

# Laboratório 1 - Redes de Computadores

Carlos Henrique Hannas de Carvalho - 11965988

Gabriel Ribeiro Rodrigues Dessotti - 12547228

Pedro Antonio Bruno Grando - 12547166

Pedro Manicardi Soares - 12547621

3 de outubro de 2023

## 1 Transferência de arquivo usando TCP

### 1.1 Qual o endereço IP e número de porta TCP usado pelo computador cliente (origem) para transferir o arquivo para gaia.cs.umass.edu?

O endereço IP e número de porta TCP usado pelo cliente foi, respectivamente, 172.26.147.55 e 33054.

### 1.2 Qual o endereço IP de gaia.cs.umass.edu? Qual a porta TCP destino utilizada para a transferência de arquivo?

O endereço IP e número de porta TCP usado pelo gaia.cs.umass.edu foi, respectivamente, 128.119.245.12 e 80.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
279	26.701911744	172.26.147.55	128.119.245.12	HTTP	1125	POST /ethereal-labs/lab3-1-reply.htm HTTP/1.1
280	26.702276097	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=78216 Win=183296 Le
281	26.702276472	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=79466 Win=183296 Le
282	26.702276562	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=81966 Win=182528 Le
283	26.702276647	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=85716 Win=181632 Le
284	26.702276737	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=86966 Win=183296 Le
285	26.879316593	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=89466 Win=182528 Le
286	26.880451408	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=91966 Win=188288 Le
287	26.880451777	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=94466 Win=193280 Le
288	26.880451866	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=95716 Win=196224 Le
289	26.880451954	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=98216 Win=201216 Le
290	26.880452043	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=99466 Win=204032 Le
291	26.880717983	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054 [ACK] Seq=1 Ack=100716 Win=206976 L

Frame 279: 1125 bytes on wire (9000 bits), 1125 bytes captured (9000 bits) on interface wlo1, id 0

Ethernet II, Src: IntelCor\_e0:28:65 (5c:cd:5b:e0:28:65), Dst: VMware\_b4:48:da (00:50:56:b4:48:da)

Internet Protocol Version 4, Src: 172.26.147.55, Dst: 128.119.245.12

Transmission Control Protocol, Src Port: 33054, Dst Port: 80, Seq: 151966, Ack: 1, Len: 1071

Source Port: 33054

Destination Port: 80

[Stream index: 8]

[TCP Segment Len: 1071]

Sequence number: 151966 (relative sequence number)

Sequence number (raw): 1697812177

[Next sequence number: 153037 (relative sequence number)]

Acknowledgment number: 1 (relative ack number)

Figure 1: Captura do pacote pelo Wireshark

## 2 Analisando o TCP

### 2.1 Identifique o segmento TCP SYN usado para iniciar a conexão TCP entre o computador cliente e gaia.cs.umass.edu. Sobre este segmento, responda:

A. Qual o número de sequência do segmento?

O número de sequência do segmento é 0.

B. O que identifica este segmento como um segmento SYN?

Conforme a figura, pode-se perceber a presença da flag SYN identifica esse segmento como um SYN.

148	25.952839691	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	74	33854 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SAC
156	26.163965974	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	66	80 → 33854 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=29200 Len=0 M
157	26.164173438	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	54	33854 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0
168	26.168641268	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	769	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=715
169	26.169039902	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=716 Ack=1 Win=64256 Len=2
170	26.169104073	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=3216 Ack=1 Win=64256 Len=
171	26.169974477	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=5716 Ack=1 Win=64256 Len=
172	26.170586472	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=8216 Ack=1 Win=64256 Len=
173	26.171775521	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	1304	33854 → 80 [ACK] Seq=10716 Ack=1 Win=64256 Len=1250
178	26.368218390	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33854 [ACK] Seq=1 Ack=716 Win=30720 Len=0
179	26.368309599	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=11966 Ack=1 Win=64256 Len=
180	26.368218494	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33854 [ACK] Seq=1 Ack=3216 Win=35712 Len=0
181	26.368410984	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33854 → 80 [PSH, ACK] Seq=14466 Ack=1 Win=64256 Len=

