



INTERNET PATHS AND DELAYS

Comunicação e Redes, 3 de novembro de 2020

Beatriz Cepa 83813

Beatriz Soares 85815

Grupo 5

4º ano Engenharia Biomédica, Informática Médica

O *Traceroute* é um comando de monitorização comumente utilizado por administradores de rede e de sistemas nas suas operações diárias. Esta ferramenta básica de diagnóstico de rede tem três objetivos principais, que fornecem uma compreensão precisa e completa de um problema de rede. O *Traceroute* envia vários pacotes de dados para um endereço de destino especificado e regista cada *router* (ou ponto intermediário) pelo qual os dados passam. Cada *router* encontrado representa um salto (*hop*). É comum que os dados tenham vários saltos antes de chegarem ao seu destino.

Assim, com o *Traceroute* é possível [1]:

- Obter o caminho completo que um pacote percorre para chegar ao seu destino;
- Descobrir os nomes e a identidade dos *routers* e dispositivos pertencentes a esse caminho;
- Determinar o tempo que levou para enviar e receber os dados em cada salto do caminho.

Por exemplo, se a origem do *path* for em Braga, Portugal e o destino em Miami, na Califórnia, o *Traceroute* identificará o caminho completo, cada salto no caminho e o tempo que demora a ir e voltar.

É também importante referir que cada pacote IP enviado pela Internet possui um campo conhecido como *Time-To-Live* (TTL). Este corresponde ao número máximo de saltos que um pacote pode dar pela Internet antes de ser descartado. O campo TTL num pacote IP é essencial, porque, se não houvesse um, o pacote continuaria a fluir de um *router* para outro para sempre à procura do seu destino, naquilo que seria designado por um *loop* infinito. Assim, o *Traceroute* depende do TTL para medir a distância entre a origem e o destino e encontrar os saltos entre eles.

Num *Traceroute*, a fonte redefine o valor de TTL cada vez que obtém uma resposta e envia o pacote com TTL = +1 até atingir o seu destino. Quando um pacote atinge o seu TTL máximo, o último salto na linha enviará de volta à origem um pacote “*ICMP TTL Exceeded*”. É precisamente desta comunicação que o *Traceroute* está à procura. O “*ICMP TTL Exceeded*” contém informações valiosas, como o tempo que levou para alcançar aquele salto específico e o nome do servidor que está a responder.

Desta forma, usando os servidores externos abaixo, descobriram-se caminhos para os destinos representados pelos seguintes IP: **193.136.9.240** e **143.54.2.20**.

Para cada um deles, obtiveram-se os seguintes resultados:

193.136.9.240

centralops.net (Dallas, Texas, USA)

hop	rtt	rtt	rtt	ip address	fully qualified domain name
1	1	1	0	169.254.158.58	
2	1	4	1	169.48.118.156	ae103.ppr01.dal13.networklayer.com
3	0	0	0	169.48.118.128	80.76.30a9.ip4.static.sl-reverse.com
4	2	*	*	169.45.18.40	ae16.cbs02.dr01.dal04.networklayer.com
5	29	*	*	169.45.18.5	ae2.cbs01.eq01.chi01.networklayer.com
6	*	*	*		
7	*	*	*		
8	108	111	109	169.45.18.13	d.12.2da9.ip4.static.sl-reverse.com
9	109	109	109	195.66.226.161	linx.ix.geant.net
10	*	*	*		
11	*	*	*		
12	*	*	*		
13	149	148	148	62.40.98.106	ae0.mx2.lis.pt.geant.net
14	148	148	232	83.97.88.210	fccn-ias-fccn-gw.mx2.lis.pt.geant.net
15	148	148	149	194.210.6.102	router30.lisboa.fccn.pt
16	154	154	154	193.136.1.2	router23.backbone1.porto.fccn.pt
17	151	151	151	193.137.4.5	router42.10ge.porto.fccn.pt
18	155	155	159	193.136.4.100	uminho.braga.fccn.pt
19	*	*	*		
20	*	*	*		
21	*	*	*		
22	154	154	154	193.136.9.240	marco.uminho.pt

