Universidade do Minho

Licenciatura em Ciências da Computação

Sistemas de Comunicações e Redes

Ensaio Escrito

Aplicações e Camada de Transporte

Grupo 28

Davide Santos (A102938)

Edgar Araújo (A102946)

Pedro Augusto Camargo (A102504)

Dezembro 2023

Contents

1 Nível aplicacional **3**

1.1 Identifique o endereço IP da estação que formulou a query DNS e o tipo de query realizada. . . . 3

1.2 Localize a trama com a resposta à query DNS formulada. Identifique nesta trama o endereço IP do servidor web. Identifique também o servidor de nomes que forneceu a resposta, através do seu IP e nome . . . 3

1.3 Aplique o filtro aos protocolos http // tcp. Identifique os endereços IP do cliente e do servidor HTTP . . . 3

1.4 Identifique os segmentos TCP correspondentes ao estabelecimento da ligação entre o cliente e o servidor HTTP. Qual o o tamanho máximo de segmento (MSS) que o servidor aceita receber? . . . 3

1.5 Identifique a resposta HTTP do servidor respeitante ao primeiro pedido GET efetuado pelo cliente. Quantos bytes de dados aplicacionais contém essa resposta HTTP? 4

1.6 A resposta HTTP identificada na alínea anterior foi transmitida em quantos segmentos TCP? Apresente também uma estimativa teórica para essa quantidade. . . 4

1.7 A partir da informação contida nos cabeçalhos dos protocolos IP e TCP, determine o número de bytes de dados enviados no primeiro e no último segmento TCP respeitantes à resposta HTTP. . . . 4

1.8 Observe a informação apresentada no campo host do cabeçalho do pedido HTTP e diga qual o seu interesse? . . . 4

1.9 Com base na sequência de dados trocados entre o cliente e o servidor diga, justificando, se o servidor HTTP está a funcionar em modo de conexão persistente ou não persistente. . . . 5

1.10 Aceda a https://www.uminho.pt, ao mesmo tempo que captura o tráfego desse acesso com o Wireshark. Porque razão o tráfego HTTP não é identificado como tal no Wireshark? Apesar disso, pode detetar-se qual o protocolo aplicacional. Como é que o Wireshark sabe que se trata duma ligação http-over-tls? . . . 5

1.11 Diga, justificando, quais dos seguintes elementos uma comunicação HTTPS permite manter ocultos dum atacante: i) o endereço IP do cliente, ii) o endereço IP do servidor web, iii) o nome do servidor web, iv) o tamanho da mensagem trocada entre o cliente o servidor, v) a identificação da página acedida no servidor web, vi) a frequência das conexões estabelecidas entre o cliente e o servidor, vii) os dados da aplicação trocados entre o servidor e o cliente . . . 5

2 Consultas ao serviço de resolução de nomes DNS **6**

2.1 Usando os registos do tipo A, identifique os endereços IPv4 dos servidores mail.uminho.pt e www.ualg.pt? Qual o servidor de nomes que a sua máquina está a usar? . . . 6

2.2 Usando os registos do tipo PTR, efetue uma query para 143.9.137.193.in-addr.arpa. O que permitiu identificar esta query? . . . 7

2.3 Certas aplicações fazem uso do reverse DNS, como, por exemplo, o traceroute. Experimente fazer traceroute (tracert no Windows) para router-di.uminho.pt, ao mesmo tempo que captura o tráfego gerado com o Wireshark. Comente a diferença observada, em termos de tráfego DNS gerado, entre usar a opção com e sem resolução de nomes (-n no Linux, -d no Windows). Perante o observado, diga qual a utilidade que o reverse DNS oferece ao traceroute? . . . 7

2.4 Usando o registo NS: . . . 8

2.4.1 Identifique os servidores de nomes definidos para os domínios: “tecnico.ulisboa.pt.”, “ulisboa.pt.”, “pt.” e “.” (root). . . . 9

2.4.2 Perante a informação obtida, diga, justificando, se os servidores de nomes de diferentes domínios podem coexistir numa mesma máquina física. . . . 10

2.4.3 Encontra domínios geridos por servidores de nomes localizados em redes IP distintas? Se sim, apresente esses domínios e diga qual a vantagem resultante desse procedimento? . . . 10

2.5 Usando o registo SOA: . . . 11

2.5.1 Identifique o servidor DNS primário definido para os domínios: “tecnico.ulisboa.pt.”, “ulisboa.pt.”, “pt.” e “.” (root). . . . 11

2.5.2 Quais são os servidores secundários dos domínios “tecnico.ulisboa.pt.” e “ulisboa.pt.”? Justifique. . . . 11

2.5.3 Em que difere o servidor primário de um servidor secundário? Qual o significado dos parâmetros temporais associados ao servidor primário? 11
2.6 Usando o registo MX 12
2.6.1 Quais são os servidores de email do domínio "tecnico.ulisboa.pt."? 12
2.6.2 A que sistema são preferencialmente entregues as mensagens dirigidas a geral@tecnico.ulisboa.pt? 12
2.7 A resposta obtida a uma query pode ser classificada como autoritativa ou não-autoritativa. 12
2.7.1 Qual a diferença fundamental entre ambos os tipos de resposta? 12
2.7.2 Usando o seu default DNS server, que tipos de resposta obtém se efetuar queries aos registos MX para identificar os servidores de email dos domínios "ulisboa.pt." e "uminho.pt."? Experimente e justifique os tipos de respostas obtidos. 12

3 Uso da camada de transporte por parte das aplicações **13**
3.1 Capturando o tráfego nos momentos que considere adequados, observe atentamente como as várias aplicações utilizam o serviço de transporte, quando é efetuado . . . 13
3.2 Comente as principais diferenças entre os protocolos TCP e UDP. Relacione-as com as experiências realizadas onde observou os campos dos cabeçalhos respetivos e o overhead protocolar. Em particular, identifique os campos do TCP responsáveis pelo controlo de fluxo, ordenação e fiabilidade do protocolo. Perante isto, diga, justificando, se nas aplicações com requisitos temporais críticos (e.g. online gaming, video-audio streaming) é mais adequado usar o protocolo UDP ou o TCP? 15

