

INTERNET VIDEO STREAMING

Gui Pereira N°63564

Gonçalo Ramos N°68219

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {gui.balsemao, goncalo.ramos}@ist.utl.pt

RESUMO

Internet Video Streaming consiste no envio de conteúdo de vídeo, através da internet, e visualizado em tempo real. Ao contrario do download, o conteúdo é obtido através de um fluxo continuo de dados e reproduzido consoante chega ao destinatário.

1. INTRODUÇÃO

Internet Video Streaming[1] é uma forma de distribuição de dados multimédia numa rede através de pacotes através da Internet. Em streaming, os dados obtidos não são armazenados pelo usuário no seu computador, não ocupando espaço no Disco Rígido (HD), ele recebe o “stream”, a transmissão da informação, sendo este reproduzido à medida que chega ao usuário, dependendo da largura de banda seja suficiente para reproduzir os conteúdos, caso contrario ocorrem interrupções na reprodução do arquivo (buffer).

Esta tecnologia permite que um usuário reproduza conteúdos previamente protegidos por direitos de autor, na Internet, sem a violação desses direitos. Esta informação pode ser distribuida na forma de Multicast IP ou Broadcast.

2. HISTÓRIA

A história da transmissão de conteúdos multimédia *online* em direto começa a 31 de Agosto de 1995, dia em que é transmitido um jogo de *Baseball* através desta tecnologia, permitindo que todos os fãs pudessem ouvir pela primeira vez a transmissão em direto através de um PC ligado à Internet. Embora nesta fase não tivesse ocorrido transmissão de vídeo mas apenas de áudio, este evento marcou o início do impacto que a transmissão de vídeo, através da Internet, viria a ter na sociedade. A empresa responsável por este feito, tinha o nome de *Progressive Networks* mudando mais tarde a sua designação para *RealNetworks*, nome bem reconhecido por todos os usuários que tinham ligação à Internet durante a década de 90. A tecnologia que suportava a transmissão de vídeo através da Internet viria a ser lançada em 1997 pela *RealNetworks*. Segundo dados estatísticos, 3 anos após o lançamento da plataforma de *streaming* de

vídeos, cerca de 85% dos vídeos eram transmitidos no formato *Real*, tecnologia proprietária da *RealNetworks*.

Apesar da importância que esta tecnologia tem atualmente, a sua potencialidade era bastante restringida devido às limitações existentes nas ligações à Internet no final da década de 90, onde a velocidade estava limitada a 56 kbit/s, valor insuficiente para garantir transmissão de vídeo com elevada qualidade.

Ainda assim, no final da década de 90, várias empresas tinham já criado a sua própria plataforma de *streaming* de vídeos, de onde se podem destacar a *RealNetworks*, a *Apple* (com a sua aplicação *QuickTime*) e a *Microsoft* (com a sua aplicação *Windows Media Player*). Em 2000 a maioria dos *sites* disponibilizava três formatos de transmissão, por forma a garantir a visualização dos vídeos através do *RealPlayer*, *QuickTime* e *Windows Media Player*.

Em 2002 viria a surgir a empresa *Macromedia*, com a introdução de uma nova plataforma para transmitir vídeos *online* de nome *Flash Player*. A maioria dos *sites* iniciaram a transição do HTML para *Flash*, o que ajudou a revolucionar a importância que o *Flash Player* viria a ter nos anos seguintes.

Em 2005 a *Adobe* adquire a empresa *Macromedia*, numa altura em que a qualidade de transmissão de vídeos através do *Flash* tem a mesma qualidade que transmitida por outras plataformas rivais.

Também no início de 2005 viria a surgir a maior plataforma de partilha de vídeos denominada *Youtube*, que permitia visualizar vídeos em *Streaming* que eram carregados para esta plataforma por qualquer utilizador da Internet. A *Youtube* utilizou o *FlashPlayer* como aplicativo para visualizar os vídeos.

