

# Instituto Superior de Engenharia De Lisboa

Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

Redes de Computadores – 2024/2025 SV

2ª Fase – Connecting Devices

Docente: Nuno Garcia

Realizado pelo grupo NG-16:

Carolina Raposo n.º 51568

Carlos Simões n.º 51696

Lara Camões n.º 51742

*Lisboa, 6 de maio de 2025*

## Índice

1. Introdução .....	2
2. Configuração do ambiente virtual Cisco Packet Tracer.....	3
3. Phase 2 – Connecting Devices (using LAN A and LAN B only) .....	3
3.1 Phase 2.1 – LAN A .....	3
3.2 Phase 2.2 – Conectar duas LANs .....	6
4. Conclusão.....	10
5. Referências .....	10

# 1. Introdução

O presente relatório descreve as etapas e resultados alcançados durante a execução da Fase 2 do projeto da unidade curricular Redes de Computadores. Esta fase foi dividida em duas partes principais:

1. Fase 2.1 – Configuração da LAN A:
  - Nesta etapa inicial, configuramos uma única rede local (LAN A) utilizando um *switch*, atribuindo endereços IP estáticos aos dispositivos (Laptop0 e PC0), testando a conectividade interna com comandos como ping e tracert;
2. Fase 2.2 – Conectar LAN A e LAN B:
  - Expandimos a topologia para incluir a LAN B, conectando ambas as redes através de um *router*. Para isso, realizamos o *subnetting* do espaço de endereçamento 10.0.16.0/24, configuramos as interfaces do *router* com os últimos endereços disponíveis em cada sub-rede e definimos os *gateways* padrão nos *hosts*.

O ambiente Cisco Packet Tracer foi utilizado para implementar e testar a topologia seguindo as instruções do enunciado. Os resultados foram validados através de testes de conectividade entre todos os dispositivos, análise da tabela de *routing* e verificação do funcionamento das sub-redes.

Este relatório apresenta, de forma detalhada, os procedimentos realizados em cada parte da Fase 2, as configurações adotadas e os resultados obtidos.

## 2. Configuração do ambiente virtual Cisco Packet Tracer

O primeiro passo, para podermos realizar esta fase do projeto, foi necessário instalar o ambiente virtual Cisco Packet Tracer. Para isso, acedemos à plataforma Cisco Networking Academy através do link fornecido no enunciado, onde nos registamos e iniciamos o curso introdutório “Getting Started with Cisco Packet Tracer”.

Concluída a instalação, ao iniciar a aplicação e, após efetuarmos o login, abrimos o ficheiro Projeto2425v.pka disponibilizado no Moodle, o qual contém a topologia e instruções necessárias para a execução desta fase do projeto.

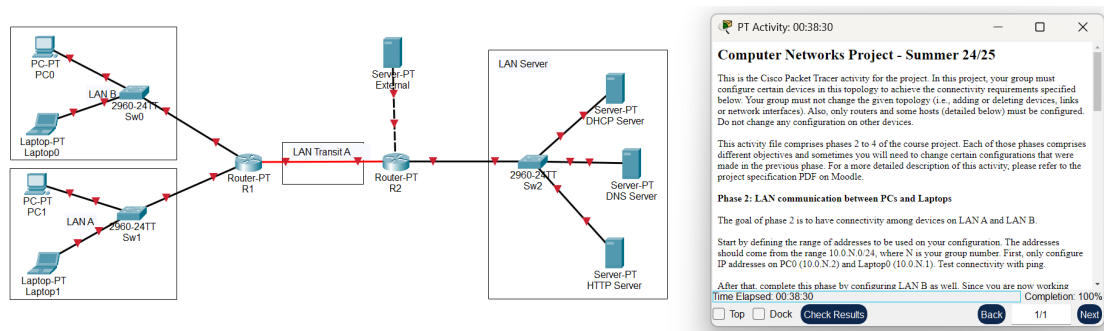


Figura 1 - Interface do ambiente virtual Cisco Packet Tracer com projeto

## 3. Phase 2 – Connecting Devices (using LAN A and LAN B only)

Como foi dito anteriormente esta fase do projeto está dividida em 2 subfases, onde na primeira só consideramos a topologia do LAN A, enquanto na segunda parte consideramos ambas (LAN A e LAN B).