4 Conclusao **15**

1 Nível aplicacional

1.1 Identifique o endereço IP da estação que formulou a query DNS e o tipo de query realizada.

```
14 10.033359221  172.26.57.176   193.137.16.65    DNS      78 Standard query 0x7b03 A www.scom.uminho.pt
15 10.033386202  172.26.57.176   193.137.16.65    DNS      78 Standard query 0xda1c AAAA www.scom.uminho.pt
16 10.057275198  193.137.16.65    172.26.57.176    DNS      94 Standard query response 0x7b03 A www.scom.uminho.pt A 193.137.9.174
17 10.057275910  193.137.16.65    172.26.57.176    DNS     106 Standard query response 0xda1c AAAA www.scom.uminho.pt AAAA 2001:690:2280:1::105
18 10.058089977  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      74 38734 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM TSval=1449595496 TSecr=0 WS=128
19 10.060328175  193.137.9.174   172.26.57.176    TCP      78 80 → 38734 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1250 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM
```

O endereço IP da estação que formulou a query DNS: 172.26.57.176 (O meu computador) Foram enviadas 2 querys dns, uma do tipo A (endereço IPv4) e outra do tipo AAAA (endereço IPv6)

1.2 Localize a trama com a resposta à query DNS formulada. Identifique nesta trama o endereço IP do servidor web. Identifique também o servidor de nomes que forneceu a resposta, através do seu IP e nome

```
14 10.033359221  172.26.57.176   193.137.16.65    DNS      78 Standard query 0x7b03 A www.scom.uminho.pt
15 10.033386202  172.26.57.176   193.137.16.65    DNS      78 Standard query 0xda1c AAAA www.scom.uminho.pt
16 10.057275198  193.137.16.65    172.26.57.176    DNS      94 Standard query response 0x7b03 A www.scom.uminho.pt A 193.137.9.174
17 10.057275910  193.137.16.65    172.26.57.176    DNS     106 Standard query response 0xda1c AAAA www.scom.uminho.pt AAAA 2001:690:2280:1::105
18 10.058089977  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      74 38734 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM TSval=1449595496 TSecr=0 WS=128
19 10.060328175  193.137.9.174   172.26.57.176    TCP      78 80 → 38734 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1250 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM
```

O endereço IP do servidor web que respondeu a query DNS: 193.137.16.65 De forma a identificar o servidor de nomes que forneceu a resposta, poderia ter sido usado o utilitario nslookup, como tambem o servico WEB https://whatismyipaddress.com/ip/<ip>, para o ip anterior:

Obtemos que o servidor DNS que forneceu a resposta, tem por hostname: dns3.uminho.pt

1.3 Aplique o filtro aos protocolos http // tcp. Identifique os endereços IP do cliente e do servidor HTTP

```
21 10.060450003  172.26.57.176   193.137.9.174    HTTP    439 GET / HTTP/1.1
22 10.120634426  193.137.9.174   172.26.57.176    TCP    2542 80 → 38734 [ACK] Seq=1 Ack=374 Win=65162 Len=2476 TSval=381818 TSecr=1449595498 [TCP
23 10.120710338  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      66 38734 → 80 [ACK] Seq=374 Ack=2477 Win=63360 Len=0 TSval=1449595558 TSecr=381818
24 10.124781915  193.137.9.174   172.26.57.176    TCP    3780 80 → 38734 [ACK] Seq=2477 Ack=374 Win=65162 Len=3714 TSval=381818 TSecr=1449595558 [
25 10.124795390  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      66 38734 → 80 [ACK] Seq=374 Ack=6191 Win=62336 Len=0 TSval=1449595562 TSecr=381818
```

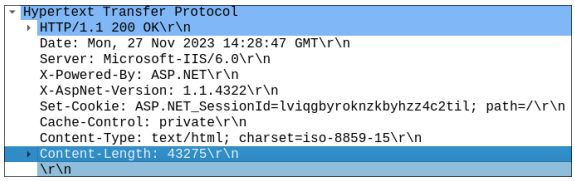
- Temos o endereco IP do cliente, vindo do HTTP GET Request: 172.26.57.176
- Que tem como destino o IP do servidor: 193.137.9.174

1.4 Identifique os segmentos TCP correspondentes ao estabelecimento da ligação entre o cliente e o servidor HTTP. Qual o o tamanho máximo de segmento (MSS) que o servidor aceita receber?

```
18 10.058089977  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      74 38734 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM TSval=1449595496 TSecr=0 WS=128
19 10.060328175  193.137.9.174   172.26.57.176    TCP      78 80 → 38734 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1250 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM
20 10.060351849  172.26.57.176   193.137.9.174    TCP      66 38734 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=1449595498 TSecr=0
21 10.060450003  172.26.57.176   193.137.9.174    HTTP    439 GET / HTTP/1.1
```

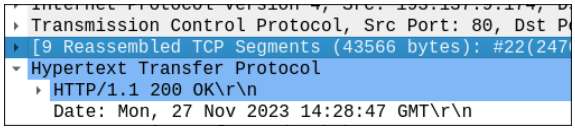
Tal como mostra a imagem, os pacotes 18 e 19 correspondem aos pactoes SYN do cliente e SYN-ACK do servidor, respetivamente. Logo ambos tem oportunidade nestes pacotes de solicitar um MSS, que no caso do servidor é de 1250 bytes.

1.5 Identifique a resposta HTTP do servidor respeitante ao primeiro pedido GET efetuado pelo cliente. Quantos bytes de dados aplicacionais contém essa resposta HTTP?



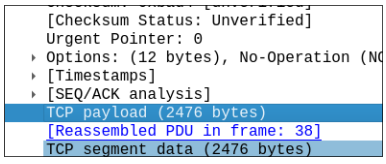
A resposta HTTP do servidor é do tipo 200 OK, e contem 43275 bytes de dados aplicacionais, tal como indica o campo Content-Length.

1.6 A resposta HTTP identificada na alínea anterior foi transmitida em quantos segmentos TCP? Apresente também uma estimativa teórica para essa quantidade.

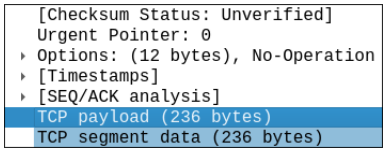


A resposta HTTP foi transmitida em 9 segmentos. A estimativa teórica para essa quantidade é de $43566/1460 = 29.8$, ou seja, 30 segmentos.

