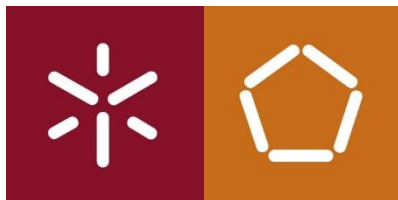


Comunicações por Computador



Trabalho prático nº1

4 de março de 2020

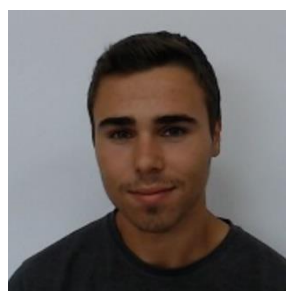
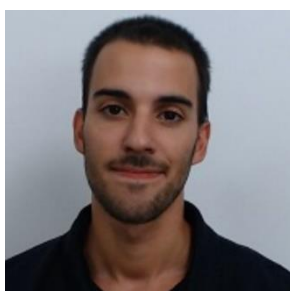
Grupo nº 4

Filipa Alves dos Santos (A83631)

Guilherme Pereira Martins (A70782)

Luis Miguel Arieira Ramos (A83930)

Rui Alves dos Santos (A67656)



Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Universidade do Minho

Índice de conteúdos

1. Questões e Respostas	3
1.1. Pergunta 1	3
1.2. Pergunta 2.....	6
1.3. Pergunta 3.....	8
1.4. Pergunta 4.....	9
2. Conclusões.....	10

1. Questões e Respostas

1.1. Pergunta 1

1) Inclua no relatório uma tabela em que identifique, para cada comando executado, qual o protocolo de aplicação, o protocolo de transporte, porta de atendimento e overhead de transporte:

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	n/a	n/a	n/a	n/a
tracert	MDNS	UDP	33438	8
telnet	telnet	TCP	23	20
ftp	FTP	TCP	21	20
Tftp	TFTP	UDP	69	8
browser/http	HTTP	TCP	80	32
nslookup	DNS	UDP	53	8
ssh	SSH	TCP	22	32
Outras?	-	-	-	-