Trace complete

Figura 1 Dados de *traceroute* do IP 193.136.9.240 pelo servidor centralops.net [2]

Tempo de resposta no destino: 154 ms

Número de saltos efetuados: 22

Obteve resposta no IP de destino

as3257.net

```
IPv4 traceroute to 193.136.9.240
traceroute to 193.136.9.240 (193.136.9.240), 12 hops max, 52 byte packets
 1 ae6.lrl1-ams1.ip4.gtt.net (89.149.131.101) 1.519 ms 1.957 ms 1.233 ms
   MPLS Label=222917 CoS=0 TTL=1 S=1
 2 ae7.lrl1-ams2.ip4.gtt.net (89.149.185.238) 1.617 ms 0.993 ms 1.228 ms
   MPLS Label=89999 CoS=0 TTL=1 S=1
 3 ae0.cr3-ams2.ip4.gtt.net (89.149.182.74) 2.524 ms 1.290 ms 2.034 ms
 4 be3014.rcr22.ams05.atlas.cogentco.com (130.117.15.193) 1.648 ms 1.167 ms 1.030 ms
 5 be3499.ccr41.ams03.atlas.cogentco.com (154.54.60.21) 1.969 ms 2.636 ms 3.238 ms
 6 be2813.ccr41.fra03.atlas.cogentco.com (130.117.0.122) 9.683 ms be2814.ccr42.fra03.atlas.cogentco.com (130.117.0.142) 7.766 ms 8.761 ms
 7 be3186.agr41.fra03.atlas.cogentco.com (130.117.0.2) 8.708 ms be3187.agr41.fra03.atlas.cogentco.com (130.117.1.117) 9.076 ms be3186.agr41.fra03.atlas.cogentco.com (130.117.0.2) 7.676 ms
 8 149.29.9.10 (149.29.9.10) 9.003 ms 7.938 ms 8.001 ms
 9 * * *
10 * * *
11 * * *
12 ae0.mx2.lis.pt.geant.net (62.40.98.106) 56.070 ms 55.294 ms 52.432 ms
   MPLS Label=338892 CoS=0 TTL=1 S=1
```

Figura 2 Dados de *traceroute* do IP 193.136.9.240 pelo servidor as3257.net [3]

Não chegou ao IP de destino.

WhatIsMyIPAdress (USA)

Hop	Time	Host	IP	Location
3	1.392	gateway.whatismyipaddress.com	66.171.248.161	Tustin, California, United States
4	0.431	66-171-255-33.alchemy.net	66.171.255.33	Laguna Niguel, California, United States
5	1.689	66.186.30.201	66.186.30.201	Grand Prairie, Texas, United States
6	1.803	las-b24-link.telia.net	213.248.97.24	
7	59.049	rest-bb1-link.telia.net	62.115.114.87	
8	152.605	prs-bb3-link.telia.net	62.115.112.243	
9	147.502	ffm-bb2-link.telia.net	62.115.114.99	
10	152.431	ffm-b12-link.telia.net	62.115.142.47	
11	148.949	geant-ic-326862-ffm- b12.c.telia.net	80.239.135.137	
15	200.81	ae0.mx2.lis.pt.geant.net	62.40.98.106	Lisbon, Lisbon, Portugal
16	191.113	fccn-ias-fccn- gw.mx2.lis.pt.geant.net	83.97.88.210	United Kingdom
17	197.004	router30.lisboa.fccn.pt	194.210.6.102	Oeiras, Lisbon, Portugal
18	202.002	router43.backbone2.porto.fccn.pt	193.136.4.2	Porto, Porto, Portugal
19	202.777	router42.10ge.porto.fccn.pt	193.137.4.26	Tomar, Santarém, Portugal
20	204.02	uminho.braga.fccn.pt	193.136.4.100	Porto, Porto, Portugal
21	N/A	marco.uminho.pt	193.136.9.240	Portugal

Figura 3 Dados de *traceroute* do IP 193.136.9.240 pelo servidor WhatIsMyIPAdress [4]

Tempo de resposta no destino: não foi possível obter.