1.7 A partir da informação contida nos cabeçalhos dos protocolos IP e TCP, determine o número de bytes de dados enviados no primeiro e no último segmento TCP respeitantes à resposta HTTP.



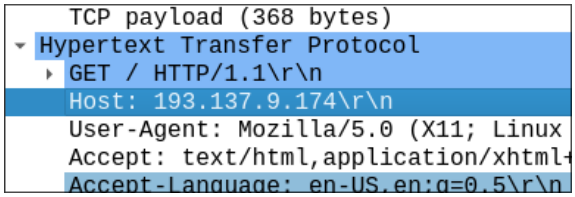
(a) Primeiro Segmento



(b) Último Segmento

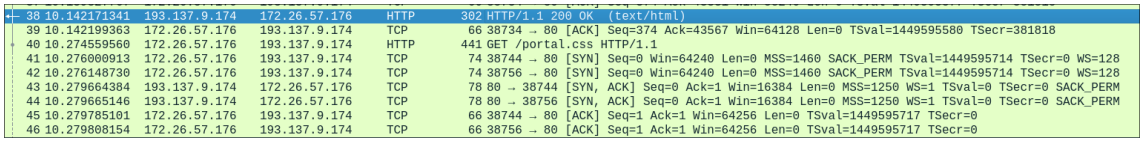
No primeiro segmento TCP, o número de bytes de dados enviados é de 2476 bytes. No último segmento TCP, o número de bytes de dados enviados é de 236 bytes.

1.8 Observe a informação apresentada no campo host do cabeçalho do pedido HTTP e diga qual o seu interesse?



O campo host do cabeçalho do pedido HTTP indica o nome colocado no url do browser, que serve para identificar o website que se pretende aceder, em caso de um servidor conter vários websites diferentes.

1.9 Com base na sequência de dados trocados entre o cliente e o servidor diga, justificando, se o servidor HTTP está a funcionar em modo de conexão persistente ou não persistente.



38	10.142171341	193.137.9.174	172.26.57.176	HTTP	302	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
39	10.142199363	172.26.57.176	193.137.9.174	TCP	66	38734 → 80 [ACK] Seq=374 Ack=43567 Win=64128 Len=0 TSval=1449595580 TSecr=381818
40	10.274559560	172.26.57.176	193.137.9.174	HTTP	441	GET /portal.css HTTP/1.1
41	10.276000913	172.26.57.176	193.137.9.174	TCP	74	38744 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM TSval=1449595714 TSecr=0 WS=128
42	10.276148730	172.26.57.176	193.137.9.174	TCP	74	38756 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM TSval=1449595714 TSecr=0 WS=128
43	10.279664384	193.137.9.174	172.26.57.176	TCP	78	80 → 38744 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1250 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM
44	10.279665146	193.137.9.174	172.26.57.176	TCP	78	80 → 38756 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1250 WS=1 TSval=0 TSecr=0 SACK_PERM
45	10.279785101	172.26.57.176	193.137.9.174	TCP	66	38744 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=1449595717 TSecr=0
46	10.279808154	172.26.57.176	193.137.9.174	TCP	66	38756 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=1449595717 TSecr=0

O servidor HTTP está a funcionar em modo de conexão persistente, pois nenhum dos segmentos TCP tem a flag FIN ativa, entre GET Requests.

1.10 Aceda a https://www.uminho.pt, ao mesmo tempo que captura o tráfego desse acesso com o Wireshark. Porque razão o tráfego HTTP não é identificado como tal no Wireshark? Apesar disso, pode detetar-se qual o protocolo aplicacional. Como é que o Wireshark sabe que se trata duma ligação http-over-tls?

A razao pela qual o trafego HTTP nao é identificado como tal no Wireshark, é porque o trafego HTTP está a ser feito sobre o protocolo TLS, que é um protocolo de segurança que encripta o trafego HTTP, de forma a que este não seja visivel a terceiros. O Wireshark sabe que se trata de uma ligação http-over-tls, porque o protocolo TLS é identificado no campo Protocol do pacote.

1.11 Diga, justificando, quais dos seguintes elementos uma comunicação HTTPS permite manter ocultos dum atacante: i) o endereço IP do cliente, ii) o endereço IP do servidor web, iii) o nome do servidor web, iv) o tamanho da mensagem trocada entre o cliente o servidor, v) a identificação da página acedida no servidor web, vi) a frequência das conexões estabelecidas entre o cliente e o servidor, vii) os dados da aplicação trocados entre o servidor e o cliente

- i) O endereço IP do cliente não é oculto, pois é necessário para que o servidor saiba para onde enviar a resposta.
- ii) O endereço IP do servidor web não é oculto, pois é necessário para que o cliente saiba para onde enviar o pedido.
- iii) O nome do servidor web não é oculto, pois é necessário para que o servidor saiba para que website enviar o pedido.
- iv) O tamanho da mensagem trocada entre o cliente e o servidor não é oculto, pois é necessário para que o cliente saiba se recebeu a mensagem completa.
- v) A identificação da página acedida no servidor web não é oculto. O caminho do URL é parte da solicitação HTTP e, embora a comunicação seja criptografada, a estrutura básica da solicitação permanece visível.
- vi) A frequência das conexões estabelecidas entre o cliente e o servidor não é oculto, pois é necessário para que o servidor saiba se o cliente está a tentar fazer um ataque de negação de serviço.
- vii) Os dados da aplicação trocados entre o servidor e o cliente SÃO ocultos, isso garante que o conteúdo da mensagem, incluindo informações sensíveis, não seja visível para um atacante que possa interceptar a comunicação.

