

Universidade do Minho Departamento de Informática Licenciatura em Engenharia Informática

Comunicações por Computador Trabalho Prático 1 Grupo Nº 53

Rui Monteiro (A93179) Diogo Barbosa (A93184) Joaquim Roque (A93310)

28 de outubro de 2021

Parte I

Questão 1

De que forma as perdas e duplicações de pacotes afetaram o desempenho das aplicações? Que camada lidou com as perdas e duplicações: transporte ou aplicação? Responda com base nas experiências feitas e nos resultados observados.

Resposta:

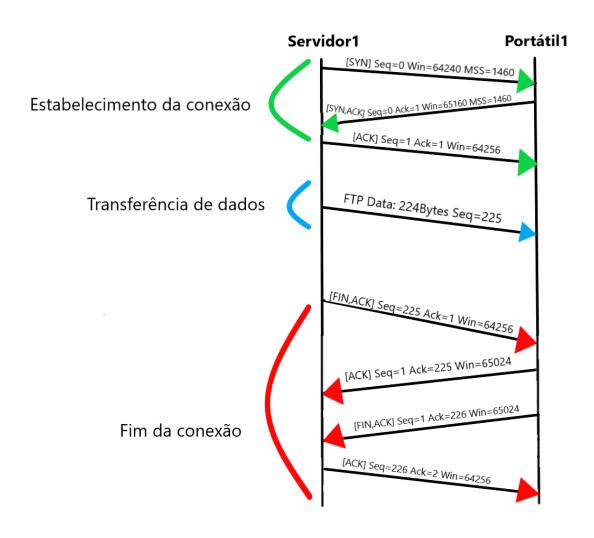
Nas aplicações que usam TCP como protocolo da camada de transporte, qualquer perda ou duplicação de pacotes afetaria o desempenho das aplicações visto que a mesma terá que requerer novamente o pacote perdido, sendo a camada de transporte a lidar com essas situações, tal como foi observado no *wireshark*, visto que o TCP é um protocolo de transporte fiável que procura garantir que todos os pacotes chegam ao seu destino, ou seja, para cada pacote é enviado um *acknowledgement* ao servidor que comprova o sucesso de envio. Quando existe uma retransmissão dos pacotes, leva a atrasos na transmissão dos mesmos, o que afeta o desempenho das aplicações de transferência de ficheiros negativamente.

Pelo contrário, o protocolo de transporte UDP não é orientado à conexão, logo não garante que todos os pacotes enviados chegam ao seu destino, ou seja, sempre que uma falha ocorre, o protocolo não requer um novo pedido para repor os dados perdidos, sendo que neste caso a camada que lida com as perdas e duplicações é a de aplicação. Conclui-se assim que o UDP não é um protocolo de transporte fiável, no entanto devido à sua complexidade reduzida acaba por ter melhor desempenho.

Questão 2

Obtenha a partir do wireshark, ou desenhe manualmente, um diagrama temporal para a transferência de *file1* por FTP. Foque-se apenas na transferência de dados [ftp-data] e não na conexão de controlo, pois o FTP usa mais que uma conexão em simultâneo. Identifique, se aplicável, as fases de início de conexão, transferência de dados e fim de conexão. Identifique também os tipos de segmentos trocados e os números de sequência usados quer nos dados como nas confirmações.

Resposta:



1. Diagrama Temporal - FTP

10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	74 20 → 50479 [SYN] Seq=0 Win=64240
10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	74 50479 → 20 [SYN, ACK] Seq=0 Ack
10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479 [ACK] Seq=1 Ack=1 Wi

2. Início da conexão

tcp	p.port==20				
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info
	19.68	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	$74\ 20$ → $54131\ [SYN]\ Seq=0\ Win=64240\ Len=0\$
	19.68	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	74 54131 → 20 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=6
	19.68	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	$66\ 20 \rightarrow 54131\ [ACK]\ Seq=1\ Ack=1\ Win=64256\$
	19.68	10.2.2.1	10.1.1.1	FTP-D	192 FTP Data: 126 bytes (PORT) (LIST)
	19.68	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 54131 [FIN, ACK] Seq=127 Ack=1 Win
	19.68	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 54131 → 20 [ACK] Seq=1 Ack=127 Win=6515
	19.68	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 54131 → 20 [FIN, ACK] Seq=1 Ack=128 Win
	19.68	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 54131 [ACK] Seq=128 Ack=2 Win=6425
	24.19	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	74 20 → 50479 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0
	24.19	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	74 50479 → 20 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=6
	24.19	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256
	24.19	10.2.2.1	10.1.1.1	FTP-D	290 FTP Data: 224 bytes (PORT) (RETR file1)
	24.19	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479 [FIN, ACK] Seq=225 Ack=1 Win
	24.19	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 50479 → 20 [ACK] Seq=1 Ack=225 Win=6502
	24.19	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 50479 → 20 [FIN, ACK] Seq=1 Ack=226 Win
L	24.19	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479 [ACK] Seq=226 Ack=2 Win=6425

