

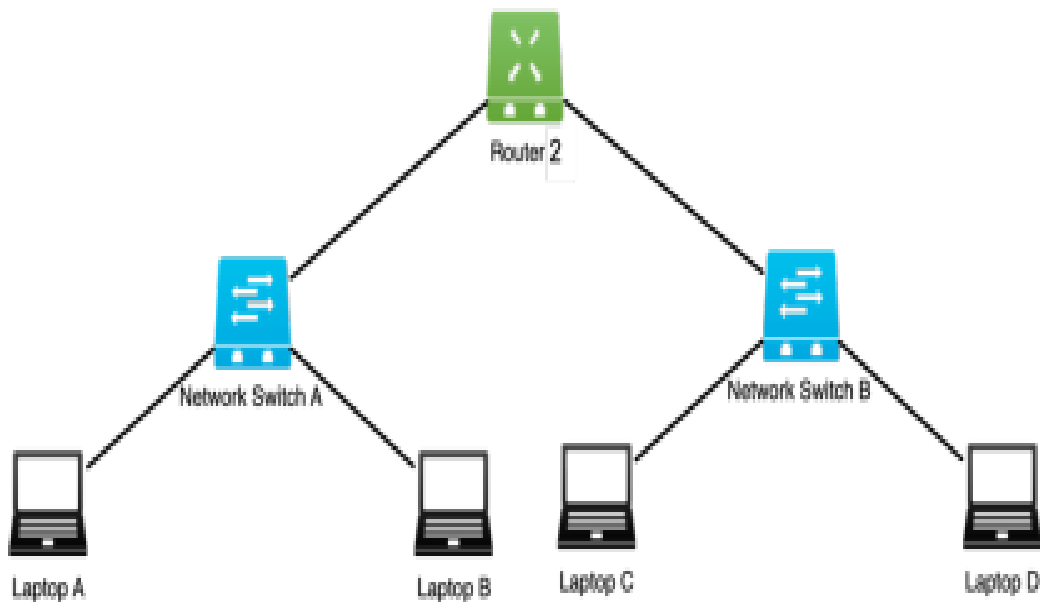


Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia

Redes de Computadores - 2022/2023 SV

2ª Fase - Connecting Devices



Docente Nelson Costa

Realizado por grupo 5:

Diogo Lobo 48168

Pedro Silva 48965

Diogo Santos 48626

Conteúdo

1	Introdução	I
2	Configuração de uma LAN	I
2.1	Configuração dos Computadores A e B	I
2.2	Comunicação entre os Computadores A e B	III
3	Conexão de duas LAN's através de um Router	V
3.1	Configuração dos Computadores	V
3.2	Configuração do Router	VII
3.3	Comunicação entre Computadores de diferentes LANs	VIII
4	Conclusões	X

Lista de Figuras

1	LAN A Topology	I
2	Configuração do Computador A	I
3	Configuração do Computador B	II
4	Cache ARP antes de comunicação	II
5	Ping do Computador A para o B	III
6	Ping do Computador B para o A:	III
7	trace do Computador A para o B	IV
8	arp do computador A	IV
9	arp do computador B	IV
10	Two LAN's Connected	V
11	Configuração Computador A	VI
12	Configuração Computador B	VI
13	Configuração Computador C	VI
14	Configuração Computador D	VII
15	Configuração do router Cisco	VII
16	Comando ping Computador A	VIII
17	Comando ping Computador B	VIII
18	Comando ping Computador C	IX
19	Comando ping Computador D	IX
20	Tabela ARP do router Cisco	IX

1 Introdução

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma Rede de Computadores. Começamos por criar um servidor web, depois uma LAN para dois PCs usando um switch e finalmente evoluímos de forma a conectar a nossa LAN a outros e criar uma típica rede empresarial. Esta segunda fase vai ser dividida em duas partes, onde na primeira fazemos a conexão entre dois computadores, ambos na mesma LAN, e na segunda conectamos duas LAN's através de um router. Para a realização deste laboratório foi utilizado o emulador EVE-NG. Este emulador é um aplicação web que permite simular os vários dispositivos de rede.

