

TP3 - Endereçamento, Encaminhamento e Nós
Móveis
Grupo 4

Bruno Silva
(a71385)

João Bernardo Freitas
(a74814)

Eduardo Gil Rocha
(a77048)

4 de Dezembro de 2019

Contents

1	Introdução	3
2	Planeamento de endereçamento IPv6	3
2.1	I	3
3	IPv6: Encaminhamento, DNS e Nós Móveis	5
3.1	I	5
3.2	II	8
3.2.1	a.	8
3.2.2	b.	9
3.3	III	10
3.4	IV	13

1 Introdução

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de experiências em processos de planeamento de endereçamento e configuração de redes IPv6, bem como o uso do protocolo de encaminhamento OSPF em todos os routers da topologia. Será também analisado o caso em que a mobilidade será um fator a ter em conta para haver conectividade à rede. Posteriormente, será também feita uma análise de tráfego com o Wireshark, onde serão tiradas conclusões através dos dados analisados.

2 Planeamento de endereçamento IPv6

2.1 I

Começamos então por definir a seguinte topologia de acordo com os requisitos fornecidos pelo enunciado.

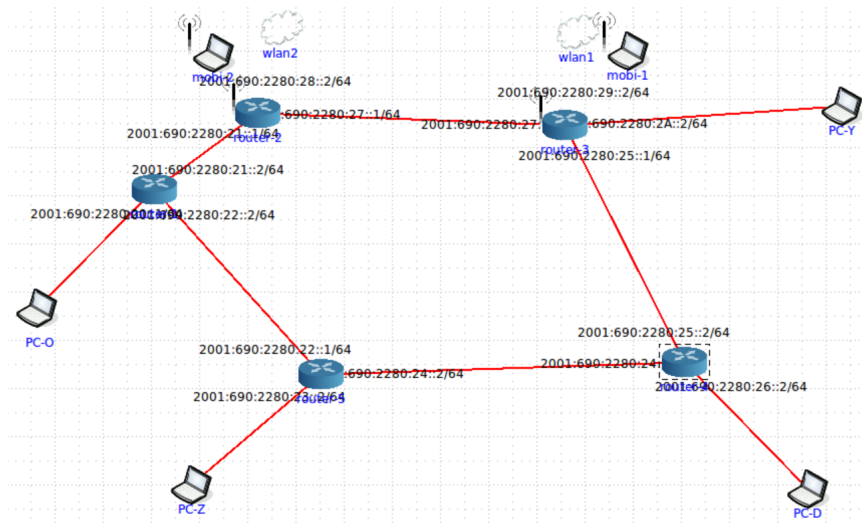


Figure 1: Topologia

A seguir efetuamos os seguintes testes de conectividade para verificar que a topologia está a funcionar de acordo com os requisitos.

```

root@router-5:/tmp/pycore.50337/router-5.conf# ping6 2001:690:2280:24::1
PING 2001:690:2280:24::1(2001:690:2280:24::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:24::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.349 ms
64 bytes from 2001:690:2280:24::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.162 ms
^C
--- 2001:690:2280:24::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.162/0.255/0.349/0.094 ms

```

Figure 2: Teste de conectividade R5->R4

```

root@router-4:/tmp/pycore.50337/router-4.conf# ping6 2001:690:2280:25::1
PING 2001:690:2280:25::1(2001:690:2280:25::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:25::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.427 ms
64 bytes from 2001:690:2280:25::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.291 ms
^C
--- 2001:690:2280:25::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.291/0.359/0.427/0.068 ms

```

Figure 3: Teste de conectividade R4->R3

```

root@router-3:/tmp/pycore.50337/router-3.conf# ping6 2001:690:2280:27::1
PING 2001:690:2280:27::1(2001:690:2280:27::1) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:27::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.298 ms
64 bytes from 2001:690:2280:27::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.285 ms
^C
--- 2001:690:2280:27::1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1002ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.285/0.291/0.298/0.018 ms

```

Figure 4: Teste de conectividade R3->R2

3 IPv6: Encaminhamento, DNS e Nós Móveis

3.1 I

Começamos então por remover os endereços IPv6 de todos os terminais e adicionamos **ipv6 nd prefix X:X:X::X/M** e **no ipv6 nd suppress-ra** á configuração das interfaces dos routers que estejam ligadas aos terminais, de forma ao router fornecer um endereço ipv6 automaticamente ao terminal e anunciar o prefixo.

