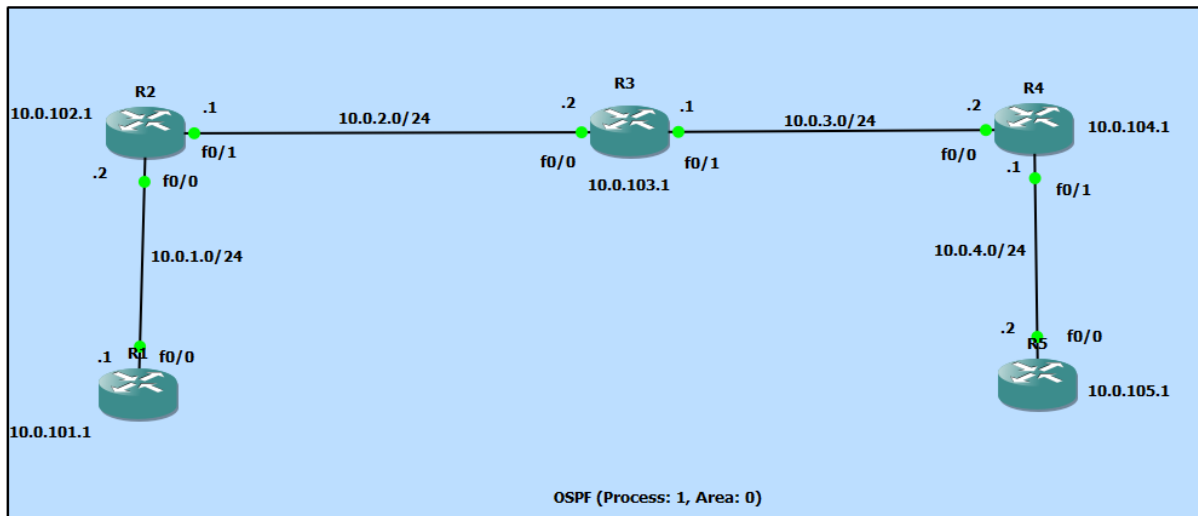


Exercício 2

Topologia



2) Implemente a rede MPLS da figura abaixo, a fim de realizar as avaliações solicitadas. Todos os roteadores devem ser configurados com MPLS e o algoritmo de roteamento OSPF. Quando for o caso, use o endereçamento IP que desejar. Todos os roteadores devem se comunicar, e as tarefas solicitadas são:

A) Monte a tabela de rótulos (labels) de todos os roteadores. Trata-se da tabela LFIB e cabe notar que o roteador que antecede o roteador de destino do pacote retira o rótulo. Isso pode ser avaliado utilizando-se o comando:

sh mpls forwarding-table;

R1				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	18	10.0.105.1/32	F0/0	10.0.1.2
17	19	10.0.104.1/32	F0/0	10.0.1.2
18	16	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.1.2
19	Pop Label	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.1.2
21	22	10.0.4.0/24	F0/0	10.0.1.2
22	17	10.0.3.0/24	F0/0	10.0.1.2
23	Pop Label	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.1.2

R2				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.103.1/32	F0/1	10.0.2.2
17	Pop label	10.0.3.0/24	F0/1	10.0.2.2
18	18	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.2.2
19	19	10.0.104.1/32	F0/1	10.0.2.2
20	Pop label	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.1.1
22	22	10.0.4.0/24	F0/1	10.0.2.2

R3				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.2.1
17	Pop label	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.2.1
18	16	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.3.2
19	Pop label	10.0.104.1/32	F0/1	10.0.3.2
20	20	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.2.1
22	Pop label	10.0.4.0/24	F0/1	10.0.3.2

R4				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.4.2
17	Pop label	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.3.1
18	16	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.3.1
20	17	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.3.1
21	Pop label	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.3.1
22	20	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.3.1

R5				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop Label	10.0.104.1/32	F0/0	10.0.4.1
17	17	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.4.1
18	18	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.4.1
19	20	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.4.1
20	21	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.4.1
21	Pop Label	10.0.3.0/24	F0/0	10.0.4.1
22	22	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.4.1

B) Execute os comandos a seguir no roteador R1 e explique detalhadamente o resultado obtido:

