

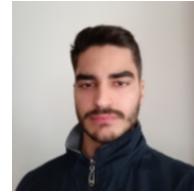
**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

# Redes Fixas e Móveis

## 2023/2024

### Trabalho Prático 2

André Alves :: pg53651; Renato Gomes :: pg54174; Afonso Marques :: pg53601



#### Abstract

Nos anos 90, surgiu o MPLS (Multiprotocol Label Switching) com o objetivo inicial de melhorar a integração entre redes IP, baseadas em comutação de pacotes, e redes ATM, baseadas em comutação de circuitos. Visava criar um plano de controlo capaz de abranger tanto *routers* IP quanto *switches* ATM, enquanto dotava o IP de mecanismos de engenharia de tráfego, como restrições de largura de banda. Inicialmente, previa-se que o IP dominaria a periferia das redes e o ATM o núcleo, justificando a integração. Porém, o MPLS rapidamente assumiu o papel principal, com os ISPs oferecendo circuitos ATM e Frame Relay "sobre" MPLS. Hoje, o MPLS é dominante nas redes de acesso e essencial no núcleo da rede, oferecendo funcionalidades além da comutação rápida e engenharia de tráfego.

Uma propriedade fundamental do MPLS é a sua capacidade de estabelecer túneis, abstraindo caminhos entre extremidades da rede via comutação de etiquetas. Os túneis são sinalizados por protocolos como RSVP ou LDP e podem ser recursivos, com prioridades de estabelecimento e manutenção. Mecanismos de engenharia de tráfego permitem criar túneis com garantias de largura de banda ou restrições administrativas, calculadas por classe de serviço DiffServ.

#### Index Terms

MPLS, Cisco, EVE, Engenharia de Tráfego, Redes.

#### I. INTRODUÇÃO

O seguinte trabalho pretende explorar o ambiente EVE-NG para a criação de topologias e a familiarização com o MPLS IP e com os conceitos de encaminhamento por etiquetas. Pretende também estudar a conceção e teste de soluções de engenharia de tráfego IP MPLS simples (MPLS-TE) e de engenharia de tráfego MPLS DiffServ-TE, consolidando assim os conhecimentos do módulo teórico sobre MPLS.

A topologia utilizada para este trabalho é a seguinte:

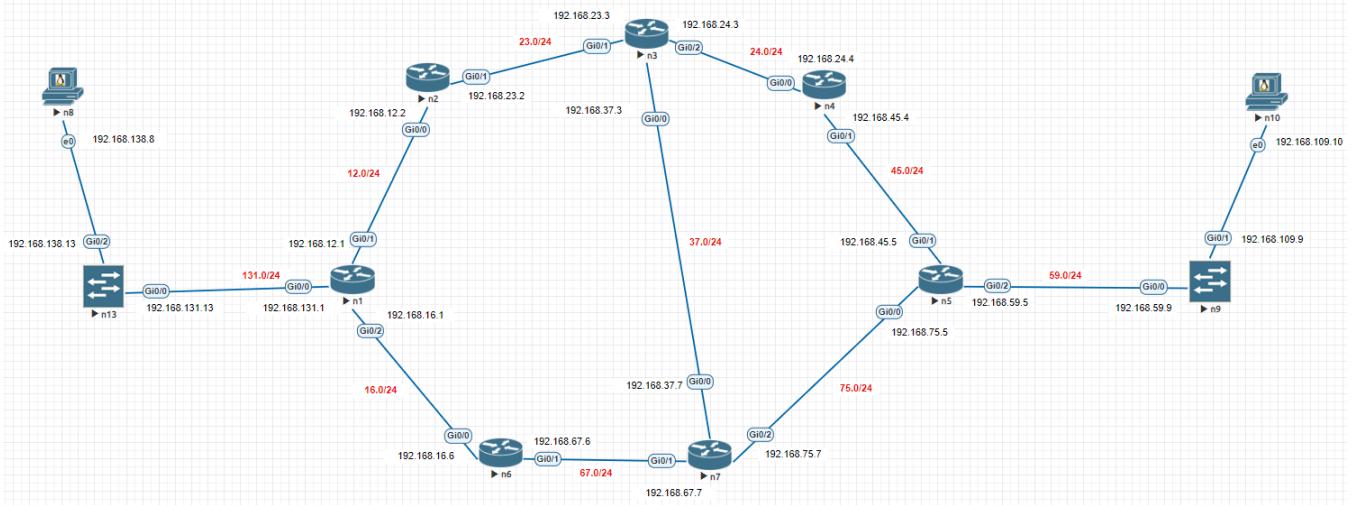


Fig. 1: Topologia utilizada

## II. DESENVOLVIMENTO

### A. Configurações Realizadas

#### 1) Descrição da topologia:

A topologia utilizada tem a forma de um duplo peixe, onde o domínio MPLS consiste no círculo de *routers* CISCO compreendido entre n1 e n7. Os *routers* LER, ou seja, os *routers* de fronteira com as interfaces dentro e interfaces fora do domínio MPLS, são o n1 e n5, enquanto que os LSR, *routers* internos ao domínio MPLS, são os restantes (n2, n3, n4, n6 e n7).

