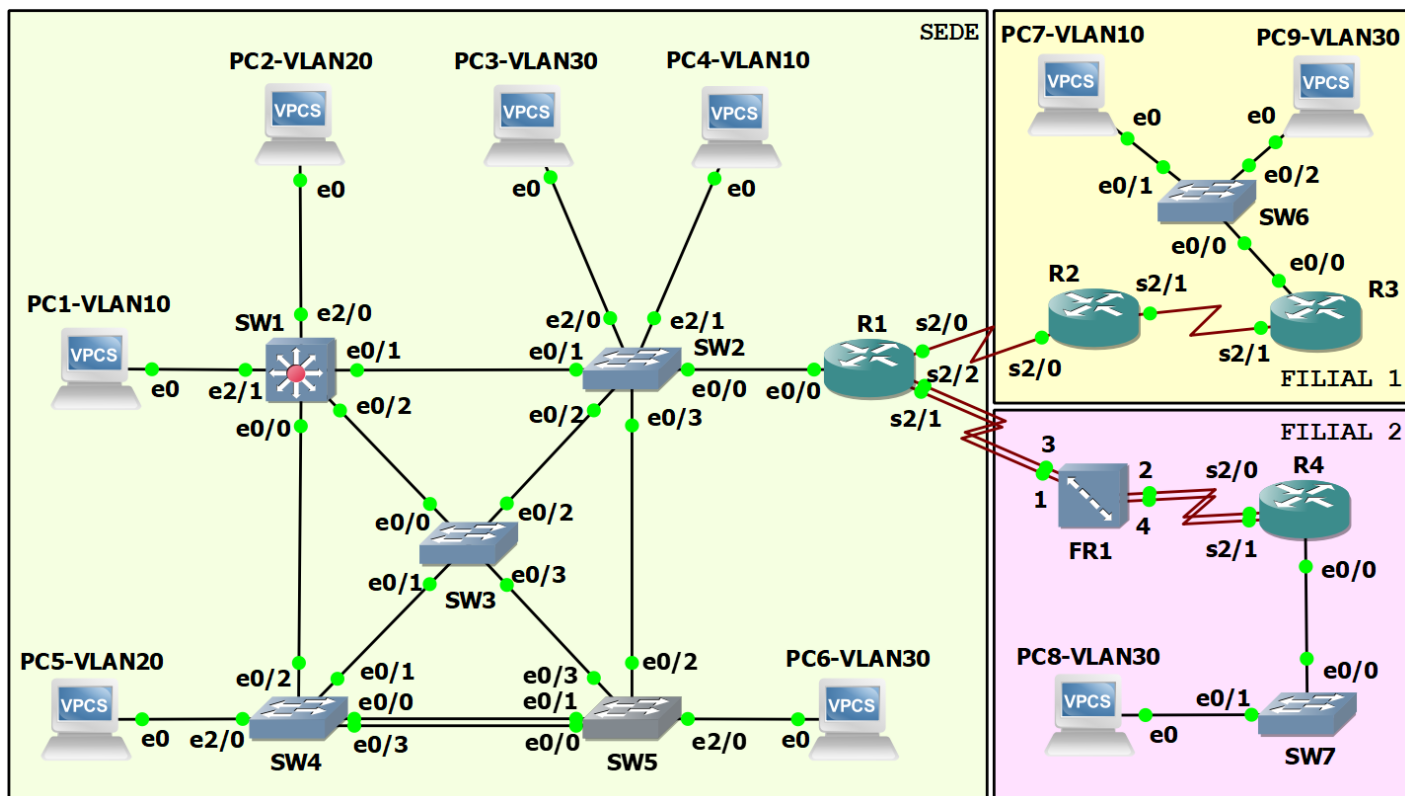


Considere o seguinte diagrama de rede, correspondente a uma empresa ligada a duas filiais.



Atente nos seguintes pressupostos:

- O endereçamento das VLANs 10, 20 e 30 é público e contíguo.
- Na sede, todos os equipamentos ativos de rede possuem um endereço da VLAN nativa 99, onde o tráfego circula sem marcação.
- É utilizado, em toda a empresa, encaminhamento dinâmico OSPF sem autenticação.
- O tráfego SW1–R1 é suportado pela VLAN 99, cujo endereçamento é privado.
- A VLAN 20 é encaminhada pelo *router* R1, enquanto que as VLANs 10 e 30 são encaminhadas pelo *switch-router* SW1.
- O comutador Frame Relay encontra-se configurado conforme a figura ao lado.
- Considere a seguinte tabela, onde se apresenta, para cada *switch* da sede, os endereços MAC e as prioridades em todas as VLANs.
- A ligação R1–R2–R3 é suportada em MPLS.

