

# SERVIÇOS DE STREAMING OVER THE TOP

Lúcia Carreira, Nº 63439; Miguel Ribeiro, Nº 65440; Sérgio Paiáguas, Nº 65486

MEEC, Instituto Superior Técnico

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

## Resumo

A grande evolução e disseminação das redes IP de banda larga nos últimos anos tem vindo a mudar significativamente a forma como consumimos conteúdos audiovisuais. De facto, vários estudos indicam que as novas gerações privilegiam cada vez mais os conteúdos *On-Demand* do que a programação genérica fornecida pela televisão tradicional. Assim, não é de estranhar o aparecimento de serviços de *Streaming Over the Top* (OTT) que disponibilizam conteúdos altamente personalizados em qualquer plataforma com acesso à Internet, não estando assim dependentes de uma infraestrutura extensa e dispendiosa. Neste artigo, o paradigma OTT é apresentado em detalhe, salientando os seus aspectos técnicos, bem como as repercussões inevitáveis que tem nos modelos de negócio tradicionais dos fornecedores de serviços *Triple Play*.

**Palavras Chave** - OTT, Streaming, PayTV, VOD, Triple Play, ISPs, H.264, Netflix, Hulu

## 1 Introdução

Ao longo dos últimos anos, tem-se registado uma mudança de paradigma no que se refere ao consumo de conteúdos televisivos. De facto, um estudo global realizado pela *Motorola Mobility* [1], indica que grande parte dos consumidores dá preferência a conteúdos pagos e diferenciados, em detrimento da programação genérica oferecida pelos fornecedores de canal aberto. Aliada à rápida proliferação de diferentes tipos de dispositivos onde é possível aceder a este tipo de conteúdos, esta nova tendência abriu portas a um novo modelo de negócio, o *streaming over-the-top*, ou *OTT streaming*.

Na filosofia *OTT*, e ao contrário do que acontecia no passado, os conteúdos televisivos deixam de estar intrinsecamente associados a um dado fornecedor de serviço de telefonia e dados, usualmente designado por *telco*, do inglês, *telecommunications company*, passando a ser disponibilizados directamente pelos próprios produ-

res ou empresas de distribuição que lhes são próximas. Encurta-se, assim, a distância entre os produtores e o cliente final, dando a este último a possibilidade de fazer uma selecção mais personalizada daquilo a que quer assistir em cada momento. Ao mesmo tempo que se reduzem os custos associados, dado que se elimina a necessidade de pagar por “pacotes” pré-definidos que não correspondem, necessariamente, aos interesses do consumidor.

Neste artigo são apresentadas as principais características técnicas e desafios inerentes a um serviço de *streaming OTT*, tomando como exemplo os populares serviços Hulu e Netflix, tendo este último reportado um número de subscritores próximo dos 24.4 milhões no último trimestre de 2011 [2]. Na secção 2, é detalhada a estrutura geral de um serviço *OTT*. Os serviços Hulu e Netflix são apresentados em maior pormenor, incluindo uma breve descrição dos modelos de negócio pelos quais se regem. Apresenta-se, também, a perspectiva do utilizador, nomeadamente quais os aparelhos que podem ser utilizados para aceder a este tipo de serviços, bem como as diferenças fundamentais entre eles. Refere-se, ainda, a perspectiva das *telcos* que detêm as rede que suportam estes serviços. Na secção 3 dá-se particular ênfase às tecnologias e infraestruturas que suportam este tipo de serviços, bem como às *nuances* técnicas que envolvem a transmissão e codificação de áudio e vídeo em tempo real. Finalmente, nas secções 4 e 5, que precedem a conclusão, apresenta-se o estado de adopção e maturidade de serviços *OTT* em Portugal, bem como qual a evolução esperada, tanto a curto como a médio prazo.

## 2 Streaming Over the Top

Um serviço de *OTT streaming* caracteriza-se essencialmente pela distribuição de conteúdos de áudio e vídeo através da Internet, suportando-se numa infraestrutura que não lhe pertence e que é, por norma, gerida e mantida por *ISPs*, *Internet Service Providers*, ou *telcos*, num sentido mais lato. Esta filosofia contrasta claramente

com os serviços de IPTV tradicionais, usualmente incluídos numa oferta *triple-play*, em que o provedor do serviço detém e mantém a sua própria rede, podendo ajustá-la às suas necessidades. Este controlo permite que seja facilmente garantida uma certa qualidade de serviço, *QoS*, na literatura anglo-saxónica.

