connected, Null0
D EX 192.168.1.0/29 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:34, Ethernet0/0
D 192.168.1.8/29 [90/8701] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 192.168.1.16/29 [90/3203] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
C 192.168.1.24/29 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.1.26/32 is directly connected, Ethernet0/0
D EX 192.168.1.32/28 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:20:05, Ethernet0/0
D EX 192.168.1.48/30 [170/16139] via 192.168.1.25, 04:19:34, Ethernet0/0

194.65.79.0/24 is variably subnetted, 31 subnets, 3 masks
S 194.65.79.0/24 is directly connected, Null0
D 194.65.79.0/29 [90/8801] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 194.65.79.8/29 [90/8801] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 194.65.79.16/29 [90/8801] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
D 194.65.79.24/29 [90/8801] via 192.168.1.25, 04:20:28, Ethernet0/0
```

#### Router R5\_L, Lisboa

```
R* 0.0.0.0/0 [120/11] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
R 10.10.1.0 [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 10.10.1.4 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 10.10.1.8 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 10.10.1.12 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0

194.65.78.0/24 is variably subnetted, 25 subnets, 4 masks
S 194.65.78.0/24 is directly connected, Null0
R 194.65.78.0/28 [120/11] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 194.65.78.16/28 [120/11] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 5 masks
S 192.168.1.0/24 is directly connected, Null0
C 192.168.1.0/29 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.1.3/32 is directly connected, Ethernet0/0
R 192.168.1.8/29 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 192.168.1.16/29 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0

194.65.79.0/24 is variably subnetted, 29 subnets, 2 masks
S 194.65.79.0/24 is directly connected, Null0
R 194.65.79.0/29 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 194.65.79.8/29 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
R 194.65.79.16/29 [120/3] via 192.168.1.1, 00:00:08, Ethernet0/0
```

#### Router R5\_P, Porto

```
D*EX 0.0.0.0/0 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:26:41, Ethernet0/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
D EX 10.10.1.0 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:26:41, Ethernet0/0
D 10.10.1.4 [90/8601] via 192.168.1.9, 04:27:20, Ethernet0/0
D 10.10.1.8 [90/3103] via 192.168.1.9, 04:27:45, Ethernet0/0
D 10.10.1.12 [90/5103] via 192.168.1.9, 04:27:44, Ethernet0/0

194.65.78.0/24 is variably subnetted, 23 subnets, 3 masks
S 194.65.78.0/24 is directly connected, Null0
D EX 194.65.78.0/28 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:26:36, Ethernet0/0
D EX 194.65.78.16/28 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:27:17, Ethernet0/0
D EX 194.65.78.32/28 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:27:17, Ethernet0/0

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 5 masks
S 192.168.1.0/24 is directly connected, Null0
D EX 192.168.1.0/29 [170/14139] via 192.168.1.9, 04:26:41, Ethernet0/0
C 192.168.1.8/29 is directly connected, Ethernet0/0
L 192.168.1.13/32 is directly connected, Ethernet0/0

194.65.79.0/24 is variably subnetted, 31 subnets, 3 masks
S 194.65.79.0/24 is directly connected, Null0
D 194.65.79.0/29 [90/1203] via 192.168.1.11, 04:27:45, Ethernet0/0
D 194.65.79.8/29 [90/1203] via 192.168.1.11, 04:27:45, Ethernet0/0
D 194.65.79.16/29 [90/1203] via 192.168.1.12, 04:27:47, Ethernet0/0
```

#### Router R5\_FH, Funchal

```
D*EX 0.0.0.0/0 [170/14139] via 192.168.1.17, 04:31:34, Ethernet0/1
10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
D EX 10.10.1.0 [170/14139] via 192.168.1.17, 04:32:39, Ethernet0/1
D 10.10.1.4 [90/12601] via 192.168.1.17, 04:32:25, Ethernet0/1

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 5 masks
S 192.168.1.0/24 is directly connected, Null0
D EX 192.168.1.0/29 [170/14139] via 192.168.1.17, 04:32:39, Ethernet0/1
D 192.168.1.8/29 [90/10701] via 192.168.1.17, 04:32:50, Ethernet0/1
C 192.168.1.16/29 is directly connected, Ethernet0/1
```

#### Router R5\_C, Coimbra