Durante os anos que se seguiram a 2005, o *FlashPlayer* chegou a ser utilizado por 96% dos utilizadores da Internet. [2][3][4][5]

3. INTERNET VIDEO STREAMING EM PORTUGAL

Um estudo recente da Samsung, o Technomix Index 2015, analisou como os portugueses se estão a relacionar com a tecnologia e concluiu que somos dos que mais dispositivos temos, em casa, e dos que fazemos um uso mais intensivo, sobretudo ao nível do streaming.

Segundo este estudo, os portugueses preferem conteúdos de entretenimento, com 82% a assistirem a conteúdos online de TV, vídeo ou filmes (enquanto que a Europa tem uma média de 72%). Também em termos de frequência o estudo permite constatar porque Portugal é considerado um país de early adopters: numa base diária, 30% dos portugueses fazem streaming de conteúdos de TV, filmes ou vídeo (9% acima da média Europeia). [6]

4. TECNOLOGIA

4.1 Arquitetura da Rede

Independentemente da tecnologia utilizada, a arquitetura de uma rede de *media streaming* divide-se essencialmente em 3 partes: Encoder/Broadcaster, Streaming server e Clients/receivers.[7]

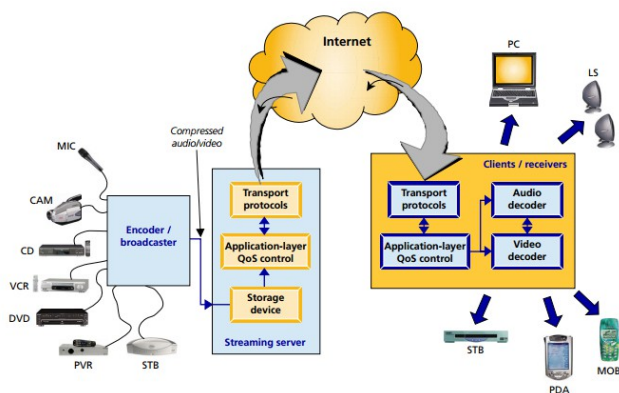


Figura 1: Arquitetura da Rede

4.1.1 Encoder/Broadcaster

O Encoder/Broadcaster é responsável pela compressão de vídeo, trata-se de um processo necessário antes de se proceder à transmissão para garantir eficiência. Os esquemas de compressão de vídeo podem ser classificados em duas categorias: codificação de vídeo *scalable* e *non-scalable*. Uma vez que o *scalable* vídeo é capaz de lidar graciosamente com flutuações da largura de banda na Internet, estamos primariamente interessados neste tipo de técnicas de codificação de vídeo.

Um encoder de vídeo *non-scalable* gera um bit-stream comprimido enquanto que, em contraste, um encoder de vídeo *scalable* comprime uma sequência de vídeo “raw” em múltiplos sub-streams. Um dos sub-streams comprimidos é o sub-stream base, que pode ser independentemente descodificado e proporcionar qualidade visual groceira. Outros sub-streams compactados são sub-streams melhorados, que só podem ser descodificados em conjunto com o sub-stream base e proporcionar uma melhor qualidade visual. Uma combinação de todos os sub-streams fornecem a melhor qualidade.

4.1.2 Application-Layer QoS control

A Application-layer de Quality-of-Service (QoS) de controlo envolve o controlo de congestão e de erro que são implementados na layer de aplicação, ao invés de na layer da rede. O controlo de congestão tem como objectivo prevenir o packet loss e reduzir delays. O controlo de erro é implementado de forma a melhorar a qualidade de apresentação na presença de packet loss. Os mecanismos de controlo de erro podem incluir Forward Error Correction (FEC), retransmissão, resiliência e ocultação de erros.