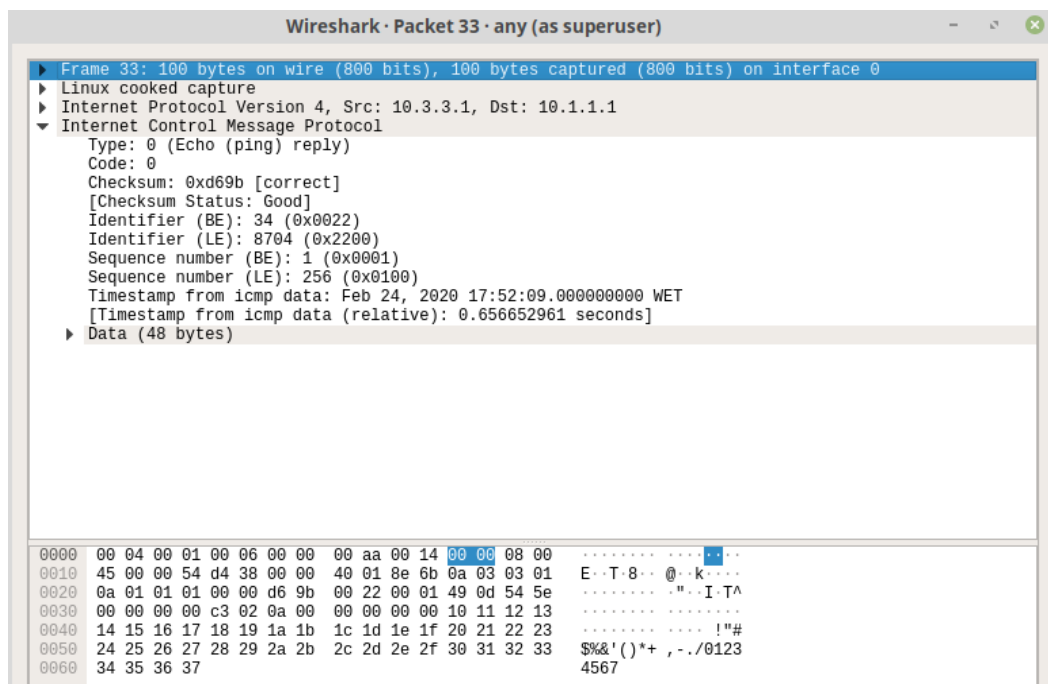


Figura 1 - ping

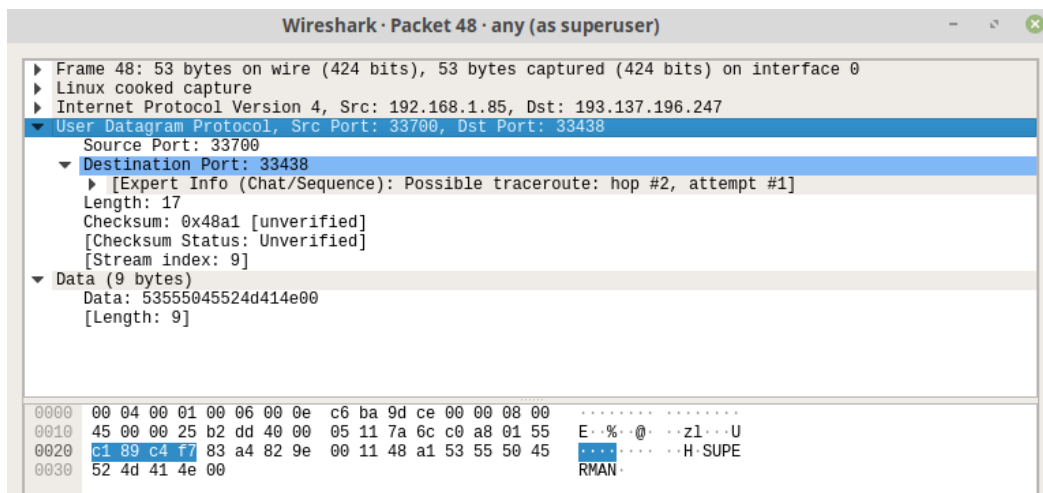


Figura 2 - traceroute (a porta pode ser entre 3343 e 33534)

