



UNIVERSIDADE DO MINHO
Departamento de Informática

ENGENHARIA DE SERVIÇOS EM REDE

TP1 - Streaming de áudio e vídeo a pedido e em tempo real

Grupo 7.4

Feito por:

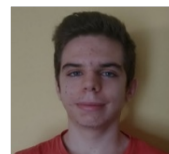
Dinis Gonçalves Estrada (PG53770)
Emanuel Lopes Monteiro da Silva (PG53802)
Simão Pedro Cunha Matos (PG54239)



PG53770



PG53802



PG54239

October 18, 2023
Ano Letivo 2022/23

Conteúdo

1	Etapa 1. Streaming HTTP simples sem adaptação dinâmica de débito	3
2	Etapa 2. Streaming adaptativo sobre HTTP (MPEG-DASH)	5
3	Etapa 3. Streaming RTP/RTCP unicast sobre UDP e multicast com anúncios SAP	7

Lista de Figuras

1	1 Cliente em VLC.	3
2	2 Clientes em VLC e Firefox.	3
3	3 Clientes em VLC, Firefox e ffplay.	3
4	Ffmpeg.	4
5	Cliente no portátil Bela a exibir o vídeo de menor resolução e cliente no portátil Alladin a exibir o vídeo de maior resolução.	6
6	Cenário multicast entre o servidor e o portáteis.	7

1 Etapa 1. Streaming HTTP simples sem adaptação dinâmica de débito

Questão 1: Capture três pequenas amostras de tráfego no link de saída do servidor, respectivamente com 1 cliente (VLC), com 2 clientes (VLC e Firefox) e com 3 clientes (VLC, Firefox e ffplay). Identifique a taxa em bps necessária (usando o ffmpeg -i videoA.mp4 e/ou o próprio wireshark), o encapsulamento usado e o número total de fluxos gerados. Comente a escalabilidade da solução. Ilustre com evidências da realização prática do exercício (ex: capturas de ecrã).

Wireshark - Conversations - veth1.0.d7

Ethernet · 8

IPv4 · 2

IPv6 · 6

TCP · 1

UDP · 2

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	50152	10.0.0.10	8080	2,054	1480 k	1,019	67 k	1,035	1412 k	0.000000	62.0200	8675	182 k

Figure 1: 1 Cliente em VLC.

No caso de um cliente (VLC), verifica-se que existe apenas um fluxo TCP.

Wireshark - Conversations - veth1.0.d7

Ethernet · 4

IPv4 · 3

IPv6 · 1

TCP · 2

UDP

Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	50152	10.0.0.10	8080	288	207 k	144	9504	144	198 k	0.000000	7.7759	9777	203 k
10.0.0.21	52756	10.0.0.10	8080	288	207 k	144	9504	144	198 k	0.000225	7.7758	9778	203 k

Figure 2: 2 Clientes em VLC e Firefox.

No caso de dois clientes (VLC e Firefox), verifica-se que existem dois fluxos TCP.

Ethernet · 5		IPv4 · 4		IPv6 · 1		TCP · 3		UDP					
Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.20	40374	10.0.0.10	8080	684	492 k	340	22 k	344	470 k	0.455623	19.4645	9222	193 k
10.0.0.21	38324	10.0.0.10	8080	684	492 k	340	22 k	344	470 k	0.455696	19.4647	9222	193 k
10.0.2.21	36170	10.0.0.10	8080	684	492 k	340	22 k	344	470 k	0.455726	19.4652	9222	193 k

Figure 3: 3 Clientes em VLC, Firefox e ffplay.