3. Transferência de dados (FTP-Data)

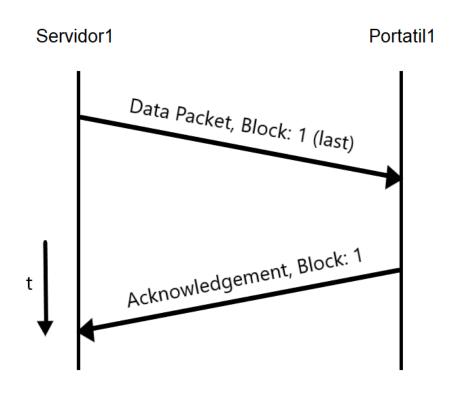
	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479	[FIN,	ACK] Seq=225 Acl
	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 50479 → 20	[ACK]	Seq=1 Ack=225 W
	10.1.1.1	10.2.2.1	TCP	66 50479 → 20	[FIN,	ACK] Seq=1 Ack=:
	10.2.2.1	10.1.1.1	TCP	66 20 → 50479	[ACK]	Seq=226 Ack=2 W
	10.2.2.1	10.1.1.1	FTP	90 Response: 2	26 Tra	ansfer complete.

4. Fim da conexão no wireshark

Questão 3

Obtenha a partir do *wireshark*, ou desenhe manualmente, um diagrama temporal para a transferência de *file1* por TFTP. Identifique, se aplicável, as fases de início de conexão, transferência de dados e fim de conexão. Identifique também os tipos de segmentos trocados e os números de sequência usados quer nos dados como nas confirmações.

Resposta:



5. Diagrama Temporal - TFTP

```
9.092... 10.1.1.1 10.2.2.1 TFTP 56 Read Request, File: file1, Transfer typ... 9.093... 10.2.2.1 10.1.1.1 TFTP 270 Data Packet, Block: 1 (last) 46 Acknowledgement, Block: 1
```

6. TFTP

Questão 4

Compare sucintamente as quatro aplicações de transferência de ficheiros que usou nos seguintes pontos (i) uso da camada de transporte; (ii) eficiência; (iii) complexidade; (iv) segurança.

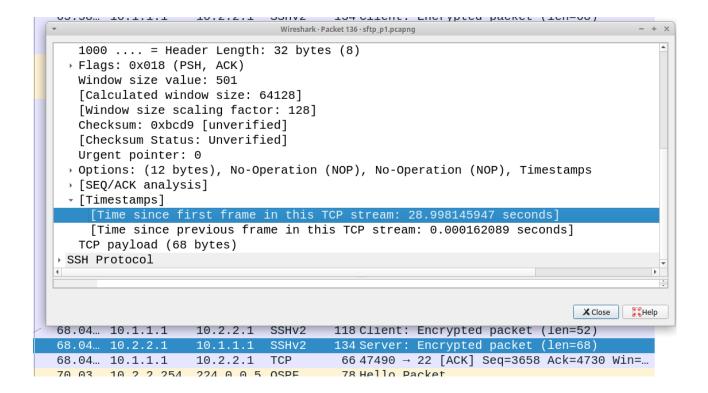
Resposta:

Usando SFTP para realizar a transferência dos ficheiros, verificamos que este faz uso de SSH, necessitando de autenticação por parte do cliente e recorrendo a encriptação dos pacotes, o que a torna numa aplicação mais segura, mas menos eficiente visto que acaba por ser mais complexa que o resto das aplicações, tendo um maior *overhead*. Utiliza TCP como protocolo da camada de transporte.

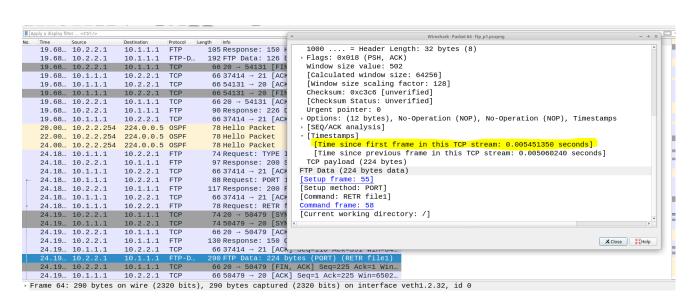
Analisando a transferência de ficheiros por FTP, à semelhança do SFTP utiliza TCP como protocolo da camada de transporte, no entanto não utiliza SSH como método de autenticação, o que a torna menos segura. No que toca à sua complexidade, é uma aplicação menos complexa para a transferência de ficheiros. Possui um *overhead* considerável, afetando de forma notável a sua eficiência.

