



Universidade do Minho

MIEBIOM

Trabalho de Grupo 2

Comunicações e Redes

Docentes:

Alexandre Júlio Teixeira Santos

Discentes:

Ana Sofia Quintas, 65078

Carmina Azevedo, 61777

Margarida Costa, 65037

Braga, Outubro de 2014

Introdução

No âmbito da Unidade Curricular de Comunicações e Redes, foi proposto recorrer a diferentes *websites*, de modo a simular diferentes *Traceroutes*. Com este trabalho pretendeu-se compreender o conceito de atraso, os caminhos percorridos pelos pacotes e quais as suas implicações reais numa rede de computadores. Para tal, foram escolhidos alguns servidores externos de modo a descobrir os caminhos percorridos pelos pacotes deste servidor escolhido (origem) até *polo.uminho.pt* (destino).

Os servidores externos escolhidos para a realização deste trabalho foram:

- <http://ping.eu/traceroute>
- <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>
- <http://centralops.net/co/Traceroute.aspx>
- <http://visualroute.visualware.com/>
- <http://www.yougetsignal.com/tools/visual-tracert/>

Entre a origem e o destino, e em cada nó, ou *router*, os pacotes enviados sofrem diversos tipos de atraso, os mais importantes são os atrasos de processamento nodal, atraso de fila, atraso de transmissão e o atraso de propagação, que juntos formam o atraso nodal total. Assim, entende-se como atraso de processamento tempo requerido para analisar o cabeçalho do pacote e redirecioná-lo. Quanto ao atraso de fila, este representa, o tempo que o pacote fica em espera em cada nó até ser transmitido, este tempo é dependente do tempo dos pacotes que chegaram antes e estão na fila. Relativamente ao atraso de transmissão, tal como o nome sugere, é o tempo requerido para transmitir todos os bits do pacote para o nó. Por último, o atraso de propagação é exatamente o tempo necessário que um bit precisa para ir de um *router* A, para um *router* B.

Os atrasos anteriormente referidos, aplicam-se ao atraso nodal, ou seja o atraso num único nó. Não menos interessante para a compreensão da aplicação *Traceroute*, é análise do atraso de fim a fim, ou seja entre a origem e o destino. Estes podem ser compreendidos se imaginemos que existem $N-1$ *routers* entre a origem e o destino;

que os atrasos de fila são desprezíveis; que denominamos o atraso de processamento como d_{proc} ; e que o quociente entre o tamanho do pacote (L) e taxa de transmissão de saída (R) denomina-se d_{trans} e o atraso de propagação por d_{prop} . Os atrasos nodais acumulam e podem ser expressos pela seguinte expressão^[1]:

$$d_{fim_a_fim} = N(d_{proc} + d_{trans} + d_{prop})$$

Apesar da aplicação *Traceroute* não pormenorizar todos estes tipos de atraso, é interessante analisar o percurso de um pacote e tirar algumas conclusões a partir dos dados obtidos. Para perceber o tipo de dados do aplicativo, é necessário entender um pouco do seu funcionamento. Assim, o aplicativo *Traceroute*, geralmente, envia 3 pacotes inicialmente com TTL (time to live) igual a um (1). Quando passar pelo primeiro *router*, este decrementará um, e o pacote tornar-se-á zero e uma mensagem tempo excedido retornará à origem. Com isso teremos informações sobre o primeiro *router* e sobre o RTT (Round Trip Time) da fonte até este *router*. Em seguida, o TTL é aumentado para dois (2) e novamente são enviados 3 pacotes. Porém, a mensagem de tempo excedido, desta vez, ocorrerá somente no segundo roteador. O processo repete-se até que tenhamos conhecimento de cada roteador no caminho entre a origem e o destino, até este ser alcançado^[2].