No caso de três clientes (VLC, Firefox e ffmpeg), é verificada a existência de três fluxos TCP.

```

core@xubuncore:~$ ffmpeg -i videoA.mp4
ffmpeg version 4.2.7-0ubuntu0.1 Copyright (c) 2000-2022 the FFmpeg developers
built with gcc 9 (Ubuntu 9.4.0-1ubuntu1~20.04.1)
configuration: --prefix=/usr --extra-version=0ubuntu0.1 --toolchain=hardened --libdir=/usr/lib/x86_64-linux-gnu --incdir=/usr/include
--enable-avisynth --enable-gnutls --enable-ladspa --enable-libaom --enable-libass --enable-libbluray --enable-libbs2b --enable-libc
le-libfribidi --enable-libgme --enable-libgsm --enable-libjack --enable-libmp3lame --enable-libmysofa --enable-libopenjpeg --enable-l
le-lisnappy --enable-libsoxr --enable-lspspeex --enable-libssh --enable-libtheora --enable-libtwolame --enable-libvidstab --enable-l
vid --enable-libzmq --enable-libzvb --enable-lv2 --enable-omx --enable-opengl --enable-openssl --enable-opengl --enable-opengl --enable-sdl2 --enable
libx264 --enable-shared
libavutil      56. 31.100 / 56. 31.100
libavcodec     58. 54.100 / 58. 54.100
libavformat    58. 29.100 / 58. 29.100
libavdevice    58.  8.100 / 58.  8.100
libavfilter    7. 57.100 / 7. 57.100
libavresample  4.  0.  0 / 4.  0.  0
libswscale     5.  5.100 / 5.  5.100
libswresample  3.  5.100 / 3.  5.100
libpostproc   55.  5.100 / 55.  5.100
Input #0, mov,mp4,m4a,3gp,3g2,mj2, from 'videoA.mp4':
  Metadata:
    major_brand      : isom
    minor_version    : 512
    compatible_brands: isomiso2avc1mp41
    encoder          : Lavf58.29.100
  Duration: 00:00:20.55, start: 0.000000, bitrate: 40 kb/s
  Stream #0:0(und): Video: h264 (High) (avc1 / 0x31637661), yuv420p, 200x150, 38 kb/s, 20 fps, 20 tbr, 10240 tbn, 40 tbc (default)
  Metadata:
    handler_name     : VideoHandler

```

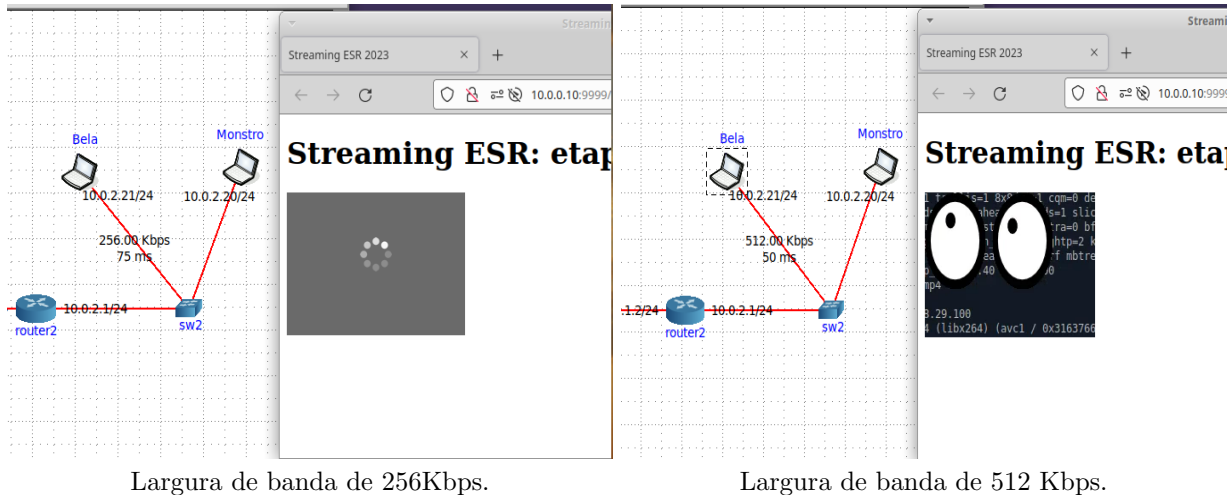
Figure 4: Ffmpeg.

Nesta primeira etapa, onde foi feito streaming por HTTP simples, sem adaptação de débito, verificou-se que, usando o comando referido no enunciado, a taxa necessária para a transmissão do vídeo capturado é de 40 Kbps. Através da análise que pode ser feita a partir do Wireshark verifica-se que esta taxa será superior à necessária (cerca de 190 Kbps). De seguida, iremos acrescentar mais dois clientes (Firefox e fplay) e será estudado o impacto dos mesmos no tráfego da rede. Para tal, foram capturados dados estatísticos de fluxo para cada um dos seguintes casos.

A partir da análise do tráfego capturado pelo Wireshark e dos dados estatísticos do fluxo, concluímos que a solução não é escalável. As capturas do Wireshark permitiram verificar que o servidor responde aos pedidos do clientes individualmente. Desta forma, se o número de clientes na rede aumentar de forma significativa, haverá perda de qualidade de serviço, sendo que este ficará mais lento, uma vez que o servidor responde a um pedido de cada vez. Esta diminuição da qualidade de serviço pode-se observar nos dados estatísticos do fluxo (da aplicação Wireshark), através da diminuição do bit rate.