Número de saltos efetuados: 21

Chegou ao IP de destino.

Looking Glass (Sydney)

```
1 gi9-9.sglebdist01.nw.aapt.net.au (202.10.15.152) [MPLS: Label 533 Exp 0] 0 msec
  gi9-9.sglebdist02.nw.aapt.net.au (202.10.15.154) [MPLS: Label 458 Exp 0] 0 msec
  gi9-9.sglebdist01.nw.aapt.net.au (202.10.15.152) [MPLS: Label 533 Exp 0] 4 msec
2 bu9.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.29) 0 msec
  bu8.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.27) 0 msec
  bu9.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.29) 0 msec
3 syd-gls-har-wgw1-be-30.tpgi.com.au (203.219.107.197) [AS 7545] 0 msec 0 msec 0 msec
4 syd-apt-ros-int1-eth8-3.tpgi.com.au (203.29.134.67) [AS 7545] 4 msec 24 msec
  syd-apt-ros-int1-hu0-3-0-2.tpgi.com.au (203.29.134.3) [AS 7545] 0 msec
5 100ge13-1.core1.sjc1.he.net (216.218.139.233) [AS 6939] 160 msec 160 msec 160 msec
6 100ge2-2.core1.pao1.he.net (184.104.195.114) [AS 6939] 160 msec 160 msec 160 msec
7 100ge6-2.core1.ash1.he.net (184.105.222.42) [AS 6939] 212 msec 216 msec 216 msec
8 100ge5-1.core2.ash1.he.net (72.52.92.226) [AS 6939] 212 msec 216 msec 212 msec
9 ve955.core1.mad1.he.net (72.52.92.74) [AS 6939] 288 msec 292 msec 292 msec
10 100ge5-2.core1.lis1.he.net (184.104.193.150) [AS 6939] 296 msec 296 msec 300 msec
11 FCCN.AS1930.gigapix.pt (193.136.250.10) [AS 1930] 296 msec 296 msec 296 msec
12 Router30.Lisboa.fccn.pt (194.210.6.104) [AS 1930] 300 msec 296 msec 300 msec
13 Router23.Backbone1.Porto.fccn.pt (193.136.1.2) [AS 1930] 300 msec 304 msec 300 msec
14 ROUTER42.10GE.Porto.fccn.pt (193.137.4.5) [AS 1930] 300 msec 300 msec
  ROUTER42.10GE.Porto.fccn.pt (193.137.4.26) [AS 1930] 300 msec
15 UMinho.Braga.fccn.pt (193.136.4.100) [AS 1930] 304 msec 304 msec 304 msec
16 * * *
17 * * *
18 * * *
19 ? ? ?
20 * ? ?
21 ? ? ?
22 * ? ?
23 ? ? *
24 ? ? ?
25 ? * ?
26 ? ? ?
27 ? * ?
28 ? ? ?
29 * ? ?
30 ? ? *
```

Figura 4 Dados de *traceroute* do IP 193.136.9.240 pelo servidor Looking Glass [5]

Não obtive resposta no IP de destino.