Foram determinados dois caminhos disjuntos LSP (Label Switched Paths), que são caminhos estabelecidos numa rede MPLS para encaminhar o tráfego de forma eficiente e determinística. Ambos começam em n1 e terminam em n5. O caminho 1 está identificado a verde e o caminho 2 a azul.

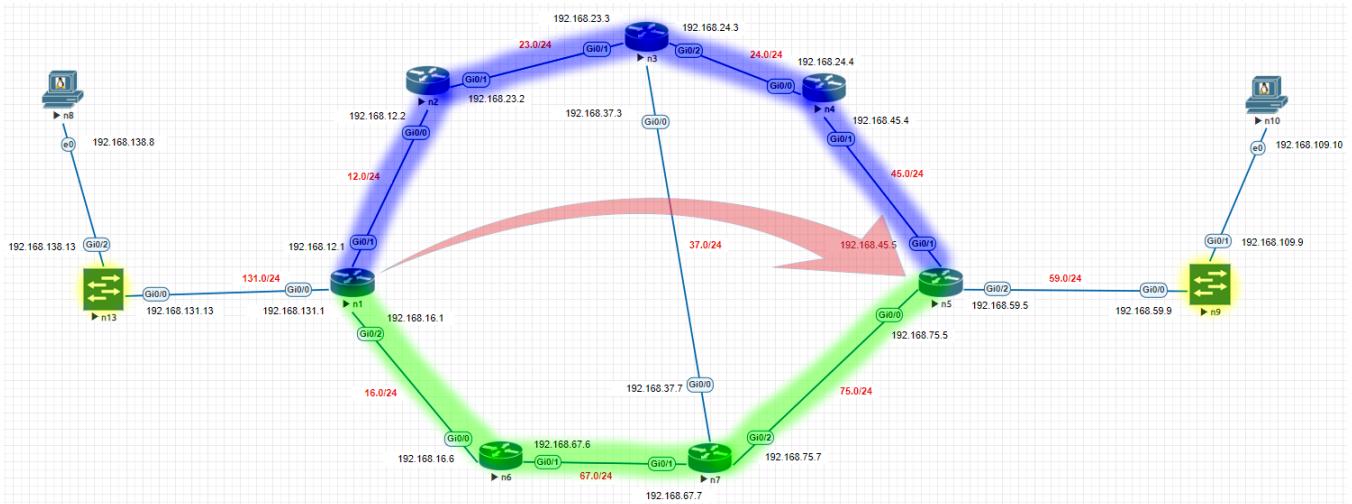


Fig. 2: Caminhos LSP

Identificado a amarelo, encontra-se o sistema final de origem que é o n13 e o sistema final de destino que é o n9, ambos fora do domínio MPLS. A seta roxa indica o tunel MPLS estabelecido com inicio em n1 e fim em n5.

## 2) Configurações dos nodos:

Segue agora uma descrição mais detalhada das configurações feitas em cada nodo:

- Linux's:

- existem dois nodos Linux: n8, n10;
- foi utilizada a seguinte imagem Linux para cada um dos hosts, *linux-tinycore-6.4.tar.gz*, que permite interagir com a máquina através de uma GUI (Graphical User Interface) e personalizar mais rapidamente os endereços e gateways de cada um dos PC.
- instalação do comando iperf em cada nodo com a finalidade de testar vários aspectos da conectividade e do MPLS.

```
QEMU (n8)
Terminal
gns3@box:~$ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet HWaddr 00:50:00:00:07:00
          inet addr:192.168.138.8  Bcast:192.168.138.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::250:fffe%eth0 brd fe80::ff:fe70:700/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
          RX packets:42 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:56 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:3440 (3,3 Kib)  TX bytes:5500 (5,3 Kib)

lo       Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
          RX packets:1100 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:1100 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:85472 (83,4 Kib)  TX bytes:85472 (83,4 Kib)

gns3@box:~$ ping -c5 192.168.109.9
PING 192.168.109.9 (192.168.109.9): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.109.9: seq=0 ttl=250 time=10.185 ms
64 bytes from 192.168.109.9: seq=1 ttl=250 time=10.950 ms
64 bytes from 192.168.109.9: seq=2 ttl=250 time=11.648 ms
64 bytes from 192.168.109.9: seq=3 ttl=250 time=7.056 ms
64 bytes from 192.168.109.9: seq=4 ttl=250 time=6.740 ms
--- 192.168.109.9 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 6.740/9.317/11.648 ms
gns3@box:~$
```