### 3.1 Phase 2.1 – LAN A

Esta primeira subfase teve como objetivo conectar dois dispositivos dentro de uma única *Local Area Network*, neste caso, a *LANA*.

Para conectar dois ou mais dispositivos dentro de uma única *LAN*, é necessário um *switch*. O *switch* é um dispositivo que opera na camada de rede, cuja função é interligar vários dispositivos dentro da mesma *LAN*. Este tem um papel ativo na rede:

- Armazena e encaminha tramas *Ethernet*,
- Analisa o endereço *MAC* da trama recebida e encaminha-a seletivamente para uma ou mais portas de saída;
- Quando a trama deve ser reenviada num segmento, o *switch* utiliza CSMA/CD para aceder ao segmento

Os *switches* para além de serem *plug-and-play*, também não precisam de ser configurados manualmente, pois aprendem quais os *hosts* que podem ser alcançados por interfaces específicas:

- Quando uma *frame* é recebida, o *switch* “aprende” qual é a localização do dispositivo de destino, ou seja, o segmento de rede de entrada;
- Regista o par (endereço MAC do remetente/interface de entrada) na sua *switch table*

Para além dos *switches*, foi necessário ter conhecimentos de *subnetting*.

*Subnetting* é o processo de dividir uma rede grande em redes menores chamadas “*subnets*”.

As *subnets* fornecem a cada grupo de dispositivos o seu próprio espaço para comunicação, o que facilita o funcionamento da rede. Isso também aumenta a segurança e facilita o gerenciamento da rede, já que cada *subnet* pode ser monitorizada e controlada separadamente.

A LAN A já estava com os cabos físicos conectados, então foi apenas necessário configurar os *IPs* e *subnet masks* nas interfaces corretas de cada dispositivo. Para isso, organizou-se uma tabela com os valores:

	Endereço IP	Primeiro Host endereçável	Último Host endereçável	Valor do <i>Broadcast</i>
LAN A	10.0.16.0/24	10.0.16.1/24	10.0.16.254/24	255
PC0	10.0.16.2/24	-	-	-
Laptop0	10.0.16.1/24	-	-	-

Tabela 1 - Tabela de endereços da subfase 1

Nesta primeira parte, deixou-se a *gateway* em branco.

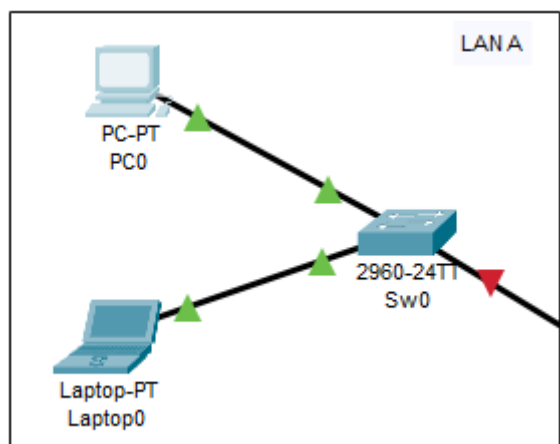


Figura 2 - Diagrama do funcionamento da LAN A

Ao carregar em cada dispositivo, abre uma janela onde existem várias opções para configurar, testar e analisar os mesmos. Para configurar os IPs e a Subnet Mask, acedeu-se à Config -> FastEthernet0 -> IP Configuration -> Static, e colocou-se os valores mencionados na tabela:

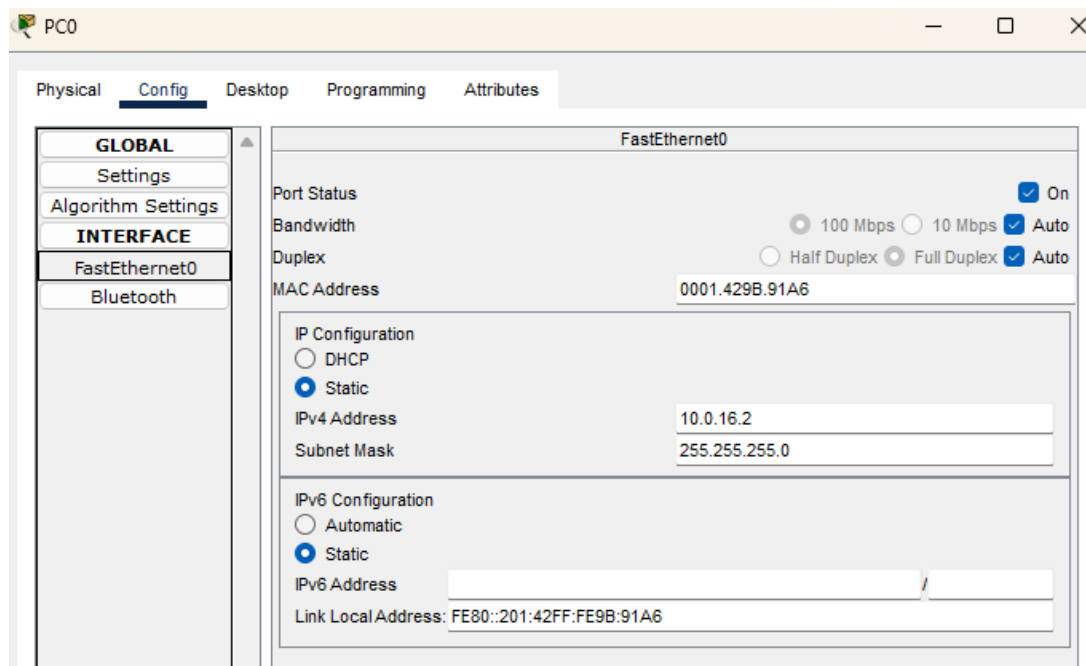


Figura 3 - Configuração interna do PC0

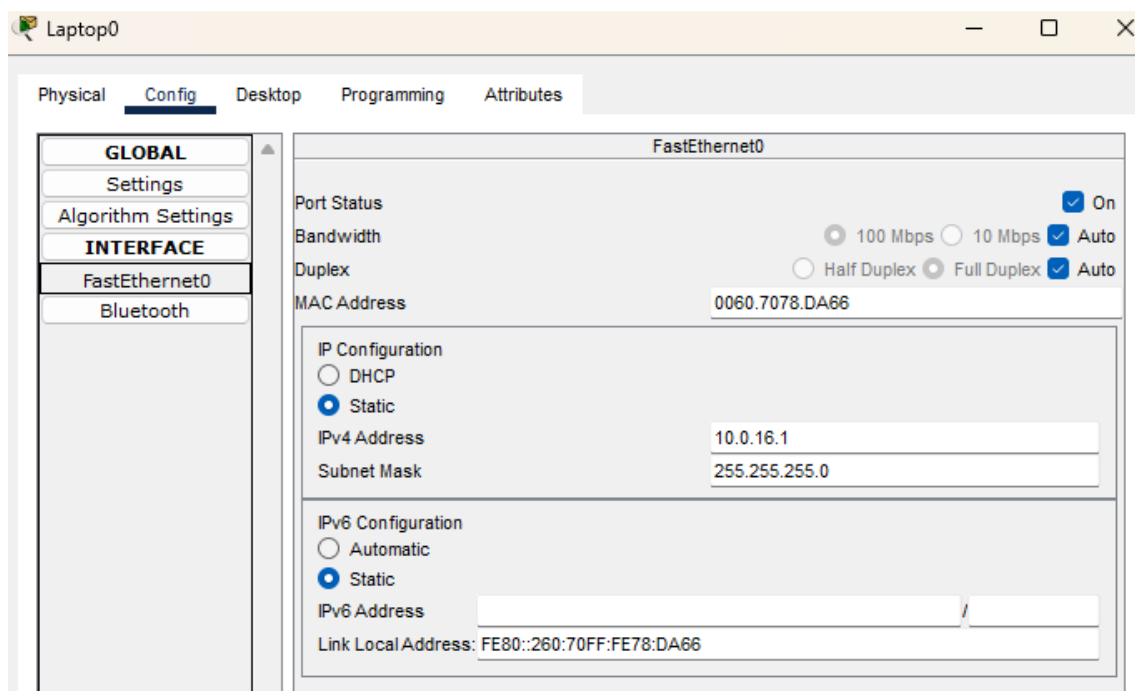


Figura 4 - Configuração interna do Laptop0

Para testar se as ligações estão bem configuradas, foram feitos os comandos, no *command prompt* de cada dispositivo, *ping* e *tracert* (*tracert*):

```
C:\>ping 10.0.16.1

Pinging 10.0.16.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.16.1: bytes=32 time=11ms TTL=128
Reply from 10.0.16.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.0.16.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.0.16.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.0.16.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 2ms
```