2 Etapa 2. Streaming adaptativo sobre HTTP (MPEG-DASH)

Questão 2: Diga qual a largura de banda necessária, em bits por segundo, para que o cliente de streaming consiga receber o vídeo no Firefox e qual a pilha protocolar usada neste cenário.



Variando a largura de banda da ligação entre o portátil *Bela* e o switch *sw2*, verificamos que a largura mínima necessária, para o cliente conseguir receber o vídeo, é de 512 Kbps. A pilha protocolar utilizada neste cenário é *TCP/IP*.

Questão 3: Ajuste o débito dos links da topologia de modo que o cliente no portátil Bela exiba o vídeo de menor resolução e o cliente no portátil Alladin exiba o vídeo com mais resolução. Mostre evidências

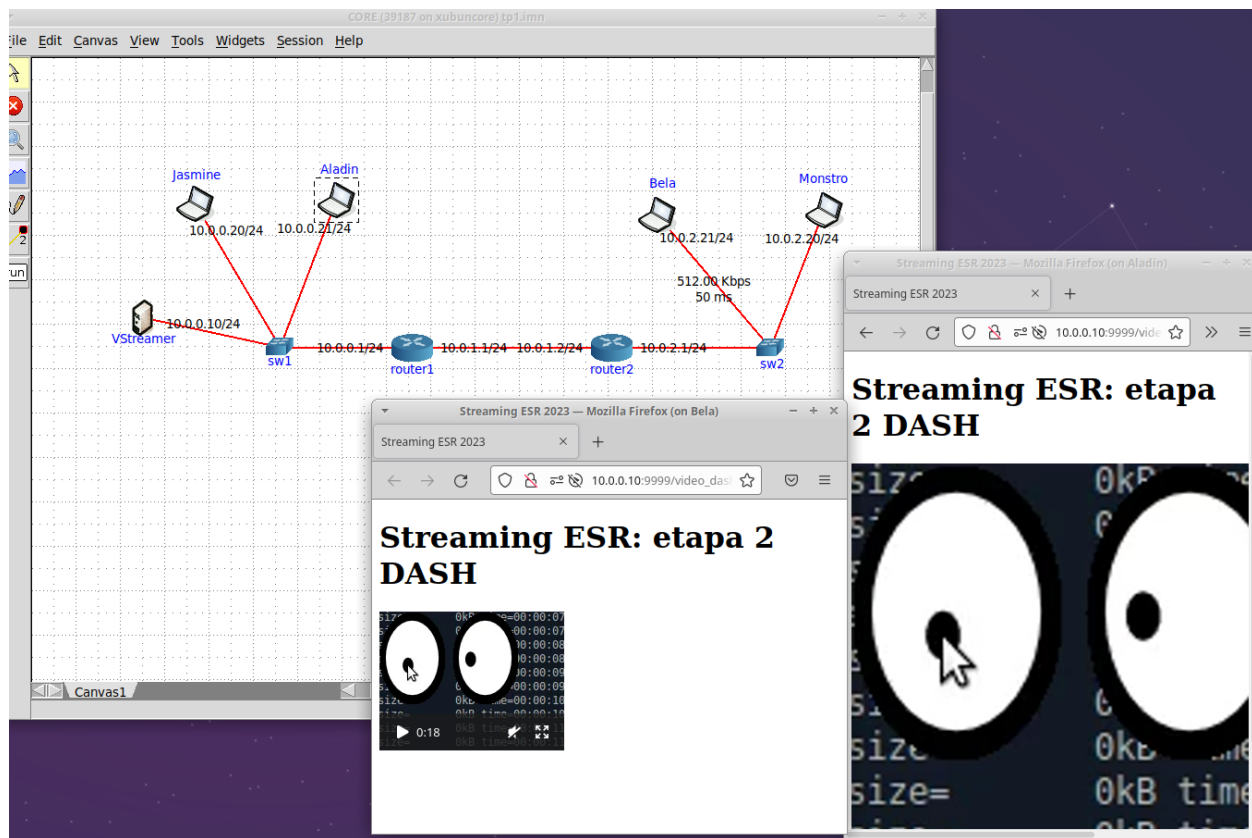


Figure 5: Cliente no portátil Bela a exibir o vídeo de menor resolução e cliente no portátil Alladin a exibir o vídeo de maior resolução.