2 Configuração de uma LAN

Foi configurada uma LAN composta por dois dispositivos, computador A e computador B, conectados através de um switch, seguindo a seguinte figura:

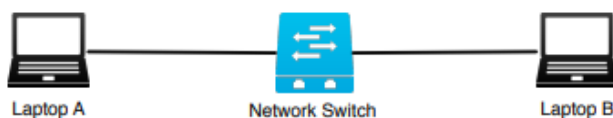


Figura 1: LAN A Topology

O intervalo de endereços IP disponíveis, atribuído ao nosso grupo, para a implementação da rede foi 192.168.N.0/24 onde N é o número do nosso grupo logo ficamos com 192.168.5.0/24.

2.1 Configuração dos Computadores A e B

Temos agora de configurar o IP de cada um dos computadores para podermos afirmar que pertencem ambos à mesma LAN, atribuindo um dos IPs descritos a cima. Para isso utilizámos os seguintes comandos:

```
Laptop_A
VPCS> ip 192.168.5.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.1 255.255.255.0

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.1/24
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:08
LPORT      : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

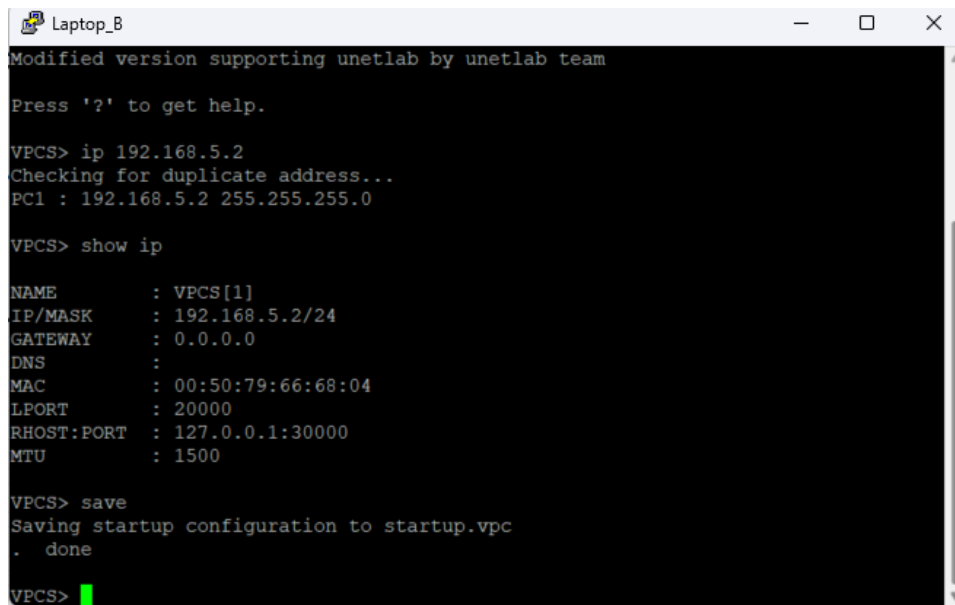
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS>
```

Figura 2: Configuração do Computador A

1. Foi executado o comando "ip 192.168.5.1" de forma a atribuir o endereço IP passado por argumento ao computador A. A máscara de rede é 255.255.255.0 por defeito e a gateway não vai ser necessária por enquanto.
2. Confirmamos se o endereço IP foi devidamente atribuído ao computador A ao executarmos o comando "show ip".
3. Por fim guardamos as alterações efetuadas no computador A com o comando "save".