2 Consultas ao serviço de resolução de nomes DNS

2.1 Usando os registos do tipo A, identifique os endereços IPv4 dos servidores mail.uminho.pt e www.ualg.pt? Qual o servidor de nomes que a sua máquina está a usar?

```
; <<>> DiG 9.18.18-0ubuntu0.22.04.1-Ubuntu <<>> A mail.uminho.pt
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 20585
;; flags: qr rd ad; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 0
;; WARNING: recursion requested but not available

;; QUESTION SECTION:
;mail.uminho.pt.                        IN      A

;; ANSWER SECTION:
mail.uminho.pt.         0       IN      A       193.137.9.143

;; Query time: 32 msec
;; SERVER: 172.24.128.1#53(172.24.128.1) (UDP)
;; WHEN: Mon Dec 04 16:34:16 WET 2023
;; MSG SIZE  rcvd: 62
```

Figure 1: Output do comando *dig A mail.uminho.pt*

```
; <<>> DiG 9.18.18-0ubuntu0.22.04.1-Ubuntu <<>> A www.ualg.pt
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 55362
;; flags: qr rd ad; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 0
;; WARNING: recursion requested but not available

;; QUESTION SECTION:
;www.ualg.pt.                   IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.ualg.pt.            0       IN      A       193.136.224.33

;; Query time: 10 msec
;; SERVER: 172.24.128.1#53(172.24.128.1) (UDP)
;; WHEN: Mon Dec 04 16:34:22 WET 2023
;; MSG SIZE  rcvd: 56
```

Figure 2: Output do comando *dig A www.ualg.pt*

```
# This file was automatically generated by WSL. To stop automatic generation of this file, add the following entry to /e
tc/wsl.conf:
# [network]
# generateResolvConf = false
nameserver 172.24.128.1
```

Figure 3: Output do comando *cat /etc/resolv.conf*

- O endereço IPv4 do servidor *mail.uminho.pt* é *193.137.9.143*.
- O endereço IPv4 do servidor *www.ualg.pt* é *193.136.224.33*.
- O servidor de nomes utilizado pela sua máquina é *172.24.128.1*.

O servidor de nomes utilizado pela máquina é, na verdade, uma *bridge* para a minha máquina principal, uma vez que estou a usar wsl2. O servidor de nomes utilizado pela máquina principal é: *193.137.16.65*, *193.137.16.145* e *193.137.16.75*

Figure 4: IPv4 DNS do servidor de nomes da máquina principal

2.2 Usando os registos do tipo PTR, efetue uma query para 143.9.137.193.in-addr.arpa. O que permitiu identificar esta query?

```
; <<>> DiG 9.18.18-0ubuntu0.22.04.1-Ubuntu <<>> -x 143.9.137.193
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NXDOMAIN, id: 16703
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 1, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 1232
; COOKIE: 55f9f0e4952ad37a01000000656e407ff1fab904f4bf12cd (good)
;; QUESTION SECTION:
;193.137.9.143.in-addr.arpa.    IN      PTR

;; AUTHORITY SECTION:
9.143.in-addr.arpa.     3599    IN      SOA     ns2.savvis.net. dns-admin.centurylink.com. 2191106000 10800 3600 604800
3600

;; Query time: 1657 msec
;; SERVER: 172.24.128.1#53(172.24.128.1) (UDP)
;; WHEN: Mon Dec 04 20:15:34 WET 2023
;; MSG SIZE  rcvd: 176
```

Figure 5
Output do comando *dig -x 143.9.137.193*

A consulta PTR para `143.9.137.193.in-addr.arpa` resultou em um status de `NXDOMAIN` (não encontrado), indicando que não há um registro PTR associado a esse endereço IP. A resposta também inclui informações sobre a autoridade, mostrando que o domínio `9.143.in-addr.arpa` tem um registro SOA associado.

2.3 Certas aplicações fazem uso do reverse DNS, como, por exemplo, o traceroute. Experimente fazer traceroute (tracert no Windows) para router-di.uminho.pt, ao mesmo tempo que captura o tráfego gerado com o Wireshark. Comente a diferença observada, em termos de tráfego DNS gerado, entre usar a opção com e sem resolução de nomes (-n no Linux, -d no Windows). Perante o observado, diga qual a utilidade que o reverse DNS oferece ao traceroute?

O comando `traceroute` foi executado para o destino `router-di.uminho.pt` com o endereço IP `193.136.9.254`. Os resultados mostram o tempo de resposta (em milissegundos) para cada salto no caminho até o destino. No quarto salto, houve uma perda de pacotes indicada pelo asterisco (*).

1. **Primeiro Salto (172.24.128.1):**
   - Tempo de resposta: 0.650ms, 0.282ms, 0.328ms.
2. **Segundo Salto (172.26.254.254):**

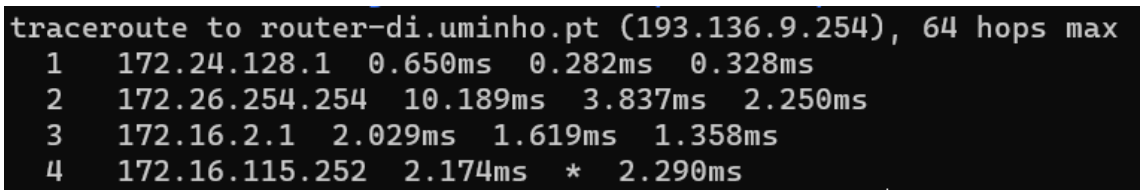


Figure 6
Output do comando *traceroute router-di.uminho.pt*

- Tempo de resposta: 10.189ms, 3.837ms, 2.250ms.

3. **Terceiro Salto (172.16.2.1):**
   - Tempo de resposta: 2.029ms, 1.619ms, 1.358ms.
4. **Quarto Salto (172.16.115.252):**
   - Tempo de resposta: 2.174ms, * (perda de pacotes), 2.290ms.

A perda de pacotes no quarto salto pode indicar uma interrupção temporária na comunicação ou congestionamento na rede nesse ponto específico. O aumento no tempo de resposta nos saltos subsequentes pode ser causado por várias razões, como a distância física, congestão de rede ou configuração específica dos *routers*.