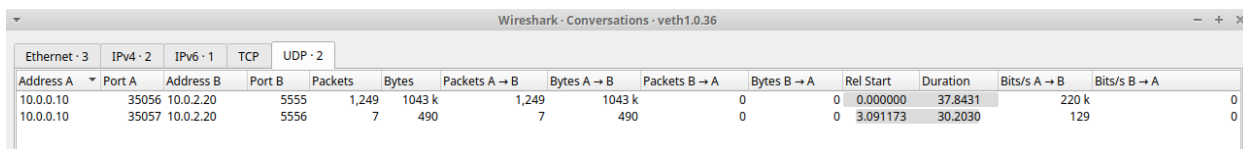
O portátil Alladin irá transmitir o vídeo com maior resolução, pois a largura de banda da sua ligação com o switch é ilimitada. Já no caso do portátil Bela, como a largura de banda foi limitada a 512 Kbps, este não irá conseguir reproduzir o vídeo com maior resolução, logo irá fazer um novo pedido ao servidor para reproduzir o vídeo de resolução menor.

Questão 4: Descreva o funcionamento do DASH neste caso concreto, referindo o papel do ficheiro MPD criado.

Na questão anterior, pudemos observar que houve uma adaptação dinâmica na qualidade do vídeo que estava a ser transmitida para o portátil Bela. Inicialmente, optou-se por uma resolução de vídeo mais alta, mas devido à baixa qualidade da conexão de rede, ocorreram atrasos na chegada dos dados, tornando impossível reproduzir o vídeo de forma contínua. Nesse cenário, o DASH entrou em ação, analisando a largura de banda disponível e utilizando o MPD para escolher a resolução de vídeo mais apropriada para a situação. Ao reduzir a qualidade da imagem, conseguimos transmitir o vídeo de forma contínua, que requer uma largura de banda mínima menor.

3 Etapa 3. Streaming RTP/RTCP unicast sobre UDP e multicast com anúncios SAP

Questão 5: Compare o cenário unicast aplicado com o cenário multicast. Mostre vantagens e desvantagens na solução multicast ao nível da rede, no que diz respeito a escalabilidade (aumento do nº de clientes) e tráfego na rede. Tire as suas conclusões.



Wireshark · Conversations · veth1.0.36													
Ethernet · 3		IPv4 · 2		IPv6 · 1		TCP		UDP · 2					
Address A	Port A	Address B	Port B	Packets	Bytes	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Rel Start	Duration	Bits/s A → B	Bits/s B → A
10.0.0.10	35056	10.0.2.20	5555	1,249	1043 k	1,249	1043 k	0	0	0.000000	37.8431	220 k	0
10.0.0.10	35057	10.0.2.20	5556	7	490	7	490	0	0	3.091173	30.2030	129	0

Figure 6: Cenário multicast entre o servidor e o portáteis.

O cenário Unicast consiste num servidor centralizado, em que é alocado um canal de transmissão para atender a pedidos de cada cliente. Contudo, a banda deste servidor é limitada, o que se torna inviável quando muitos clientes precisam de resposta simultaneamente, aumentando assim a taxa de chegada de pedidos e a necessidade por banda cresce linearmente. No entanto, o cenário Unicast é mais fácil de configurar e ótima para comunicações point-to-point, sendo que se um pacote se perder, este mesmo é reenviado.

No cenário Multicast, a transmissão é feita para diversos clientes simultaneamente. As mensagens são transmitidas por um único link e só serão, por exemplo, duplicadas quando o link para os destinatários se divide em duas direções, o que aumenta a eficiência das comunicações de um para muitos e torna esta solução escalável. Neste caso os switches vão mandar o video apenas para os clientes que o peçam, sendo a qualidade mantida. Uma vantagem desta solução é que permite o menor uso de largura de banda, pelo facto de os pacotes serem enviados de acordo com a necessidade dos recetores, concluindo assim também que permite minimização do tráfego na rede. Descrevendo agora as desvantagens deste cenário Multicast é possível notar, em comparação ao Unicast, que não existe um mecanismo de correção de erros pelo que é uma solução não fiável, devendo se assim responsabilizar a camada applicacional para resolver este problema. Outra desvantagem deste cenário é o facto de não existirem mecanismos de controlo de congestão, uma vez que o protocolo da camada de transporte utilizado neste tipo de cenário é o UDP, logo irá existir a possibilidade de haver congestão na rede.