Quanto à transferência de ficheiros por TFTP, como acontece com FTP, não implementa medidas de segurança adicionais e não dispõe de autenticação por parte do cliente. Utiliza UDP como protocolo da camada de transporte, logo não é fiável, no entanto isto contribui para o seu baixo *overhead*, que o torna mais eficiente. Há portanto um compromisso entre o protocolo da camada de transporte e o programador, em que "sacrificando-se" muito do tratamento de erros do TCP ganha-se em *performance*, ficando o programador encarregue de garantir o normal funcionamento da aplicação.

Finalmente, a transferência por HTTP revela ser bastante inseguro visto que as transferências de conteúdo são acessíveis a qualquer pessoa, para além de não requerer qualquer tipo de autenticação por parte do cliente. Utiliza o TCP como protocolo da camada de transporte.



7. Timestamp SFTP



8. Timestamp para FTP

```
79.092... 10.1.1.1
                                           56 Read Request, File: file1, Transfer typ...
                     10.2.2.1
                                TFTP
                                          270 Data Packet, Block: 1 (last)
8 9.093... 10.2.2.1
                     10.1.1.1 TFTP
9 9.093... 10.1.1.1
                     10.2.2.1 TFTP
                                           46 Acknowledgement, Block: 1
                                Wire shark \cdot Packet \ 8 \cdot atftp\_p1.pcapng
                                                                                     - + \times
Frame 8: 270 bytes on wire (2160 bits), 270 bytes captured (2160 bits) on interfac
 Interface id: 0 (veth1.2.32)
   Encapsulation type: Ethernet (1)
   Arrival Time: Oct 24, 2021 15:15:33.980722051 WEST
   [Time shift for this packet: 0.000000000 seconds]
   Epoch Time: 1635084933.980722051 seconds
   [Time delta from previous captured frame: 0.000787993 seconds]
   [Time delta from previous displayed frame: 0.000787993 seconds]
   [Time since reference or first frame: 9.093747982 seconds]
   Frame Number: 8
   Frame Length: 270 bytes (2160 bits)
   Capture Length: 270 bytes (2160 bits)
   [Frame is marked: False]
   [Frame is ignored: False]
   [Protocols in frame: eth:ethertype:ip:udp:tftp:data]
                                                                           X Close ∷Help
```

9. Timestamp para TFTP

```
37.56... 10.2.2.1
                    10.1.1.1
                               TCP
                                          74 80 → 43478 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=6...
37.56... 10.1.1.1
                                          66\ 43478 \rightarrow 80\ [ACK]\ Seq=1\ Ack=1\ Win=64256\ ...
                    10.2.2.1
                               TCP
       10.1.1.1
                    10.2.2.1
                                         206 GET /file1 HTTP/1.1
                                  Wire shark \cdot Packet\ 27 \cdot http\_p1.pcapng
                                                                                         + ×
    Destination Port: 80
    [Stream index: 0]
    [TCP Segment Len: 140]
                           (relative sequence number)
    Sequence number: 1
    Sequence number (raw): 318726685
    [Next sequence number: 141
                                   (relative sequence number)]
    Acknowledgment number: 1
                                  (relative ack number)
    Acknowledgment number (raw): 3793519255
    1000 .... = Header Length: 32 bytes (8)
  Flags: 0x018 (PSH, ACK)
    Window size value: 502
    [Calculated window size: 64256]
    [Window size scaling factor: 128]
    Checksum: 0x3a5e [unverified]
    [Checksum Status: Unverified]
    Urgent pointer: 0
  Options: (12 bytes), No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), Timestamps
  [SEQ/ACK analysis]
  - [Timestamps]
       Time since first frame in this TCP stream: 0.001036534 seconds]
     [Time since previous frame in this TCP stream: 0.000417883 seconds]
    TCP payload (140 bytes)
```

10. Timestamp para HTTP

Parte II

Questão 1

Com base na captura de pacotes feita, preencha a seguinte tabela, identificando para cada aplicação executada, qual o protocolo de aplicação, o protocolo de transporte, porta de atendimento e *overhead* de transporte.

Resposta:

Comando usado (aplicação)	Protocolo de aplicação (se aplicável)	Protocolo de transporte (se aplicável)	Porta de atendimento (se aplicável)	Overhead de transporte em bytes (se aplicável)
ping	-	-	-	-
traceroute	-	udp	random	8
telnet	telnet	tcp	23	20
ftp	ftp	tcp	21	20
tftp	tftp	udp	69	8
http(browser)	http	tcp	80	20
nslookup	dns	udp	53	8
ssh	sshv2	tep	22	20