Frame 148: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlo1, id 0  
Ethernet II, Src: IntelCor\_e0:28:65 (5c:cd:5b:e0:28:65), Dst: VMware\_b4:48:da (00:50:56:b4:48:da)  
Internet Protocol Version 4, Src: 172.26.147.55, Dst: 128.119.245.12  
Transmission Control Protocol, Src Port: 33854, Dst Port: 80, Seq: 0, Len: 0  
Source Port: 33854  
Destination Port: 80  
[Stream index: 8]  
[TCP Segment Len: 0]  
Sequence number: 0 (relative sequence number)  
Sequence number (raw): 1697660211  
[Next sequence number: 1 (relative sequence number)]  
Acknowledgment number: 0  
Acknowledgment number (raw): 0  
1010 .... = Header Length: 40 bytes (10)  
Flags: 0x002 (SYN)  
Window size value: 64240

Figure 2: Segmento SYN

### 2.2 Identifique o segmento TCP SYN+ACK enviado por gaia.cs.umass.edu para o computador cliente em resposta ao segmento SYN. Sobre este segmento, responda:

A. Qual o número de sequência do segmento?

O número de sequência do segmento é 0.

B. Qual o valor do campo ACKnowledgement no segmento SYN+ACK? Como este valor foi determinado por gaia.cs.umass.edu?

O valor do campo ACKnowledgement é 1.

C. O que identifica um segmento como um segmento SYN+ACK?

Conforme a figura, a presença das flags SYN e ACK identifica esse segmento como SYN+ACK.

148	25.952839091	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	74	33054 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=64240	Len=0	MSS=1460	SAC
156	26.163985974	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	66	80 → 33054	[SYN, ACK]	Seq=0	Ack=1	Win=29200	Len=0	M
157	26.164173438	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	54	33054 → 80	[ACK]	Seq=1	Ack=1	Win=64256	Len=0	
168	26.168641268	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	769	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=1	Ack=1	Win=64256	Len=715	
169	26.169039902	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=716	Ack=1	Win=64256	Len=2	
170	26.169104073	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=3216	Ack=1	Win=64256	Len=	
171	26.169974477	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=5716	Ack=1	Win=64256	Len=	
172	26.170586472	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=8216	Ack=1	Win=64256	Len=	
173	26.171775521	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	1304	33054 → 80	[ACK]	Seq=10716	Ack=1	Win=64256	Len=1250	
178	26.368218390	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054	[ACK]	Seq=1	Ack=716	Win=30720	Len=0	
179	26.368399599	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=11966	Ack=1	Win=64256	Len=	
180	26.368218494	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	54	80 → 33054	[ACK]	Seq=1	Ack=3216	Win=35712	Len=0	
181	26.368410984	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	2554	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=14466	Ack=1	Win=64256	Len=	

```

Frame 148: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlo1, id 0
  Ethernet II, Src: IntelCor_e0:28:65 (5c:cd:5b:e0:28:65), Dst: VMware_b4:48:da (00:50:56:b4:48:da)
  Internet Protocol Version 4, Src: 172.26.147.55, Dst: 128.119.245.12
  Transmission Control Protocol, Src Port: 33054, Dst Port: 80, Seq: 0, Len: 0
    Source Port: 33054
    Destination Port: 80
    [Stream index: 8]
    [TCP Segment Len: 0]
    Sequence number: 0 (relative sequence number)
    Sequence number (raw): 1697660211
    [Next sequence number: 1 (relative sequence number)]
    Acknowledgment number: 0
    Acknowledgment number (raw): 0
    1010 .... = Header Length: 40 bytes (10)
    Flags: 0x002 (SYN)
    Window size value: 64240

```

Figure 3: Segmento SYN+ACK

## 2.3 Identifique o segmento TCP que contém o comando HTTP POST. Qual o número de sequência do segmento?

O número de sequência do segmento é 1.