O processo é o mesmo para o Computador B sendo a única mudança o endereço IP que passa a ser "192.168.5.2". Na imagem abaixo podemos observar o descrito.



```
Laptop_B
Modified version supporting unetlab by unetlab team

Press '?' to get help.

VPCS> ip 192.168.5.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.2 255.255.255.0

VPCS> show ip

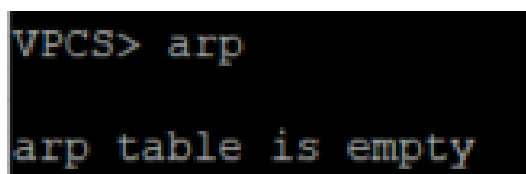
NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.2/24
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT      : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS>
```

Figura 3: Configuração do Computador B

Antes de testarmos a conectividade entre os computadores foi nos pedido para observar a ARP Cache, utilizando o comando "show arp command". Em baixo encontramos o resultado obtido:



```
VPCS> arp

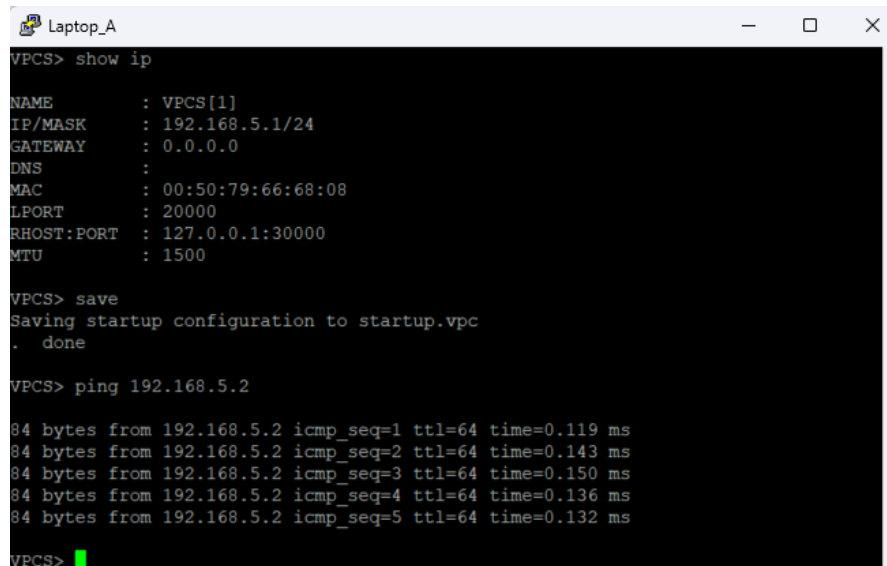
arp table is empty
```

Figura 4: Cache ARP antes de comunicação

Como podemos observar as tabelas ARP estão vazias. Este é o resultado esperado pois o protocolo ARP associa um endereço de rede a um endereço físico apenas depois de efetuada uma comunicação, para que futuras comunicações se estabeleçam com maior eficácia. Como ainda não houve comunicação entre as máquinas é normal que as tabelas estejam vazias.