Figura 5 - Ping do PC0 para Laptop0

```
C:\>ping 10.0.16.2

Pinging 10.0.16.2 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.16.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.0.16.2: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 10.0.16.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.0.16.2: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.0.16.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 7ms, Average = 1ms
```

Figura 6 - Ping do Laptop0 para PC0

```
C:\>tracert 10.0.16.2

Tracing route to 10.0.16.2 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      10.0.16.2

Trace complete.
```

Figura 7 - Traceroute do Laptop0 para PC0

```
C:\>tracert 10.0.16.1

Tracing route to 10.0.16.1 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      10.0.16.1

Trace complete.
```

Figura 8 - Traceroute do PC0 para Laptop0

No caso dos *pings*, os pacotes enviados foram os mesmos que os recebidos, por conseguinte, não houve perda de pacotes, o que significa que a conexão entre os dois dispositivos está funcional.

No caso dos *traceroutes*, o único *hop* que apareceu, foi o destino, o que significa que não há *routers* pelo caminho e que a rede está corretamente configurada com /24, e que os dispositivos estão diretamente conectados.

## 3.2 Phase 2.2 – Conectar duas LANs

Para esta segunda e última subfase, foi pedida a ligação/conexão entre as LANs A e B.

A conexão entre duas ou mais LANs exige a utilização de um router, pois cada LAN pertence a uma **subnet** diferente. Os *switches* apenas permitem a comunicação interna de uma mesma rede, mas não realizam o encaminhamento de pacotes entre redes diferentes.

Para isso, atualizou-se a tabela feita na subfase anterior:

	Endereço IP	Primeiro Host endereçável	Último Host endereçável	Valor do <i>Broadcast</i>
LAN A	10.0.16.0/25	10.0.16.1/25	10.0.16.126/25	127
PC0	10.0.16.2/25	-	-	-
Laptop0	10.0.16.1/25	-	-	-
Router f0/0	10.0.16.126/25	-	-	-
LAN B	10.0.16.128/25	10.0.16.129/25	10.0.16.254/25	255
PC1	10.0.16.130/25	-	-	-
Laptop1	10.0.16.129/25	-	-	-
Router f1/0	10.0.16.254/25	-	-	-

Tabela 2 - Tabela atualizada da subfase 2

Na primeira subfase, utilizou-se, por convenção e por ser padrão dos routers, a subnet mask /24 para uma LAN só, e para se poder conectar as duas LANs foi necessário subdividir a /24 para duas /25.