Por outro lado, ao se suportarem simplesmente no protocolo HTTP, os serviços *OTT* estão sujeitos a flutuações na largura de banda da rede onde estão a ser usados, o que afecta, naturalmente a qualidade da experiência de visualização. Actualmente, as redes IP de banda larga disponíveis, aliadas a novos protocolos desenvolvidos especialmente para *OTT*, permitem obter níveis de qualidade suficientemente altos para realizar *streaming* de conteúdos de alta-definição em tempo real através da Internet. É ainda importante notar que, apesar de partilharem algumas características, tal como o protocolo HTTP, o *OTT streaming* difere dos serviços de *Video On Demand*, popularizados por portais como o *Youtube*. Nestes casos, não existem restrições de tempo-real, sendo que o ficheiro a ser visualizado já existe no servidor na sua totalidade e é progressivamente transferido para o utilizador, enquanto a fracção já transferida é reproduzida [3].

Apesar da utilização do protocolo HTTP não permitir garantir um certo nível de *QoS*, este possui a grande vantagem de ser comum a todos os aparelhos capazes de se conectarem à Internet. Desta forma, os conteúdos transmitidos estão disponíveis em qualquer local e em qualquer um destes aparelhos, desde que suportem o protocolo de *OTT* associado. De resto, a inexistência de um protocolo único para a realização de *OTT streaming* é um factor que decerto condiciona a adopção destes serviços, já que limita os utilizadores a consumir apenas os conteúdos disponíveis nos protocolos suportados pelos terminais que utilizam, como se tornará evidente ao longo deste artigo.

## 2.1 Exemplos de sucesso

O serviço gratuito da Hulu opera com base na Web, ou seja, a entrega de conteúdos aos destinatários é feita com base não numa rede própria mas numa rede já existente, tornando-se assim um serviço *Over the Top*. Numa abordagem inicial de mercado, a empresa fornecia conteúdos televisivos a parceiros de distribuição, como o Facebook, o MSN, o Myspace ou o Yahoo, que assim enriqueciam os seus portais sem terem que lidar directamente com múltiplos produtores de conteúdos. Embora esta vertente ainda se mantenha activa, o serviço de *streaming* directo tornou-se o principal modelo de negócio da Hulu, disponibilizando filmes e séries, entre outros, nos Estados Unidos e Japão.

Para além do serviço de base, existe ainda uma ver-

tente *premium*. O Hulu Plus é um serviço sujeito a uma subscrição mensal, bastante baixa, que concede ao utilizador acesso a uma maior quantidade de conteúdos de vídeo. A grande vantagem em relação ao Hulu (base) é a possibilidade de realizar *streaming* dos conteúdos a partir de uma grande variedade de plataformas, como por exemplo televisões com ligação à Internet, Smartphones, consolas de jogos com ligação à Internet e o Roku Streaming Player. Note-se que é sempre necessária a existência de uma conexão à Internet.

Adicionalmente, existe ainda uma aplicação *standalone* que permite visualizar conteúdos sem utilizar um *browser*, o *Hulu Desktop*. Neste caso, é necessário fazer o download da aplicação, à semelhança dos serviços da Joost e da Netflix. O programa corre em computadores pessoais (Windows, Linux e Mac) e pretende proporcionar uma experiência de utilização mais imersiva.

## 2.2 Perspectiva do consumidor

### 2.2.1 Comparativo dos serviços

Os serviços da Netflix e da Hulu são muito semelhantes em termos de experiência de utilização. Assim, o grande ponto diferenciador reside no tipo de conteúdos disponibilizados. A Hulu foi criada por produtoras de conteúdo para televisão por cabo, entre elas NBC, Fox, ABC, CBS e Nickelodeon. Dito isto, não é de estranhar o forte foco que coloca nas séries televisivas, chegando mesmo a disponibiliza-las na manhã seguinte à emissão. A Netflix, por outro lado, encontra-se mais direccionada à distribuição de filmes, oferecendo uma biblioteca muito mais vasta neste domínio que a sua concorrente, que privilegia conteúdos mais recentes.