1. Ping

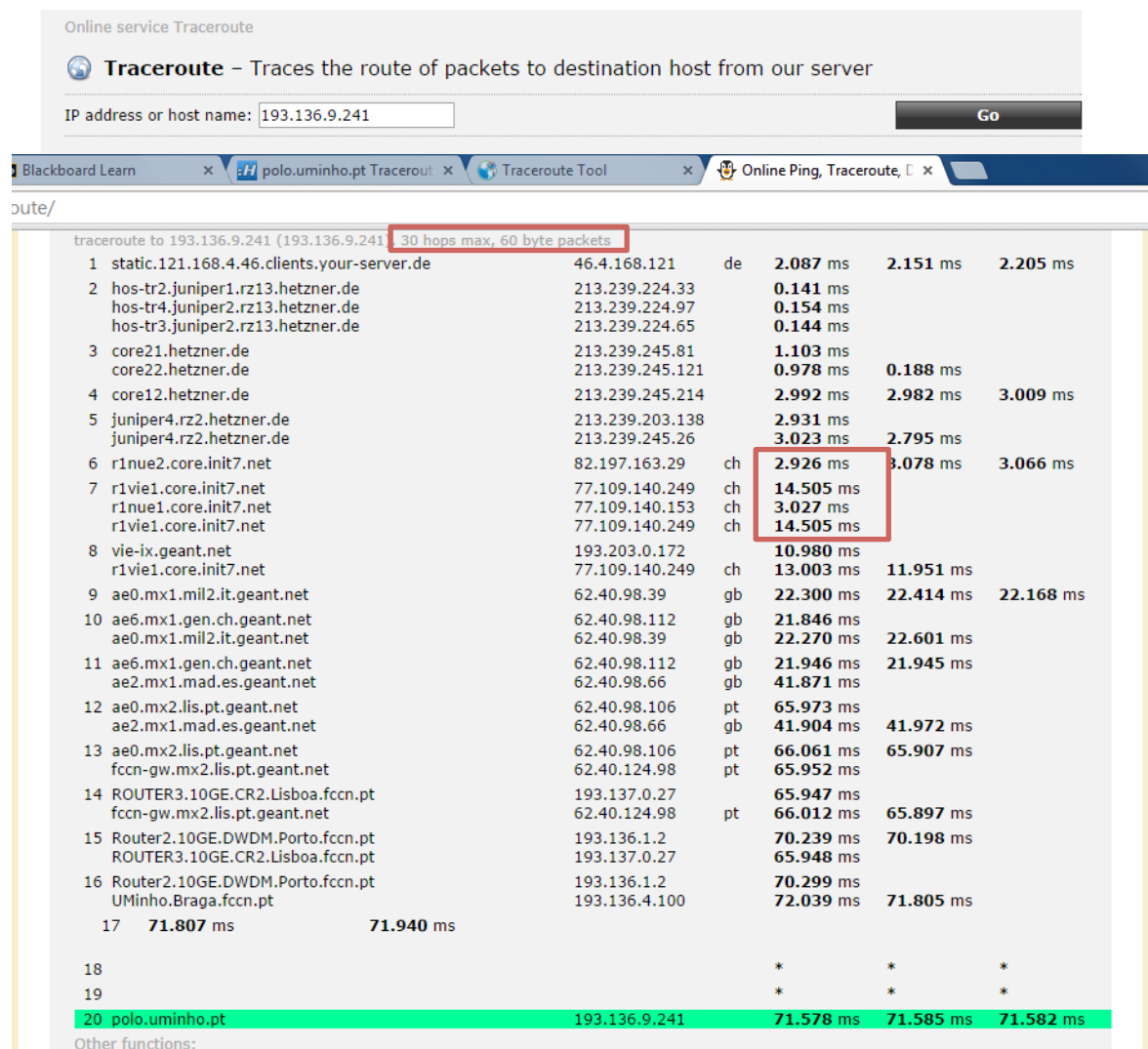


Figura 1- Dados obtidos da *traceroute* no *website* <http://ping.eu/traceroute>

Através da análise da Figura 1, obtido no *website* <http://ping.eu/traceroute>, pode-se verificar, que na linha 1 encontramos o IP de partida 121.168.4.46, proveniente da Coreia, Ásia. É possível constatar que, tal como foi referido na introdução teórica, estão a ser enviados, simultaneamente, 3 pacotes contendo 60 bytes cada um, e em cada nó é registado o tempo que demora desde a origem até chegar ao nó em questão (RTT).

O primeiro salto a partir da Coreia é dado para Nuremberg (Alemanha) e à linha 5 saltos vão sendo dados sempre nesta cidade. Por este motivo, os tempos mantêm-se aproximadamente constantes e os IP's variam apenas nos últimos algarismos.