143.54.2.20

centralops.net (Dallas, Texas, USA)

hop	rtt	rtt	rtt	ip address	fully qualified domain name
1	4	6	1	169.254.158.58	
2	1	1	1	169.48.118.160	ae103.ppr03.dal13.networklayer.com
3	1	0	0	169.48.118.132	84.76.30a9.ip4.static.sl-reverse.com
4	*	*	*		
5	8	7	7	169.45.19.142	ae3.cbs02.sr02.hou02.networklayer.com
6	7	8	9	169.45.19.120	ae7.cbs01.sr02.hou02.networklayer.com
7	31	31	30	169.45.19.145	ae0.cbs01.tm01.mia01.networklayer.com
8	30	30	30	169.45.18.129	81.12.2da9.ip4.static.sl-reverse.com
9	30	30	30	206.41.108.51	
10	137	136	135	200.143.252.33	sp-mia2-par-pac.bkb.rnp.br
11	145	145	145	200.143.255.141	
12	151	151	151	200.143.252.57	rs-sc-oi.bkb.rnp.br
13	*	*	*		
14	154	153	153	200.19.240.14	ufrgs-ve-40-mlxe8.tche.br
15	153	154	153	143.54.0.249	
16	154	154	154	143.54.0.241	lfs-in.ufrgs.br
17	154	154	154	143.54.0.206	
18	154	154	153	143.54.2.20	www.ufrgs.br

Figura 5 Dados de *traceroute* do IP 143.54.2.20 pelo servidor centralops.net [2]

Tempo de resposta no destino: 154 ms

Número de saltos efetuados: 18

Obteve resposta no IP de destino.

as3257.net

```
IPv4 traceroute to 143.54.2.20
traceroute to 143.54.2.20 (143.54.2.20), 12 hops max, 52 byte packets
 1 ae6.lri1-ams1.ip4.gtt.net (89.149.131.101) 2.721 ms 2.294 ms 3.403 ms
    MPLS Label=91226 CoS=0 TTL=1 S=1
 2 ae7.cr4-ams1.ip4.gtt.net (213.200.117.170) 2.173 ms 3.009 ms 1.637 ms
 3 ip4.gtt.net (46.33.83.250) 1.413 ms 2.177 ms 2.376 ms
 4 ae-18.r25.amstn102.nl.bb.gin.ntt.net (129.250.2.108) 2.908 ms 4.080 ms 4.100 ms
    MPLS Label=642148 CoS=0 TTL=1 S=1
 5 ae-5.r24.asbnva02.us.bb.gin.ntt.net (129.250.6.162) 88.370 ms 91.623 ms 83.073 ms
    MPLS Label=59150 CoS=0 TTL=1 S=0
    MPLS Label=614929 CoS=0 TTL=1 S=1
 6 ae-1.r20.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.2.87) 107.489 ms 107.302 ms 127.276 ms
    MPLS Label=614929 CoS=0 TTL=1 S=1
 7 ae-10.r04.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.142) 106.005 ms ae-8.r05.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.150) 103.276 ms ae-10.r04.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.142) 106.210 ms
    MPLS Label=24003 CoS=0 TTL=1 S=1
 8 ae-3.a01.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.208) 101.311 ms ae-2.a01.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.167) 107.271 ms ae-3.a01.miamf102.us.bb.gin.ntt.net (129.250.3.208) 110.043 ms
 9 xe-0-0-26-2.a01.miamf102.us.ce.gin.ntt.net (129.250.202.94) 102.869 ms 101.650 ms 99.699 ms
10 200.143.252.33 (200.143.252.33) 212.823 ms 210.727 ms 209.338 ms
    MPLS Label=549901 CoS=0 TTL=1 S=1
11 200.143.252.66 (200.143.252.66) 224.068 ms 219.288 ms 217.531 ms
    MPLS Label=314811 CoS=0 TTL=1 S=1
12 200.143.252.57 (200.143.252.57) 230.105 ms 225.903 ms 228.648 ms
```

Figura 6 Dados de *traceroute* do IP 143.54.2.20 pelo servidor as3257.net [3]

Não chegou ao IP de destino.