a. `ping mpls ipv4 10.0.105.1/32 repeat 5 exp 5 verbose`

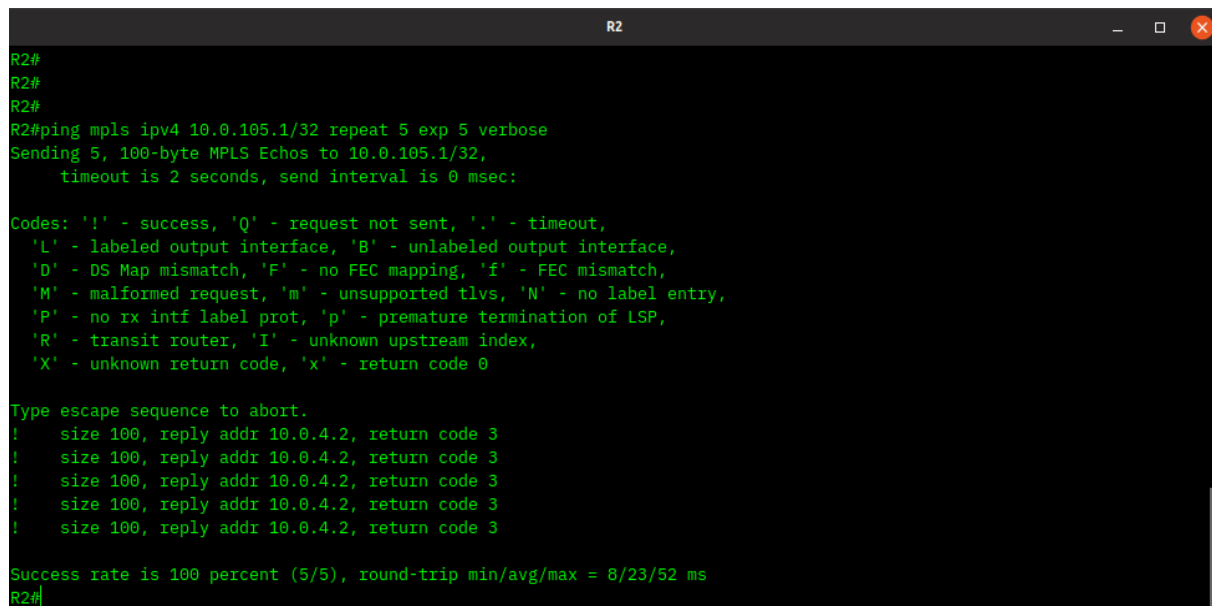
```
ping mpls ipv4{destination-address/destination-mask [destination address-start  
address-end increment] [ttl time-to-live] | pseudowire ipv4-address  
vc-id vc-id [destination address-start address-end increment] |  
traffic-eng tunnel-interface tunnel-number [ttl time-to-live]} [source  
source-address] [repeat count] [timeout seconds][{size  
packet-size} | {sweep minimum maximum size-Increment}] [pad pattern]  
[reply mode {ipv4|router-alert}] [interval msec]  
[exp exp-bits] [verbose]
```

O MPLS LSP Ping e Traceroute podem ser utilizados para validar um LSP usado para encaminhar tráfego (*forwarding traffic*) para uma dada *Forwarding Equivalence Class* (FEC).

repeat: Número de vezes para reenviar o mesmo pacote. O padrão é 5 vezes.

exp: Três bits experimentais em um cabeçalho MPLS usado para especificar precedência para MPLS echo replay. (O bits são comumente chamados de bits EXP.) O intervalo é de 0 a 7 e o padrão é 0.

verbose: Opção que fornece informações adicionais para o MPLS echo replay - endereço de origem e códigos de retorno.



```
R2#
R2#
R2#
R2#ping mpls ipv4 10.0.105.1/32 repeat 5 exp 5 verbose
Sending 5, 100-byte MPLS Echos to 10.0.105.1/32,
    timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
       'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
       'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
       'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
       'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
       'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
       'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.
!   size 100, reply addr 10.0.4.2, return code 3
!   size 100, reply addr 10.0.4.2, return code 3
!   size 100, reply addr 10.0.4.2, return code 3
!   size 100, reply addr 10.0.4.2, return code 3
!   size 100, reply addr 10.0.4.2, return code 3

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/23/52 ms
R2#
```