```
O*E1 0.0.0.0/0 [110/11] via 192.168.1.33, 04:36:36, Ethernet0/1
10.0.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
O E2 10.10.1.0 [110/20] via 192.168.1.42, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 10.10.1.4 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 10.10.1.8 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1

194.65.78.0/24 is variably subnetted, 24 subnets, 4 masks
O E2 194.65.78.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
C 194.65.78.0/28 is directly connected, Ethernet0/0
L 194.65.78.14/32 is directly connected, Ethernet0/0
O IA 194.65.78.16/28 [110/84] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O IA 194.65.78.32/28 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1

192.168.1.0/24 is variably subnetted, 9 subnets, 5 masks
O E2 192.168.1.0/24 [110/20] via 192.168.1.42, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 192.168.1.0/29 [110/20] via 192.168.1.42, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 192.168.1.8/29 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 192.168.1.16/29 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1

194.65.79.0/24 is variably subnetted, 29 subnets, 2 masks
O E2 194.65.79.0/24 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 194.65.79.0/29 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 194.65.79.8/29 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
O E2 194.65.79.16/29 [110/20] via 192.168.1.37, 04:36:36, Ethernet0/1
```

## 4. Estratégias adotadas

Para a realização dos diversos requisitos do projeto, foram adotadas diversas estratégias. Em seguida, de forma sucinta, será explicado o que foi realizado para a execução dos aspetos mais relevantes.

**Prefix list:** a mesma foi realizada no router 3 de Lisboa (R3\_L) e foi então necessário negar os pacotes para a rede 194.65.78.160. Perante isto, também foi essencial permitir os pacotes de todas as outras redes, usando para isso o comando: `ip prefix-list NO_RIPR3 seq 10 permit 0.0.0.0/0 le 32`. A prefix list tem o nome de “NO\_RIPR3”.

**Ligação primária:** para que fosse possível “obrigar” a que todos os routers utilizassem esta ligação de forma preferencial, colocou-se no router de saída de Coimbra (ligado ao RISP) o seguinte comando no OSPF: `default-information originate metric type 1`. Assim, todos os outros routers da sede sabem que é este o router de saída e é para lá que têm de encaminhar os pacotes com destino ao exterior. Para além disto, acrescentou-se no RISP as rotas para os endereços públicos da rede.

**Ligação Secundária:** aqui também foi necessário colocar no RISP as rotas para os endereços públicos (194.65.78.0 e .79.0) mas desta vez com uma métrica maior. Com isto, esta ligação representa um salto maior e é preterida em relação à primária. Exemplo do comando: `ip route 194.65.78.0 255.255.255.0 s2/1 2`. Acrescentou-se também uma default route no router de saída de Lisboa, o R6\_L, visto que é este que estabelece a ligação secundária. No entanto, esta rota teve de ser acompanhada por uma métrica maior que 120, para esta ter um salto maior que o do RIP. Comando: `ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.10.89.225 121`. Para além disto, foi necessário colocar o comando `default-information originate` no OSPF do router R7\_C, ou seja, o router de Coimbra que se liga a Lisboa. Assim, sempre que a ligação primária for interrompida, todos os routers da sede ficam a saber que passa a ser este o router de saída, visto que é ele que encaminha para a ligação secundária.

**IPv6 Funchal:** para além do endereçamento IPv4, nesta filial foi também implementado o IPv6 nos routers 1, 4 e 5 e adicionado igualmente um endereço IPv6 a um PC de cada um desses routers, ou seja, no PC2\_FH, PC4\_FH e PC5\_FH. O protocolo usado foi o EIGRP também para IPv6 e foram escolhidos os túneis dinâmicos, com por exemplo o endereço 2002:C0A8:0114::1/64, onde C0A8:0114 representa 192(C0).168(A8).1(01).20(14), mas em hexadecimal.

**Links Virtuais:** dado o desenho concebido em Coimbra e visto que o mesmo, no OSPF, apresenta 3 áreas, foi necessário criar 2 links virtuais. Um entre o router 3 e 4 pela área 2 e outro entre o router 6 e 7 pela área 1.

**Ligações com velocidades específicas:** a ligação secundária, a ligação da sede para a Internet e as ligações entre filiais devem possuir velocidades estabelecidas, ou seja, 50 Mbps, 1 Gbps e 100 Mbps, respetivamente. Para isso, o seguinte comando ilustra como o mesmo aspeto foi resolvido: `conf t, int s2/2, bandwidth 50000`, neste caso para a ligação secundária, comando este que foi colocado no router (e respetiva interface) que estabelecia a mesma, no R6\_L.

**Funcionalidades extra:** para além dos pedidos que constavam no enunciado do projeto, no router número 8 de Coimbra, o R8\_C, colocou-se uma área STUB. Esta é fechada, mas aceita rotas de outras áreas, ou seja, rotas inter-área, porém não aceita rotas exteriores.

Para além dos pontos referidos anteriormente, acrescentou-se uma **interface de loopback no RISP** para efeitos de teste. Todos os routers permitem **acesso remoto por telnet** a apenas uma sessão com a password “cisco”. Todas as **palavras-passes encontram-se encriptadas** com o `service password-encryption`. Em todos os routers, no momento da ligação, é **apresentada uma mensagem** (message of the day) que representa a filial em questão (ou sede) e ainda o número atribuído ao router. Nos casos de routers de saída ou que estabelecem ligações, o mesmo também é mencionado.



## 5. Conectividade

Para demonstrar a conectividade entre toda a rede e para com o exterior, testou-se o envio de pacotes do Funchal para todas as filiais e ainda para o exterior, primeiro pela saída primária, depois pela secundária. Nas outras cidades também se fez os restantes testes.

### Do Funchal para as filiais, sede e exterior