Do ponto 5 para o 6 deu-se um salto para Zurich (Suíça) e, apesar da distância ser relativamente grande no entanto não se observou incrementos significativos nos tempos, sendo que curiosamente o RTT para a tentativa 6 é ligeiramente mais baixo que para a tentativa 5, este tipo de fenómenos explicam-se devido à diminuição do atraso de fila, ou seja diminuição os pacotes em espera .

Contrariamente, da linha 6 para a 7, observa-se um salto expressivo no tempo, provavelmente, mais uma vez, isto pode ser explicado devido às condições da rede, muito trafego na rede, pois os IP's são de duas cidades Suíças próximas: Zurich e Steinhausen.

Na Linha 8, dá-se um salto para Viena (Áustria), seguido de um salto para Cambridge (Inglaterra) com um incremento de 10ms no tempo. Nos pontos 9 e 10 os saltos dão-se entre Cambridge e Amesterdão (Holanda), não havendo relevância nos tempos observados.

No ponto 11 dá se um salto de Amesterdão para Madrid (Espanha) com uma diferença de tempos de 20ms, observada graças à distância física entre os dois locais.

No ponto 12, finalmente, atinge-se o país de destino (Portugal) e chega-se a Lisboa, novamente num salto de aproximadamente 20ms. Até ao ponto 16, vão sendo dados saltos entre vários IP's provenientes de Lisboa.

Finalmente na linha 20 atinge-se o destino (*polo.uminho.pt*), cujo IP é localizado na cidade de Braga. É ainda de referir que no ponto 18 e 19, já em Braga, não há informação sobre o *router*, sabendo-se, apenas, que este deixa passar o pacote até ao último ponto.

Assim, pela análise completa deste *traceroute*, verifica-se que os três pacotes chegam sensivelmente ao mesmo tempo ao destino, com um atraso da origem ao destino de cerca de 71.58 ms.

Apesar de ser difícil especificar a origem concreta dos atrasos, podemos afirmar que estes têm duas razões neste *traceroute*: a primeira é a distância física entre dois *routers*, o chamado atraso de propagação. A segunda, verificada entre IP's com a mesma localização, deve-se às condições da rede, como por exemplo, o tráfego nela existente, atraso de fila.

2. Visual Route

Para a obtenção deste *Traceroute* foi consultado o site “<http://visualroute.visualware.com/>”. Como se pode verificar pela análise da figura 2, este site fornece-nos uma rota muito visual, perdendo-se alguns detalhes interessantes, tais como o tempo de atraso entre cada *router*.

A primeira coisa que se pode observar é que o local de origem se situa na Suíça e que são necessários 26 “saltos” até chegar ao destino (*polo.uminho.pt.*). É, também, fornecido o tempo total que demorou esta “viagem”, cerca de 16,3s. Este tempo traduz-se no atraso de fim a fim, que tal como já foi explicado, abrange todos os tipos de atrasos ocorridos entre a origem e o destino. Observa-se, ainda, que foram percorridas aproximadamente 1,903 milhas.

Analisando mais atentamente os saltos, verifica-se que se estendem por quatro países distintos. Contudo, entre os pontos 5 e 14, e entre o ponto 23 e 25, desta vez já em Portugal, não temos disponível informação sobre o nome do *router*, sendo que nestes locais, podemos afirmar ocorreu a passagem dos pacotes, mas não houve transparência relativamente aos locais.