Looking Glass (Sydney)

```
 1 gi9-9.sglebdist02.nw.aapt.net.au (202.10.15.154) [MPLS: Label 458 Exp 0] 0 msec
    gi9-9.sglebdist01.nw.aapt.net.au (202.10.15.152) [MPLS: Label 533 Exp 0] 0 msec
    gi9-9.sglebdist02.nw.aapt.net.au (202.10.15.154) [MPLS: Label 458 Exp 0] 0 msec
 2 bu8.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.27) 4 msec
    bu9.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.29) 0 msec
    bu8.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.27) 0 msec
 3 syd-gls-har-wgw1-be-30.tpgi.com.au (203.219.107.197) [AS 7545] 0 msec 0 msec 4 msec
 4 syd-apt-ros-int1-hu0-3-0-2.tpgi.com.au (203.29.134.3) [AS 7545] 0 msec 8 msec 8 msec
 5 100ge13-1.core1.sjc1.he.net (216.218.139.233) [AS 6939] 156 msec 164 msec 156 msec
 6 100ge13-2.core4.fmt2.he.net (184.105.80.194) [AS 6939] 172 msec 156 msec 156 msec
 7 100ge11-1.core1.dal1.he.net (184.105.64.222) [AS 6939] 228 msec 196 msec 200 msec
 8 100ge14-1.core1.hou1.he.net (184.105.213.54) [AS 6939] 196 msec 200 msec 200 msec
 9 100ge8-2.core1.mia1.he.net (184.105.222.109) [AS 6939] 228 msec 228 msec 228 msec
10 * * *
11 sp-mia2-par-pac.bkb.rnp.br (200.143.252.33) [AS 1916] [MPLS: Label 306873 Exp 0] 328 msec 328 msec 328 msec
12 200.143.255.141 [AS 1916] [MPLS: Label 531801 Exp 0] 340 msec 336 msec 340 msec
13 rs-sc-oi.bkb.rnp.br (200.143.252.57) [AS 1916] 348 msec 356 msec 348 msec
14 * * *
15 ufrgs-ve-40-mlxe8.tcche.br (200.19.240.14) [AS 2716] 344 msec 344 msec 348 msec
16 143.54.0.249 [AS 19200] 348 msec 344 msec 348 msec
17 lfs-in.ufrgs.br (143.54.0.241) [AS 19200] 348 msec 344 msec 348 msec
18 143.54.0.206 [AS 19200] 348 msec 348 msec 348 msec
19 * * *
20 * * *
21 * * *
22 * * *
23 * * *
24 * * *
25 * * *
26 * * *
27 * * *
28 * * *
29 * * *
30 * * *
```

Figura 7 Dados de *traceroute* do IP 143.54.2.20 pelo servidor Looking Glass [5]

Não obteve resposta no IP de destino.

WhatIsMyIPAdress (USA)

Hop	Time	Host	IP	Location
3	1.839	gateway.whatismyipaddress.com	66.171.248.161	Tustin, California, United States
4	0.454	66-171-255-33.alchemy.net	66.171.255.33	Laguna Niguel, California, United States
5	2.93	66-171-255-238.alchemy.net	66.171.255.238	Laguna Niguel, California, United States
6	1.764	xe-0-0-8-2.a02.isanca07.us.bb.gin.ntt.net	198.172.90.133	Long Beach, California, United States
7	62.925	ae-13.r01.isanca07.us.bb.gin.ntt.net	129.250.2.187	United States
8	1.803	ae-3.r22.isanca07.us.bb.gin.ntt.net	129.250.3.122	United States
9	35.986	ae-3.r24.dillstx09.us.bb.gin.ntt.net	129.250.7.68	United States
10	66.447	ae-6.r21.miamfl02.us.bb.gin.ntt.net	129.250.2.218	United States
11	63.062	ae-11.r04.miamfl02.us.bb.gin.ntt.net	129.250.4.21	United States
12	65.668	ae-3.a01.miamfl02.us.bb.gin.ntt.net	129.250.3.208	United States
13	60.492	xe-0-0-26-2.a01.miamfl02.us.ce.gin.ntt.net	129.250.202.94	New York, New York, United States
14	168.079	sp-mia2-par-pac.bkb.mp.br	200.143.252.33	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
15	179.573	200.143.255.141	200.143.255.141	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
16	189.333	rs-sc-oi.bkb.mp.br	200.143.252.57	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
17	190.456	lanrs-rs.bkb.mp.br	200.143.255.162	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil
18	185.925	ufrgs-ve-40-mxe8.tche.br	200.19.240.14	Ivoti, Rio Grande do Sul, Brazil
19	183.945	143.54.0.249	143.54.0.249	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil
20	187.004	ifs-in.ufrgs.br	143.54.0.241	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil
21	N/A	www.ufrgs.br	143.54.2.20	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