Nota: No que toca ao *overhead*, de salientar que o valor só representa a informação extraordinária dos pacotes de dados. Para ter uma noção do valor total do mesmo, devemos multiplicar esse valor pelo número de pacotes. Se o protocolo usado for o TCP, deve-se considerar ainda as fases de estabelecimento e terminação de conexão, bem como todos os *acknowledgements*.

```
No.
              Time
9 3.007460514
                                                 Source
10.0.2.15
                                                                                              Destination
142.250.178.164
                                                                                                                                            Protocol Length Info
                                                                                                                                                                   gurinro

98 Echo (ping) request
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) request
98 Echo (ping) request
98 Echo (ping) request
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) request
98 Echo (ping) request
                                                                                                                                                                                                                     id=0x0003, seg=7/1792, ttl=
                                                                                                                                            TCMP
                                                 142.250.178.164
10.0.2.15
            10 3.033991616
11 4.009339748
                                                                                              10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                            ICMP
ICMP
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003, seq=7/1792,
id=0x0003, seq=8/2048,
                                                                                                                                                                                                                                                                        ttl:
                                                 142.250.178.164
                                                                                              10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003,
id=0x0003,
                                                                                                                                                                                                                                               seq=8/2048,
seq=9/2304,
                                                                                                                                                                                                                                                                        ttl:
ttl:
             12 4.035610191
                                                                                                                                            TCMP
             13 5.011297011
                                                 10.0.2.15
142.250.178.164
             14 5.033844466
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003.
                                                                                                                                                                                                                                               seq=9/2304,
                                                                                               10.0.2.15
                                                                                                                                            TCMP
                                                                                                                                                                                                                                                                         ttl:
                                                                                               142.250.178.164
             15 6.013202450
                                                 10.0.2.15
                                                                                                                                             ICMP
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003,
                                                                                                                                                                                                                                               seq=10/2560,
                                                                                               10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                             ICMP
ICMP
                                                                                                                                                                   98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reques
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reques
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reply
98 Echo (ping) reply
                                                 10.0.2.15
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003, seq=11/2816,
id=0x0003, seq=11/2816,
                     7.016125394
                                                                                                                                                                                                   request
reply
             18 7.045802340
                                                 142.250.178.164
                                                                                              10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                            ICMP
ICMP
                                                                                                                                                                                                   request
             19 8.017367499
                                                 10.0.2.15
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003.
                                                                                                                                                                                                                                               seg=12/3072,
                                                 142.250.178.164
10.0.2.15
            20 8.051924060
21 9.017898722
                                                                                              10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                            ICMP
ICMP
                                                                                                                                                                                                   reply
request
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003,
id=0x0003,
                                                                                                                                                                                                                                               seq=12/3072,
                                                                                                                                                                                                                                               seg=13/3328,
                                                                                                                                                                                                                                                                           tt:
                                               142.250.178.164
10.0.2.15
142.250.178.164
            22 9.053269481
23 10.020177565
                                                                                              10.0.2.15
142.250.178.164
                                                                                                                                                                                                   reply
request
                                                                                                                                                                                                                     id=0x0003, seq=13/3328,
id=0x0003, seq=14/3584,
                                                                                                                                            TCMP
             24 10.044786673
                                                                                              10.0.2.15
                                                                                                                                            TCMP
                                                                                                                                                                                                                       id=0x0003, seq=14/3584, ttl
     Frame 16: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s3, id 0
Ethernet II, Src: RealtekU_12:35:02 (52:54:00:12:35:02), Dst: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48)
Internet Protocol Version 4, Src: 142.250.178.164, Dst: 10.0.2.15
Internet Control Message Protocol
Type: 0 (Echo (ping) reply)
Code: 0
           Code: 0
Checksum: 0xf2fb [correct]
[Checksum Status: Good]
Identifier (BE): 3 (0x0003)
Identifier (LE): 768 (0x0300)
Sequence number (BE): 10 (0x000a)
Sequence number (LE): 2560 (0x0a00)
[Request frame: 15]
          Request frame: 15]
[Response time: 28,590 ms]
Timestamp from icmp data: Oct 26, 2021 12:28:52.000000000 WEST
[Timestamp from icmp data (relative): 0.609335753 seconds]
Data (48 bytes)
```

