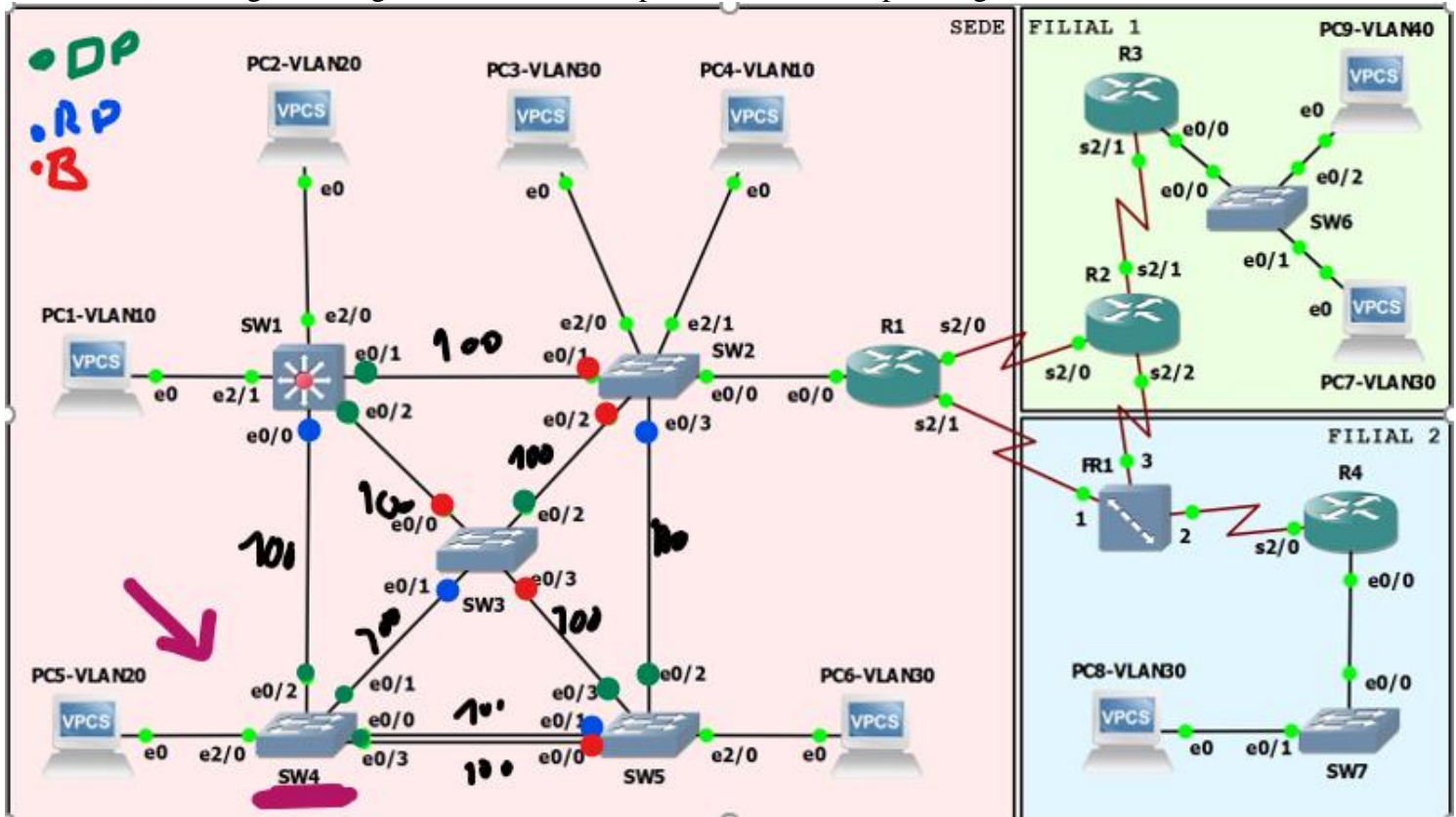


Considere o seguinte diagrama de rede, correspondente a uma empresa ligada a duas filiais.