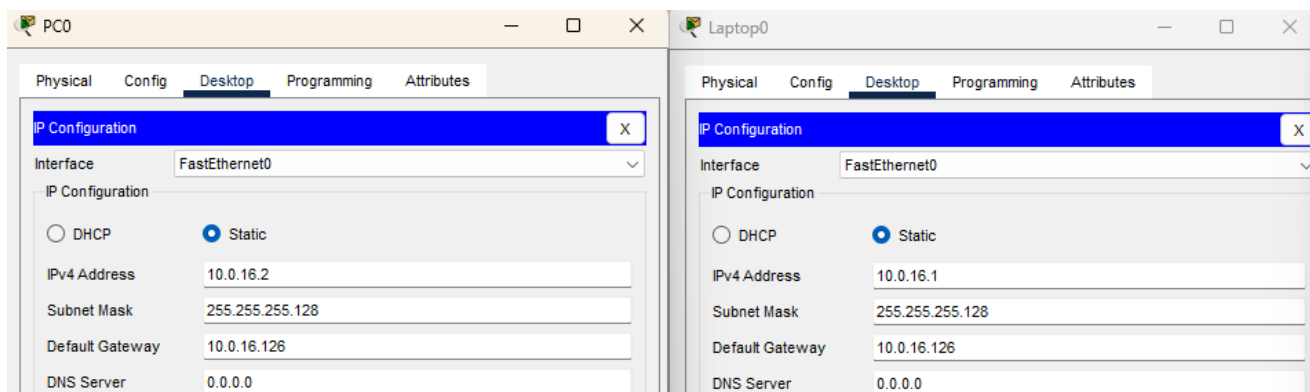


Figura 9 - Configuração dos dispositivos da LAN A

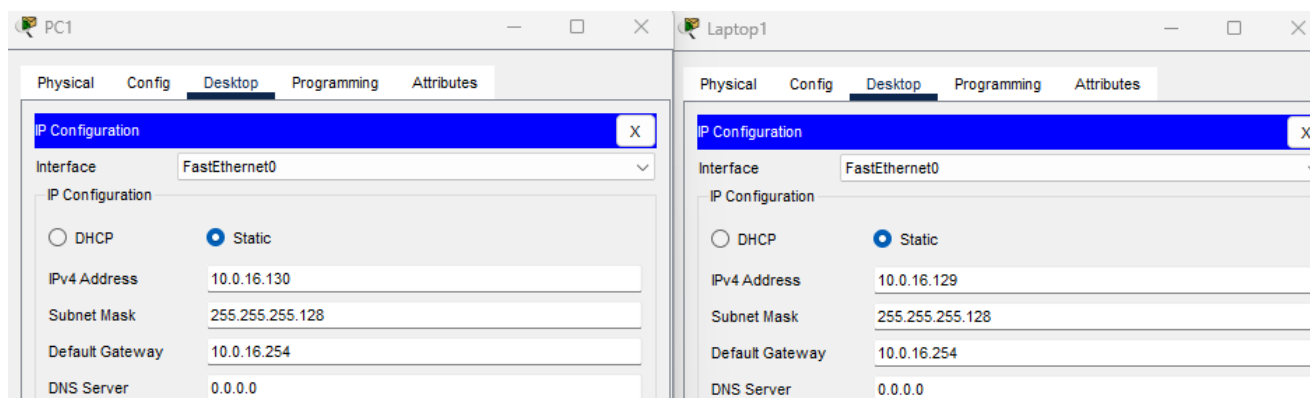


Figura 10 - Configuração dos dispositivos da LAN B

Como já foi mencionado, também foi necessário configurar o router de modo que este pudesse conectar as duas redes:

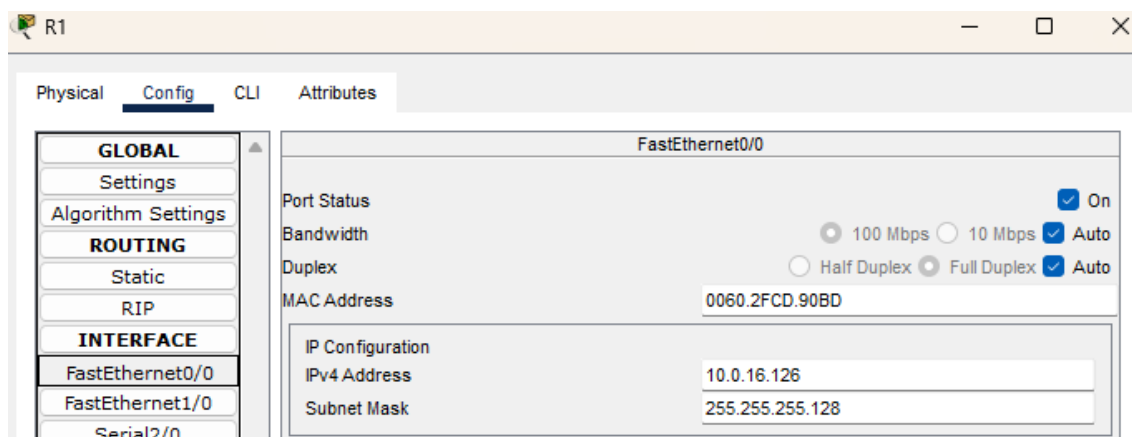


Figura 11 - Configuração da interface FastEthernet0/0

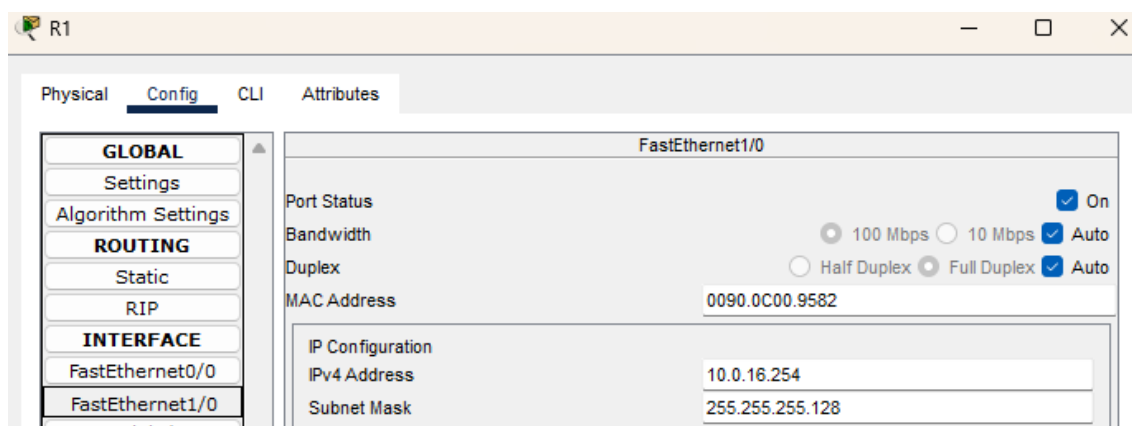


Figura 12 - Configuração da interface FastEthernet1/0



Com isto, foram também definidos os IPs das *default gateways* correspondentes aos IPs de cada interface do router, sendo:

- 10.0.16.126/25 para a LAN A;
- 10.0.16.254/25 para a LAN B

Após fazer a configuração, o diagrama do funcionamento da rede ficou com o seguinte aspeto:

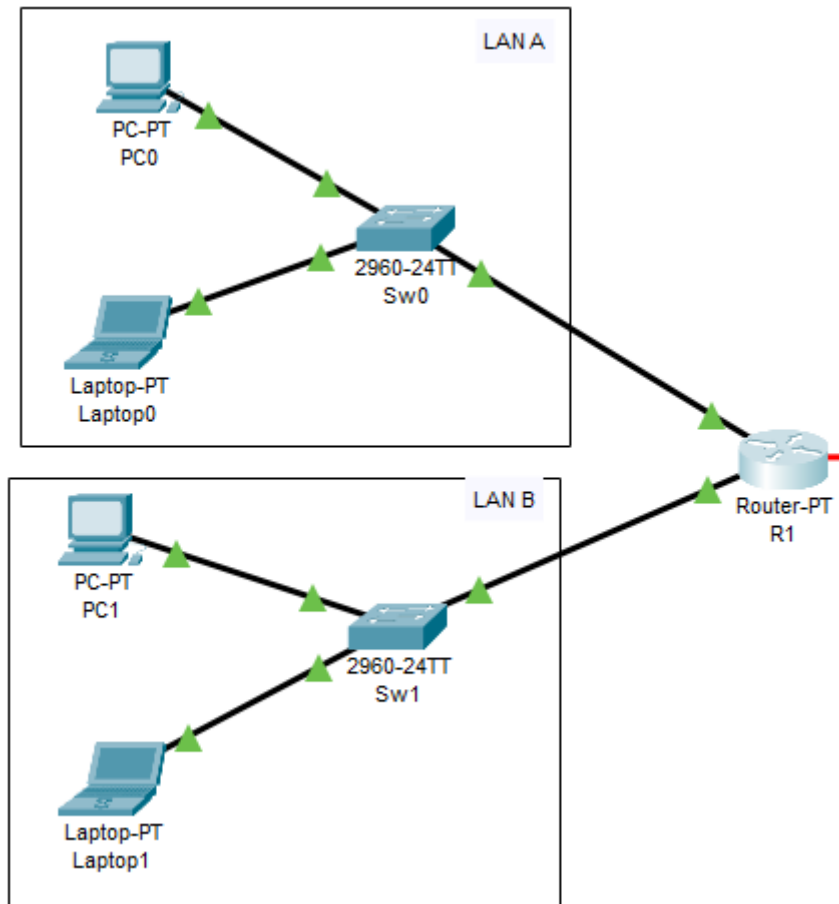


Figura 13 – Diagrama de funcionamento da rede

No primeiro teste de *ping* de um dispositivo da LAN A para outro na LAN B, observou-se que o primeiro pacote foi perdido. Este pacote corresponde ao primeiro pacote *ICMP* que não foi enviado de imediato, pois o PC0 teve de realizar primeiro uma resolução *ARP* para descobrir o endereço *MAC* da interface do router que serve de *gateway* na sua sub-rede. Durante esse processo, o pacote inicial foi descartado, resultando num *Request Timed Out*.

