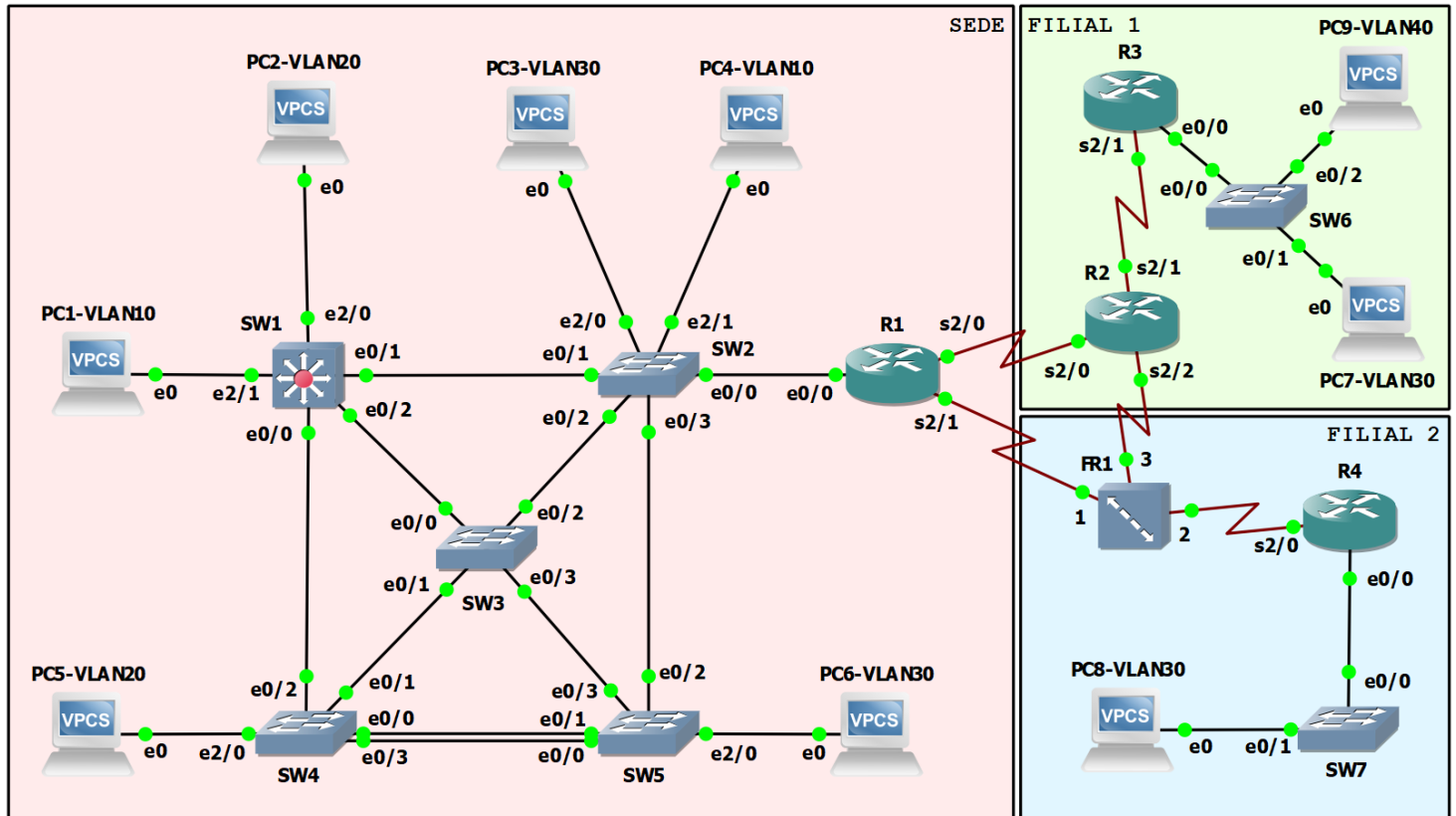


Considere o seguinte diagrama de rede, correspondente a uma empresa ligada a duas filiais.