1. ping

10.052583938 15.020560476 15.020666061		193.136.19.254	UDP	74 587	776 → 33484	Len=32
15.020666061						
		193.136.19.254	UDP		738 → 33485	
		193.136.19.254	UDP		231 → 33486	
	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP		993 → 33487	
15.021665038	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP		206 → 33488	
		193.136.19.254				
15.063093184	10.0.2.15	193.136.19.254				
15.063726698	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP			
15.068798646	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP	74 527	783 → 33494	Len=32
15.069451846	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP	74 575	562 → 33495	Len=32
		193.136.19.254	UDP			
15.070580739	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP	74 440	919 → 33497	Len=32
15.070934780	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP	74 344	470 → 33498	Len=32
15.083792026	10.0.2.15	193.136.19.254	UDP	74 331	183 → 33499	Len=32
et II, Src: Po et Protocol Ve atagram Proto rce Port: 4273 tination Port: gth: 40 cksum: 0xe1ce ecksum Status: ream index: 64 mestamps]	csCompu_06:03:48 (08:0 ersion 4, Src: 10.0.2 col, Src Port: 42738, 88 : 33496 [unverified] : Unverified]	90:27:06:03:48), Ďst: .15, Dst: 193.136.19.2	RealtekU			
t t	15.062727418 15.063093184 15.0637936698 15.068798646 15.069451846 15.070580739 15.070580739 15.070934780 16.083792026 74: 74 bytes of the second of	15.062393322 10.0.2.15 15.062727418 10.0.2.15 15.062727418 10.0.2.15 15.06393184 10.0.2.15 15.06393184 10.0.2.15 15.063726698 10.0.2.15 15.069451846 10.0.2.15 15.0698318244 10.0.2.15 15.070580739 10.0.2.15 15.070934780 10.0.2.15 15.083792026 10.0.2.15 15.083792026 10.0.2.15 24.74 bytes on wire (592 bits), 74 22 II, Src: PcsCompu_06:03:48 (08:02) 24 Protocol Version 4, Src: 10.0.2 24 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 24 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 25 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 26 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 27 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 28 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 29 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 20 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 20 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 21 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 22 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 23 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 24 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 25 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 26 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 27 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 28 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 29 Lagram Protocol, Src Port: 42738, 10.0.2 20 Lagram Protocol, Src Port: 42738	15.062393322 10.0.2.15 193.136.19.254 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 15.06393184 10.0.2.15 193.136.19.254 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 15.069451846 10.0.2.15 193.136.19.254 15.069818244 10.0.2.15 193.136.19.254 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 15.070934780 10.0.2.15 193.136.19.254 15.083792026 10.0.2.15 193.136.19.254	15.062393322 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.06393184 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.069451846 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.0698418244 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.0698418244 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.070934780 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 15.083782026 10.0.2.15 UDP 15.08	15.062393322 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 43: 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 49: 15.06393184 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 38: 15.063926688 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 38: 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 38: 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 52: 15.069451846 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 52: 15.0698451846 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 57: 15.0698438244 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 42: 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 42: 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 34: 15.083782026 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 34: 15.083782026 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 33: 74: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface of Protocol Version 4, Src: 10.0.2.15, Dst: 193.136.19.254 UDP 74 33: 12.254 UDP 74 34: 12.255 UDP 74 34: 12.	15.062393322 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 43722 - 33490 15.062727418 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 49590 - 33491 15.06393184 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 34062 - 33492 15.063726698 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 38680 - 33493 15.068798646 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 52783 - 33494 15.06978646 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 57562 - 33495 15.069318244 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 57562 - 33495 15.069318244 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 42738 - 33496 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 44019 - 33497 15.070580739 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 44019 - 33497 15.070934780 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 34470 - 33498 15.083782026 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 34170 - 33498 15.083782026 10.0.2.15 193.136.19.254 UDP 74 33183 - 33499 14.11, Src: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48), Dst: RealtekU_12:35:02 (52:54:00: 24 Protocol Version 4, Src: 10.0.2.15, Dst: 193.136.19.254 UDP 74 34183 - 33499 14.11, Src: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48), Dst: RealtekU_12:35:02 (52:54:00: 24 Protocol Version 4, Src: 10.0.2.15, Dst: 193.136.19.254 UDP 74 34183 - 33499 14.10 UDP 74 34183 - 34183 - 34183 - 34193 14.10 UDP 74 3419