Após ser concluído, o PC0 já possui na sua tabela *ARP* o endereço *MAC* correspondente ao *IP* do *gateway*. Assim, os pacotes *ICMP* seguintes são encapsulados numa trama Ethernet com o endereço *MAC* de destino do router e enviados corretamente. O router, ao receber esses pacotes, verifica que o *IP* de destino pertence à LAN B e, caso ainda não tenha o *MAC* do PC1 na sua própria tabela *ARP*, executa também um pedido *ARP* na LAN B para descobrir esse endereço. Depois de obtido, o router reencaminha os pacotes *ICMP* para o PC1. Este responde com os pacotes de retorno, que seguem o mesmo caminho inverso, agora sem necessidade de novas resoluções *ARP*, resultando em respostas bem-sucedidas ao *ping*.

Ao fazer o segundo teste para validar a ligação entre dispositivos de LANs diferentes, percebeu-se que a comunicação entre as mesmas foi bem sucedida, ou seja, o router estava a encaminhar corretamente os pacotes entre as duas *subnets*:

```
C:\>ping 10.0.16.129

Pinging 10.0.16.129 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.16.129: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.16.129: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.16.129: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.0.16.129: bytes=32 time=9ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.16.129:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 9ms, Average = 2ms
```

Figura 14 - Ping do Laptop0 para o Laptop1

```
C:\>tracert 10.0.16.129

Tracing route to 10.0.16.129 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      10.0.16.126
  2  0 ms      0 ms      0 ms      10.0.16.129

Trace complete.
```

Figura 15 - Traceroute do Laptop0 para Laptop1

Nos resultados anteriores, utilizou-se o *Laptop0* para fazer *ping* e *traceroute* até ao *Laptop1*, e percebeu-se que a comunicação entre ambos foi bem estabelecida pois:

- Não foram perdidos pacotes durante o *ping*, ou seja, foram todos enviados com sucesso;
- No *traceroute*, o primeiro *hop* foi do Laptop0 para a interface FastEthernet0/0 do router, e o último *hop* foi do router para o Laptop1, o que confirma que a ligação está corretamente configurada

Também foi feito o comando pedido no enunciado "*show ip route*", cujo *output* foi:

```
Router>show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/25 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.16.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       10.0.16.128 is directly connected, FastEthernet1/0
```

Figura 16 - *show ip route* no CLI do Router

Os resultados do comando referido confirmam também que as interfaces estão corretamente conectadas.

Foi feita também uma pesquisa acerca do *gateway of last resort*, e entendeu-se que este é o router para onde o tráfego é enviado quando não há nenhuma rota mais específica na tabela de *routing*, ou seja, é para o tráfego é enviado caso não se saiba por onde enviar, o que não é o caso, pois o router sabe exatamente por onde enviar o tráfego, daí ter aparecido no *output*. "Gateway of last resort is not set".

## 4. Conclusão

A Fase 2 deste projeto permitiu-nos consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos na unidade curricular Redes de Computadores, mais especificamente os conceitos de sub-rede e *routing*.

Os resultados obtidos, validados por comandos como ping e tracert, confirmaram o correto funcionamento da rede. Esta fase reforçou a importância do planeamento de redes e serviu de base para o desenvolvimento das fases restantes do projeto.

## 5. Referências

- <https://superuser.com/questions/1829413/why-use-24-instead-of-16-when-creating-new-networks> - "*superuser - why use/24 instead of /16 when creating new networks?*" - acedido a 11/05/25
- [https://www.ripe.net/media/documents/IPv4\\_CIDR\\_Chart\\_2015.pdf](https://www.ripe.net/media/documents/IPv4_CIDR_Chart_2015.pdf) - "IPv4 CIDR Chart 2015" - acedido a 30/04/25