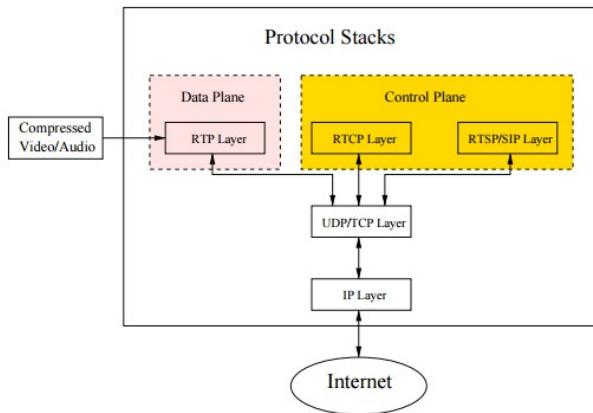
4.1.3 Serviços de distribuição de Média

Em adição ao suporte da application-layer, é também necessário um suporte apropriado à rede de forma a reduzir os delays de transporte e packet losses. O suporte da rede envolve filtração, multicast e replicação do conteúdo (caching).

4.1.4 Servidores de Streaming

Os servidores de streaming são discutivelmente o elemento mais importante para fornecer serviços de stream com qualidade. Estes processam informação multimédia sob restrições de tempo e suportam funções de controlo interativas como pausa/resume, avançar e voltar atrás. São também responsáveis por servir vídeo, áudio, slides e outros componentes de forma sincronizada. Um servidor de stream normalmente espera por um pedido RTSP dos utilizadores. Quando recebe um pedido, o servidor procura a informação pedida e, se existir no caminho indicado, o servidor faz stream através de streams RTP.

4.1.5 Protocolos de Transmissão



Os protocolos de streaming estão estandardizados de forma a permitir a comunicação entre os servidores de streaming e os computadores dos clientes. Estes protocolos especificam as seguintes funcionalidades:

- *network addressing*, que é fornecido por um protocolo de network-layer como por exemplo o Internet Protocol (IP). Este é o protocolo que estabelece a internet, baseada em pacotes. Liga o emissor ao destinatário apenas através de endereços, com a informação encapsulada nos pacotes.
- *Transport*, que é definido por protocolos de transporte que incluem UDP e Real-Time Transport Protocol (RTS) e Real-Time Control Protocol (RTCP) implementados de forma a complementar os protocolos anteriores pois adicionam aos pacotes UDP um número de sequência que permite ao receptor perceber se houve alguma perda ou atraso de pacotes.
- *Session control*, que é fornecida pelo protocolo Real-Time Streaming Protocol (RTSP). Este protocolo torna possível a transferência, sob demanda, de dados em tempo real como áudio e vídeo. Ele serve para estabelecer e controlar um único ou vários streams sincronizados de dados contínuos pertencentes a uma apresentação.

3.2 Servidores media de streaming

Existem vários tipos de distribuição de streams, entre os quais se destacam a transmissão Unicast, Broadcast e Multicast.

A transmissão Unicast significa enviar um stream para um receptor. Este tipo de transmissão não efectua um uso eficiente de bandwidth mas permite que os utilizadores, através das funcionalidades do protocolo RTSP, vejam diferentes streams de vídeo ao mesmo tempo.

A transmissão Broadcast, transmite o seu conteúdo ao enviar uma cópia do stream para toda a rede. Ou seja, um único stream é enviado para todos os utilizadores na rede. Como grande desvantagem a transmissão Broadcast não permite controlo dos streams (funcionalidades VCR), não existindo feedback do utilizador para o servidor.

Por sua vez, a transmissão Multicast envia exactamente uma cópia do stream, não para toda a rede mas apenas para os ramos da rede, onde um ou mais utilizadores se encontram. Desta forma, a largura de banda da rede disponível pode ser utilizada de forma mais eficiente.[8]

4.2 Codificação

Sendo o sinal inteiramente digital ao longo de todo o encaminhamento, é então necessário perceber como é feita a conversão do sinal analógico para o sinal digital.

Após capturada, uma imagem é dividida em blocos de 8 por 8, sendo que cada um desses blocos é uma amostra, representada por 3 matrizes (Y,Cb,Cr). Cada um dos elementos desta matriz representa um pixel.