2.4 Usando o registo NS:

- Para o domínio "tecnico.ulisboa.pt." (tamanho do pacote de resposta: 381 bytes):

```
tecnico.ulisboa.pt.     0       IN      NS      ns2.tecnico.ulisboa.pt.
tecnico.ulisboa.pt.     0       IN      NS      a.ul.pt.
tecnico.ulisboa.pt.     0       IN      NS      ns1.tecnico.ulisboa.pt.
a.ul.pt.                0       IN      A       194.117.0.150
ns1.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      A       193.136.128.1
ns2.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      A       193.136.128.2
a.ul.pt.                0       IN      AAAA    2001:690:21c0:a::150
ns1.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      AAAA    2001:690:2100:1::53:1
ns2.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      AAAA    2001:690:2100:1::2
```

- Para o domínio "ulisboa.pt." (tamanho do pacote de resposta: 444 bytes):

```
ulisboa.pt.             0       IN      NS      ns1.tecnico.ulisboa.pt.
ulisboa.pt.             0       IN      NS      ns2.tecnico.ulisboa.pt.
ulisboa.pt.             0       IN      NS      a.ul.pt.
ulisboa.pt.             0       IN      NS      b.ul.pt.
a.ul.pt.                0       IN      A       194.117.0.150
b.ul.pt.                0       IN      A       194.117.1.150
ns1.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      A       193.136.128.1
ns2.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      A       193.136.128.2
a.ul.pt.                0       IN      AAAA    2001:690:21c0:a::150
b.ul.pt.                0       IN      AAAA    2001:690:21c0:b::150
ns1.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      AAAA    2001:690:2100:1::53:1
ns2.tecnico.ulisboa.pt. 0       IN      AAAA    2001:690:2100:1::2
```

- Para o domínio "pt." (tamanho do pacote de resposta: 658 bytes):

```
pt.                     0       IN      NS      d.dns.pt.
pt.                     0       IN      NS      ns.dns.br.
pt.                     0       IN      NS      e.dns.pt.
pt.                     0       IN      NS      a.dns.pt.
pt.                     0       IN      NS      ns2.nic.fr.
pt.                     0       IN      NS      b.dns.pt.
```

```
pt.                     0       IN      NS      h.dns.pt.
pt.                     0       IN      NS      g.dns.pt.
pt.                     0       IN      NS      c.dns.pt.
a.dns.pt.               0       IN      A       185.39.208.1
b.dns.pt.               0       IN      A       194.0.25.23
c.dns.pt.               0       IN      A       204.61.216.105
d.dns.pt.               0       IN      A       185.39.210.1
e.dns.pt.               0       IN      A       193.136.192.64
g.dns.pt.               0       IN      A       193.136.2.226
h.dns.pt.               0       IN      A       194.146.106.138
ns.dns.br.              0       IN      A       200.160.0.5
ns2.nic.fr.             0       IN      A       192.93.0.4
a.dns.pt.               0       IN      AAAA    2a04:6d80::1
b.dns.pt.               0       IN      AAAA    2001:678:20::23
c.dns.pt.               0       IN      AAAA    2001:500:14:6105:ad::1
d.dns.pt.               0       IN      AAAA    2a04:6d82::1
e.dns.pt.               0       IN      AAAA    2001:690:a00:4001::64
g.dns.pt.               0       IN      AAAA    2001:690:a80:4001::100
```

- Para o domínio "." (tamanho do pacote de resposta: 966 bytes):

```
.                       0       IN      NS      e.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      d.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      a.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      l.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      g.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      b.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      h.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      j.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      f.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      i.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      m.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      c.root-servers.net.
.                       0       IN      NS      k.root-servers.net.
a.root-servers.net.     0       IN      A       198.41.0.4
b.root-servers.net.     0       IN      A       170.247.170.2
c.root-servers.net.     0       IN      A       192.33.4.12
d.root-servers.net.     0       IN      A       199.7.91.13
e.root-servers.net.     0       IN      A       192.203.230.10
f.root-servers.net.     0       IN      A       192.5.5.241
g.root-servers.net.     0       IN      A       192.112.36.4
h.root-servers.net.     0       IN      A       198.97.190.53
i.root-servers.net.     0       IN      A       192.36.148.17
j.root-servers.net.     0       IN      A       192.58.128.30
k.root-servers.net.     0       IN      A       193.0.14.129
l.root-servers.net.     0       IN      A       199.7.83.42
m.root-servers.net.     0       IN      A       202.12.27.33
a.root-servers.net.     0       IN      AAAA    2001:503:ba3e::2:30
b.root-servers.net.     0       IN      AAAA    2801:1b8:10::b
```

2.4.1 Identifique os servidores de nomes definidos para os domínios: "tecnico.ulisboa.pt.", "ulisboa.pt.", "pt." e "." (root).

1. **tecnico.ulisboa.pt.:**
   - ns2.tecnico.ulisboa.pt.
   - a.ul.pt.
   - ns1.tecnico.ulisboa.pt.
2. **ulisboa.pt.:**
   - ns1.tecnico.ulisboa.pt.

- ns2.tecnico.ulisboa.pt.
- a.ul.pt.
- b.ul.pt.

3. **pt.:**
   - d.dns.pt.
   - ns.dns.br.
   - e.dns.pt.
   - a.dns.pt.
   - ns2.nic.fr.
   - b.dns.pt.
   - h.dns.pt.
   - g.dns.pt.
   - c.dns.pt.
4. **. (root):**
   - e.root-servers.net.
   - d.root-servers.net.
   - a.root-servers.net.
   - l.root-servers.net.
   - g.root-servers.net.
   - b.root-servers.net.
   - h.root-servers.net.
   - j.root-servers.net.
   - f.root-servers.net.
   - i.root-servers.net.
   - m.root-servers.net.
   - c.root-servers.net.
   - k.root-servers.net.

2.4.2 Perante a informação obtida, diga, justificando, se os servidores de nomes de diferentes domínios podem coexistir numa mesma máquina física.

Os resultados indicam que os servidores de nomes para diferentes domínios estão hospedados em máquinas distintas. No entanto, apenas com os registros NS, não podemos afirmar conclusivamente se estão em máquinas físicas separadas. Para uma conclusão mais precisa, seria necessário verificar informações adicionais, como endereços IP e configurações específicas.

2.4.3 Encontra domínios geridos por servidores de nomes localizados em redes IP distintas? Se sim, apresente esses domínios e diga qual a vantagem resultante desse procedimento?

Sim, é possível identificar domínios geridos por servidores de nomes localizados em redes IP distintas. Por exemplo, ao observar os servidores de nomes para o domínio "pt.", notamos que eles estão distribuídos em várias redes IP. Isso é uma prática comum para garantir redundância e maior robustez na infraestrutura de DNS. Alguns desses domínios são:

- d.dns.pt
- ns.dns.br
- e.dns.pt
- a.dns.pt
- ns2.nic.fr

- b.dns.pt
- h.dns.pt
- g.dns.pt
- c.dns.pt

A vantagem de ter servidores de nomes em redes IP distintas está na resiliência do sistema. Se uma rede ou servidor falhar, outros ainda podem responder às consultas DNS, garantindo a disponibilidade contínua dos serviços.