148	25.952839091	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	74	33054 → 80	[SYN]	Seq=0	Win=6			
156	26.163985974	128.119.245.12	172.26.147.55	TCP	66	80 → 33054	[SYN, ACK]	Seq=0				
157	26.164173438	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	54	33054 → 80	[ACK]	Seq=1	Ack=1			
168	26.168641268	172.26.147.55	128.119.245.12	TCP	769	33054 → 80	[PSH, ACK]	Seq=1				

```

Frame 168: 769 bytes on wire (6152 bits), 769 bytes captured (6152 bits) on interface wlo1, id 0
  Ethernet II, Src: IntelCor_e0:28:65 (5c:cd:5b:e0:28:65), Dst: VMware_b4:48:da (00:50:56:b4:48:da)
  Internet Protocol Version 4, Src: 172.26.147.55, Dst: 128.119.245.12
  Transmission Control Protocol, Src Port: 33054, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 715
    Source Port: 33054
    Destination Port: 80
    [Stream index: 8]
    [TCP Segment Len: 715]
    Sequence number: 1 (relative sequence number)
    Sequence number (raw): 1697660212
    [Next sequence number: 716 (relative sequence number)]
    Acknowledgment number: 1 (relative ack number)
    Acknowledgment number (raw): 955329702
    0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
    Flags: 0x018 (PSH, ACK)
    Window size value: 502

```

Figure 4: Segmento PSH+ACK

## 2.4 Considere o segmento TCP que contém o comando HTTP POST como o primeiro segmento de dados da conexão TCP. Observe os seis primeiros segmentos da conexão TCP (incluindo o que contém o comando HTTP POST).

A. Quais os números de sequência dos segmentos?

- Segmento 1: 1
- Segmento 2: 10716
- Segmento 3: 16966

- Segmento 4: 19466
- Segmento 5: 21966
- Segmento 6: 24466

**B.** Identifique o tempo (horário) que cada um dos seis segmentos foi enviado.

- Tempo do pacote 1: 26.1684 s
- Tempo do pacote 2: 26.1717 s
- Tempo do pacote 3: 26.3694 s
- Tempo do pacote 4: 26.3698 s
- Tempo do pacote 5: 26.3713 s
- Tempo do pacote 6: 26.3713 s

**C.** Quando o ACK para cada segmento foi recebido?

- Tempo do pacote 1: 26.3586 s
- Tempo do pacote 2: 26.3639 s
- Tempo do pacote 3: 26.5886 s
- Tempo do pacote 4: 26.5890 s
- Tempo do pacote 5: 26.5905 s
- Tempo do pacote 6: 26.5905 s

**D.** Dada a diferença de quando cada segmento TCP foi enviado, e quando o respectivo ACK foi recebido, qual o valor de RTT para cada um dos seis segmentos?

- Valor RTT do pacote 1: 0.1902 s
- Valor RTT do pacote 2: 0.1932 s
- Valor RTT do pacote 3: 0.2192 s
- Valor RTT do pacote 4: 0.2192 s
- Valor RTT do pacote 5: 0.2192 s
- Valor RTT do pacote 6: 0.2192 s

**E.** Qual o valor de EstimatedRTT (de acordo com o livro-texto) depois do recebimento de cada ACK? Assuma que o valor de EstimatedRTT é igual ao valor medido do RTT para o primeiro segmento.

- Valor EstimatedRTT do pacote 1: 190 ms
- Valor EstimatedRTT do pacote 2: 160 ms

- Valor EstimatedRTT do pacote 3: 195 ms
- Valor EstimatedRTT do pacote 4: 187 ms
- Valor EstimatedRTT do pacote 5: 184 ms
- Valor EstimatedRTT do pacote 6: 181 ms

## 2.5 Qual o comprimento de cada um dos seis primeiros segmentos de dados?

- Comprimento do segmento 1: 1125 bytes
- Comprimento do segmento 2: 1450 bytes
- Comprimento do segmento 3: 1450 bytes
- Comprimento do segmento 4: 1450 bytes
- Comprimento do segmento 5: 1450 bytes
- Comprimento do segmento 6: 1450 bytes

## 2.6 Qual a quantia mínima de espaço no buffer anunciado para o receptor no trace todo? A falta de espaço no buffer do receptor bloqueia o transmissor alguma vez?