2. traceroute

```
Destination
                                                                                                    Protocol Length Info
No.
             Time
                                   Source
                                                                                                                      90 Telnet Data ...
54 60230 → 23 [ACK] Seq=152 Ack=234 Win=64009 Len=0
        133 43.607869527
                                   193.136.9.183
                                                                     10.0.2.15
                                                                                                     TELNET
        134 43.607907222
                                                                    193.136.9.183
                                   10.0.2.15
                                                                                                     TCP
        135 43.764356693
                                    193.136.9.183
                                                                                                     TELNET
                                                                                                                           Telnet Data
                                                                    193.136.9.183
                                                                                                                      54 60230 → 23 [ACK] Seq=152 Ack=297 Win=64009 Len=0
        136 43.764464086
                                   10.0.2.15
                                                                                                     TCP
       137 43.812700506
138 43.812748654
                                   193.136.9.183
                                                                    10.0.2.15
                                                                                                     TELNET
                                                                                                                     195 Telnet Data
                                                                                                                      54 60230 - 23 [ACK] Seq=152 Ack=438 Win=64009 Len=
                                                                    193.136.9.183
                                    10.0.2.15
                                                                                                     TCP
                                                                                                                      55 Telnet Data ...
60 23 → 60230 [ACK] Seq=438 Ack=153 Win=65535 Len=
        140 50.673257330
                                    193.136.9.183
                                                                    10.0.2.15
                                                                    10.0.2.15
193.136.9.183
                                                                                                     TEL NET
                                                                                                                      60 Telnet Data ...
54 60230 → 23 [ACK] Seq=153 Ack=439 Win=64009 Len=(
        141 50.680889112
                                   193.136.9.183
        142 50.680935097
                                    10.0.2.15
                                                                                                     TCP
       143 50.869368454
                                   10.0.2.15
                                                                    193.136.9.183
                                                                                                     TELNET
                                                                                                                      55 Telnet Data
                                                                                                     TCP
TELNET
                                                                                                                       60 23 → 60230 [ACK] Seq=439 Ack=154 Win=65535 Len=(
        144 50.870379754
                                    193.136.9.183
                                                                    10.0.2.15
                                                                                                                      60 Telnet Data
       145 50.875521232
                                   193.136.9.183
                                                                    10.0.2.15
                                                                                                                      54 60230 → 23 [ACK] Seq=154 Ack=440 Win=64009 Len=6
55 Telnet Data ...
        146 50.875567598
                                   10.0.2.15
                                                                    193.136.9.183
                                                                                                     TCP
TELNET
                                   10.0.2.15
       147 50.979952054
                                                                    193.136.9.183
        148 50.980962154
                                   193.136.9.183
                                                                    10.0.2.15
                                                                                                                      60 23 → 60230 [ACK] Seq=440 Ack=155 Win=65535 Len=0
   Ethernet II, Src: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48), Dst: RealtekU_12:35:02 (52:54:00:12:35:02) Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.15, Dst: 193.136.9.183
Transmission Control Protocol, Src Port: 60230, Dst Port: 23, Seq: 152, Ack: 438, Len: 1
        Source Port: 60230
          Stream index: 01
         [TCP Segment Len: 1]
       [TCP Segment Len: 1]
Sequence number: 152 (relative sequence number)
Sequence number (raw): 3641919303
[Next sequence number: 153 (relative sequence number)]
Acknowledgment number: 438 (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 64439
0101 ... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x018 (PSH, ACK)
Window size value: 64009
[Calculated window size: 64009]
[Window size scaling factor: -2 (no window scaling used)]
Checksum: 0xd769 [unverified]
[Checksum Status: Unverified]
```

3. telnet

```
74 49774 - 21 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460
60 21 - 49774 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65535 Len=
54 49774 - 21 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64240 Len=0
74 Response: 220 (vsFTPd 2.3.5)
54 49774 - 21 [ACK] Seq=1 Ack=21 Win=64220 Len=0
63 Request: USER cc
                                                                                                                 193.136.9.183
10.0.2.15
193.136.9.183
10.0.2.15
            7 1.419768471
8 1.434714073
                                                        10.0.2.15
193.136.9.183
                                                                                                                                                                           TCP
TCP
          9 1.434842450
10 1.458333566
                                                        10.0.2.15
193.136.9.183
                                                                                                                                                                           FTP
          11 1.458390977
12 3.882590772
                                                        10.0.2.15
                                                                                                                  193.136.9.183
                                                                                                                                                                            TCP
                                                                                                                  193.136.9.183
                                                                                                                                                                           FTP
                                                                                                                                                                                                                        → 49774 [ACK] Seq=21 Ack=10 Win=65535 Len=0
           13 3.883518602
                                                        193.136.9.183
                                                                                                                  10.0.2.15
                                                                                                                                                                           TCP
                                                                                                                                                                                                         88 Response: 331 Please specify the password.
54 49774 - 21 [ACK] Seq=10 Ack=55 Win=64186 Len=0
67 Request: PASS cc2022
60 21 - 49774 [ACK] Seq=55 Ack=23 Win=65535 Len=0
77 Response: 230 Login successful.
54 49774 - 21 [ACK] Seq=23 Ack=78 Win=64163 Len=0
60 Request: SYST
60 21 - 49774 [ACK] Seq=78 Ack=29 Win=65535 Len=0
                                                                                                                                                                            TCP
           15 3.889795151
                                                          10.0.2.15
                                                                                                                  193.136.9.183
           18 7.767620287
                                                         10.0.2.15
                                                                                                                  193.136.9.183
                                                                                                                                                                           FTP
                                                        193.136.9.183
193.136.9.183
                                                                                                                  10.0.2.15
10.0.2.15
           19 7.774810161
                                                                                                                                                                           TCP
           20 7.853689286
                                                                                                                                                                            FTP
           21 7.853734614
                                                        10.0.2.15
                                                                                                                  193.136.9.183
                                                                                                                                                                           TCP
          22 7.854190214
23 7.854720122
                                                        10.0.2.15
                                                                                                                  193.136.9.183
                                                                                                                                                                           FTP
                                                        193.136.9.183
                                                                                                                                                                           TCP
                                                                                                                  10.0.2.15
Frame 14: 88 bytes on wire (704 bits), 88 bytes captured (704 bits) on interface enp0s3, id 0
Ethernet II, Src: RealtekU_12:35:02 (52:54:00:12:35:02), Dst: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48)
Internet Protocol Version 4, Src: 193.136.9, 183, Dst: 10.0.2.15
Transmission Control Protocol, Src Port: 21, Dst Port: 49774, Seq: 21, Ack: 10, Len: 34
Source Port: 21
Destination Port: 49774
[Stream index: 0]
[TCP Segment Len: 34]
Sequence number: 21 (relative sequence number)
Sequence number (raw): 6272022
[Next sequence number: 55 (relative sequence number)]
Acknowledgment number: 10 (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 1160399718
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
        0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x018 (PSH, ACK)
Window size value: 65535
         [Calculated window size: 65535]
[Window size scaling factor: -2 (no window scaling used)]
Chackeum: 0x80ht [unvarified]
```