2.5 Usando o registo SOA:

2.5.1 Identifique o servidor DNS primário definido para os domínios: "tecnico.ulisboa.pt.", "ulisboa.pt.", "pt." e "." (root).

1. **tecnico.ulisboa.pt.:**
   - ns2.tecnico.ulisboa.pt.
2. **ulisboa.pt.:**
   - ns1.tecnico.ulisboa.pt.
3. **pt.:**
   - d.dns.pt.
4. **. (root):**
   - a.root-servers.net.

2.5.2 Quais são os servidores secundários dos domínios "tecnico.ulisboa.pt." e "ulisboa.pt."? Justifique.

1. **tecnico.ulisboa.pt.:**
   - a.ul.pt.
   - ns1.tecnico.ulisboa.pt.
2. **ulisboa.pt.:**
   - ns2.tecnico.ulisboa.pt.

Servidores secundários são configurados para armazenar cópias de zonas DNS e fornecer redundância e resistência a falhas. No caso:

- Para "tecnico.ulisboa.pt.", a.ul.pt. e ns1.tecnico.ulisboa.pt. atuam como servidores secundários.
- Para "ulisboa.pt.", ns2.tecnico.ulisboa.pt. é o servidor secundário.

2.5.3 Em que difere o servidor primário de um servidor secundário? Qual o significado dos parâmetros temporais associados ao servidor primário?

Servidor Primário:

- Contém a cópia principal e autoritativa da zona DNS.
- Tem a autoridade final sobre a zona.
- Atualizações são feitas diretamente no servidor primário.

Servidor Secundário:

- Mantém uma cópia secundária (réplica) da zona DNS.
- Obtém atualizações do servidor primário periodicamente.

- Serve como backup e distribui a carga de consulta.

Parâmetros temporais associados ao servidor primário:

- **SOA (Start of Authority):**
  - 2191106000: Número de série da zona.
    - Incrementa a cada modificação.
  - 10800: Tempo de espera padrão (3 horas) antes de tentar novamente uma transferência de zona falhada.
  - 3600: Tempo de espera entre tentativas de transferência de zona.
  - 604800: Tempo máximo que um servidor secundário espera por uma transferência de zona antes de expirar o registro SOA.
  - 3600: Tempo de vida padrão para registros negativos (1 hora).

2.6 Usando o registo MX

2.6.1 Quais são os servidores de email do domínio "tecnico.ulisboa.pt."?

Utilizando o comando dig MX tecnico.ulisboa.pt, obtemos os seguintes servidores de email:

- 51 smtp1.tecnico.ulisboa.pt.
- 10 smtp.tecnico.ulisboa.pt.
- 61 smtp2.tecnico.ulisboa.pt.

2.6.2 A que sistema são preferencialmente entregues as mensagens dirigidas a geral@tecnico.ulisboa.pt?

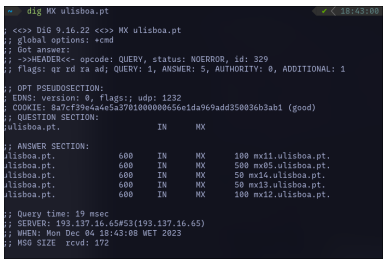
As mensagens sao preferencialmente entregues ao sistema de maior prioridade, isto e, os de menor numero a esquerda do nome do servidor de email, logo as mensagens seriam entregues ao servidor smtp.tecnico.ulisboa.pt, no caso deste estar indisponivel, a mensagem seria entao entregue ao seguintes, por ordem, smtp1.tecnico.ulisboa.pt e por fim smtp2.tecnico.ulisboa.pt.

2.7 A resposta obtida a uma query pode ser classificada como autoritativa ou não-autoritativa.

2.7.1 Qual a diferença fundamental entre ambos os tipos de resposta?

A diferença fundamental entre ambos os tipos de resposta é que uma resposta autoritativa é uma resposta que vem diretamente do servidor DNS que contém a informação sobre o domínio, enquanto que uma resposta não-autoritativa é uma resposta que vem de um servidor DNS que não contém a informação sobre o domínio, mas que obteve essa informação de um servidor DNS autoritativo. Logo enquanto a resposta nao autoritativa pode conter informação desatualizada, a resposta autoritativa contém sempre a informação mais atualizada.

2.7.2 Usando o seu default DNS server, que tipos de resposta obtém se efetuar queries aos registos MX para identificar os servidores de email dos domínios "ulisboa.pt." e "uminho.pt."? Experimente e justifique os tipos de respostas obtidos.



(a) ULisboa

(b) UMinho

3 Uso da camada de transporte por parte das aplicações

3.1 Capturando o tráfego nos momentos que considere adequados, observe atentamente como as várias aplicações utilizam o serviço de transporte, quando é efetuado

a) **browser http://www.sdum.uminho.pt/** - Não é seguro. O protocolo de transporte utilizado é o TCP/IP. Porta 80.

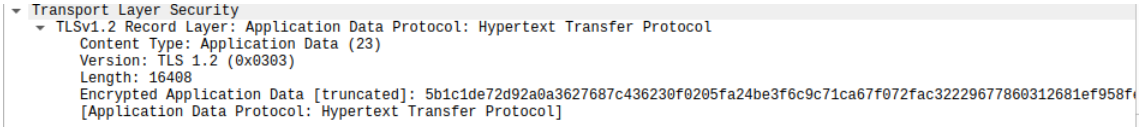


Figure 7: Dados do http nao encriptados

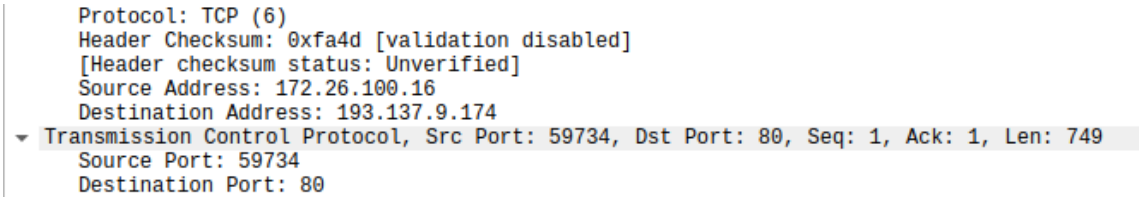


Figure 8: Porta e protocolo do pedido http

b) **browser https://www.uminho.pt/PT** - É seguro. Protocolo de Transporte: SSL/TLS. Porta 443.