Definimos também a área das redes entre routers, que forma o backbone da nossa rede, como **Area 0** e as redes entre routers e terminais com áreas distintas.

```
interface eth0
    ipv6 address 2001:690:2280:22::2/64
!
interface eth1
    ipv6 address 2001:690:2280:21::2/64
!
interface eth2
    no ipv6 nd suppress-ra
    ipv6 nd prefix 2001:690:2280:20::/64
    ipv6 address 2001:690:2280:20::1/64
!
router ospf6
    router-id 0.0.0.1
    interface eth0 area 0.0.0.0
    interface eth1 area 0.0.0.0
    interface eth2 area 1
!
```

Figure 5: Configuração do Router R1

Obtendo as seguintes as tabelas de routing nos routers **R3**, **R2** e **R5**.

```

router-2# sh ipv6 route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
o>* 2001:690:2280:20::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:8, eth1, 00:01:05
o 2001:690:2280:21::/64 [110/1] is directly connected, eth1, 00:01:50
C>* 2001:690:2280:21::/64 is directly connected, eth1
o>* 2001:690:2280:22::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:8, eth1, 00:01:00
o>* 2001:690:2280:23::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:8, eth1, 00:01:00
o>* 2001:690:2280:24::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:8, eth1, 00:01:00
o>* 2001:690:2280:25::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:1, eth0, 00:01:05
o>* 2001:690:2280:26::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:1, eth0, 00:01:05
o 2001:690:2280:27::/64 [110/1] is directly connected, eth0, 00:01:50
C>* 2001:690:2280:27::/64 is directly connected, eth0
o 2001:690:2280:28::/64 [110/1] is directly connected, eth2, 00:01:50
C>* 2001:690:2280:28::/64 is directly connected, eth2
o>* 2001:690:2280:29::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:1, eth0, 00:01:09
o>* 2001:690:2280:2a::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:1, eth0, 00:01:09
C * fe80::/64 is directly connected, eth2
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

```

Figure 6: Tabela de Routing do Router R2

```

router-3# sh ipv6 route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
o>* 2001:690:2280:20::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:0, eth0, 00:02:33
o>* 2001:690:2280:21::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:0, eth0, 00:02:33
o>* 2001:690:2280:22::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:0, eth0, 00:02:33
o>* 2001:690:2280:23::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:3, eth1, 00:02:33
o>* 2001:690:2280:24::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:3, eth1, 00:02:33
o 2001:690:2280:25::/64 [110/1] is directly connected, eth1, 00:03:19
C>* 2001:690:2280:25::/64 is directly connected, eth1
o>* 2001:690:2280:26::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:3, eth1, 00:02:34
o 2001:690:2280:27::/64 [110/1] is directly connected, eth0, 00:03:19
C>* 2001:690:2280:27::/64 is directly connected, eth0
o>* 2001:690:2280:28::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:0, eth0, 00:02:38
o 2001:690:2280:29::/64 [110/1] is directly connected, eth3, 00:03:19
C>* 2001:690:2280:29::/64 is directly connected, eth3
o 2001:690:2280:2a::/64 [110/1] is directly connected, eth2, 00:03:19
C>* 2001:690:2280:2a::/64 is directly connected, eth2
C * fe80::/64 is directly connected, eth3
C * fe80::/64 is directly connected, eth2
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

