



## **Redes Fixas e Móveis [2024/2025]**

Curso: MIEI (4º) / MEI (1º)

Trabalho TP1 - *Redes de Acesso IP: Taxas, Atrasos, Perdas e Duplicação de Pacotes*

### **Objectivos:**

- Configurações de rede com o emulador Core. Utilizar o “**Guia de instalação e integração do Visual Studio Code com a máquina virtual CORE**”
- Caracterização de ligações em redes de acesso: limitações de taxas upstream / downstream, perdas e atrasos;
- Instalação e utilização da aplicação *iperf* (<https://iperf.fr/>) para análise de tráfego (UDP, TCP)
- Análise de desempenho da rede

### **Relatório:**

- Todos os grupos de trabalho deverão elaborar um relatório descrevendo as principais configurações, comandos, e tarefas desenvolvidas no contexto do trabalho.
- O relatório final deve incluir:
  - Uma secção de Introdução
  - Uma secção de desenvolvimento que deve apresentar inicialmente uma subsecção que descreve a rede de acesso utilizada em linhas gerais e como foi calculado e estabelecido os parâmetros **D bps** e **T ms para o link de acesso**. Para cada experimento crie uma subsecção seguinte e descreva como realizado, os valores das medições obtidos se aplicável e ainda uma discussão sobre cada resultado, se possível incluindo figuras e gráficos conforme a necessidade;
  - Uma secção de "Conclusões" que autoavale os resultados da aprendizagem decorrentes das várias vertentes estudadas no trabalho.
- O relatório deverá ser criado no **Overleaf**, [utilizando o template IEEE de uma coluna](#) com o nome dos integrantes do grupo como autores.
- Os relatórios serão avaliados levando em conta i) a correção e qualidade técnica das soluções, configurações, e explicações dadas face às várias tarefas e desafios apresentados e ii) a clareza/organização/qualidade do relatório submetido.
- Os relatórios deverão ser submetidos até à data limite definida; os atrasos na submissão serão penalizados.
- O relatório deve ser submetido na plataforma de ensino <https://elearning.uminho.pt> em



tarefa específica que será criada.

- É necessário também enviar um link de compartilhamento do projeto no **Overleaf**.

## Duração:

- Trabalho planeado para duas aulas TP (4 horas), seguido de avaliação

## **A. Estabelecimento das Redes de Acesso e Núcleo**

A Figura 1 apresenta um exemplo de uma topologia de rede mostrando uma topologia de Rede de Núcleo (CORE Network), onde todas as ligações têm uma capacidade full-duplex (BW) de **100 Gbps** e atrasos de **50 µsec**. Existe um servidor SERVER (residente no endereço IP 200.0.6.30) directamente ligado à rede de núcleo através de uma ligação Ethernet a 10 Gbps e atraso de 100 µsec.

A rede residencial de acesso usa um Link de Acesso (Access Link - Residential) a **T** bps (Gbps ou Mbps) com atraso de **D** (ms ou µsec) e o HOME-PC tem uma ligação Ethernet ao HOME ROUTER a **1 Gbps** e com atraso de **10 µsec**.

Os parâmetros o link de acesso podem variar conforme a tecnologia escolhida. Para isto escolha uma tecnologia de acesso, pesquisa valores médios para a **taxa de transmissão (T)** e **atraso (D)** associado à esta tecnologia e indique a referência utilizada.