Cada imagem é representada por uma grelha de pontos em que cada ponto está associado a um valor de luminância e dois de Crominância. Devemos ter atenção que o sistema visual humano não é tão sensível às crominâncias como à luminância. Tendo em conta este factor, não é necessário que se faça amostragem destas duas componentes com a mesma resolução. Existem formatos padrão de subamostragem da cor:

- 4:4:4 – É amostrado o mesmo número de pontos de luminância e de crominância;
- 4:2:2 – São amostrados na horizontal para a crominância metade dos pontos amostrados para a luminância;
- 4:2:0 – Tanto na vertical como na horizontal o número de pontos amostrados para a crominância é metade do número de amostras de luminância

4.2.1 CoDecs

A compressão é efetuada através de normas, designadas por CoDecs. Estas são utilizadas com o propósito de comprimir o conteúdo, e desta forma diminuir o débito necessário para enviar o mesmo conteúdo.

Hoje em dia, MPEG-4 é o codec mais utilizado em video streaming, pois permite uma gravação, compressão e distribuição de imagem de alta definição. Ao longo dos anos esta norma tem sido melhorada, tendo absorvido muitas das funcionalidades do MPEG-1 e MPEG-2 e outros padrões relacionados

O MPEG-4 é ainda um padrão em desenvolvimento e está dividido em várias partes. Empresas que dizem ser compatíveis ao MPEG-4 muitas vezes não dizem claramente a qual nível de partes de compatibilidade eles se referem. As principais partes que deve-se conhecer são: parte 2 (incluindo ASP, usado por codecs como DivX, Xvid, Nero Digital e 3ivx e pelo Quicktime 6) e a parte 10 (AVC/H.264, usado pelos codecs x264, Nero Digital AVC, QuickTime 7 e pelos formatos de DVD da nova geração como HD DVD e Blu-ray). [9]

5. MODELOS DE NEGÓCIO

Hoje em dia existe um número considerável de empresas que têm como principal serviço a disponibilização de vídeos em *streaming*. Por forma a garantir que o serviço obtenha o sucesso desejado é essencial garantir um modelo de negócio que possa gerar lucro. A fonte de lucro é obtida por várias maneiras diferentes e, por conseguinte, este facto dá a origem a diferentes tipos de modelos de negócio que podem ser agrupados em três tipos: AVOD, SVOD e TVOD. É também possível a combinação entre os vários tipos, ou seja, modelos híbridos. [10]

1 – TVOD (*Transactional Video on Demand*) ou PPV (*Pay Per View*)

Os utilizadores de serviços que se baseiam no modelo de negócio TVOD, têm acesso a um vídeo mediante pagamento de um determinado valor, ou seja, existe um preço que é atribuído a cada vídeo de forma individual. Dentro deste modelo, destacam-se duas formas de ter acesso ao vídeo:

- ➔ *Electronic Sell Through (EST)* : Neste modo, o utilizador ao pagar o valor necessário para visualizar o vídeo pretendido, terá direitos de acesso ilimitados, ou seja, pode visualizar o vídeo as vezes que quiser sem limite de tempo.
- ➔ *Download to Rent (DTR)* : Neste modo, o utilizador ao pagar terá direito a visualizar o vídeo

que pretende por um período limitado de tempo. Findo esse período deixa de ter acesso ao vídeo que foi alugou.

2 – SVOD (*Subscription Video On Demand*)

Neste modo, o utilizador paga um valor fixo que pode ser cobrado mensalmente, anualmente ou usando outros períodos de tempo fixos. Durante este período, o utilizador tem acesso e permissões de visualização de todos os vídeos presentes na plataforma. É também possível enriquecer este modo, atribuindo preços de acesso diferentes a bibliotecas de vídeos diferentes.

3 - AVOD (*Advertisement-supported Video On Demand*)

Neste modo, o serviço disponibiliza os vídeos sem qualquer tipo de preço a pagar pelo utilizador, sendo este o tipo de modelo de negócio mais utilizado na Internet. O utilizador quando visualiza qualquer vídeo que pretenda aceder, este apresenta publicidade em algum ponto do vídeo, podendo ser apenas uma vez ou várias vezes. A publicidade garante à empresa que fornece o serviço de *streaming* o valor necessário para garantir a sua sustentabilidade, deixando de ser necessário o utilizador pagar para ter acesso à plataforma de vídeos.