Fig. 3: Ping n8 para n10

```
QEMU (n10)
Terminal
gns3@box:~$ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet HWaddr 00:50:00:00:10:00
          inet addr:192.168.109.10  Bcast:192.168.109.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::250:fffe%eth0 brd fe80::ff:fe10:100/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
          RX packets:12 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:16 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:1011 (1.011 B)  TX bytes:1692 (1.6 Kib)

lo       Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING MTU:65536 Metric:1
          RX packets:75 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:75 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:5920 (5.7 Kib)  TX bytes:5920 (5.7 Kib)

gns3@box:~$ ping -c5 192.168.138.8
PING 192.168.138.8 (192.168.138.8): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.138.8: seq=0 ttl=98 time=11.113 ms
64 bytes from 192.168.138.8: seq=1 ttl=98 time=8.104 ms
64 bytes from 192.168.138.8: seq=2 ttl=98 time=6.282 ms
64 bytes from 192.168.138.8: seq=3 ttl=98 time=10.495 ms
64 bytes from 192.168.138.8: seq=4 ttl=98 time=8.395 ms
--- 192.168.138.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 6.282/8.990/11.113 ms
gns3@box:~$
```

Fig. 4: Ping n10 para n8

- Routers MPLS

- existem sete routers no domínio MPLS: n1, n2, n3, n4, n5, n6 e n7;
- em cada um destes routers foi necessário estabelecer em quais das interfaces existem endereços IPv4 de MPLS juntamente com a largura de banda em cada uma. Usamos o valor de 1000000 kbps (1000 Mbps) em cada;
- para o nodo n1 foi necessário fazer o passo extra de configurar a interface do túnel MPLS, indicando que o seu destino seria a rede 5.5.5.5 do nodo n5 e que a sua largura de banda seria de 750 kbps.

- Routers Destino
  - existem dois routers de destino fora do domínio MPLS: n13 e n9;
  -

## B. Testes Realizados E Discussão

### 1) Teste Domínio MPLS:

Tendo terminado as devidas configurações da topologia, segue-se agora o teste da conectividade da mesma, em particular do domínio estabelecido de MPLS. O objetivo é de garantir que o todo o processo foi bem executado e que é possível observar que as ligações estão ativas e que é possível estabelecer rotas entre diversos pontos da topologia.

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Prot
oc01					
GigabitEthernet0/0	192.168.131.1	YES	NVRAM	up	up
GigabitEthernet0/1	192.168.12.1	YES	NVRAM	up	up
GigabitEthernet0/2	192.168.16.1	YES	NVRAM	up	up
GigabitEthernet0/3	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Loopback0	1.1.1.1	YES	NVRAM	up	up
Tunnel1	1.1.1.1	YES	TFTP	up	up

Fig. 5: Interfaces de router n1

A imagem acima ilustra as interfaces do router n1, com destaque para a interface do túnel, Tunnel1, indicando que está ativada.

```

nl#show mpls traffic-eng tunnels

Name: nl_tl                                (Tunnell) Destination: 5.5.5.5
Status:
  Admin: up        Oper: up      Path: valid      Signalling: connected
  path option 1, type dynamic (Basis for Setup, path weight 4)

Config Parameters:
  Bandwidth: 750      kbps (Global)  Priority: 7 7  Affinity: 0x0/0xFFFF
  Metric Type: TE (default)
  AutoRoute: disabled  LockDown: disabled  Loadshare: 750      bw-based
  auto-bw: disabled

Active Path Option Parameters:
  State: dynamic path option 1 is active
  BandwidthOverride: disabled  LockDown: disabled  Verbatim: disabled

InLabel : -
OutLabel : GigabitEthernet0/1, 33
RSVP Signalling Info:
  Src 1.1.1.1, Dst 5.5.5.5, Tun_Id 1, Tun_Instance 8
RSVP Path Info:
  My Address: 192.168.12.1
  Explicit Route: 192.168.12.2 192.168.23.2 192.168.23.3 192.168.24.3
                192.168.24.4 192.168.45.4 192.168.45.5 5.5.5.5
  Record Route: NONE
  Tspec: ave rate=750 kbytes, burst=1000 bytes, peak rate=750 kbytes
RSVP Resv Info:
  Record Route: NONE
  Fspec: ave rate=750 kbytes, burst=1000 bytes, peak rate=750 kbytes
History:
Tunnel:
  Time since created: 12 minutes, 54 seconds
  Time since path change: 11 minutes, 39 seconds
  Number of LSP IDs (Tun_Instances) used: 8
Current LSP:
  Uptime: 11 minutes, 39 seconds
nl#show mpls traffic-eng tunnels summary
Signalling Summary:
  LSP Tunnels Process:          running
  Passive LSP Listener:        running
  RSVP Process:                running
  Forwarding:                  enabled
  Head: 1 interfaces, 1 active signalling attempts, 1 established
    1 activations, 0 deactivations
    0 SSO recovery attempts, 0 SSO recovered
  Midpoints: 0, Tails: 0
  Periodic reoptimization:     every 3600 seconds, next in 2912 seconds
  Periodic FRR Promotion:      Not Running
  Periodic auto-bw collection: every 300 seconds, next in 212 seconds

```

Fig. 6: Informação sobre o túnel MPLS

### III. CONCLUSÃO

#### REFERENCES

- [1] <http://tinycorelinux.net/>
- [2] <https://www.eve-ng.net/index.php/documentation/howtos/howto-create-own-linux-host-image/>