Figura 8 Dados de *traceroute* do IP 143.54.2.20 pelo servidor WhatIsMyIPAdress [4]

Tempo de resposta no destino: não foi possível obter.

Número de saltos efetuados: 21

Obteve resposta no IP de destino.

```
UMINHO# traceroute -m 25 looking-glass.aapt.com.au.
traceroute to looking-glass.aapt.com.au (203.63.89.60), 25 hops max, 52 byte packets
 1  router-di (193.136.9.254)  1.071 ms  0.948 ms  1.076 ms
 2  172.16.115.254 (172.16.115.254)  0.794 ms  0.728 ms  0.748 ms
 3  172.16.2.2 (172.16.2.2)  0.836 ms  0.729 ms  0.800 ms
 4  172.16.4.1 (172.16.4.1)  0.981 ms  0.719 ms  3.153 ms
 5  router42.porto.fccn.pt (193.136.4.101)  1.864 ms  1.693 ms  1.604 ms
 6  router43.porto.fccn.pt (193.137.4.18)  2.077 ms  2.440 ms  2.324 ms
 7  router60.20ge.dwdm.backbone2.lisboa.fccn.pt (193.136.4.1)  6.599 ms  6.633 ms  6.671 ms
 8  router1.10ge.cr1.lisboa.fccn.pt (193.137.0.1)  7.045 ms
 9  router1.10ge.cr2.lisboa.fccn.pt (193.137.0.17)  6.884 ms  7.027 ms
10  router6.10ge.cr2.lisboa.fccn.pt (193.137.0.22)  6.864 ms  6.560 ms
11  router6.10ge.cr1.lisboa.fccn.pt (193.137.0.6)  6.753 ms
12  hurricaneelectric.as6939.gigapix.pt (193.136.250.25)  6.847 ms  6.924 ms  6.180 ms
13  100ge0-50.core2.mad1.he.net (184.104.193.149)  13.749 ms  13.786 ms  13.695 ms
14  100ge11-2.core2.ash1.he.net (72.52.92.73)  89.946 ms  89.867 ms  89.815 ms
15  100ge1-2.core1.ash1.he.net (72.52.92.225)  89.904 ms  90.010 ms  89.930 ms
16  100ge7-2.core1.pao1.he.net (184.105.222.41)  148.916 ms  148.755 ms  149.195 ms
17  100ge7-5.core1.sjc2.he.net (72.52.92.70)  149.706 ms  149.770 ms  149.690 ms
18  100ge13-2.core1.sjc1.he.net (184.105.65.113)  149.782 ms  149.774 ms  149.501 ms
19  tpg-internet-pty-ltd.100gigabitethernet11-1.core1.sjc1.he.net (216.218.139.234)  310.497 ms  306.613 ms  311.941 ms
20  syd-apt-ros-wgw1-be-10.tpgi.com.au (203.29.134.7)  304.636 ms  304.633 ms  304.660 ms
21  be300.sglebdr11.aapt.net.au (203.219.107.198)  305.130 ms  304.616 ms  304.976 ms
22  * * *
23  210.87.12.38 (210.87.12.38)  305.864 ms  306.695 ms  305.404 ms
24  203.63.17.117 (203.63.17.117)  309.604 ms  304.779 ms  304.775 ms
25  * * *
UMINHO#
```