4 – Modelos Híbridos

Existem vários modelos híbridos possíveis, como por exemplo combinar AVOD com SVOD, onde neste caso o utilizador tem acesso a vídeos com publicidade, podendo optar por pagar uma subscrição e ter direito a visualizar vídeos sem publicidade. Uma combinação de SVOD com TVOD também é perfeitamente possível, onde o utilizador pode optar por uma subscrição com um direito a um número limite de visualização de vídeos, tendo posteriormente que pagar para ver cada vídeo extra.

No que diz respeito aos modelos de negócio, existem várias soluções diferentes que permitiram que as empresas se diversificassem, oferecendo serviços com características únicas. O utilizador desta forma consegue escolher, de uma forma mais alargada, o serviço que vai ao encontro das características pretendidas.

6. MERCADO

Nos últimos anos, o crescimento de serviços de *streaming* de vídeo tem sido considerável, devido ao a um aumento no número de utilizadores que têm interesse em visualizar vídeos na Internet, sejam estes partilhados por outros utilizadores (como o *Youtube*, *Dailymotion*, etc), ou vídeos com conteúdos normalmente disponibilizados na televisão (como a *Netflix*, *Hulu*, etc), ou ainda a disponibilização de eventos em direto. [10]

Muitas empresas obtiveram um êxito considerável, tendo em conta que esta tecnologia foi muito bem aceite pela sociedade. Abaixo apresenta-se uma descrição dos serviços de *streaming* mais conhecidos da atualidade:

A *Netflix* começou por ser uma empresa cujo principal serviço centrava-se na entrega de DVDs por correio. Hoje, conta com mais de 75 milhões de utilizadores, oferecendo um serviço de *streaming* com filmes e séries que passam na televisão. Mais de 190 países têm acesso a esta plataforma.

A nível de conteúdos disponibilizados, a *Netflix* tem uma biblioteca relativamente robusta sendo que a sua maior área corresponde a filmes. A sua coleção de séries de televisão tem vindo a crescer recentemente, tendo obtido muito sucesso na divulgação da série “*House Of Cards*”, produzida pela *Netflix*.

O modelo de negócio da *Netflix* baseia-se no sistema SVOD, oferecendo um serviço mensal a começar em 9 dólares por mês no mercado dos Estados Unidos. Existe um serviço que custa 12 dólares por mês, onde os subscritores têm acesso à coleção de conteúdos exibidos na resolução Ultra-HD (UHD 4K).

A *Netflix* opera em Portugal por um preço base de 7,99 euros, oferecendo ainda dois pacotes por um preço mais elevado que disponibilizam conteúdos em HD e UHD.

A nível de compatibilidade, a *Netflix* é acessível por todos os equipamentos que podem beneficiar deste serviço, nomeadamente consolas, *Boxes de Streaming*, *Smartphones*, *Tablets*, *Smart Tv*, etc.

Em 2006 a *Amazon* diversifica a sua área de ação e cria a *Amazon Video*, serviço que disponibiliza VOD (*video on demand*) nos Estados Unidos, Reino Unido, Japão, Áustria e Alemanha.

Em termos de conteúdos, o serviço de *streaming* da *Amazon* começou por fornecer segundo o modelo de negócio TVOD, ou seja, cobrava ao utilizador por cada vídeo que visualizasse. Posteriormente, acabou por adaptar o serviço para SVOD, ou seja, passou a permitir que os utilizadores subscrevessem o serviço, mediante um pagamento fixo mensal. A biblioteca disponibilizada não é tão rica como a da *Netflix* estando atualmente a realizar parcerias com produtoras de série para disponibilizar conteúdos exclusivos.