```

Figure 7: Tabela de Routing do Router R3

```

router-5# sh ipv6 route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       o - OSPF6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
o>* 2001:690:2280:20::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:7, eth1, 00:03:34
o>* 2001:690:2280:21::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:7, eth1, 00:03:34
o 2001:690:2280:22::/64 [110/1] is directly connected, eth1, 00:04:23
C>* 2001:690:2280:22::/64 is directly connected, eth1
o 2001:690:2280:23::/64 [110/1] is directly connected, eth2, 00:04:23
C>* 2001:690:2280:23::/64 is directly connected, eth2
o 2001:690:2280:24::/64 [110/1] is directly connected, eth0, 00:04:23
C>* 2001:690:2280:24::/64 is directly connected, eth0
o>* 2001:690:2280:25::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:4, eth0, 00:03:39
o>* 2001:690:2280:26::/64 [110/2] via fe80::200:ff:feaa:4, eth0, 00:03:39
o>* 2001:690:2280:27::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:7, eth1, 00:03:34
o>* 2001:690:2280:28::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:7, eth1, 00:03:34
o>* 2001:690:2280:29::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:4, eth0, 00:03:39
o>* 2001:690:2280:2a::/64 [110/3] via fe80::200:ff:feaa:4, eth0, 00:03:39
C * fe80::/64 is directly connected, eth2
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

```

Figure 8: Tabela de Routing do Router R5

Por fim testamos a conectividade entre o terminal **Mobi 2** e **R1**, **R4** e **R5**.

```

root@mobi-2:/tmp/pycore.50310/mobi-2.conf# ping6 2001:690:2280:21::2
PING 2001:690:2280:21::2(2001:690:2280:21::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:21::2: icmp_seq=1 ttl=63 time=82,5 ms
64 bytes from 2001:690:2280:21::2: icmp_seq=2 ttl=63 time=40,5 ms
^C
--- 2001:690:2280:21::2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 40,512/61,511/82,511/21,000 ms
root@mobi-2:/tmp/pycore.50310/mobi-2.conf# ping6 2001:690:2280:24::2
PING 2001:690:2280:24::2(2001:690:2280:24::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:24::2: icmp_seq=1 ttl=62 time=66,0 ms
64 bytes from 2001:690:2280:24::2: icmp_seq=2 ttl=62 time=41,4 ms
64 bytes from 2001:690:2280:24::2: icmp_seq=3 ttl=62 time=40,6 ms
^C
--- 2001:690:2280:24::2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 40,671/49,397/66,025/11,762 ms
root@mobi-2:/tmp/pycore.50310/mobi-2.conf# ping6 2001:690:2280:25::2
PING 2001:690:2280:25::2(2001:690:2280:25::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:25::2: icmp_seq=1 ttl=62 time=57,5 ms
64 bytes from 2001:690:2280:25::2: icmp_seq=2 ttl=62 time=40,6 ms
^C
--- 2001:690:2280:25::2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 40,667/49,126/57,585/8,459 ms

```

Figure 9: Testes de conectividade de Mobi2

3.2 II

3.2.1 a.

Para a situação em que o dispositivo móvel se encontra dentro do alcance rádio da wlan, foi efetuado um teste de conectividade, obtendo-se um resultado positivo.

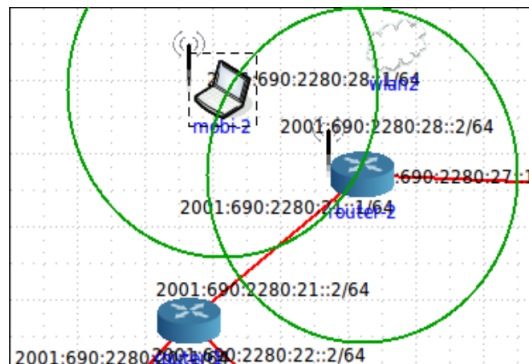


Figure 10: Alcance rádio da wlan2

```
root@mobi-2:/tmp/pycore.49383/mobi-2.conf# ping6 2001:690:2280:28::2
PING 2001:690:2280:28::2(2001:690:2280:28::2) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:28::2: icmp_seq=1 ttl=64 time=82,2 ms
64 bytes from 2001:690:2280:28::2: icmp_seq=2 ttl=64 time=40,3 ms
64 bytes from 2001:690:2280:28::2: icmp_seq=3 ttl=64 time=40,2 ms
^C
--- 2001:690:2280:28::2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2003ms
rtt min/avg/max/mdev = 40,281/54,316/82,283/19,777 ms
root@mobi-2:/tmp/pycore.49383/mobi-2.conf#
```