4. ftp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	col Length Info
г	24 38.828491380	10.0.2.15	193.136.9.183	TFTP	59 Read Request, File: file1, Transfer type: netascii
	33 43.829452809	10.0.2.15	193.136.9.183	TFTP	59 Read Request, File: file1, Transfer type: netascii
	36 48.830421223	10.0.2.15	193.136.9.183	TFTP	59 Read Request, File: file1, Transfer type: netascii
	39 53.830665961	10.0.2.15	193.136.9.183	TFTP	59 Read Request, File: file1, Transfer type: netascii
	40 58 830870255	10.0.2.15	193.136.9.183	TETP	59 Read Request, File: file1. Transfer tyne: netascii

```
Frame 39: 59 bytes on wire (472 bits), 59 bytes captured (472 bits) on interface enp0s3, id 0

Ethernet II, Src: PcsCompu_06:03:48 (08:00:27:06:03:48), Dst: RealtekU_12:35:02 (52:54:00:12:35:02)

Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.15, Dst: 193.136.9.183

User Datagram Protocol, Src Port: 45715

Destination Port: 69

Length: 25

Checksum: 0xd778 [unverified]

[Checksum Status: Unverified]

[Stream index: 11]

Itimestamps]

Trivial File Transfer Protocol
```

5. tftp

No	. Time	Source	Destination	Protocol	Lengtr Info		
	4 0.048155750	193.137.16.65	10.0.2.15	DNS	102 Standard query response 0xa3b7 A marco.uminho.p		
Г	5 0.048637467	10.0.2.15	193.136.9.240	TCP	74 54996 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460		
	6 0.063858319	193.136.9.240	10.0.2.15	TCP	60 80 → 54996 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65535 Len:		
	7 0.063925750	10.0.2.15	193.136.9.240	TCP	54 54996 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64240 Len=0		
1	8 0.064260379	10.0.2.15	193.136.9.240	HTTP	214 GET /disciplinas/CC-LEI HTTP/1.1		
	9 0.064614501	193.136.9.240	10.0.2.15	TCP	60 80 → 54996 [ACK] Seq=1 Ack=161 Win=65535 Len=0		
	10 0.289322267	193.136.9.240	10.0.2.15	HTTP	616 HTTP/1.1 301 Moved Permanently (text/html)		
	11 0.289381127	10.0.2.15	193.136.9.240	TCP	54 54996 → 80 [ACK] Seq=161 Ack=563 Win=64068 Len=		
土	12 0.289933989	10.0.2.15	193.136.9.240	HTTP	215 GET /disciplinas/CC-LEI/ HTTP/1.1		
	13 0.290368959	193.136.9.240	10.0.2.15	TCP	60 80 → 54996 [ACK] Seq=563 Ack=322 Win=65535 Len=		
	14 0.302540452	193.136.9.240	10.0.2.15	TCP	1304 80 → 54996 [PSH, ACK] Seq=563 Ack=322 Win=65535		
	15 0.302578746	10.0.2.15	193.136.9.240	TCP	54 54996 → 80 [ACK] Seq=322 Ack=1813 Win=64068 Len		
	16 0.371635293 17 0.371693615	193.136.9.240 10.0.2.15	10.0.2.15 193.136.9.240	TCP TCP	5894 80 → 54996 [ACK] Seq=1813 Ack=322 Win=65535 Len 54 54996 → 80 [ACK] Seq=322 Ack=7653 Win=61320 Len		
	18 0.371876660	193.136.9.240	193.136.9.246	HTTP	1982 HTTP/1.1 200 OK (text/html)		
1	19 0.371886422	10.0.2.15	193.136.9.240	TCP	54 54996 → 80 [ACK] Seq=322 Ack=9581 Win=59392 Len		
4	19 0.371000422	10.0.2.13	193.130.9.240	TOF	54 54550 - 60 [ACK] SEQ-322 ACK-5501 WIN-55552 LEN		
-	- 10 015 1 1		045 1 1 1 1 1 1				
) on interface enp0s3, id 0		
			.15, Dst: 193.136.9.2		12:35:02 (52:54:00:12:35:02)		
			54996, Dst Port: 80,		Ack: 562 Lon: 161		
*			54990, DSL POIL. 80,	Seq. 101	, ACK. 505, Len. 101		
	Source Port: 54996 Destination Port: 80						
	DESTINATION PORT: 80 [Stream index: 0]						
	[TCP Segment Len:						
	Sequence number:		uence number)				
	Sequence number		derice mainber ,				
	[Next sequence no		ve sequence number)]				
	Acknowledgment nu		ve ack number)				
		umber (raw): 9280564	,				
		er Length: 20 bytes (5)				
		, ,	•				