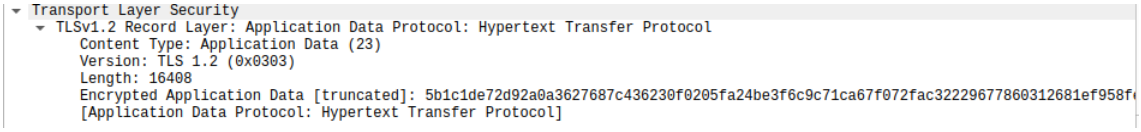


Figure 9: Dados do http encriptados

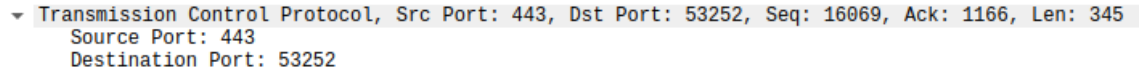


Figure 10: Porta do pedido https

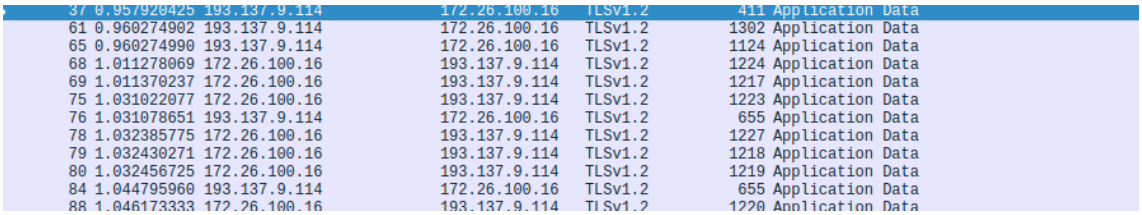


Figure 11: Protocolo SSL/TLS do pedido https

c) **ftp ftp.di.uminho.pt** - Não é seguro. Protocolo de transporte: TCP. Portas 20 e 21.
d) **ping dns.google** - É seguro. Protocolo de Transporte: ICMP. Não aplicável.
e) **ssh marco.uminho.pt** - É seguro. Protocolo de Transporte: TCP. Porta 22.
f) **nslookup www.ualg.pt** - Não é seguro. Protocolo de Transporte: UDP. Porta 53.
g) **traceroute dns.uminho.pt** - É seguro. Protocolo de Transporte: UDP e ICMP. Costuma começar na porta 33434 e usa portas com valores altos.
h) **telnet freechess.org** - Não é seguro. Protocolo de Transporte: TCP. Porta 23