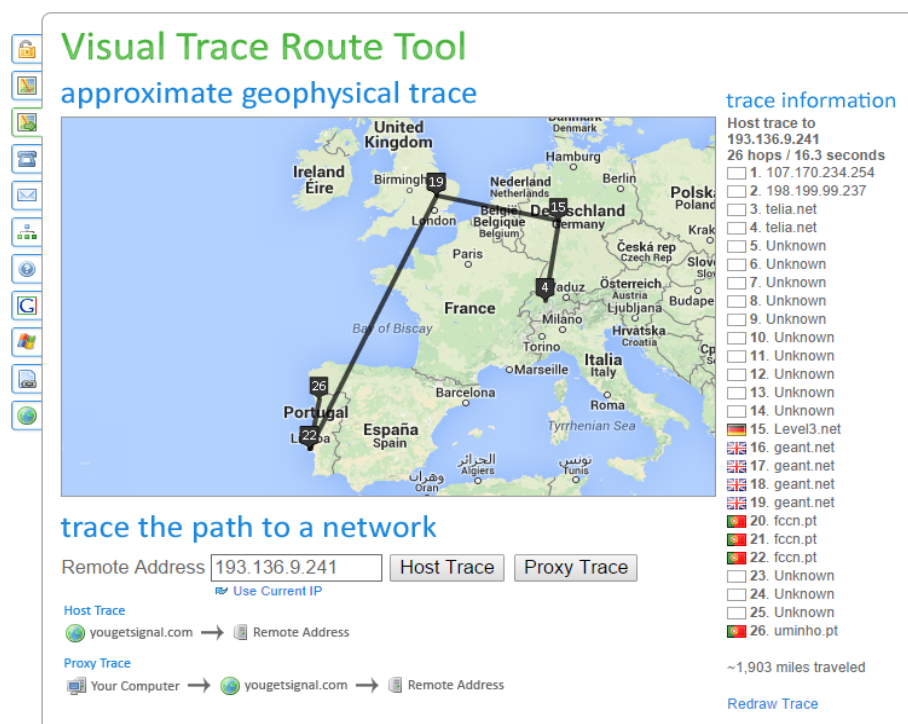


Figura 2- Dados obtidos da *traceroute* no website <http://visualroute.visualware.com/>

3. Central lops

Neste *Traceroute*, obtido no site “<http://centralops.net/co/Traceroute.aspx>”, observa-se, inicialmente, que o local de origem se situa em Dallas, Texas, USA. Verifica-se, também, que ocorrem 8 saltos, no entanto 4 desses nodos estão sem resposta e nos quatro primeiros há um tempo de rota nulo (RTT), ou seja, o pacote nem chegou a sair de Dallas. Assim, conclui-se que o pacote nunca chega ao destino, pois excede o tempo de espera e acaba por se “perder” ainda perto da origem. Deste modo, e tal como se pode constatar pela análise da figura 3, o processo é abortado.

Traceroute

Trace the path from this server to another

from **centralops.net** (Dallas, Texas, USA)

to

ip version ☒ auto ☐ require ipv6 ☐ require ipv4

☐ don't resolve IP addresses

user: anonymous [193.137.92.16]
balance: 48 units
[log in](#) | [account info](#)

CentralOps.net

Looking up IP address for **polo.uminho.pt**...

Tracing route to **polo.uminho.pt** [193.136.9.241]...

hop	rtt	rtt	rtt	ip address	fully qualified domain name
1	0	0	0	208.101.16.73	208.101.16.73-static.reverse.softlayer.com
2	0	0	0	66.228.118.153	ae11.dar01.sr01.dal01.networklayer.com
3	0	0	0	173.192.18.210	ae6.bbr01.eq01.dal03.networklayer.com
4	0	0	0	4.59.32.37	xe-11-1-1.edge4.dallas3.level3.net
5	*	*	*		
6	*	*	*		
7	*	*	*		
8	*	*	*		

Trace aborted

-- end --
[URL for this output](#) | [return to CentralOps.net](#), a service of Hexillion

Figura 3- Dados obtidos da *traceroute* no website <http://centralops.net/co/Traceroute.aspx>

4. Looking glass

Neste *website*, <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>, é solicitado ao utilizador que indique o IP de destino (*polo.uminho.pt.*) e o nodo de partida, neste caso Sydney (Austrália). Os resultados obtidos encontram-se na figura 4.

Observa-se, então, um percurso composto por 24 saltos, em que são enviados, simultaneamente, 3 pacotes. Os saltos 1 e 2 são caracterizados pelo período de tempo 0ms, o que indica que são pontos ainda pertencentes ao local de partida. No ponto 3 observa-se um salto da ordem dos 192ms, que corresponde ao percurso de Sydney até Los Angeles. Assim, depreende-se que se trata de uma rota intercontinental, pelo oceano Pacífico (com a duração especificada, que corresponde ao atraso de propagação). As rotas contidas entre os pontos 5 e 10 são internas, não havendo registo de informação. Contudo, muito provavelmente, o ponto 11 corresponderá a Nova Iorque. Seguidamente, o ponto 12 corresponde a Frankfurt (Alemanha). Desta forma, a rota traçada entre estes dois pontos corresponde ao atravessar do oceano Atlântico. A partir deste ponto, os saltos correspondem a percursos dentro da Europa, atingindo Lisboa (Portugal) no ponto 16 e a Universidade do Minho (Braga) no momento 20. Seguidamente, verificam-se saltos internos da Universidade, atingindo-se a localização de destino no ponto 24, caracterizada por um tempo da origem ao destino de 360ms.