6. http

```
1 0.000000000 10.0.2.15 193.137.16.65 DNS 84 Standard query 0x1922 A www.uminho.pt OPT 2 0.007427587 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 100 Standard query response 0x1922 A www.uminho.pt A 193. 3 0.0012765959 10.00.2.15 10.0.2.15 DNS 100 Standard query response 0x1922 A www.uminho.pt A 193. 4 0.023971870 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5588 AAAA www.uminho.pt OPT 9 51.271684987 10.0.2.15 193.137.16.65 DNS 84 Standard query response 0x5588 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 84 Standard query response 0x55871 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt SOJ 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt OPT 10 51.281991156 193.137.16.65 10.0.2.15 DNS 138 Standard query response 0x5571 AAAA www.uminho.pt OPT 138
```

7. nslookup

No.								
140.	Time	Source	Destination	Protocol	Length Info			
Т	35 7.602289326	193.136.9.183	10.0.2.15	SSHv2	1038 Server: Key Exchange Init			
	36 7.602327895	10.0.2.15	193.136.9.183	TCP	54 36558 → 22 [ACK] Seq=1554 Ack=1026 Win=63960 L			
	37 7.604689377	10.0.2.15	193.136.9.183	SSHv2	134 Client: Elliptic Curve Diffie-Hellman Key Exch			
	38 7.605812244	193.136.9.183	10.0.2.15	TCP	60 22 → 36558 [ACK] Seq=1026 Ack=1634 Win=65535 L			
	39 7.619297833	193.136.9.183	10.0.2.15	SSHv2	366 Server: Elliptic Curve Diffie-Hellman Key Exch			
	40 7.619347366	10.0.2.15	193.136.9.183	TCP	54 36558 → 22 [ACK] Seq=1634 Ack=1338 Win=63960 L			
	41 7.621572262	10.0.2.15	193.136.9.183	SSHv2	70 Client: New Keys			
	42 7.622924883	193.136.9.183	10.0.2.15	TCP	60 22 → 36558 [ACK] Seq=1338 Ack=1650 Win=65535 L			
	43 7.633702021	10.0.2.15	193.136.9.183	SSHv2	94 Client: Encrypted packet (len=40)			
	44 7.634611621	193.136.9.183	10.0.2.15	TCP	60 22 → 36558 [ACK] Seq=1338 Ack=1690 Win=65535 L			
	45 7.637071410		10.0.2.15	SSHv2	94 Server: Encrypted packet (len=40)			
	46 7.637233531	10.0.2.15	193.136.9.183	SSHv2	110 Client: Encrypted packet (len=56)			
	47 7.637705828	193.136.9.183	10.0.2.15	TCP	60 22 → 36558 [ACK] Seq=1378 Ack=1746 Win=65535 L			
	62 22.652914730		10.0.2.15	SSHv2	110 Server: Encrypted packet (len=56)			
_	63 22.696863848	10.0.2.15	193.136.9.183	TCP	54 36558 → 22 [ACK] Seq=1746 Ack=1434 Win=63960 L			
4								
1								
	Frame 45: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits) on interface enp0s3, id 0 Ethernet II, Src: RealtekU 12:35:02 (52:54:00:12:35:02), Dst: PcsCompu 06:03:48 (08:00:27:06:03:48)							
▶ I	nternet Protocol V	ersion 4, Src: 193.	136.9.183, Dst: 10.0.2	.15	_ ,			
▼ T	ransmission Contro	l Protocol, Src Por	t: 22, Dst Port: 36558	, Seq: 133	38, Ack: 1690, Len: 40			
	Source Port: 22							
	Destination Port							
	[Stream index: 0]							
	[TCP Segment Len							
	Sequence number:		sequence number)					
		(raw) · 0/00220						
	Sequence number							
	[Next sequence no	ùmber: 1378 (rel	ative sequence number)]				
	[Next sequence no Acknowledgment no	ùmber: 1378 (rel umber: 1690 (rel	ative ack number)]				
	[Next sequence no Acknowledgment no Acknowledgment no	ùmber: 1378 (rel	ative ack number) 3324]				

8. ssh

Parte III

Conclusão

Na elaboração deste trabalho, consolidamos os conteúdos lecionados nas aulas teóricas, nomeadamente distinção das várias camadas e suas funções, aprofundamento do conhecimento da metodologia de funcionamento dos protocolos da camada de transporte e de que forma estes se relacionam com o desenvolvimento de *software*.