Figure 11: Teste de conectividade com sucesso

Para a situação em que o dispositivo móvel não se encontra dentro do alcance rádio da wlan, não foi encontrada conectividade para o exterior, impossibilitando o acesso à rede.

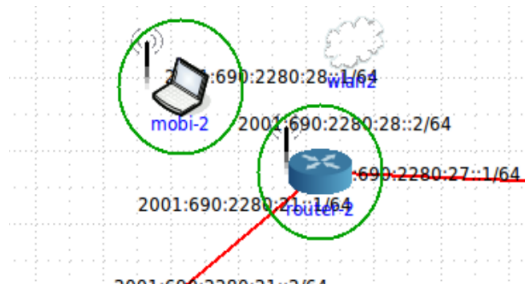


Figure 12: Alcance rádio da wlan2

```

root@mobi-2:/tmp/pycore.49385/mobi-2.conf# ping6 2001:690:2280:28::2
PING 2001:690:2280:28::2(2001:690:2280:28::2) 56 data bytes
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=2 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=3 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=4 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=5 Destination unreachable: Address unreachable
From 2001:690:2280:28::1 icmp_seq=6 Destination unreachable: Address unreachable
^C
--- 2001:690:2280:28::2 ping statistics ---
7 packets transmitted, 0 received, +6 errors, 100% packet loss, time 6020ms
root@mobi-2:/tmp/pycore.49385/mobi-2.conf#

```

Figure 13: Sem conectividade

3.2.2 b.

Para o caso em que dois nós móveis não estejam ligados ao resto da infraestrutura mas queiram comunicar um com o outro, há a possibilidade de criar uma ligação direta entre os dois dispositivos, sem a necessidade da utilização de uma rede ou de estações base.

Estas comunicações, conhecidas como *Device-To-Device*, ou *D2D*, permitem a aparelhos em área de alcance rádio direto comunicar diretamente.

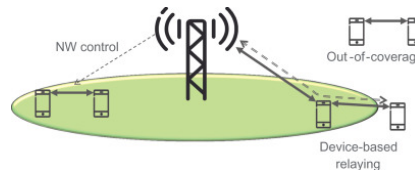


Figure 14: Comunicações Device-To-Device

As comunicações *D2D* têm várias aplicações, como por exemplo:

- Serviços locais - os dados do utilizador podem ser transmitidos diretamente entre os terminais, sem envolver a rede.

- Comunicações de emergência - caso a rede de comunicações não funcione, é possível comunicar diretamente entre aparelhos.
- Suporte a *Internet of Things* - permite conectar os dispositivos, que se encontrem a distâncias pequenas, pertencentes à *IoT*.

3.3 III

Para a configuração de serviço de DNS no PC-Z, começou-se por acrescentar uma nova zona no ficheiro **named.conf.local**, sendo essa **ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt**

```
zone "ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt" {
    type master;
    file "/etc/bind/db.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt";
    allow-query { any; };
};
```

Figure 15: Definição de uma nova zona

De seguida procedeu-se à configuração do ficheiro de registos da nova zona, onde foram estabelecidos os registos de todos os hosts (PC-Z, PC-O, PC-Y e PC-D)

```
$TTL 86400
$ORIGIN ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt.
@ 1D IN SOA pc-z.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt. alunos.uminho.pt. (
    2019112901 ; serial
    3H ; refresh
    15 ; retry
    1w ; expire
    3h ; rxdomain ttl
)

ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt. IN NS pc-z.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt.
ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt. IN NS pc-o.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt.
ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt. IN NS pc-y.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt.
ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt. IN NS pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt.

; server host definitions

pc-z IN AAAA 2001:690:2280:23:200:ff:feaa:c
pc-o IN AAAA 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a
pc-d IN AAAA 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e
pc-y IN AAAA 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10
```