É de salientar que todos os tempos comentados dizem respeito a comunicações via cabo, uma vez que as diferenças entre tempo de resposta de nó para nó são sempre inferiores a 200ms, não podendo, assim, ser característicos de comunicações via satélite.

Router: Sydney

Command: traceroute ip 193.136.9.241

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to polo.uminho.pt (193.136.9.241)

```
1 gi9-9.sglebdist02.nw.aapt.net.au (202.10.15.154) [MPLS: Label 725 Exp 0] 0 msec
  gi9-9.sglebdist01.nw.aapt.net.au (202.10.15.152) [MPLS: Label 1676 Exp 0] 0 msec
  gi9-9.sglebdist02.nw.aapt.net.au (202.10.15.154) [MPLS: Label 725 Exp 0] 0 msec
2 bu8.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.27) 0 msec
  bu9.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.29) 0 msec
  bu8.sglebbrdr11.aapt.net.au (202.10.14.27) 0 msec
3 xe-9-0-3-460.edge1.LosAngeles6.Level3.net (4.26.0.101) [AS 3356] 192 msec 184 msec 184 msec
4 vlan60.csw1.LosAngeles1.Level3.net (4.69.144.62) [AS 3356] [MPLS: Label 1739 Exp 0] 352 msec 336 msec 336 msec
5 * * *
6 * * *
7 * * *
8 * * *
9 * * *
10 * * *
11 * * *
12 ae-1-60.edge5.Frankfurt1.Level3.net (4.69.154.9) [AS 3356] 336 msec * *
13 DANTE.edge5.Frankfurt1.Level3.net (212.162.4.10) [AS 3356] 336 msec 340 msec 332 msec
14 ae1.mx1.gen.ch.geant.net (62.40.98.108) [AS 20965] 328 msec 324 msec 324 msec
15 ae2.mx1.mad.es.geant.net (62.40.98.66) [AS 20965] 348 msec 344 msec 344 msec
16 ae0.mx2.lis.pt.geant.net (62.40.98.106) [AS 20965] 356 msec 356 msec 356 msec
17 fccn-gw.mx2.lis.pt.geant.net (62.40.124.98) [AS 20965] 352 msec 360 msec 356 msec
18 ROUTER3.10GE.CR2.Lisboa.fccn.pt (193.137.0.27) [AS 1930] 356 msec 360 msec 356 msec
19 Router2.10GE.DWDM.Porto.fccn.pt (193.136.1.2) [AS 1930] 360 msec 360 msec 360 msec
20 UMinho.Braga.fccn.pt (193.136.4.100) [AS 1930] 364 msec 364 msec 360 msec
21 * * *
22 * * *
23 * * *
24 polo.uminho.pt (193.136.9.241) [AS 1930] 360 msec 364 msec 364 msec
```

Figura 4- Dados obtidos da *traceroute* no website <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>,