```
PC6_FH> ping 194.65.78.233 ➡ Para Lisboa
84 bytes from 194.65.78.233 icmp_seq=1 ttl=60 time=12.825 ms
84 bytes from 194.65.78.233 icmp_seq=2 ttl=60 time=8.164 ms
^C
PC6_FH> ping 194.65.79.57 ➡ Para Porto
84 bytes from 194.65.79.57 icmp_seq=1 ttl=59 time=24.540 ms
84 bytes from 194.65.79.57 icmp_seq=2 ttl=59 time=22.180 ms
^C
PC6_FH> ping 194.65.79.217 ➡ Para Faro
84 bytes from 194.65.79.217 icmp_seq=1 ttl=60 time=14.245 ms
84 bytes from 194.65.79.217 icmp_seq=2 ttl=60 time=13.206 ms
^C
PC6_FH> ping 194.65.78.233
84 bytes from 194.65.78.233 icmp_seq=1 ttl=60 time=10.807 ms
84 bytes from 194.65.78.233 icmp_seq=2 ttl=60 time=11.180 ms
^C
PC6_FH> trace 1.1.1.1 ➡ Para o exterior pela saída primária
trace to 1.1.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  194.65.79.118  1.989 ms  0.485 ms  0.390 ms
 2  192.168.1.17  9.711 ms  0.925 ms  0.534 ms
 3  10.10.1.18    7.678 ms  8.157 ms  7.938 ms
 4  10.10.1.1     33.374 ms 25.819 ms 20.478 ms
 5  192.168.1.49  28.150 ms 21.552 ms 22.579 ms
 6  192.168.1.33  31.320 ms 28.980 ms 21.333 ms
 7  10.10.89.241  32.387 ms 31.963 ms 34.346 ms
 8  10.0.2.2      25.386 ms 30.191 ms 30.319 ms
PC6_FH> trace 1.1.1.1 ➡ Para o exterior pela saída secundária
trace to 1.1.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  194.65.79.118  0.447 ms  0.398 ms  0.344 ms
 2  192.168.1.17  4.071 ms  0.675 ms  0.727 ms
 3  10.10.1.18    5.914 ms  6.662 ms  6.801 ms
 4  10.10.89.225  18.956 ms 15.406 ms 12.551 ms
 5  10.0.2.2      17.780 ms 15.305 ms 17.444 ms
 6  * * *
 7  * * *
^C 8
PC6_FH> ping 194.65.78.33 ➡ Para Coimbra
84 bytes from 194.65.78.33 icmp_seq=1 ttl=58 time=28.145 ms
84 bytes from 194.65.78.33 icmp_seq=2 ttl=58 time=27.331 ms
^C
PC6_FH> ■
```

### De Lisboa para as restantes filiais e sede