Mapping	
Port:DLCI	Port:DLCI
1:102	2:201
3:304	4:403

Switch	MAC	Priority
SW1	aabb.cc80.0100	24576
SW2	aabb.cc80.0200	28672
SW3	aabb.cc80.0300	28672
SW4	aabb.cc80.0400	20480
SW5	aabb.cc80.0500	16384

- ix) Entre R1–R3 encontram-se configurados dois circuitos AToM, respeitantes às VLANs 10 e 30.
- x) As ligações Frame Relay R1–R4 são suportadas em Multilink PPP over FR, com autenticação PAP e com compressão MPPC.
- xi) A tabela de encaminhamento do *router* R1 contém a seguinte informação:

```

      100.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 4 masks
O      100.100.100.0/26 [110/11] via 192.168.1.1, 00:40:31, Ethernet0/0.99
O      100.100.100.64/28 [110/11] via 192.168.14.4, 00:26:55, Multilink1
O      100.100.100.80/28 [110/11] via 192.168.1.1, 00:40:31, Ethernet0/0.99
C      100.100.100.96/27 is directly connected, Ethernet0/0.20
L      100.100.100.126/32 is directly connected, Ethernet0/0.20
      192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0/0.99
L      192.168.1.11/32 is directly connected, Ethernet0/0.99
      192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
L      192.168.12.1/32 is directly connected, Serial2/0
      192.168.14.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C      192.168.14.0/24 is directly connected, Multilink1
L      192.168.14.1/32 is directly connected, Multilink1
C      192.168.14.4/32 is directly connected, Multilink1
O      192.168.23.0/24 [110/128] via 192.168.12.2, 00:41:42, Serial2/0

```

- xii) O comando “R2#sh mpls ldp bindings” contém a seguinte informação:

```

lib entry: 1.1.1.1/32, rev 8
    local binding: label: 200
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 302
lib entry: 2.2.2.2/32, rev 2
    local binding: label: imp-null
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 109
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 306
lib entry: 3.3.3.3/32, rev 18
    local binding: label: 203
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 108
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: imp-null
lib entry: 100.100.100.0/26, rev 27
    local binding: label: 209
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 113
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 312
lib entry: 100.100.100.64/28, rev 21
    local binding: label: 206
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 110
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 309
lib entry: 100.100.100.80/28, rev 26
    local binding: label: 208
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 112
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 311
lib entry: 100.100.100.96/27, rev 12
    local binding: label: 202
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 305
lib entry: 192.168.1.0/24, rev 10
    local binding: label: 201
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 304
lib entry: 192.168.12.0/24, rev 4
    local binding: label: imp-null
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 303
lib entry: 192.168.14.0/24, rev 19
    local binding: label: 204
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: 307
lib entry: 192.168.23.0/24, rev 6
    local binding: label: imp-null

```

```
remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 105
remote binding: lsr: 3.3.3.3:0, label: imp-null
```

xiii) O comando “R1#sh mpls l2transport binding “ produz o seguinte relatório:

```
Destination Address: 3.3.3.3,VC ID: 10
Local Label: 100
Remote Label: 300
Destination Address: 3.3.3.3,VC ID: 30
Local Label: 101
Remote Label: 301
```

Desenvolva as seguintes questões:

- [5%] **1.** Apresente o endereçamento de toda a empresa, apresentando, numa tabela, os endereços de rede e respectiva máscara.
- [15%] **2.** Programe as interfaces e o encaminhamento do *router* R1.
- [10%] **3.** Programe as interfaces e o encaminhamento do *switch-router* SW1.
- [10%] **4.** Indique as alterações necessárias na presente topologia para a existência de um circuito AToM entre R1–R3 na VLAN 20.
- [10%] **5.** Indique quais as portas que se encontram bloqueadas pelo protocolo *spanning-tree* referente à VLAN 99. Apresente o seu raciocínio.
- [10%] **6.** Refira-se aos efeitos decorrentes da aplicação do seguinte comando no *switch-router* SW1:
- ```
SW1(config)#interface Ethernet2/0
SW1(config-if)#switchport port-security
SW1(config-if)#switchport port-security mac-address sticky
```
- [10%]      **7.**    Considere o tráfego do terminal PC4-VLAN10 para o terminal PC8-VLAN30. Indique o percurso dos quadros entre os diversos equipamentos ativos, indicando a respetiva marcação.
- [10%]      **8.**    Preencha a tabela abaixo com os rótulos MPLS existentes nas ligações R1–R2–R3, referentes ao tráfego assinalado.