A quantia mínima de espaço no buffer é 2048 e, como o buffer nunca foi excedido, não ocorreu um bloqueio no transmissor.

## 2.7 Existem segmentos retransmitidos no arquivo de trace? O que você procurou no arquivo de trace para responder a esta pergunta?

Não ocorreram segmentos retransmitidos. Todos os números de sequência enviados da fonte para o destino estão progredindo de forma crescente ao longo do tempo.

## 2.8 Quantos bytes o receptor reconhece em média em um ACK? Você pode identificar casos onde o ACK foi enviado para segmentos alternados?

O receptor reconhece 1450 bytes em um ACK.

## 2.9 Qual o throughput (bytes transferidos por unidade de tempo) para a conexão TCP? Explique como você calculou.

O tamanho do arquivo transferido é de 152.138 bytes, e o período de início ao término da transferência foi de 26,7019 segundos a 26,8809 segundos. Assim, o tempo que durou para transferir esse arquivo foi de 0,1790s. Assim, o throughput é de  $\frac{152.138}{0,1790}$ , ou 849.932 bytes/s.

## 3 Controle de Congestionamento do TCP

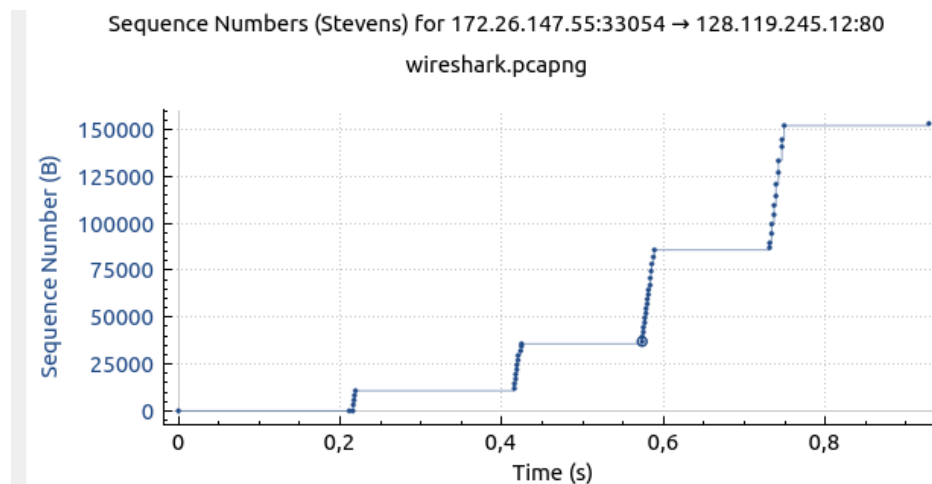


Figure 5: Time-Sequence-Graph (Stevens)

### 3.1 Observe o gráfico gerado. Você consegue identificar onde termina a fase de partida lenta do TCP e começa a fase de congestion avoidance? Justifique.

No início, podemos notar que os degraus iniciais são menores, mas à medida que o tempo avança, observamos que os novos degraus se tornam progressivamente maiores. No entanto, uma transição clara da fase lenta para a fase de congestion avoidance ocorre a partir do ponto de 0,6 segundos.

### 3.2 Discuta as diferenças de comportamento do TCP no gráfico feito a partir das medidas e o gráfico teórico apresentado no texto.

Não se nota um padrão na transmissão dos dados. Ao contrário do que se pensa na teoria, o gráfico mostrado na figura 5 não segue uma regularidade e, portanto, não se pode prever o que acontecerá em próximas transmissões.