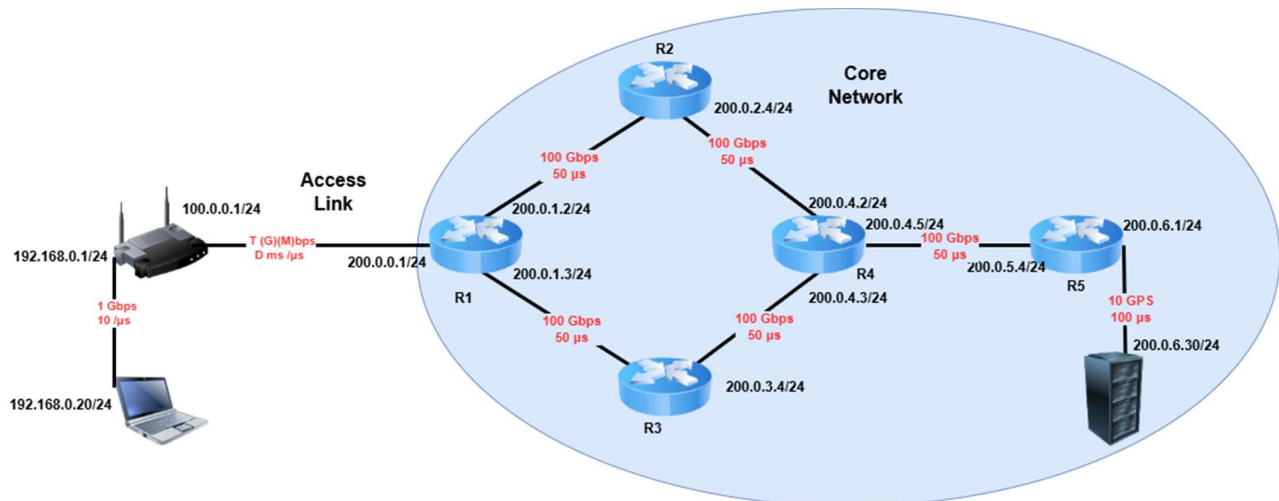


Figura 1 – Rede de Acesso e Redes de Núcleo

1. Estabeleça uma configuração executável desta topologia utilizando o emulador de redes Core. Utilize-se de uma qualquer solução de encaminhamento IP, preferentemente usando OSPF, que permita conectividade IP(v4) entre todos os equipamentos.

1.1. Teste a conectividade global e registe evidências de que está totalmente funcional, utilizando as ferramentas **ping** e **traceroute**. Apresente valores experimentais, com base nos resultados obtidos com o utilitário **ping**, de atraso médio fim-a-fim entre o **HOME-PC** e o **SERVER**, usando pacotes com tamanhos de 64 bytes



e de 1024 bytes, e compare esses valores experimentais com o valor teórico esperado. Verifique, e justifique, se os valores obtidos experimentalmente estão de acordo com os valores teóricos esperados (atendendo às características das redes de Acesso e de Núcleo). Nota: Pode usar "**ping -c <#count> <ip-destination>**" para estabelecer o número de pacotes **<#count>** (por exemplo "ping -c 20 10.0.6.10" para enviar 20 pacotes); pode usar "**ping -s <size> <ip-destination>**" para estabelecer o tamanho **<size>** do pacote.

1.2. Seguidamente, modifique as características da Ligação de Acesso - Residencial, para que a ligação seja assimétrica, modificando as taxas (BW) para 1 Gbps / 256 Kbps (1Gbps Downstream; 256 Kbps Upstream; estas modificações podem ser feitas sem interromper a execução) usando a opção "Configure" nessa ligação. Registe, mais uma vez, o valor de atraso médio entre o **HOME-PC** e o **SERVER** [se estiver a utilizar uma versão do emulador Core abaixo de 4.6 poderá não conseguir testar taxas (BW) assimétricas]. A configuração de ligações assimétricas permite testar ligações residenciais típicas ADSL.

## B. Análise de desempenho

2. Analise as características e funcionalidades da ferramenta iPerf / iPerf3 e instale essa ferramenta na plataforma Core.

Utilizando "**iperf**" proceda à medição da largura de banda máxima (BWmax) atingível em transferências de dados sobre IP(v4), de volume considerável, entre **HOME-PC** e o **SERVER**, tanto em TCP como em UDP.

3. Volte ao menu "Configure" do Link de Acesso – Residencial e note que existem vários parâmetros que podem ser configurados com esta ligação, parâmetros como:

- Delay (**D**, expresso em microseconds -  $\mu$ sec)
- Bandwidth (**T**, expresso em Gbps ou Mbps)
- Loss (expressa pela percentagem de perda de pacotes (controlo aleatório, random)
- Duplicate (expressa pela percentagem de pacotes que, aleatoriamente, são duplicados)
- Configurar estes valores de acordo com a tecnologia de acesso que você escolheu

3.1. Modificar um único parâmetro (delay, loss, duplicate) de cada vez, com valores de Loss (valores de 4% e 10%), Duplicate (valores de 2% e 5%) e testar novamente utilizando "**iperf**" as transferências de dados em UDP e TCP.

3.2. Para cada combinação de valores (Loss, Duplicate) escolhidos - (4,2), (4,5), (10,2), (10,5)] - determinar, comentar e justificar os resultados obtidos pelo "**iperf**" tanto



em UDP como TCP.

- 3.3. Modifique finalmente o valor do atraso de ligação para um valor muito grande (por exemplo em 2.000.000  $\mu\text{sec}$ , ou seja 2 segundos (que é um valor próximo do atraso médio Terra-Lua; note p.ex. que o atraso médio Terra-Marte já será de cerca de 10 minutos!). Mais uma vez, deve utilizar o “*iperf*” para testar as características da conectividade fim-a-fim **HOME-PC - SERVER** em UDP e TCP.

No relatório deverá discutir a forma como a variação de parâmetros - como o delay, bandwidth, packet loss e packet duplication - pode afectar as características de desempenho das redes com serviço BE (Best Effort) das comunicações na Internet. Esta discussão deve basear-se nos resultados obtidos com este trabalho TP1.