Para subscrever este serviço o utilizador tem duas opções, onde pode pagar 99 dólares por ano ou 8,25 dólares por mês.

À semelhança do serviço disponibilizado pela *Netflix*, a *Amazon Video* pode ser usada em muitos equipamentos, nomeadamente consolas, *Tablets* e *Smartphones*.

A *Hulu* foi criada em 2007 graças à parceria entre vários transmissores de conteúdos de televisão, nomeadamente *NBC Universal*, *Fox Broadcasting* e *Disney-ABC*. Inicialmente a disponibilização de conteúdos de vídeo era grátis, tendo mais tarde passado a disponibilizar um serviço de *streaming* baseado no modelo de subscrição.

No que diz respeito a conteúdos, o ponto da forte da *Hulu* consiste na disponibilização de séries televisas, sendo o melhor serviço neste tipo de conteúdos, onde disponibiliza as séries antigas e há medida que estas vão surgindo. Tem como pontos fracos, a existência de uma biblioteca de filmes relativamente pequena, se comparada com a de outras empresas como a *Amazon* e a *Netflix*. Tem também como ponto fraco, a existência de publicidade independentemente de usar o serviço gratuito ou por via de subscrição.

Em termos de preços, é possível ter acesso ao *Hulu* sem qualquer tipo de pagamento, tendo acesso a uma pequena biblioteca de séries televisas. Se pretender ter acesso a uma biblioteca mais completa, onde estão incluídas as séries mais recentes, existe a subscrição *Hulu Plus* por 7,99 dólares por mês.

Este serviço pode ser usado em *Boxes de Streaming*, *Smart-TV*, *Smartphone*, ou *Tablet*.

Estes são atualmente os 3 serviços mais conhecidos de *streaming* de conteúdos televisivos.

Fundada em 2005, a *Youtube* criou uma biblioteca onde qualquer utilizador pode transferir um vídeo para esta, sendo visualizável por qualquer pessoa. Uma ideia relativamente simples fez com que a *Youtube* seja atualmente o segundo *site* mais visitado diariamente, com 4 biliões de visualizações de vídeo por dia e 6 biliões de horas de vídeos vistos por mês.

A nível de conteúdos, por ser uma plataforma de partilha de vídeos, tem todo o tipo de vídeos que se possa imaginar, desde artigos científicos, truques, instruções, *reviews* de produtos, diários de viagens, etc. Constituiu também uma excelente plataforma para os *vloggers*, ou seja, pessoas que partilham informações por meio de vídeos, muitas vezes constituindo o seu meio de negócio por esta via. O *Youtube* tem igualmente uma biblioteca de filmes grátis ou que são cobrados por visualização.

A nível de preços tem-se acesso a praticamente toda a biblioteca sem ter que pagar qualquer valor. Certos vídeos apresentam um custo que vão desde os 0,99 dólares a 3,99 dólares no mercado dos Estados Unidos, dando direito à sua visualização durante 2 dias após o primeiro acesso ao vídeo.

A nível de disponibilidade o *Youtube* pode ser usado em qualquer equipamento, uma vez que existe uma aplicação específica para *Smartphone*, *smart-TV*, *Boxes* e computadores.

Em conclusão, a escolha é bastante alargada e os serviços são bastante diferenciados preenchendo as eventuais preferências dos utilizadores. A *Amazon* e a *Netflix* dominam, no que diz respeito à disponibilização de filmes, sendo que a *HULU Plus* garante maior satisfação para aqueles que estão mais interessados nas séries televisas que passam igualmente na televisão. Quanto ao *Youtube* será sempre um serviço diferente que pela sua fama, garante uma escolha inesgotável de vídeos para todos os tipos de gostos. [11]

7. ASPETOS LEGAIS E SOCIAIS

A tecnologia de Internet Video Streaming enfrenta consistentemente questões de natureza legal e regulamentar. Esta secção aborda essas mesmas questões, como a aquisição de conteúdo, normas, qualidade de serviço e as questões de propriedade.