b. **traceroute** 10.0.101.1

```
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#
R5#tracert 10.0.101.1

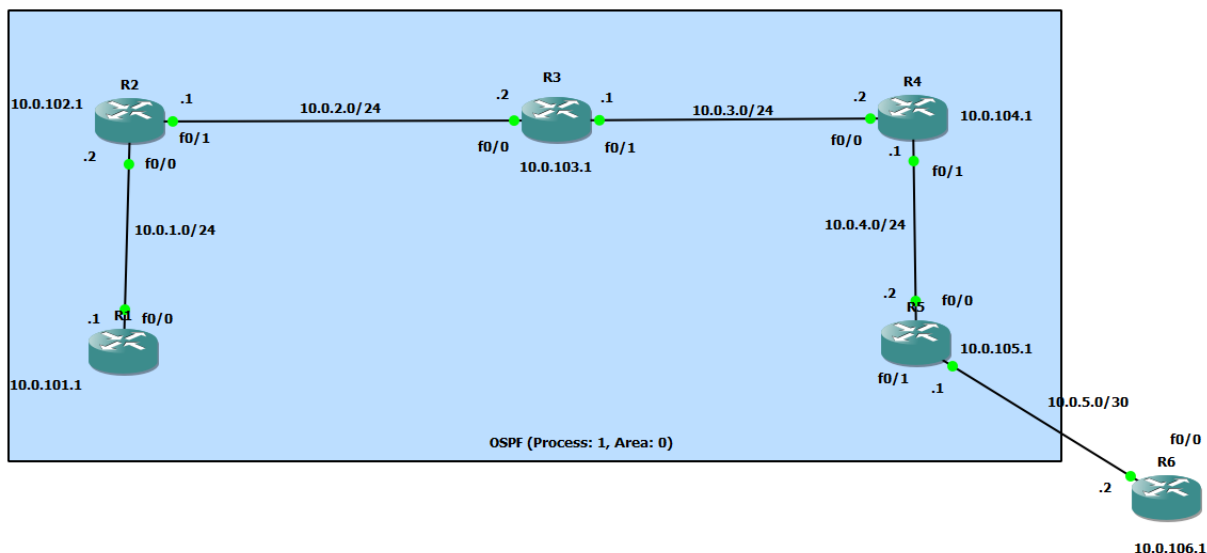
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 10.0.101.1

  1 10.0.4.1 [MPLS: Label 21 Exp 0] 88 msec 56 msec 48 msec
  2 10.0.3.1 [MPLS: Label 20 Exp 0] 68 msec 60 msec 56 msec
  3 10.0.2.1 [MPLS: Label 20 Exp 0] 68 msec 52 msec 64 msec
  4 10.0.1.1 56 msec 52 msec 64 msec

R5#
```

Mostra os roteadores no qual o pacote trafegou até atingir o destino. Em cada salto é mostrado também informações do LDP. Ao primeiro salto é atribuído o Label 21 e este label é trocada a cada novo salto até alcançar o roteador que contém nó de destino. Neste roteador, o label é removido.

C) Acrescente mais um roteador sem habilitar o MPLS e conecte-o a R5. Tal roteador deve ter conectividade com todos os demais roteadores da rede. Em seguida mostre e explique as alterações nas tabelas de rótulos montadas no item a).



Todos os roteadores acrescentaram na sua tabela de rotas MPLS o endereço loopback e da rede conectadas ao R6. Isso se deve ao fato de que a tabela de rotas do MPLS utiliza as informações do protocolo iGP, neste caso, o OSPF.

sh mpls forwarding-table;

R1				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	18	10.0.105.1/32	F0/0	10.0.1.2
17	19	10.0.104.1/32	F0/0	10.0.1.2
18	16	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.1.2
19	Pop Label	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.1.2
20	21	10.0.5.0/24	F0/0	10.0.1.2
21	22	10.0.4.0/24	F0/0	10.0.1.2
22	17	10.0.3.0/24	F0/0	10.0.1.2
23	Pop Label	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.1.2
24	23	10.0.106.1/32	F0/0	10.0.1.2

R2				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.103.1/32	F0/1	10.0.2.2
17	Pop label	10.0.3.0/24	F0/1	10.0.2.2
18	18	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.2.2
19	19	10.0.104.1/32	F0/1	10.0.2.2
20	Pop label	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.1.1
21	21	10.0.5.0/24	F0/1	10.0.2.2
22	22	10.0.4.0/24	F0/1	10.0.2.2
23	23	10.0.106.1/32	F0/1	10.0.2.2

R3				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.2.1
17	Pop label	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.2.1
18	16	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.3.2
19	Pop label	10.0.104.1/32	F0/1	10.0.3.2
20	20	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.2.1
21	19	10.0.5.0/24	F0/1	10.0.3.2
22	Pop label	10.0.4.0/24	F0/1	10.0.3.2
23	23	10.0.106.1/32	F0/1	10.0.3.2

R4				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop label	10.0.105.1/32	F0/1	10.0.4.2
17	Pop label	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.3.1
18	16	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.3.1
19	Pop label	10.0.5.0/24	F0/1	10.0.4.2
20	17	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.3.1
21	Pop label	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.3.1
22	20	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.3.1
23	23	10.0.106.1/32	F0/1	10.0.4.2

R5				
Local Label	Outgoing Label	Tunnel ID	Out. Interface	Next Hop
16	Pop Label	10.0.104.1/32	F0/0	10.0.4.1
17	17	10.0.103.1/32	F0/0	10.0.4.1
18	18	10.0.102.1/32	F0/0	10.0.4.1
19	20	10.0.1.0/24	F0/0	10.0.4.1
20	21	10.0.2.0/24	F0/0	10.0.4.1
21	Pop Label	10.0.3.0/24	F0/0	10.0.4.1
22	22	10.0.101.1/32	F0/0	10.0.4.1
23	No label	10.0.106.1/32	F0/1	10.0.5.2