Figure 16: Registo dos hosts

Para a definição dos hosts no serviço de DNS, era necessário saber o ip de cada um, visto que estes não estão explicitamente presentes na topologia. Foi utilizado o comando **ifconfig -a** para o conhecimento dos mesmos, sendo este processo efetuado em cada host.

```

root@PC-Z:/tmp/pycore.49448/PC-Z.conf# ifconfig -a
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:00:00:aa:00:0c
          inet6 addr: 2001:690:2280:23:200:ff:feaa:c/64 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::200:ff:feaa:c/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:798 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:5 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:80190 (80.1 KB)  TX bytes:406 (406.0 B)

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:16436  Metric:1
          RX packets:136 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:136 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:8704 (8.7 KB)  TX bytes:8704 (8.7 KB)

```

Figure 17: IP do host PC-Z

Depois desta configuração, foi necessário correr o **named** para o servidor DNS fazer a tradução de hostnames em IP (usou-se também o comando **which named** para saber qual o serviço a usar). Executou-se o comando **sudo /usr/sbin/named -6 -d 3 -c /etc/bind/named.conf.local** para fazer a tradução dos hosts especificados pelo exercício (PC-Z,PC-Y,PC-D e PC-O). De seguida, deu-se a ligação do servidor DNS através do bind, correndo o comando **sudo service bind9 start**.

```

root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# which named
/usr/sbin/named
root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# sudo /usr/sbin/named -6 -d 3 -c /etc/bind
/named.conf.local
root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# service bind9 status
* bind9 is not running
root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# sudo service bind9 start
* Starting domain name service... bind9 [ OK ]
root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# service bind9 status
* bind9 is running
root@PC-Z:/tmp/pycore.49109/PC-Z.conf# █

```

Figure 18: DNS service

A partir deste momento já é possível ter resultados positivos nos teste de conectividade entre o PC-Z e os restantes hosts.

```

root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf# ping6 pc-y.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt
PING pc-y.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt(2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10: icmp_seq=1 ttl=61 time=0.074 ms
64 bytes from 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10: icmp_seq=2 ttl=61 time=0.106 ms
64 bytes from 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10: icmp_seq=3 ttl=61 time=0.075 ms
64 bytes from 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10: icmp_seq=4 ttl=61 time=0.069 ms
^C^C^C64 bytes from 2001:690:2280:2a:200:ff:feaa:10: icmp_seq=5 ttl=61 time=0.112 ms

--- pc-y.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.069/0.087/0.112/0.018 ms
root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf#

```

Figure 19: Conectividade entre PC-Z e PC-Y

```

root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf# ping6 pc-o.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt
PING pc-o.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt(2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.108 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.065 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.078 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.168 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=5 ttl=62 time=0.079 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=6 ttl=62 time=0.088 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=7 ttl=62 time=0.105 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=8 ttl=62 time=0.065 ms
64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=9 ttl=62 time=0.163 ms
^C^C^C64 bytes from 2001:690:2280:20:200:ff:feaa:a: icmp_seq=10 ttl=62 time=0.094 ms

--- pc-o.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 9000ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.065/0.101/0.169/0.038 ms
root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf#

```

Figure 20: Conectividade entre PC-Z e PC-O

```

root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf# ping6 pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt
PING pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt(2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.268 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.151 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.054 ms
^C^C64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.099 ms

--- pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.054/0.143/0.268/0.079 ms
root@PC-Z:/tmp/pycore.49596/PC-Z.conf#

```

Figure 21: Conectividade entre PC-Z e PC-D

3.4 IV

Nesta tarefa era requerido que se identificasse pacotes IPv6 respeitantes a uma interação entre hosts com resolução DNS.