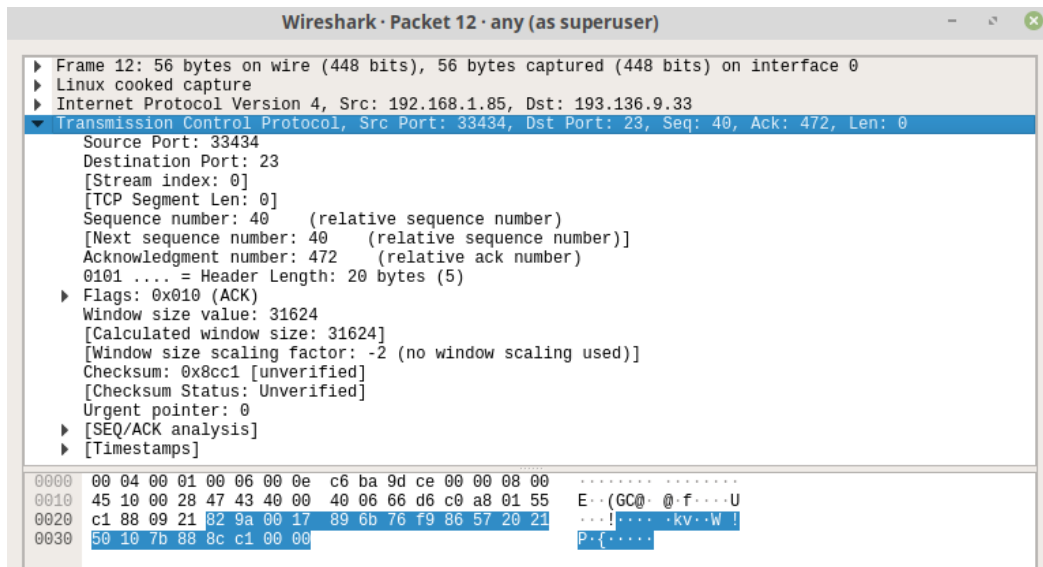


Figura 3 - telnet

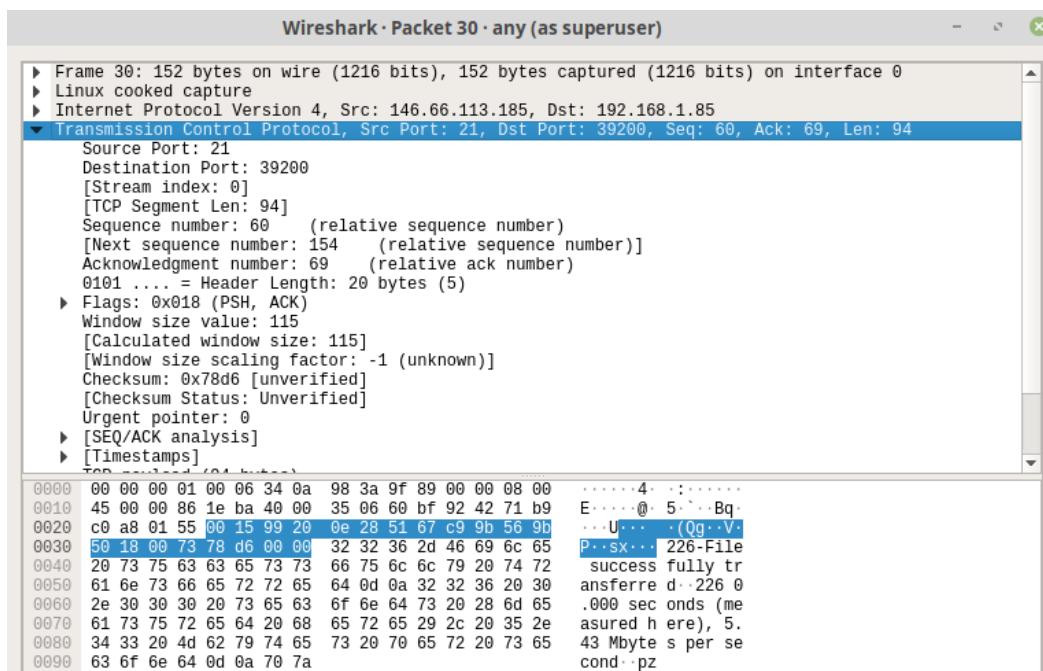


Figura 4 - ftp