Figura 9 Dados do traceroute efetuado desde a Universidade até ao IP 203.63.89.60

Análise dos resultados

Como foi dito, para chegar aos endereços IP dados usaram-se vários servidores externos. Pelos resultados, podemos concluir que, para o mesmo IP de destino, o número total de saltos efetuados – bem como o tempo total de resposta – foram diferentes de servidor para servidor. O *rtt* que aparece em alguns dos resultados refere-se ao tempo, em ms, entre o envio e a receção de uma resposta.

Como é lógico, observou-se que, para pontos mais próximos do servidor, o tempo de resposta é menor e vai aumentando à medida que nos afastamos do servidor e nos aproximamos do IP de destino. Por norma, são enviados três pacotes de dados, daí os 3 tempos *rtt* para cada um dos saltos. Por exemplo, para o endereço IP 193.136.9.240, no caso do servidor externo *centralops.net* (figura 1), tem-se uma linha para cada salto (*hop*), com os 3 tempos *rtt*, o *IP address* do *router* que representa esse salto e o seu nome. Em alguns casos, para o mesmo salto, os 3 tempos *rtt* são iguais, como, por exemplo, no salto 16, em que o seu valor é de 154 ms. Porém, estes podem ser ligeiramente diferentes, como acontece no salto 8, por exemplo, em que os *rtt* foram de 108, 111 e 109 ms, respetivamente. Esta diferença entre os tempos que um pacote demora a chegar a esse

router resulta do facto de na Internet nada ser certo ou sempre igual, isto é, a mensagem pode demorar diferentes tempos a ser recebida e enviada a resposta, devido a circunstâncias como o próprio congestionamento da rede no momento em que o pacote foi enviado. Se voltarmos a fazer o *Traceroute*, eventualmente, estes tempos não vão ser exatamente iguais.

Mais ainda, verificou-se que alguns saltos tiveram um tempo de resposta nulo, ou seja, os routers encontram-se nas proximidades uns dos outros, existindo assim a possibilidade, de dois ou mais caminhos partirem do mesmo *router*. Por outro lado, os (*) no *rtt* significam que não se obteve resposta naquele salto. Isto pode ter várias causas, entre as quais o pacote ter sido descartado, ter-se perdido ou até não haver resposta, devido a próprias políticas dos *routers*. Os (?) significam que, possivelmente, o router não reconheceu o pacote de dados que recebeu por, eventualmente, não ter conhecimento do protocolo ICMP. O “*Internet Control Message Protocol*” é um protocolo da camada de rede, que permite a troca de mensagens entre equipamentos na Internet, sendo essas mensagens transportadas dentro de um pacote IP.

No caso do servidor *Looking Glass*, quer para o primeiro quer para o segundo IPs, não se obteve resposta. Ora, isto pode dever-se ao facto de, ou o router estar num caminho configurado para não dar resposta, ou o utilizador estar a utilizar um endereço de *intranet* para fazer acesso ao exterior (e o exterior não tem conhecimento do caminho para aceder). Por exemplo, como podemos observar na figura 4, ao contrário do que aconteceu nos servidores *centralops.net* e *WhatIsMyIPAdress*, a ligação a *marco.uminho.pt* não foi completada, só sendo possível atingir o *router* com o nome *uminho.braga.fccn.pt* e endereço IP 193.136.4.100. Isto pode dever-se ao facto de o utilizador não conseguir aceder ao *router* interno, porque não tem permissão para tal. Assim, uma vez atingido o *hop* 15, ele não mais obteve resposta.