2.2 Comunicação entre os Computadores A e B

Agora falta-nos testar a comunicação entre os dois dispositivos, para isso executamos o comando "ping" seguido do IP da máquina com que queremos comunicar. A execução deste comando para ambos os computadores é apresentado nas duas imagens seguintes:



```
VPCS> show ip
NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.1/24
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:08
LPORT      : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

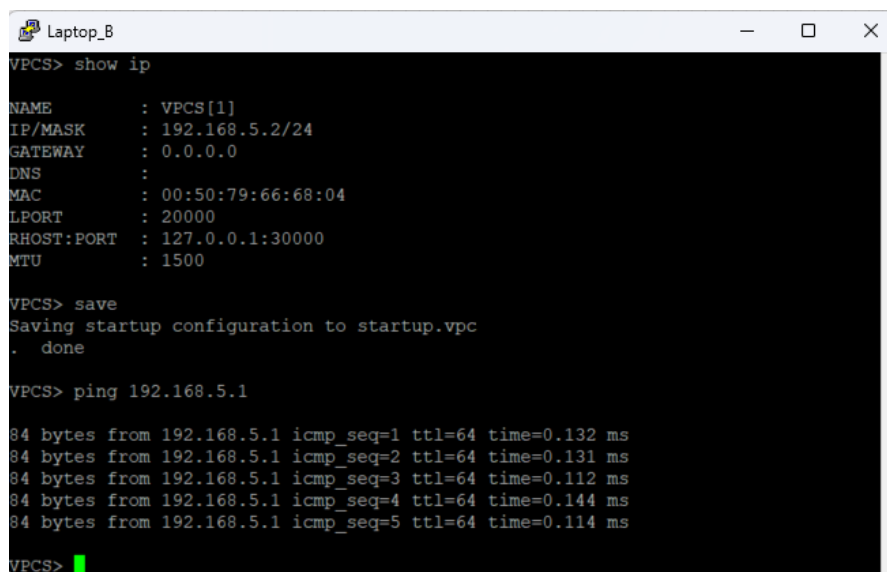
VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> ping 192.168.5.2

84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.119 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.143 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.150 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.136 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.132 ms

VPCS>
```

Figura 5: Ping do Computador A para o B



```
VPCS> show ip
NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.2/24
GATEWAY    : 0.0.0.0
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT      : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

VPCS> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

VPCS> ping 192.168.5.1

84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.132 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.131 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.112 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.144 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.114 ms

VPCS>
```

Figura 6: Ping do Computador B para o A:

Conseguimos observar nas duas imagens que foram enviados e retornados 5 pacotes ICMP (Internet Control Message Protocol). Este protocolo está integrado no protocolo IP e é utilizado para comunicar informações da camada de rede, sendo o uso mais comum para fornecer relatórios de erros à fonte original. O número de sequência do pacote recebido está descrito em icmp_seq e o tempo de ida e volta está descrito em time. Também é apresentado o valor TTL (Time to Live), este representa o limite máximo de saltos entre máquinas e é decrementado por cada router que atravessa. Este mecanismo impede que um pacote de dados fique perdido na rede, uma vez que, quando atinge zero, o router descarta o pacote.

Pode-se também realizar um teste de comunicação utilizando o comando trace-route.

Com o comando "trace 192.168.5.2" a partir do computador A é possível verificar os dispositivos intermediários pelos quais o pedido passou até chegar ao computador B.

```
VPCS> trace 192.168.5.2
Trace to 192.168.5.2, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  *192.168.5.2    0.189 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
```

Figura 7: trace do Computador A para o B

Como se pode observar, o pedido foi enviado diretamente para o computador B. Isto deve-se ao facto de que, apesar de a comunicação entre os dois computadores se realizar através de um switch, este dispositivo limita-se a difundir o que recebe para todas as portas e não têm capacidade de processamento, atuando apenas na camada física e de ligação do modelo OSI. sendo assim, o comando traceroute só é útil quando existem outros dispositivos que atuam na camada de rede como routers e hosts.

Uma vez realizadas as primeiras comunicações entre os dois computadores, foram verificadas as tabelas ARP de ambas as máquinas.

```
VPCS> show arp
00:50:79:66:68:04  192.168.5.2 expires in 96 seconds
```

Figura 8: arp do computador A

```
VPCS> show arp
00:50:79:66:68:08  192.168.5.1 expires in 89 seconds
```

Figura 9: arp do computador B

Como se pode observar, a tabela ARP do computador A contém o endereço físico associado ao computador B e vice-versa. Para além dos endereços, o comando apresenta o tempo que falta para que esta associação seja apagada da tabela ARP da máquina

3 Conexão de duas LAN's através de um Router

Foram configuradas duas LAN e um router de forma a permitir que fossem estabelecidas comunicações entre os dispositivos das diferentes LAN.