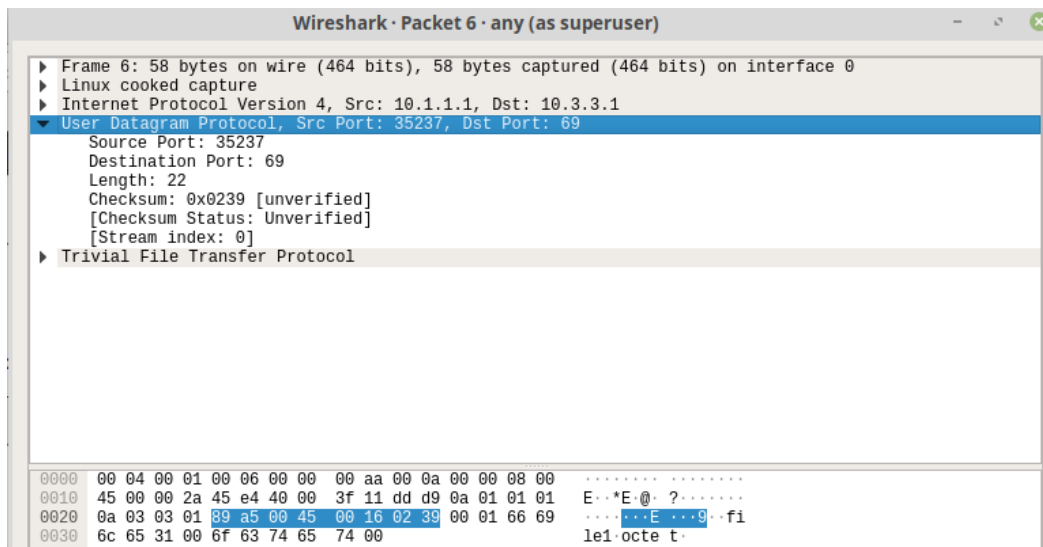


Figura 5 - tftp

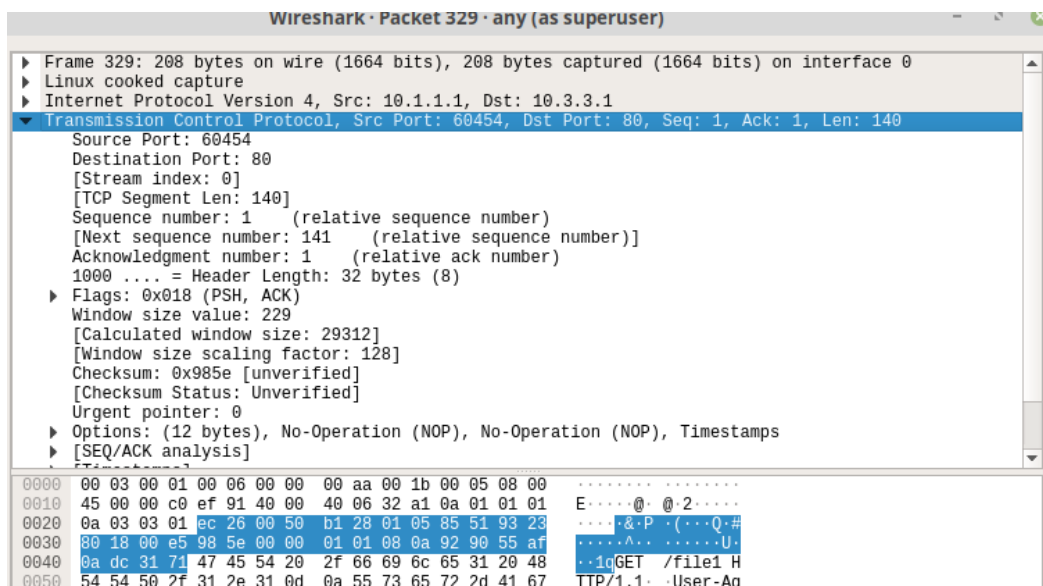


Figura 6 - browser / http