| Link  | Origem                      | Destino                     | Labels MPLS |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| R1-R2 | PC2-VLAN20 (100.100.100.97) | PC9-VLAN30 (100.100.100.83) | ???         |
| R1-R2 | PC9-VLAN30 (100.100.100.83) | PC2-VLAN20 (100.100.100.97) | ???         |
| R2-R3 | PC1-VLAN10 (100.100.100.1)  | PC7-VLAN10 (100.100.100.3)  | ???         |
| R2-R3 | PC7-VLAN10 (100.100.100.3)  | PC1-VLAN10 (100.100.100.1)  | ???         |

- [10%]      **9.**    Indique como poderia monitorizar o tráfego da alínea anterior, i.e., nos links R1–R2 e R2–R3.
- [10%]      **10.**    Dado o crescimento na utilização de APs *dual-band*, permitindo Wi-Fi quer na banda em 2.4GHz, quer na banda em 5GHz, refira-se à importância da potência de transmissão em cada uma das bandas.

## Esboço da resolução

1. VLAN10sede: 100.100.100.0/26 (1-62)  
VLAN20sede: 100.100.100.96/27 (97-126)  
VLAN30sede: 100.100.100.80/28 (81-94)  
VLAN30filial2: 100.100.100.64/28 (65-78)  
VLAN99sede: 192.168.1.0/24  
R1-R2: 192.168.12.0/24  
R2-R3: 192.168.23.0/24  
R1-R4: 192.168.14.0/24
2. R1(config)#username R4 password RAS  
R1(config)#mpls label range 100 199  
R1(config)#interface Loopback0  
R1(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.255  
R1(config-if)#interface Multilink1  
R1(config-if)#ip address 192.168.14.1 255.255.255.0  
R1(config-if)#compress mppc  
R1(config-if)#ppp authentication pap  
R1(config-if)#ppp pap sent-username R1 password RAS  
R1(config-if)#ppp multilink  
R1(config-if)#ppp multilink group 1  
R1(config-if)#interface Ethernet0/0  
R1(config-if)#no shutdown  
R1(config-if)#interface Ethernet0/0.10  
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 10  
R1(config-subif)#xconnect 3.3.3.3 10 encapsulation mpls  
R1(config-subif)#interface Ethernet0/0.20  
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 20  
R1(config-subif)#ip address 100.100.100.126 255.255.255.224  
R1(config-subif)#interface Ethernet0/0.30  
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 30  
R1(config-subif)#xconnect 3.3.3.3 33 encapsulation mpls  
R1(config-subif)#interface Ethernet0/0.99  
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 99 native  
R1(config-subif)#ip address 192.168.1.11 255.255.255.0  
R1(config-subif)#interface Serial2/0  
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
R1(config-if)#no shutdown  
R1(config-if)#interface Serial2/1  
R1(config-if)#encapsulation frame-relay  
R1(config-if)#frame-relay interface-dlci 102 ppp Virtual-Template1  
R1(config-if)#no shutdown  
R1(config-if)#interface Serial2/2  
R1(config-if)#encapsulation frame-relay  
R1(config-if)#frame-relay interface-dlci 304 ppp Virtual-Template1  
R1(config-if)#no shutdown  
R1(config-if)#interface Virtual-Template1  
R1(config-if)#ppp multilink  
R1(config-if)#ppp multilink group 1  
R1(config-if)#router ospf 1  
R1(config-router)#mpls ldp autoconfig  
R1(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0  
R1(config-router)#network 100.100.100.96 0.0.0.31 area 0  
R1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0  
R1(config-router)#network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0  
R1(config-router)#network 192.168.14.0 0.0.0.255 area 0
3. SW1(config)#ip routing  
SW1(config-if)#interface Loopback0  
SW1(config-if)#ip address 5.5.5.5 255.255.255.255  
SW1(config-if)#interface range Ethernet0/0 - 2  
SW1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1q  
SW1(config-if-range)#switchport trunk native vlan 99  
SW1(config-if-range)#switchport mode trunk  
SW1(config-if-range)#interface Ethernet2/0  
SW1(config-if)#switchport mode access  
SW1(config-if)#switchport access vlan 20  
SW1(config-if)#interface Ethernet2/1

```

SW1(config-if)#switchport mode access
SW1(config-if)#switchport access vlan 10
SW1(config-if)#interface Vlan10
SW1(config-if)#ip address 100.100.100.62 255.255.255.192
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#interface Vlan30
SW1(config-if)#ip address 100.100.100.94 255.255.255.240
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#interface Vlan99
SW1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#router ospf 1
SW1(config-router)#network 5.5.5.5 0.0.0.0 area 0
SW1(config-router)#network 100.100.100.0 0.0.0.63 area 0
SW1(config-router)#network 100.100.100.80 0.0.0.15 area 0
SW1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0