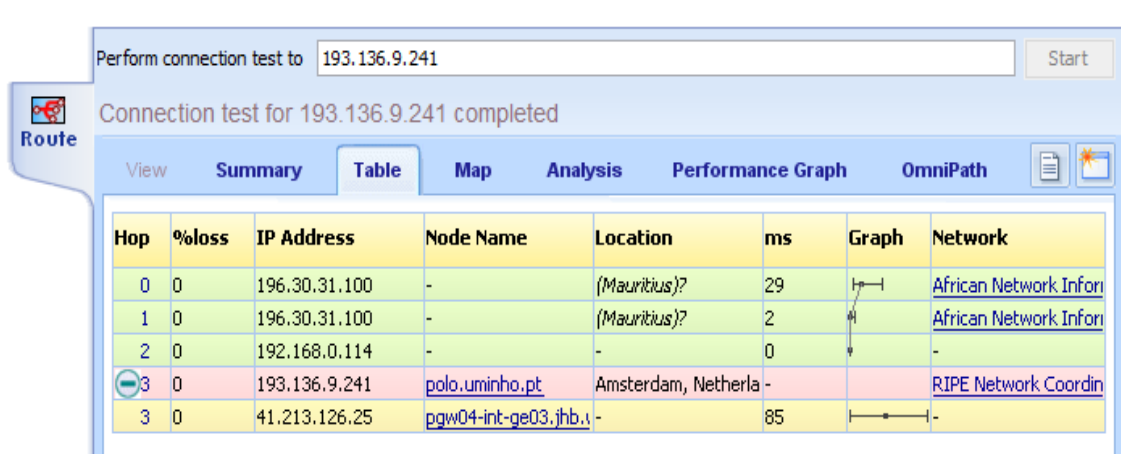
5. You Get Signal

Este website, <http://www.yougetsignal.com/tools/visual-tracert/>, solicita ao utilizador que selecione um local de origem e destino. Neste caso, selecionou-se com origem a África do Sul (Johannesburg) e destino a localização: *polo.uminho.pt* (IP: 193.136.9.241). Os resultados obtidos encontram-se ilustrados nas figuras 5 e 6.

Na figura 5, verifica-se uma rota constituída por 5 saltos. O ponto 0 caracteriza-se por um RRT de 29ms, o que leva a concluir que a localização de partida inserida, corresponde a uma empresa cuja sede se encontra não em Johannesburg, mas sim nas

ilhas Maurítius. O ponto 1 mantém o mesmo endereço de IP, contudo apresenta um tempo de caracterização de 2ms, o que significa que existe um deslocamento ainda que não significativo. O ponto 2 corresponde a um novo IP, mas tem um tempo de caracterização de 0ms. Consta-se, deste modo, uma diminuição de tempo de resposta, o que leva a concluir que estes tempos são influenciados não só pela variável distância, que se reflete no atraso de propagação, mas também pela variável tráfego refletindo-se em atraso de fila. O ponto 3, por sua vez, é caracterizado por duas passagens. A primeira corresponde já ao endereço de destino inserido (*polo.uminho.pt*), contudo a localização verificada é Amesterdão e o tempo de resposta foi esgotado. Já a segunda passagem não indica nenhuma localização. Podemos de uma forma geral verificar que o tempo de fim a fim foi de 85ms.

A figura 6 ilustra, graficamente, a variação de tempos comentada.



Hop	%loss	IP Address	Node Name	Location	ms	Graph	Network
0	0	196.30.31.100	-	{Mauritius}?	29		African Network Infor
1	0	196.30.31.100	-	{Mauritius}?	2		African Network Infor
2	0	192.168.0.114	-	-	0		-
3	0	193.136.9.241	polo.uminho.pt	Amsterdam, Netherla-	-		RIPE Network Coordin
4	0	41.213.126.25	pgw04-int-ge03.jhb.i	-	85		-

Figura 5- Dados obtidos da *traceroute* no website <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>,



Figura 6- Dados obtidos da *traceroute* no website <http://looking-glass.connect.com.au/lg/>,

Conclusão

Com a elaboração deste trabalho de grupo, foi possível colocar em prática alguns conceitos teóricos apreendidos durante a aula e compreender como funciona uma rede e como a informação é enviada de uma origem até um certo destino.

A principal informação que retivemos através da utilização da aplicação *Traceroute* é que o atraso de propagação influencia claramente o atraso de fim a fim quando se trata de grandes distâncias, como atravessar oceanos. No que diz respeito a curtas distâncias, os atrasos mais significativos, são os atrasos de fila, que são bastante visíveis, por exemplo quando um nó precedente regista um RRT maior que um nó localizado posteriormente. Relativamente aos atrasos de transmissão e propagação, estes são, a nosso ver, os mais difíceis de distinguir pela análise do *Traceroute*.

Outra conclusão interessante a que chegamos foi que em nenhum dos casos se utilizaram comunicações via satélite, nem mesmo quando os pacotes viajaram entre continentes, atravessando oceanos, pois os tempos registados são muito baixos não sendo característicos deste tipo de via de comunicação.

Bibliografia

(1). **Kurose, Ross.** *Redes de Computadores e a Internet - Uma abordagem Top-down*. s.l. : Person, 5ª edição, 2010.

(2). **Tatiana Lopes Ferraz, Marcelo Portes Albuquerque, Márcio Portes Albuquerque.** Rederio. *INTRODUÇÃO AO PING E TRACEROUTE*. [Online]
<http://www.rederio.br>.