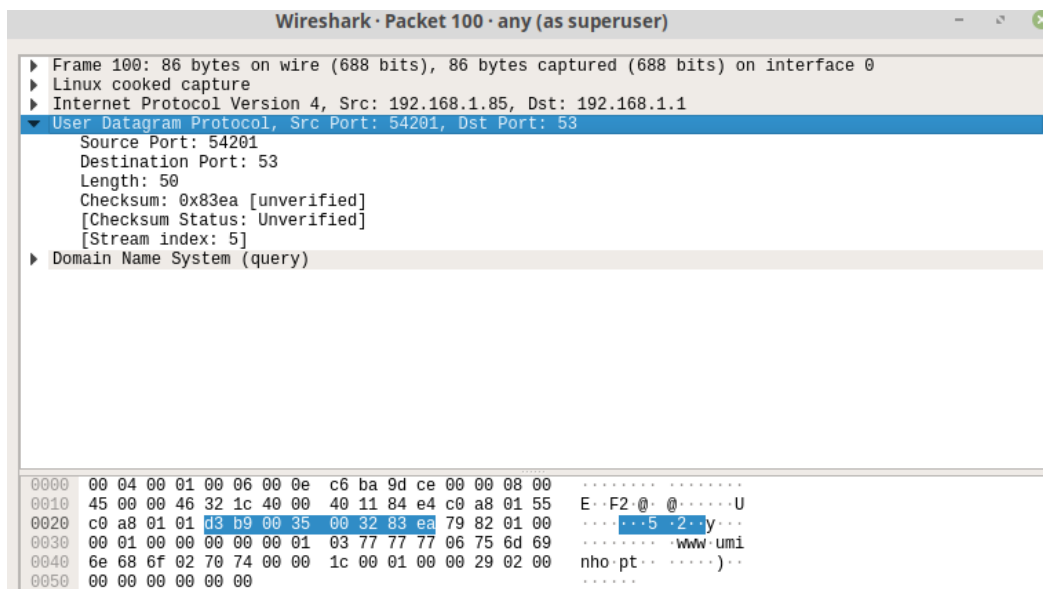


Figura 7 - nslookup

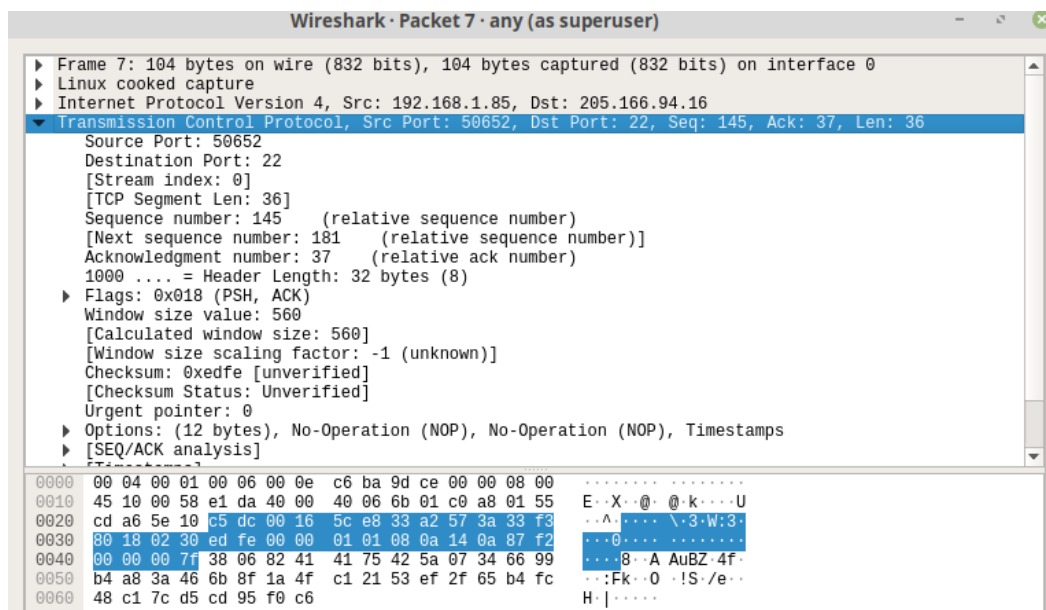
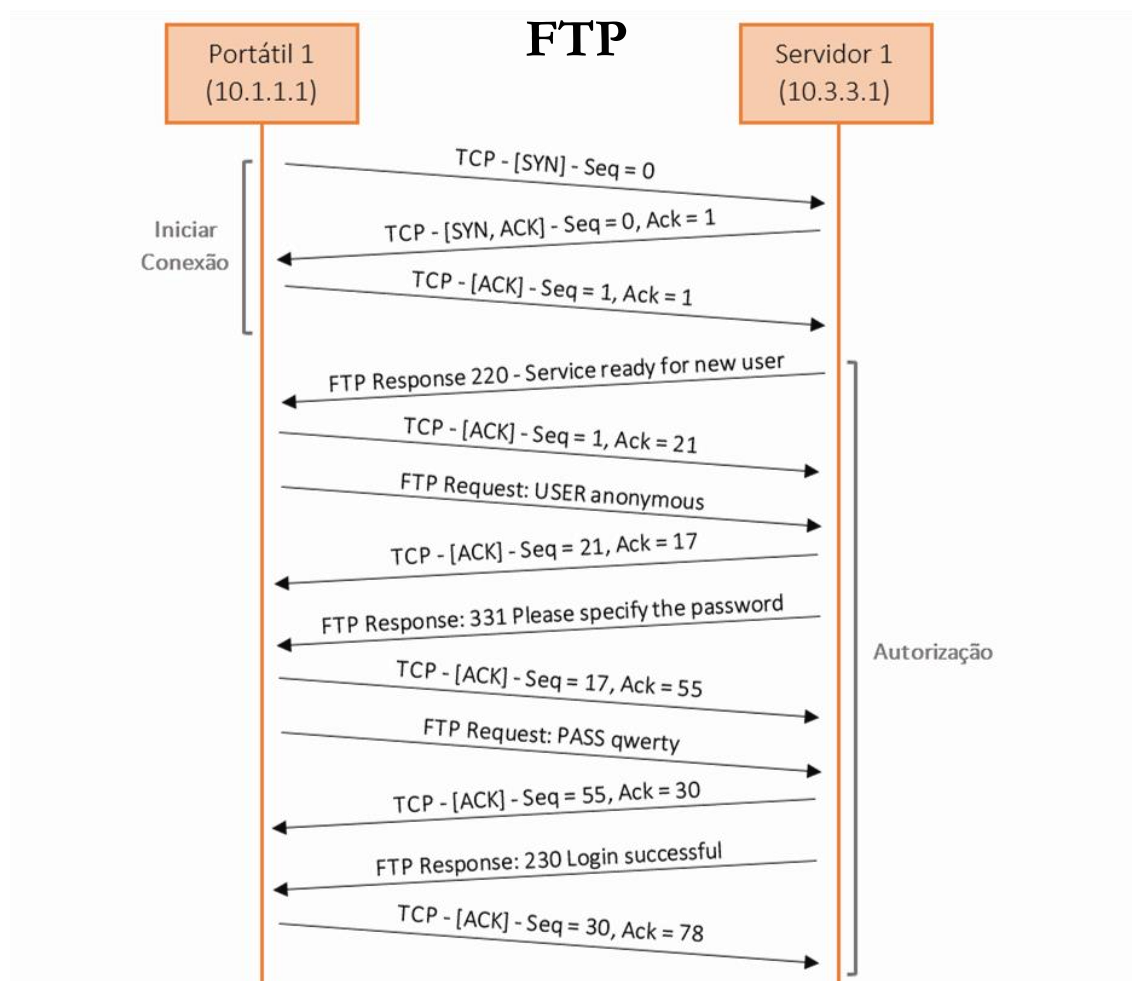