```

4. Dado que um circuito AToM transporta quadros nível 2 sobre uma rede MPLS, as interfaces nos extremos do circuito não têm endereçamento IP. Desta forma, o encaminhamento da VLAN 20 teria que passar de R1 para SW1, permitindo existir mais um circuito AToM a partir de R1.
5. Root Bridge: **SW5**, porque apresenta a prioridade mais baixa (16384).  
Portas bloqueadas:
  - a. **SW3.E0/1, SW3.E0/2**  
As portas adjacentes dos segmentos destas interfaces fazem parte de bridges com identificadores (prioridade+mac) inferiores.
  - b. **SW1.E0/1, SW1.E0/2**  
As portas adjacentes dos segmentos destas interfaces têm custos inferiores para a root bridge.
  - c. **SW4.E0/0**  
Como SW5 é root, todas as portas são designated. Como só pode haver uma designated port por segmento, esta porta terá que bloquear porque não é root port.
6. Os comandos estabelecem a segurança na porta SW1.E2/0, definindo o primeiro endereço aprendido nessa porta como seguro. Assumindo a configuração por omissão (switchport port-security maximum 1), qualquer outro endereço irá ser considerado como quebra de segurança.
7. PC4-VLAN10  
 ↓ (sem marcação)  
 SW2  
 ↓ (com marcação VID=10)  
 SW5  
 ↓ (com marcação VID=10)  
 SW4  
 ↓ (com marcação VID=10)  
 SW1  
 ↓ (sem marcação)  
 SW4  
 ↓ (sem marcação)  
 SW5  
 ↓ (sem marcação)  
 SW2  
 ↓ (sem marcação)  
 R1  
 ↓ (com marcação DLCI=102 ou DLCI=304)  
 FR1  
 ↓ (com marcação DLCI=201 ou DLCI=403)  
 R4  
 ↓ (com marcação VID=30)  
 SW7  
 ↓ (sem marcação)  
 PC8-VLAN30

8.

| Link  | Origem                      | Destino                     | Labels MPLS |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| R1-R2 | PC2-VLAN20 (100.100.100.97) | PC9-VLAN30 (100.100.100.83) | 203+301     |
| R1-R2 | PC9-VLAN30 (100.100.100.83) | PC2-VLAN20 (100.100.100.97) | 101         |
| R2-R3 | PC1-VLAN10 (100.100.100.1)  | PC7-VLAN10 (100.100.100.3)  | 300         |
| R2-R3 | PC7-VLAN10 (100.100.100.3)  | PC1-VLAN10 (100.100.100.1)  | 200+100     |

9. A monitorização de tráfego faz-se recorrendo aos protocolos SPAN e RSPAN, que permitem a monitorização de portas, respetivamente, locais e remotas. Para isso, os routers poderiam ser substituídos por switch-routers, por forma a poder utilizar estes protocolos. Exemplo de uma sessão SPAN, porta monitorizada SR.f0/5, porta observadora SR.f0/6:

```
SR(config)#monitor session 1 source int f0/5 both
SR(config)#monitor session 1 destination int f0/6 encapsulation replicate
```

10. Atualmente, o acesso Wi-Fi é realizado por dispositivos alimentados por bateria, o que impede que sejam utilizadas grandes potências de transmissão. Pela mesma razão, muitos destes dispositivos são utilizados junto ao corpo humano, o que se traduz numa preocupação crescente com dispositivos de baixa radiação. Por outro lado, em ambientes urbanos de grande densidade populacional, aumentos nas potências de transmissão potenciam débitos inferiores devido ao aumento das interferências pelos APs vizinhos. Desta forma, a utilização de APs dual-band, nas bandas em 2.4GHz e 5GHz, permitirá que clientes próximos possam utilizar a banda dos 5GHz, por ser menos propensa a interferências ao mesmo tempo que disponibiliza um número maior de canais não-sobrepostos. Pelo contrário, dada a propagação na banda dos 2.4GHz ser superior, em especial na presença de obstáculos, torna-se a escolha ideal em situações de baixa concentração de APs para clientes distantes.