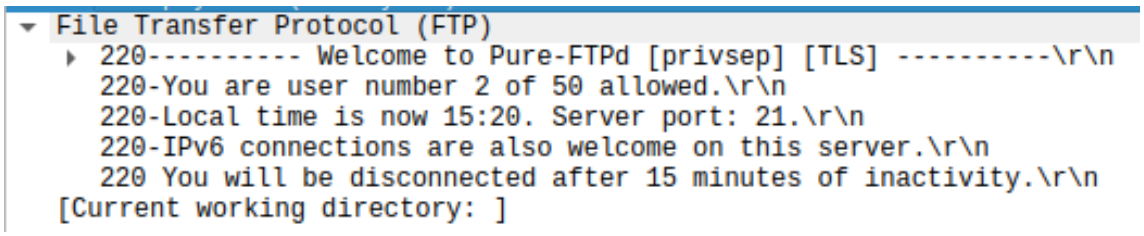


Figure 12: Dados do ftp nao encriptados

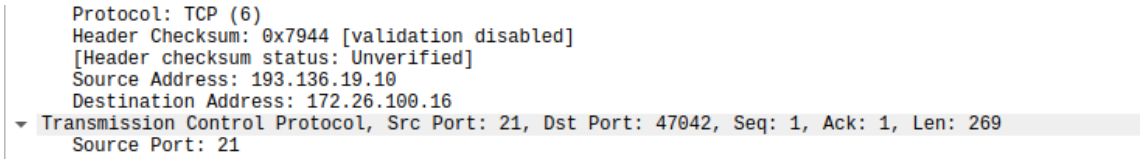


Figure 13: Porta 21 e Protocolo de Transporte TCP

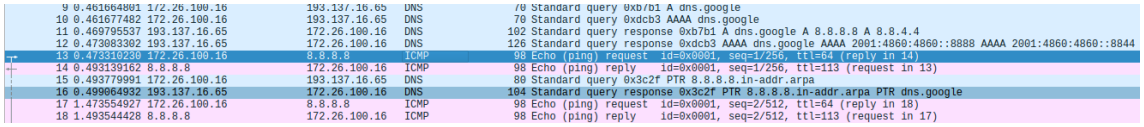


Figure 14: Protocolos ICMP dos pings para 8.8.8.8 (dns.google

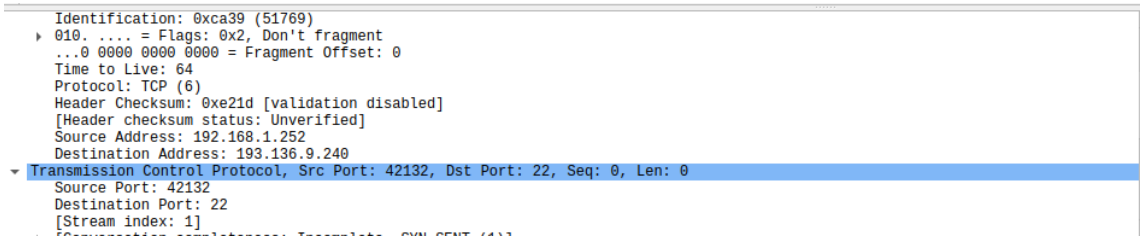


Figure 15: Porta e protocolo ssh

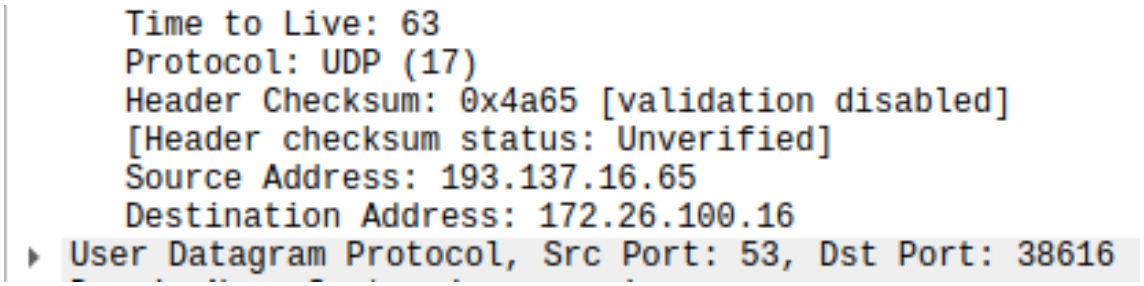


Figure 16: Porta e protocolo nslookup

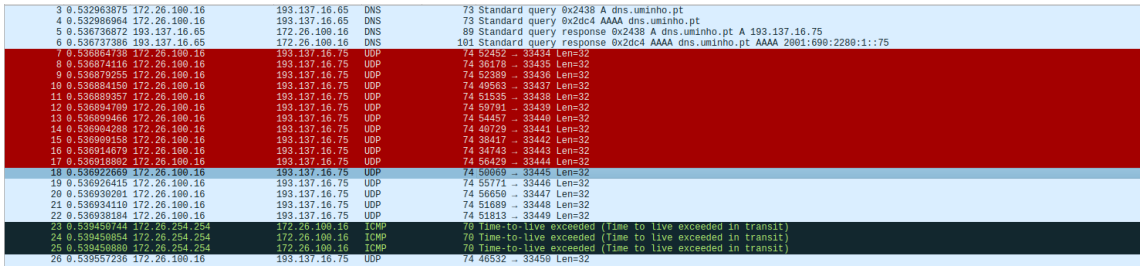


Figure 17: Traceroute

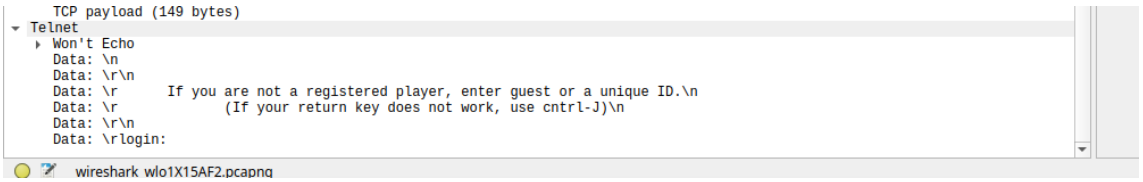


Figure 18: Dados não encriptados telnet

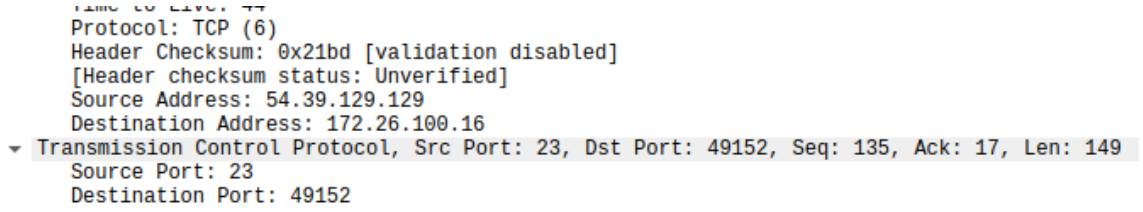


Figure 19: Porta e protocolo utilizado telnet

3.2 Comente as principais diferenças entre os protocolos TCP e UDP. Relacione-as com as experiências realizadas onde observou os campos dos cabeçalhos respetivos e o overhead protocolar. Em particular, identifique os campos do TCP responsáveis pelo controlo de fluxo, ordenação e fiabilidade do protocolo. Perante isto, diga, justificando, se nas aplicações com requisitos temporais críticos (e.g. online gaming, video-audio streaming) é mais adequado usar o protocolo UDP ou o TCP?

O **Protocolo TCP** oferece um serviço mais confiável de entrega de dados, ele retransmite pacotes perdidos no caminho e solicita confirmações de recebimento do destinatário (ACK), já o **Protocolo UDP** oferece um serviço menos confiável, mas também uma transmissão de dados mais rápida. Como o Protocolo UDP é mais simples comparado com o TCP, resulta em menos overhead. Além disso, o protocolo UDP não requere a confirmação da entrega do pacote e não retransmite pacotes perdidos de forma a corrigir a transmissão. O TCP é garante que os dados sejam entregues na ordem correta ao destinatário, fazendo com que seja mais lento comparado com o UDP. O **TCP** gere o controlo de fluxo através das Flags TCP, como o flag ACK e a flag Window Update, através do Número de Sequência (Sequence Number), que são utilizados para controlar a ordem dos pacotes e garantir a entrega correta. Quanto à fiabilidade do protocolo, o **TCP** utiliza um processo de Handshaking para a sincronização e negociação de parâmetros de comunicação. Nas aplicações com requisitos temporais críticos é mais adequado utilizarmos os protocolo UDP. Em jogos online e streaming, a latência é crítica para uma experiência positiva, por isso, como o Protocolo UDP é o mais rápido, é utilizado nessas ocasiões, além disso, há uma tolerância â perda de pacotes nos jogos e streamings sem a necessidade de retransmissão. O UDP Não espera por ACKs, o que resulta em menor sobrecarga e menor atraso para a entrega de dados.

4 Conclusao

Escrever este relatório foi fundamental para entendermos como as comunicações acontecem usando o TCP, um protocolo essencial na transmissão confiável de dados. Exploramos também os protocolos HTTP e HTTP sobre TLS, que são fundamentais para a comunicação com websites, destacando a importância da segurança.

Além disso, aprendemos sobre utilitários como 'dig' e 'nslookup', que são ferramentas práticas para pesquisar em servidores DNS, ajudando a entender como os nomes de domínio são resolvidos.