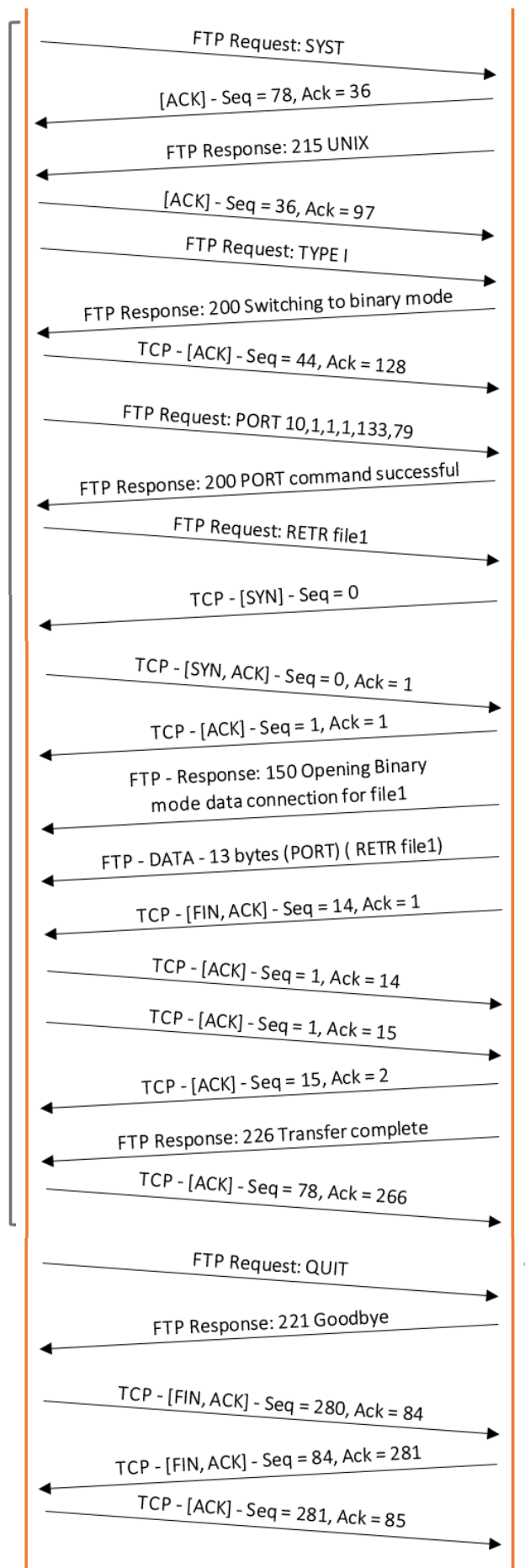
Figura 8 - ssh

1.2. Pergunta 2

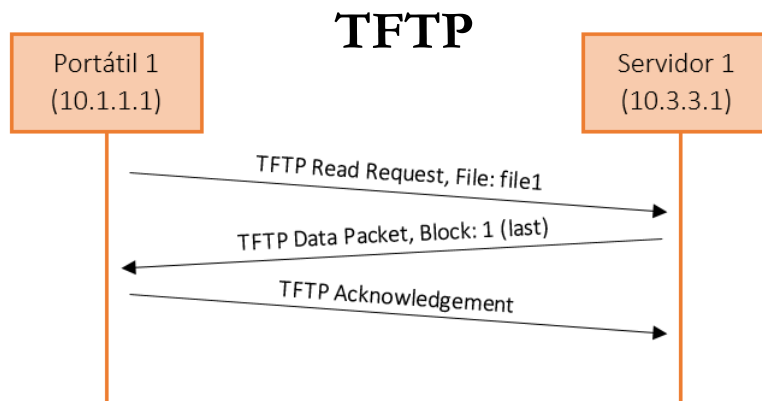
2) Uma representação num diagrama temporal das transferências da *file1* por FTP e TFTP respetivamente. Se for caso disso, identifique as fases de estabelecimento de conexão, transferência de dados e fim de conexão. Identifica também claramente os tipos de segmentos trocados e os números de sequência usados quer nos dados como nas confirmações.