Outro aspeto importante dos servidores é que estes têm um número máximo de *hops* que podem dar. Assim, se um dado destino exigir um caminho com um número superior de saltos ao máximo definido no servidor, este não irá conseguir fornecer informação sobre tal destino. Isso foi precisamente o que aconteceu no caso do servidor *as3257.net* (figuras 2 e 6), que não foi capaz de fornecer informação sobre os IPs de destino, uma vez que o seu número máximo de saltos era de apenas 12. Por exemplo, o *Traceroute* do Windows, o chamado comando *Tracert*, tem um número máximo de saltos igual a 30, por definição.

Finalmente, a partir dos dados obtidos de um *Traceroute* realizado desde a Universidade até ao servidor *looking-glass.aapt.com.au* (figura 9), isto é, o percurso inverso ao da figura 4, podem verificar-se algumas diferenças, nomeadamente, no número de saltos. Enquanto que no *Traceroute* realizado a partir do servidor *Looking Glass*, o número de saltos foi 15, no *Traceroute* realizado a partir da Universidade, efetuaram-se 22 saltos. Por exemplo, na figura 9 está presente um salto 17, de endereço 216.218.139.234, que não aparece na figura 4. Tal como foi dito antes, na Internet nada é certo ou sempre igual, pelo que uma mensagem enviada de A para B não tem, necessariamente, que percorrer o mesmo caminho que quando enviada de B para A. O mesmo se aplica ao tempo de resposta. Porém, quer na figura 4 quer na figura 9, o tempo da última resposta recebida foi de, aproximadamente, 304 ms. A partir do salto 15 na figura 4 e do salto 22 na figura 9, não mais se obteve informação, pelo que em ambas as situações, não foi possível obter resposta do endereço de destino.

Ora, como foi dito no início, o *Traceroute* é ferramenta de diagnóstico que fornece uma compreensão precisa e completa de um problema de rede. Assim, os tempos *rtt* são os parâmetros mais importantes ao avaliar um *Traceroute*. Tempos consistentes são o que se deve procurar. Pode haver saltos abruptos com tempos de latência maiores, mas isso pode não indicar um problema; o importante é observar um padrão. Por exemplo, se ocorrer um aumento repentino de *rtt* num salto e este continuar a aumentar até ao destino (se chegar lá), isso pode indicar um problema que começa no salto onde se verificou esse aumento. Consequentemente, pode verificar-se a perda de pacotes (*) no relatório. Outro exemplo é a alta latência nos saltos iniciais, o que pode indicar um possível problema ao nível da rede local [6]. É na avaliação de situações como as destes exemplos que o *Traceroute* é extremamente útil.

Bibliografia

- [1] “TraceRoute Guide - Everything You Want to Know about Tracert in 1 Place!”, *PC & Network Downloads - PCWDLD.com*, 2020. [Online]. Available: <https://www.pcwdld.com/traceroute>. [Accessed Oct 25, 2020]
- [2] “Online Traceroute (IPv6 and IPv4) - Trace the path from this server to another”, *Centralops.net*, 2020. [Online]. Available: <http://centralops.net/co/Traceroute.aspx>. [Accessed Oct 20, 2020]
- [3] “GTT - IP NETWORK DIAGNOSIS - Looking Glass Utilities”, *As3257.net*, 2020. [Online]. Available: <http://www.as3257.net/lg/>. [Accessed Oct 20, 2020]
- [4] I. Tools, “Traceroute Tool”, *WhatIsMyIPAddress.com*, 2020. [Online]. Available: <http://whatismyipaddress.com/traceroute-tool>. [Accessed Oct 20, 2020]
- [5] “TPG (AS 7545) and AAPT (AS 2764) Looking Glass”, *Looking-glass.connect.com.au*, 2020. [Online]. Available: <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>. [Accessed Oct 20, 2020]
- [6] S. Mitchell, “How to Read a Traceroute, InMotion Hosting Support Center”, *InMotion Hosting Support Center*, 2020. [Online]. Available: <https://www.inmotionhosting.com/support/website/ssh/read-traceroute/https://www.inmotionhosting.com/support/website/ssh/read-traceroute/>. [Accessed Oct 25, 2020]