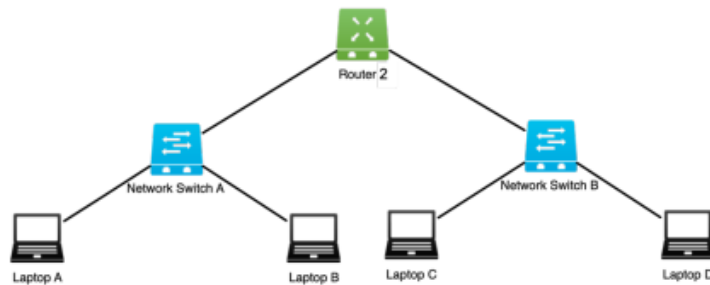


Figura 10: Two LAN's Connected

O intervalo de endereços IP disponíveis para a implementação da rede foi 192.168.5.0/25. Para dividir o intervalo disponível em dois intervalos de igual dimensão, basta acrescentar um bit de maior peso à máscara de rede para obter a máscara de sub-rede. Tendo em conta que, por defeito, o endereço IP da rede é o primeiro e o endereço IP de Broadcast é o último, os restantes endereços livres foram atribuídos aos computadores da rede de forma sequencial a partir do primeiro endereço livre e o último endereço livre foi atribuído ao Gateway.

3.1 Configuração dos Computadores

O intervalo de endereços IP atribuído à sub-rede LAN A foi 192.168.5.0/25

- 192.168.5.0 - Sub-rede
- 192.168.5.1 - Computador A
- 192.168.5.2 - Computador B
- 192.168.5.126 - Gateway
- 192.168.5.127 - Broadcast

O intervalo de endereços IP atribuído à sub-rede LAN B foi 192.168.5.128/25

- 192.168.5.128 - Sub-rede
- 192.168.5.129 - Computador C
- 192.168.5.130 - Computador D
- 192.168.5.254 - Gateway
- 192.168.5.255 - Broadcast

```

VPCS> ip 192.168.5.1/25 192.168.5.126
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.1 255.255.255.128 gateway 192.168.5.126

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.1/25
GATEWAY    : 192.168.5.126
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:08
LPORT     : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

```

Figura 11: Configuração Computador A

```

VPCS> ip 192.168.5.2/25 192.168.5.126
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.2 255.255.255.128 gateway 192.168.5.126

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.2/25
GATEWAY    : 192.168.5.126
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:04
LPORT     : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

```

Figura 12: Configuração Computador B

```

VPCS> ip 192.168.5.129/25 192.168.5.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.129 255.255.255.128 gateway 192.168.5.254

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK    : 192.168.5.129/25
GATEWAY    : 192.168.5.254
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:05
LPORT     : 20000
RHOST:PORT : 127.0.0.1:30000
MTU        : 1500

```

Figura 13: Configuração Computador C


```

VPCS> ip 192.168.5.130/25 192.168.5.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.5.130 255.255.255.128 gateway 192.168.5.254

VPCS> show ip

NAME       : VPCS[1]
IP/MASK     : 192.168.5.130/25
GATEWAY     : 192.168.5.254
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:09
LPORT      : 20000
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:30000
MTU         : 1500

```

Figura 14: Configuração Computador D

3.2 Configuração do Router

Uma vez configurados os computadores procedeu-se à configuração do router. Tendo em conta que a interface do router e1/0 está conectada ao switch da LAN A e a interface do router e1/1 está conectada ao switch da LAN B, basta atribuir a cada interface o endereço de Gateway da respetiva LAN de forma que as LAN possam comunicar entre si.