Transferência
de dados



Terminar
conexão



1.3. Pergunta 3

3) Com base nas experiências realizadas, distinga e compare sucintamente as quatro aplicações de transferência de ficheiros que usou nos seguintes pontos (i) uso da camada de transporte; (ii) eficiência na transferência; (iii) complexidade; (iv) segurança.

- **FTP** - Serviço de transferência de ficheiros, que utiliza TCP. É o protocolo genérico de transferência de ficheiros entre um cliente e o servidor. Tem muitos problemas de segurança, como passwords em *plain text*, sendo que o tráfego não é encriptado. Surgiu assim a necessidade de utilizar outros protocolos para combater estas vulnerabilidades. A eficiência é decente, sendo que transmite ficheiros relativamente rápido, mas a sua complexidade aumenta bastante devido aos números *handshakes* necessários antes de se transferir a data, isto é, a informação útil.
- **TFTP** - Serviço simples de transferência de ficheiro, que utiliza UDP. Devido à sua baixa complexidade e fácil implementação, é principalmente usado para transmitir ficheiros de pouca capacidade dentro de uma LAN bem como no *booting*. TFTP não inclui qualquer mecanismo de segurança nem autenticação. Como este protocolo utiliza UDP (pouco *overhead*), consegue atingir maiores velocidades, a custo de alguma fiabilidade.
- **SFTP** - Serviço semelhante ao FTP que utiliza TCP, mas implementa SSH como uma medida de segurança adicional (encripta os pacotes ao empacotar a informação em SSH). É o mais complexo, pois necessita de transmitir mais pacotes para estabelecer uma conexão que o FTP ou o HTTP, o que implica uma baixa eficiência. É também tão seguro como o FTP, sendo que ambos exigem uma parecida autenticação do utilizador com o servidor.
- **HTTP** - Serviço que também utiliza TCP, usado para a comunicação entre o cliente e o servidor na World Wide Web. Também utiliza vários mecanismos de autenticação do cliente, mas ainda tem vários problemas de segurança (HTTPS surge para resolver esta baixa segurança). Assim, tal como o FTP, é de relativamente alta complexidade e possui uma boa eficiência.

1.4. Pergunta 4

4) As características das ligações de rede têm uma enorme influência nos níveis de Transporte e de Aplicação. Discuta, relacionando a resposta com as experiências realizadas, as influências das situações de perda ou duplicação de pacotes IP no desempenho global de Aplicações fiáveis (se possível, relacionando com alguns dos mecanismos de transporte envolvidos).

Para observarmos a influência que estas características enunciadas têm na transmissão de informação, transferimos o ficheiro por FTP e TFTP para o cliente 1 e, de seguida, para o cliente Alfa. No caso do FTP, para o cliente 1, resultou numa velocidade de 11,4Mb/s, em 0.01s e, para o cliente Alfa, uma velocidade de 6.7Mb/s, em 0.02s. O mesmo fenómeno foi confirmado na transferência por TFTP em que a velocidade para o cliente 1 foi 1.3Mb/s, em 0.1s enquanto para o alfa foi 0.08Mb/s, em 1.6s. Verificamos que, como uma grande percentagem dos pacotes acaba perdido ou duplicado, a eficiência para o cliente Alfa é significativamente afetada, isto é, muito menor (velocidades mais baixas) que nas transferências para o cliente 1.