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.

```
VLAN10SEDE: 100.100.100.0/26
VLAN20SEDE: 100.100.100.120/29
VLAN99: 192.168.1.0/24
VLAN30SEDE_F1: 100.100.100.80/28
R1-R2: 192.168.12.0/24
R2-R3: 192.168.23.0/24
VLAN30FILIAL2: 100.100.100.64/28
VLAN40FILIAL1: 100.100.100.96/28
R2-R4: 192.168.24.0/24
R1-R4: 192.168.14.0/24
```

- [15%] **2.** Programe as interfaces e o encaminhamento do *router* R1.

```
Int e0/0, no shut
Int e0/0.10, encapsulation dot1q 10, ip add 100.100.100.62 255.255.255.192
Int e0/0.20, encapsulation dot1q 20, ip add 100.100.100.126 255.255.255.248
Int e0/0.99, encapsulation dot1q 99 native, ip add 192.168.1.11 255.255.255.0
Int s2/0, ip add 192.168.12.1 255.255.255.0, no shut
Int loopback0, ip add 1.1.1.1 255.255.255.255
Int e0/0.30, encapsulation dot1q 30, xconnect 3.3.3.3 33 encapsulation mpls
```

```
Mpls label range 100 199
Username R4 password TL
```

```
Int s2/1, encapsulation frame-relay, no shut
Int s2/1.102 multipoint, frame-relay interface-dlci 102 ppp virtual-template1
Int virtual-template1, ip add 192.168.14.1 255.255.255.0, ip tcp header-compression,
ppp authentication pap, ppp pap sent-username R1 password TL
```

```
Router ospf 1, mpls ldp autoconfig
Net 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
Net 100.100.100.0 0.0.0.63 area 0
Net 100.100.100.120 0.0.0.7 area 0
Net 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
Net 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
Net 192.168.14.0 0.0.0.255 area 0
```

[10%] **3.** Programe as interfaces e o encaminhamento do *switch-router* SW1.

Ip routing

Int loopback 0, 5.5.5.5 255.255.255.255

Int range e0/0-2, switch trunk encapsulation dot1q, switch mode trunk, swi
truk native vlan 99

Int e2/0, switch mode access, switch access vlan 20

Int e2/1, switch mode access, switch access vlan 10

Int vlan30, ip add 100.100.100.94 255.255.255.240, no shut

Int vlan99, ip add 192.168.1.1 255.255.255.0, no shut

Router ospf 1

Net 100.100.100.80.0 0.0.0.15 area 0

Net 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0

Net 5.5.5.5 0.0.0.0 area 0

[10%] **4.** Indique as vantagens na existência de um circuito AToM entre R1–R3 na VLAN 30.
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.

[10%] **5.** Indique quais as portas que se encontram bloqueadas pelo protocolo *spanning-tree*
referente à VLAN 99. Apresente o seu raciocínio.

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.

[10%] **6.** Indique 2 formas alternativas para que a interface SW5.e0/0 se torne *root port*.
A primeira alternativa é aumentar o custo da porta e0/1 e diminuir o custo da
e0/0.
A segunda alternativa é alterar a port priority da porta e0/3 do sw4, criando
assim uma ligação primária e secundária.

[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

Nos switches, a protecção “BPDU guard” deve colocar-se nas portas terminais,
colocando-as no modo err-disable quando receberem algum BPDU. Como a
portae0/3 está ligada a outro switch, logo que receba um BPDU, irá ser
bloqueadapor esta protecção.

[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 respectiva 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)	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 + null
R2-R3	PC7-VLAN30 (100.100.100.83)	PC5-VLAN20 (100.100.100.122)	100+201

Nao passa no tunel, entao temos de ver no .97 uma label 2...

Nao passa no tunel, entao temos de ver no .1 uma label 1...

Passa pelo tunel porque o PC7 está na filial1 entao temos de ir ao ao l2transport bindings ver a label interior (atom) e depois temos de ir ao ldp bindings ao 3.3.3.3 ver uma label 3...

Passa pelo tunel, entao temos de ir ao l2transport bindings ver a label interior (atom) e depois temos de ir ao ldp bindings ao 1.1.1.1 e ver uma label 2...

[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.

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.

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.