Atente nos seguintes pressupostos:

- i) O endereçamento das VLANs 10, 20, 30 e 40 é público e contíguo.
- ii) Na sede, todos os equipamentos ativos de rede possuem um endereço da VLAN nativa 99, onde o tráfego circula sem marcação.
- iii) É utilizado, em toda a empresa, encaminhamento dinâmico OSPF sem autenticação.
- iv) O tráfego SW1–R1 é suportado pela VLAN 99, cujo endereçamento é privado.
- v) A VLAN 30 é encaminhada pelo *switch-router* SW1, enquanto que as VLANs 10 e 20 são encaminhadas pelo *router* R1.
- vi) A ligação R1–R2–R3 é suportada em MPLS.
- vii) Entre R1–R3 encontra-se configurado um circuito AToM respeitante à VLAN 30.
- viii) O comutador Frame Relay encontra-se configurado conforme a figura ao lado.
- ix) Considere a seguinte tabela, onde se apresenta, para cada *switch* da sede, os endereços MAC e as prioridades em todas as VLANs.

Mapping	
Port:DLCI	Port:DLCI
1:102	2:201
2:203	3:302

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

- x) Os *routers* R2 e R4 utilizam subinterfaces Frame Relay *point-to-point*, enquanto o *router* R1 utiliza uma subinterface *multipoint*.
- xi) A ligação Frame Relay R1–R4 é suportada em PPP over FR, com autenticação PAP e com compressão dos cabeçalhos TCP.
- xii) A tabela de encaminhamento do *router* R1 contém a seguinte informação:

```

100.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 4 masks
C    100.100.100.0/26 is directly connected, Ethernet0/0.10
L    100.100.100.62/32 is directly connected, Ethernet0/0.10
O    100.100.100.64/28 [110/11] via 192.168.14.4, 01:21:37, Virtual-Access1
O    100.100.100.80/28 [110/11] via 192.168.1.1, 01:22:25, Ethernet0/0.99
O    100.100.100.96/28 [110/138] via 192.168.12.2, 01:23:08, Serial2/0
C    100.100.100.120/29 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, Virtual-Access1
L    192.168.14.1/32 is directly connected, Virtual-Access1
C    192.168.14.4/32 is directly connected, Virtual-Access1
O    192.168.23.0/24 [110/128] via 192.168.12.2, 01:23:18, Serial2/0
O    192.168.24.0/24 [110/65] via 192.168.14.4, 01:21:37, Virtual-Access1

```

- xiii) O comando “R3#sh mpls ldp bindings” produz o seguinte relatório:

(...)

```

lib entry: 1.1.1.1/32, rev 10
    local binding: label: 303
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 201
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
lib entry: 2.2.2.2/32, rev 8
    local binding: label: 302
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: imp-null
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 110
lib entry: 3.3.3.3/32, rev 2
    local binding: label: imp-null
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 207
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 109
lib entry: 100.100.100.0/26, rev 24
    local binding: label: 310
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 206
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null
lib entry: 100.100.100.64/28, rev 22
    local binding: label: 309
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 205
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 107
lib entry: 100.100.100.80/28, rev 29
    local binding: label: 312
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 112
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 209
lib entry: 100.100.100.96/28, rev 31
    local binding: label: imp-null
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: 101
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 210
lib entry: 100.100.100.120/29, rev 20
    local binding: label: 308
    remote binding: lsr: 2.2.2.2:0, label: 204
    remote binding: lsr: 1.1.1.1:0, label: imp-null

```

xiv) O comando “R3#sh mpls l2transport binding” produz o seguinte relatório:

(...)

```
Destination Address: 1.1.1.1, VC ID: 33
Local Label: 300
Remote Label: 100
```

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 vantagens na existência de um circuito AToM entre R1–R3 na VLAN 30.
- [10%] 5. Indique quais as portas que se encontram bloqueadas pelo protocolo *spanning-tree* referente à VLAN 99. Apresente o seu raciocínio.
- [10%] 6. Indique 2 formas alternativas para que a interface SW5.e0/0 se torne *root port*.
- [10%] 7. Refira-se aos efeitos decorrentes da aplicação do seguinte comando no *switch* SW2:
SW2(config)#interface Ethernet 0/3
SW2(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
- [10%] 8. Considere o tráfego do terminal PC3-VLAN30 para o terminal PC8-VLAN30. Indique o percurso dos quadros entre os diversos equipamentos ativos, indicando a respetiva marcação.
- [10%] 9. 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	PC1-VLAN10 (100.100.100.1)	PC9-VLAN40 (100.100.100.97)	???
R1-R2	PC9-VLAN40 (100.100.100.97)	PC1-VLAN10 (100.100.100.1)	???
R2-R3	PC5-VLAN20 (100.100.100.122)	PC7-VLAN30 (100.100.100.83)	???
R2-R3	PC7-VLAN30 (100.100.100.83)	PC5-VLAN20 (100.100.100.122)	???