Após ligar a resolução DNS, procedemos então à captura de tráfego na interface do PC-Z, efetuando testes de conectividade para outro host registado na base de dados de registo do DNS.

Fez-se então um ping entre o PC-Z e o PC-D.

```
root@PC-Z:/tmp/pycore.49110/PC-Z.conf# ping6 pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt
PING pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt(2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e) 56 data bytes
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.146 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.084 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.170 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=4 ttl=62 time=0.086 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=5 ttl=62 time=0.086 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=6 ttl=62 time=0.076 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=7 ttl=62 time=0.052 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=8 ttl=62 time=0.130 ms
64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=9 ttl=62 time=0.124 ms
^C64 bytes from 2001:690:2280:26:200:ff:feaa:e: icmp_seq=10 ttl=62 time=0.126 ms

--- pc-d.ipv6-tpi.gcom.di.uminho.pt ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 90004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.052/0.108/0.170/0.034 ms
root@PC-Z:/tmp/pycore.49110/PC-Z.conf#
```

Figure 22: Ping de PC-Z para PC-D

O wireshark captou o exato momento em que o ping começou a ser efetuado e a partir daí é possível ver a troca de pacote.

É visível também as mensagens trocadas através do protocolo **ICMP**, que neste caso em que se usa IPv6, **ICMPv6**.

Este protocolo permite detectar erros nas comunicações, e particularmente neste caso em que o comando **ping** é utilizado, conseguimos concluir que, ao ver o request e o reply, há de facto comunicação.

330.3514.73794	2001:690:2280:23:200:ff:2001:690:2280:26:20	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x00b7, seq=1
331.3514.73805	2001:690:2280:26:200:ff:2001:690:2280:23:20	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x00b7, seq=1
332.3514.75347	fe80::200:ff:feaa:d	fe80::200:ff:feaa:c	86 Neighbor Solicitation for fe80::200:ff:feaa:c from 00:00:00:aa:00:0d
333.3514.75349	fe80::200:ff:feaa:c	fe80::200:ff:feaa:d	78 Neighbor Advertisement fe80::200:ff:feaa:c (sol)
334.3515.13792	2001:690:2280:23:200:ff:2001:7fe::53	DNS	163 Standard query PTR e.0.0.0.a.a.e.f.f.0.0.0.0.2.0.6.2.0.0.8.2.2.0.9.6.0.1.0.0.2.1

Figure 23: Ping visto no wireshark

É possível visualizar melhor a troca de pacotes DNS aplicando o filtro **udp.port==53**

Filter: udp.port==53 Expression... Clear Apply						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
484	3594.73870	2001:690:2280:23:200:ff2001:7fd::1		DNS	163	Standard query PTR e.0.0.0.a.a.e.f.f.0.0.0.0.2.0.6.2.0.0.0.8.2.2.0.9.6.0.1.0.0.2.i

Figure 24: Utilização do filtro "udp.port==53"

204	3381.60998	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	152	Standard query PTR 0.1.0.0.a.a.e.f.f.0.0.0.
205	3381.61015	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	109	Standard query AAAA D.ROOT-SERVERS.NET
206	3381.61025	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	109	Standard query AAAA B.ROOT-SERVERS.NET
207	3381.61032	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	109	Standard query AAAA C.ROOT-SERVERS.NET
208	3381.61039	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	109	Standard query AAAA E.ROOT-SERVERS.NET
209	3381.61046	2001:690:2280:23:200:ff2001:503:ba3e::2:30	DNS	109	Standard query AAAA G.ROOT-SERVERS.NET
210	3382.41047	2001:690:2280:23:200:ff2001:500:2f::f	DNS	79	Standard query NS <Root>

Figure 25: Pacotes DNS

Nota : Para a utilização do Wireshark foi necessário contornar um problema de permissões, problema esse que foi resolvido com os seguintes comandos :

- \$ sudo dpkg-reconfigure wireshark-common
- \$ sudo chmod +x /usr/bin/dumpcap