Atualmente, com o desenvolvimento da tecnologia, aumento da largura de banda e produtos mais variados, o streaming de conteúdos com direitos de autor na Internet está a tornar-se numa escolha popular entre consumidores.

Os fornecedores deste tipo de serviços precisam de estar envolvidos num processo de constante renovação, oferecendo conteúdos apetecíveis de forma a atrair e manter os seus clientes, garantindo os direitos necessários para a distribuição dos mesmos.

Os produtores dos conteúdos, salvaguardados pelos direitos de autor, também procuram garantias de uma distribuição segura e legal, que salvguarde os seus interesses.

Esta tecnologia, por si só, é de conteúdo neutro. De facto, nos dias de hoje existem varias maneiras para os consumidores visualizarem estes conteúdos de forma legal, através de websites de

video streaming como Hulu, Netflix e Youtube por exemplo. Uma outra forma de combater os ditos streams online consiste nos “content owners” disponibilizarem o seu produto através das suas próprias plataformas sob o abrigo de uma subscrição. Exemplos disso são os portais ABC.com e HBO GO.

No entanto, a Europa assume uma abordagem completamente diferente. No dia 5 de Junho de 2014 o Tribunal de Justiça da União Europeia decidiu que é legal visualizar um conteúdo online (com ou sem direitos de autor). [13]

8. O FUTURO DA INTERNET VIDEO STREAMING

Estamos a assistir a uma transformação dramática na forma em como o conteúdo vídeo é criado, distribuído e rentabilizado. Esta mudança acontece devido ao crescimento em popularidade dos serviços de streaming de vídeo, sendo estes uns dos factores chave:

- Os serviços de TV estão em declínio, enquanto que os serviços de Internet Video Streaming estão em constante crescimento.
 - Usuários de Broadband estão a cortar nas suas subscrições de TV.
 - Os serviços de Streaming tornaram-se numa corrente popular pelo que cada vez mais ameaçam o cabo.
 - Existe mais que um vencedor nos serviços de streaming, e os criadores dos seus dispositivos estão a beneficiar.
- [14][15]

Referências bibliográficas

- [1] Streaming:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Streaming#V.C3.ADdeo>
- [2] A history of media streaming and future of connected tv:
<http://www.theguardian.com/media-network/media-network-blog/2013/mar/01/history-streaming-future-connected-tv>
- [3] A short history of online video:
<http://blog.treepodia.com/2012/02/a-short-history-of-online-video-part-1-before-youtube/>
- [4] Streaming Media:
https://en.wikipedia.org/wiki/Streaming_media
- [5] What is Streaming:
<http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-is-Streaming-74052.aspx>

[6] Consumo de video streaming em portugal:
<http://www.itchannel.pt/news/hardware/portugueses-sao-dos-que-mais-consomem-streaming-de-video-e-de-musica-na-europa>

[7] Media Streaming over the Internet:
https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_292-kozamernik.pdf

[8] Streaming Video over the Internet: Approaches and Directions:
<http://inst.eecs.berkeley.edu/~ee290t/sp04/lectures/wu01streaming.pdf>

[9] MPEG-4:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>

[10] Video on demand revenue models:
<https://studio.muvi.com/video-on-demand-revenue-models-whats-the-best-for-your-business.html>

[11] Youtube Red vs Hulu vs Netflix comparison:
<https://www.nerdwallet.com/blog/utilities/youtube-red-hulu-netflix-amazon-prime-hbo-go-comparison/>

[12] Streaming media:
<http://www.faulkner.com/freereport/streamingmedia.htm>

[13] Copyright aspects of downloading and streaming:
https://en.wikipedia.org/wiki/Copyright_aspects_of_downloading_and_streaming

[14] How video streaming services are changing the future:
<http://www.businessinsider.com/how-video-streaming-services-are-changing-the-future-of-tv-2015-127>

[15] The future of tv is here and can cable survive:
<http://www.forbes.com/sites/gregsatell/2015/06/06/the-future-of-tv-is-here-can-cable-survive/#43b2333f428b>