- [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 escolha dos canais a serem utilizados.

Esboço da resolução

1. VLAN10sede: 100.100.100.0/26 (1-62)
VLAN20sede: 100.100.100.120/29 (121-126)
VLAN30sede: 100.100.100.80/28 (81-94)
VLAN30filial2: 100.100.100.64/28 (65-78)
VLAN40filial1: 100.100.100.96/28 (97-110)
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
R2-R4: 192.168.24.0/24
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 Ethernet0/0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#interface Ethernet0/0.10
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
R1(config-subif)#ip address 100.100.100.62 255.255.255.192
R1(config-subif)#interface Ethernet0/0.20
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
R1(config-subif)#ip address 100.100.100.126 255.255.255.248
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 Ethernet0/0.30
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 30
R1(config-subif)#xconnect 3.3.3.3 33 encapsulation mpls
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)#no shutdown
R1(config-if)#interface Serial2/1.102 multipoint
R1(config-subif)#frame-relay interface-dlci 102 ppp Virtual-Template1
R1(config-subif)#interface Virtual-Template1
R1(config-if)#ip address 192.168.14.1 255.255.255.0
R1(config-if)#ip tcp header-compression
R1(config-if)#ppp authentication pap
R1(config-if)#ppp pap sent-username R1 password RAS
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 100.100.100.0 0.0.0.63 area 0
R1(config-router)#network 100.100.100.120 0.0.0.7 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 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 100.100.100.80 0.0.0.15 area 0
SW1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

4. O circuito AToM permite transportar quadros nível 2 sobre uma rede MPLS. Desta forma, a VLAN 30 da filial 1 corresponde à VLAN 30 da sede, colocando o PC7-VLAN30 "dentro" da sede.

5. Root Bridge: **SW4**, porque apresenta a prioridade mais baixa (16384).

Portas bloqueadas:

- a. **SW3.E0/0, SW3.E0/3**

As portas adjacentes dos segmentos destas interfaces fazem parte de bridges com identificadores (prioridade+mac) inferiores.

- b. **SW2.E0/1, SW2.E0/2**

As portas adjacentes dos segmentos destas interfaces têm custos inferiores para a root bridge.

- c. **SW5.E0/0**

Como SW4 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 SW5(config)#interface Ethernet0/0
SW5(config-if)#spanning-tree cost 99

```
SW5(config)#interface Ethernet0/1
SW5(config-if)#spanning-tree cost 101
```

```
SW4(config)#interface Ethernet0/3
SW4(config-if)#spanning-tree port-priority 64
```

7. Nos switches, a protecção "BPDU guard" deve colocar-se nas portas terminais, colocando-as no modo err-disable quando receberem algum BPDU. Como a porta e0/3 está ligada a outro switch, logo que receba um BPDU, irá ser bloqueada por esta protecção.

8. PC3-VLAN30

```
↓ (sem marcação)
SW2
↓ (com marcação VID=30)
SW1
↓ (com marcação VID=30)
SW2
↓ (sem marcação)
R1
↓ (com marcação DLCI=102)
FR1
↓ (com marcação DLCI=201)
R4
↓ (com marcação VID=30)
SW7
↓ (sem marcação)
PC8-VLAN30
```

- 9.

Link	Origem	Destino	Labels MPLS
R1-R2	PC1-VLAN10 (100.100.100.1)	PC9-VLAN40 (100.100.100.97)	210
R1-R2	PC9-VLAN40 (100.100.100.97)	PC1-VLAN10 (100.100.100.1)	Null
R2-R3	PC5-VLAN20 (100.100.100.122)	PC7-VLAN30 (100.100.100.83)	300
R2-R3	PC7-VLAN30 (100.100.100.83)	PC5-VLAN20 (100.100.100.122)	201+100

10. Em ambientes de grande densidade de APs, como é o caso das zonas residenciais urbanas, a banda de eleição é a dos 5GHz, pelo facto de disponibilizar um número muito maior de canais não-sobrepostos. Pelo contrário, em zonas rurais com baixa concentração de APs, a utilização da banda dos 2.4GHz irá proporcionar maior alcance, devido à sua superior propagação, em especial na presença de obstáculos. Dado o meio ser partilhado, deve ser escolhido um canal desocupado ou que apresente baixo ruído.