```
PC6_L> ping 194.65.79.57 ➡ Para Porto
84 bytes from 194.65.79.57 icmp_seq=1 ttl=58 time=28.273 ms
84 bytes from 194.65.79.57 icmp_seq=2 ttl=58 time=18.876 ms
^C
PC6_L> ping 194.65.79.209 ➡ Para Faro
84 bytes from 194.65.79.209 icmp_seq=1 ttl=59 time=22.090 ms
84 bytes from 194.65.79.209 icmp_seq=2 ttl=59 time=18.206 ms
^C
PC6_L> ping 194.65.78.17 ➡ Para Coimbra
84 bytes from 194.65.78.17 icmp_seq=1 ttl=58 time=27.086 ms
84 bytes from 194.65.78.17 icmp_seq=2 ttl=58 time=29.519 ms
^C
```

### Do Porto para as restantes filiais e sede

```
PC6_P> ping 194.65.79.201 ➡ Para Faro
84 bytes from 194.65.79.201 icmp_seq=1 ttl=60 time=13.932 ms
84 bytes from 194.65.79.201 icmp_seq=2 ttl=60 time=11.700 ms
^C
PC6_P> ping 194.65.78.49 ➡ Para Coimbra
84 bytes from 194.65.78.49 icmp_seq=1 ttl=59 time=24.068 ms
84 bytes from 194.65.78.49 icmp_seq=2 ttl=59 time=20.443 ms
^C
PC6_P> ■
```

De notar que não foi necessário testar, por exemplo, do Porto para Funchal. Ao realizar um **ping** de Funchal para Faro, este comando apenas funciona se os pacotes forem enviados e recebidos nas duas direções, portanto situações como esta não estão apresentadas em cima, tais como testes com Faro e Coimbra, visto que as mesmas receberam os pacotes de todas as outras filiais.

A conectividade com o exterior apenas está representada a partir do Porto, no entanto, a mesma funciona em todas as filiais, mas apenas a partir de PCs, visto que não seria necessário um router “pingar” o exterior. Para a ligação secundária ser testada, apenas é necessário desligar a saída do router de Coimbra que faz a ligação primária, ou seja, no R10\_C na porta s2/0. Por vezes, foi necessário esperar uns breves minutos para a saída secundária funcionar.

Também é possível “pingar” a interface de **loopback** a partir de qualquer PC da rede.

## Conclusão

A realização deste projeto serviu para uma excelente preparação e uma grande recolha de conhecimentos base que vão desde entender uma rede alargada, como organizá-la e percebê-la e até ao ganho de práticas sobre cada um dos tipos de protocolos aqui abordados. Com isto, foi essencial entender como os mesmos funcionam e em que situações se devem aplicar.

Todos os cálculos do VLSM e sub-endereçamento, tanto para as redes públicas, como para as privadas, onde foi necessário entender também que tipos de máscaras devem ser aplicadas, foram essenciais para terminar este trabalho com mais prática e sabedoria em relação a estes assuntos.

O projeto, apesar de ter sido realizado num Cliente GNS3 separado do servidor (que corria numa máquina virtual à parte), foi testado também na máquina virtual disponibilizada pelo docente da unidade curricular, que já inclui as duas ferramentas. No entanto, a porta “eth0” não era reconhecida na cloud, visto que “eth0” refere-se à porta que se usou no setup mencionado inicialmente. Por isso, foi necessário trocar de cloud, colocando uma nova e depois disto já é apresentada a porta “enp0s17”. Depois disto, usando essa mesma interface, é possível estabelecer todas as conexões com o exterior.