



# REDES FIXAS E MÓVEIS

MEI – 2024/2025

## Trabalho Prático 2 – Engenharia de Tráfego com MPLS

---

### Objetivos

Familiarização com o MPLS IP e com os conceitos de encaminhamento por etiquetas. Conceção e teste de soluções de engenharia de tráfego IP MPLS simples (**MPLS-TE**) e de engenharia de tráfego **MPLSDiffServ-TE**. Consolidação de conhecimentos do módulo teórico sobre MPLS.

### Introdução

O MPLS é a tecnologia dominante na rede de acesso, sendo também muito importante no core da rede, com funcionalidades que vão para lá da comutação rápida e da engenharia de tráfego (como por exemplo proteção e restauro, engenharia de tráfego integrada com os modelos de QoS IntServ e DiffServ).

Uma propriedade fundamental de uma rede MPLS é a sua capacidade de estabelecer túneis. Um túnel é uma abstração poderosa, criada entre dois quaisquer pontos na rede, que são as extremidades do túnel. O caminho entre eles é definido pela comutação de etiquetas. Vários fluxos de dados podem ser agregados numa única classe de expedição (CEF) que caracteriza o túnel. No plano de dados, o reenvio (forwarding) é feito apenas com base nas etiquetas MPLS. À entrada do túnel (*router LER*) os pacotes recebem uma primeira etiqueta (*push*). Dentro da rede os pacotes chegam a cada nó (*router LSR*) com uma ou mais etiquetas. A etiqueta observada na interface de entrada é trocada por outra enquanto são comutados para o respetivo interface de saída (*swap* ou *pop + push*). Os túneis são sinalizados por protocolos de sinalização próprios como o RSVP ou o LDP.

Os túneis MPLS são recursivos; significa que é possível ter túneis dentro de túneis. E usam um esquema de prioridades que garante que são alocados e mantidos pela sua importância para a rede. Um túnel com prioridade no estabelecimento superior destrona um túnel com uma prioridade de manutenção inferior. Os mecanismos de engenharia de tráfego permitem construir túneis com garantias de largura de banda e/ou com restrições administrativas simples, recorrendo a algoritmos de encaminhamento com restrições. Essas restrições podem ser calculadas por classe de serviço DiffServ.

Neste trabalho pretende-se experimentar na prática estes conceitos.

### Balanceamento de carga de forma desigual entre dois túneis MPLS

Utilize uma topologia em forma de (duplo) peixe, **inspirada na apresentada na Figura 2**, adaptando e reconfigurando de modo a introduzir engenharia de tráfego MPLS. Configure uma solução simples que permita balancear tráfego, de uma origem (na Figura 1 por exemplo, n8, n12) para um destino (na Figura 1 por exemplo, n10, n11), por dois caminhos alternativos escolhidos e definidos explicitamente.

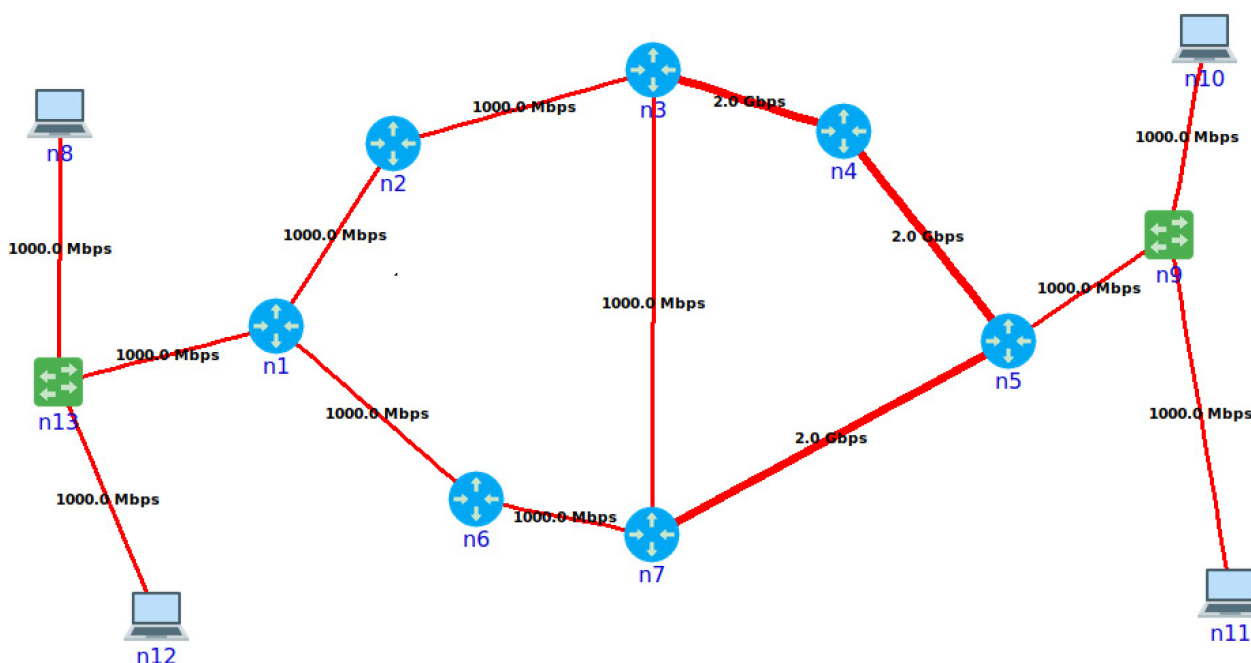


Figura 1 - Topologia Exemplo para uso em Engenharia de Tráfego via MPLS

Etapas sugeridas:

- 1) Após a configuração (setup) do ENE-NG Community, familiarize-se com o ambiente EVE-NG utilizando o material disponível com exemplos de configuração.
- 2) Para o laboratório **é necessário utilizar uma topologia diferente da mostrada na Figura 2**, porém deve possuir características comuns das topologias utilizadas neste ambiente. **Esta topologia deve também ser diferente da topologia utilizado no exemplo do material de apoio.**
- 3) Identifique **na sua topologia**, os **routers LSR (internos ao domínio MPLS)** e os **routers LER (routers de fronteira com interfaces dentro e interfaces fora do domínio MPLS)**. Configure todas as interfaces internas ao domínio MPLS para que usem IP MPLS.
- 4) Configure o protocolo de estado da ligação OSPF, de modo que passe a anunciar informação útil para a engenharia de tráfego MPLS.
- 5) Defina um sistema final de origem e um sistema final de destino, ambos fora do domínio MPLS e estabeleça **dois caminhos explícitos LSP, disjuntos**, entre o LER de entrada ligado à origem e o LER de saída ligado ao destino.
- 6) Force o balanceamento de tráfego MPLS entre os dois percursos LSP definidos na alínea anterior. A proporção de tráfego a enviar por cada caminho alternativo deve ser definida em percentagem a 50%.
- 7) Teste a solução de forma adequada e mostre que funciona como pretendido.
- 8) Proponha uma nova solução de engenharia de tráfego em que o tráfego HTTP na porta **80 ou 8080** vá por um percurso e o **tráfego UDP**, portas **18384-32677**, vá por outro alternativo; teste com auxílio de pequenos utilitários de geração de tráfego como por exemplo o [iPerf](#).

## Entrega de Trabalho

O trabalho deve ser executado em grupo e de forma autónoma.

O trabalho deverá ser demonstrado por cada grupo, devendo também ser elaborado um relatório escrito que descreva os progressos do trabalho e dê resposta às questões colocadas no enunciado.



O relatório escrito no Overleaf deve possuir a seguinte estrutura:

- I. Introdução
- II. Desenvolvimento, que descreve os progressos do trabalho. A seção deverá conter as configurações realizadas em cada etapa sugerida anteriormente, uma descrição da configuração do experimento, indicando os equipamentos utilizados, juntamente com as respetivas versões das imagens utilizadas e ainda as figuras que descrevem e detalha a topologia utilizada juntamente com as medições e métricas levantadas em cada uma das etapas.
- III. Conclusão com comentários sobre o que foi aprendido, resumindo os conceitos experimentados e ainda abordados as dificuldades encontradas, como foram superadas e lições aprendidas.

O relatório deve ser submetido através da plataforma de e-learning juntamente com todos os arquivos de texto de configuração de cada equipamento da topologia, devidamente identificados. O PDF e os arquivos devem estar em um ZIP.

Será fornecido um projeto Overleaf para cada grupo.

## Referências

TP2 – Setup Using EVE-NG Community Edition

Conforme slides disponíveis na plataforma de e-learning (**TP2 - SETUP - EVE-NG - Detailed Installation and Examples**)

MPLS Traffic Engineering DiffServ Configuration Guide, Cisco IOS XE Release 3S

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mp\\_te\\_diffserv/configuration/xs-3s/mp-te-diffserv-xe-3s-book/mp-te-diffserv-aw.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mp_te_diffserv/configuration/xs-3s/mp-te-diffserv-xe-3s-book/mp-te-diffserv-aw.html)

MPLS Basic MPLS Configuration Guide, Cisco IOS Release 12.4T

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mp\\_basic/configuration/12-4t/mp-basic-12-4t-book.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/mp_basic/configuration/12-4t/mp-basic-12-4t-book.pdf)

QoS: DiffServ for Quality-of-Service Overview Configuration Guide, Cisco IOS Release 15M&T

[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/qos\\_dfsrv/configuration/15-mt/qos-dfsrv-15-mt-book/qos-dfsrv.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/qos_dfsrv/configuration/15-mt/qos-dfsrv-15-mt-book/qos-dfsrv.html)

MPLS Configuration Guide for Cisco 8000 Series Routers, IOS XR Release 7.5.x

<https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/iosxr/cisco8000/mpls/75x/b-mpls-cg-cisco8000-75x/implementing-mpls-traffic-engineering-75x.html>

Observação: Nos guias acima, atenção para particularidades de configuração entre diferentes tipos e capacidades de roteadores.