Foi inicializada a consola de configuração do router com o comando interface para escolher a interface a utilizar e após este comando utilizar o comando ip address com o ip gateway e a máscara sub-rede. Estes passos todos dentro do comando config terminal do router cisco.

```

Router(config)#interface e1/0
Router(config-if)#ip address 192.168.5.126 255.255.255.128
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#end
Router#con
*May 11 23:38:36.331: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consolefi
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface e1/1
Router(config-if)#ip address 192.168.5.254 255.255.255.128
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#end

```

Figura 15: Configuração do router Cisco

3.3 Comunicação entre Computadores de diferentes LANs

Vamos agora executar o comando "ping", para todas as máquinas, a fim de testar a comunicação entre computadores de LANs diferentes.

```
VPCS> ping 192.168.5.2

84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.102 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.103 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.109 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.110 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.093 ms

VPCS> ping 192.168.5.129

84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=1 ttl=63 time=57.352 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.387 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.898 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.304 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=5 ttl=63 time=15.742 ms

VPCS> ping 192.168.5.130

84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=1 ttl=63 time=29.850 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=2 ttl=63 time=17.487 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.546 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.357 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=5 ttl=63 time=15.618 ms
```

Figura 16: Comando ping Computador A

```
VPCS> ping 192.168.5.1

84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.198 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.105 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.113 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.105 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.106 ms

VPCS> ping 192.168.5.129

84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=1 ttl=63 time=29.683 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.502 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.106 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.798 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.533 ms

VPCS> ping 192.168.5.130

84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=1 ttl=63 time=26.204 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.431 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.039 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.108 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=5 ttl=63 time=15.991 ms
```

Figura 17: Comando ping Computador B

```

VPCS> ping 192.168.5.1

84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=22.633 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.793 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=17.839 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=17.746 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.897 ms

VPCS> ping 192.168.5.2

84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=15.778 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.563 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.252 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=17.338 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.360 ms

VPCS> ping 192.168.5.130

84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.086 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.090 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.101 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.093 ms
84 bytes from 192.168.5.130 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.094 ms

```

Figura 18: Comando ping Computador C

```

VPCS> ping 192.168.5.1

84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=19.145 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.400 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.985 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.979 ms
84 bytes from 192.168.5.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.636 ms

VPCS> ping 192.168.5.2

84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=29.409 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.307 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.719 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.519 ms
84 bytes from 192.168.5.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.962 ms

VPCS> ping 192.168.5.129

84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.153 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.084 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.080 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.073 ms
84 bytes from 192.168.5.129 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.077 ms

```

Figura 19: Comando ping Computador D

Como se pode observar, apesar de todos os computadores se comunicarem entre si, para comunicar com outro computador fora da LAN, os pacotes são enviados para o router e o router encarrega-se de os enviar ao destinatário. Para além disso, o valor TTL foi decrementado de 64 para 63 e o tempo de ida e volta foi significativamente maior nas comunicações entre computadores de LAN diferentes, visto que os pacotes passaram pelo router.

```
Router>show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	192.168.5.1	1	0050.7966.6808	ARPA	Ethernet1/0
Internet	192.168.5.2	1	0050.7966.6804	ARPA	Ethernet1/0
Internet	192.168.5.126	-	ca02.1afc.001c	ARPA	Ethernet1/0
Internet	192.168.5.129	1	0050.7966.6805	ARPA	Ethernet1/1
Internet	192.168.5.130	7	0050.7966.6809	ARPA	Ethernet1/1
Internet	192.168.5.254	-	ca02.1afc.001d	ARPA	Ethernet1/1

Figura 20: Tabela ARP do router Cisco

Como se pode observar, ao consultarmos a tabela ARP do router através do comando "show arp", esta contém associado ao endereço de rede de cada computador, o respetivo endereço físico.

4 Conclusões

O objetivo desta fase do projeto era o de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo de Redes de Computadores mais especificamente os conceitos de sub-rede e de rota entre hosts, que é fundamental para um melhor domínio das potencialidades das redes, do seu endereçamento, como são particionadas e como é feito o roteamento do tráfego entre elas. Também aprendemos como configurar uma LAN e como fazer com que duas comuniquem através de um Router. Conseguimos atingir todos os requisitos desta fase do projeto demonstrando o domínio que temos sobre a matéria lecionada.