4560215	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Retransmission] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4560216	10.3.3.1	10.2.2.1	FTP-DATA	1516 FTP Data: 1448 bytes (PORT) (RETR file2)
4560217	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Retransmission] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4560218	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Retransmission] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4560219	10.3.3.1	10.2.2.1	FTP-DATA	644 [TCP Fast Retransmission] FTP Data: 576 bytes (PORT) (RETR file2)
4560220	10.3.3.1	10.2.2.1	FTP-DATA	644 [TCP Fast Retransmission] FTP Data: 576 bytes (PORT) (RETR file2)
4560514	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	644 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [FIN, PSH, ACK] Seq=133217 Ack=1 Win=29312 Len=576 TSval=174083685 TSecr=397257685
4560544	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	644 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [FIN, PSH, ACK] Seq=133217 Ack=1 Win=29312 Len=576 TSval=174083685 TSecr=397257685
4561430	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	68 [SOCKET] 10.3.3.1:56969 -> 10.3.3.1:56969 [ACK] Seq=133217 Ack=1 Win=29312 Len=0 TSval=174083685 TSecr=397257685
4561582	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68 [TCP Dup ACK 208982] 56969 -> 20 [ACK] Seq=133217 Ack=130321 Win=140496 Len=0 TSval=397257691 TSecr=174083484
4561587	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68 [TCP Dup ACK 208982] 56969 -> 20 [ACK] Seq=133217 Ack=130321 Win=140496 Len=0 TSval=397257701 TSecr=174083484
4561591	10.2.2.1	10.3.3.1	FTP-DATA	1516 [TCP Fast Retransmission] FTP Data: 1448 bytes (PORT) (RETR file2)
4566810	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566811	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566812	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566813	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566814	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566815	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566816	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566817	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566818	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566819	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566820	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566821	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566822	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566823	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566824	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566825	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566826	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566827	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566828	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566829	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=397257685
4566830	10.3.3.1	10.2.2.1	TCP	1516 [TCP Out-Of-Order] 20 - 56969 [ACK] Seq=131769 Ack=1 Win=29312 Len=1448 TSval=174083685 TSecr=3972

Figura 9 - Exemplo de perda de pacotes

5644908	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5643977	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1971.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56464923	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6285 Win=135608 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56464923	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1971.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6285 Win=135608 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5648585	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63713 Win=156416 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5646270	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1975.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63713 Win=156416 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5647272	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63071 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5646164	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1977.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=65181 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56467558	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6669 Win=162176 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
56467558	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1977.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6669 Win=162176 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5646386	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8057 Win=165120 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5647935	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1981.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8057 Win=165120 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
56469210	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8955 Win=16804 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5647935	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1981.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8955 Win=16804 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5647860	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=19953 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5647860	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1985.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=19953 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648091	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=19953 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648589	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1987.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=72401 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
56482162	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=9360 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5648589	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1987.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=9360 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56483043	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56483043	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1991.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56483043	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1991.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56487083	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1993.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6285 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56484718	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63713 Win=156416 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56484718	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1993.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63713 Win=156416 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5648550	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=65101 Win=159308 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5648447	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1997.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=65161 Win=159308 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648387	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6669 Win=162176 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648387	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1997.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=6669 Win=162176 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648218	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8057 Win=165120 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5649241	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1999.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8057 Win=165120 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5649241	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 1999.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=8057 Win=165120 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5649193	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2003.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=69505 Win=168964 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648885	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=19953 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648885	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2003.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=19953 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648705	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=72401 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5648705	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2003.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=72401 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5649083	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2007.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=72401 Win=169856 Len=0 TSval=392577686 TSrcr=174843679	
5649043	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=9360 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5649043	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2007.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=9360 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56519202	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2009.2] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=59368 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5649201	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2009.2] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=59368 Win=14772 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56501253	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56511902	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2013.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56512557	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2013.2] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5651919	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2013.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=68817 Win=150556 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56502343	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=62255 Win=135608 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5651144	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2017.1] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=62265 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
5649891	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[ACK] Seq=1 Ack=62265 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679			
56515519	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	[TCP Dup ACK 2017.3] 56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=62265 Win=153908 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	
56563288	10.2.2.1	10.3.3.1	TCP	68	56969	- 20	[ACK] Seq=1 Ack=63713 Win=156416 Len=0 TSval=392577685 TSrcr=174843679	

Figura 10 - Exemplo de duplicação de pacotes

2. Conclusões

Neste primeiro trabalho prático da UC, consideramos que realizamos tudo o que foi pedido no enunciado, bem como desenvolvemos o nosso conhecimento nos assuntos abordados.

Conseguimos perceber o funcionamento de vários protocolos da camada de aplicação e também a sua interação com a camada de transporte. Também estudamos a diferença dos protocolos de transferência, tanto na sua complexidade como segurança e eficiência (velocidade da operação). Em termos de velocidade, o TFTP é o mais eficiente, mas como utiliza UDP, acaba por ser o menos fiável. No lado oposto do espectro, temos o SFTP que é o mais complexo e muito seguro, pela grande quantidade de pacotes necessários para a autenticação e, consequentemente, o menos eficiente. Estes protocolos devem ser usados em situações diferentes, tendo em conta quais as características (velocidade, fiabilidade, segurança) que são mais importantes na situação em questão.

Por último, na quarta pergunta conseguimos ver a influência da perda e duplicação de pacotes na velocidade de transmissão e confirmamos com exemplos práticos o que seria espectável acontecer.