A Netflix tem ainda uma modalidade adicional que, numa era em que a indústria se encontra claramente a evoluir no sentido de abandonar os suportes físicos, não deixa de ser curiosa. De facto, além do seu serviço de *streaming* ilimitado por 8 \$/ mês, existe ainda um serviço postal de DVDs que pode ser subscrito pelo mesmo montante e que possibilita o aluguer de um filme ou videojogo, de cada vez. No fim do prazo de aluguer, o DVD deve ser devolvido no envelope em que foi recebido, não existindo multas por se ultrapassar o prazo de devolução. Embora este possa parecer um modelo de negócio algo desactualizado, ainda mais se for tido em conta que existe há 12 anos, continua a ter uma expressão significativa, sendo mesmo uma das razões por detrás da grande base de utilizadores de que goza a Netflix.

### 2.2.2 Equipamentos

Um dos principais pontos fortes deste tipo de serviços é, sem dúvida, a enorme variedade de plataformas em que podem ser usados, já que se suportam inteiramente

em conexões à Internet já existentes. Como não poderia deixar de ser, a mais óbvia destas plataformas é o computador pessoal, fazendo para isso uso de um vulgar *browser* com tecnologias como o Flash, que apresenta uma taxa de penetração acima dos 98 % [16].

No campo móvel, a taxa de penetração de *tablets* e *smartphones* está a aumentar de dia para dia. Esta classe de dispositivos, em que é possível aliar a componente de trabalho à componente lúdica, está a dar um forte contributo à popularização dos serviços de *streaming* OTT, visto que quase todos eles suportam estes serviços. Neste grupo incluem-se os dispositivos da Apple, Android ou mesmo os da Microsoft e o Kindle da Amazon. Pode-se assim usufruir destes serviços em qualquer lugar, embora a subscrição de um plano de dados generoso seja aconselhável, dada a quantidade de dados a ser transmitida.

Adicionalmente, a última geração de consolas lançadas no mercado (Wii, Xbox 360 e PlayStation 3) tem a capacidade de ligação à Internet. Além disso, e estando, por defeito, ligadas à televisão, tornaram-se num alvo interessante e natural para os provedores de serviços OTT, pois proporcionam uma experiência de utilização mais tradicional e próxima daquilo a que os consumidores estão habituados num serviço de televisão. Deste modo, introduz-se uma nova funcionalidade num equipamento que o utilizador possa ter adquirido previamente, não sendo necessário a compra de um dispositivo dedicado. A popularidade desta solução está em claro crescimento, como se comprova por um estudo da empresa de medição de audiências *Nielsen* que indica que mais de metade dos utilizadores do serviço Netflix já usa esta plataforma para se ligar ao popular serviço de *streaming* [12].

O desejo de gozar de uma experiência mais próxima da televisiva convencional, principalmente por parte de faixas etárias mais adultas, tem potenciado o rápido desenvolvimento e comercialização de *set top boxes* especialmente dedicadas a este tipo de serviços. Estes pequenos aparelhos, como por exemplo a Roku (Fig. 1) ou a TiVo, têm a capacidade de reproduzir conteúdos de uma grande variedade de empresas de serviços de *streaming*, tais como a Hulu, a Netflix, a Joost, entre outros. A Roku, na sua versão mais simples, possui um *design* cuidado e sóbrio, ligação sem fios à Internet, reproduz vídeo com resolução de 720p e pode ser ligada a qualquer televisão. A isto acresce ainda uma área de aplicações que permite disfrutar de jogos como o popular *Angry Birds*. O preço varia entre os cerca de 50 dólares da versão mais simples, e os 100 dólares da versão *XS* que possibilita reprodução em 1080p e inclui um comando remoto com detecção de movimento especialmente desenhado para jogos.

Já a televisão, o antigo meio primordial de entretenimento em casa, tem vindo a perder o seu lugar de destaque como grande fonte de conteúdos multimédia em



Figura 1: *Set top box* Roku

detrimento da Internet, principalmente junto das gerações mais jovens [13]. Em grande parte, esta tendência deve-se ao facto dos conteúdos na televisão não serem tão vastos, personalizáveis e com acesso praticamente instantâneo. Dito isto, seria lógico trazer este tipo de conteúdos para a própria televisão, dotando-a de ligação à Internet. Com efeito, os grandes fabricantes destes aparelhos estão a apostar fortemente no conceito de *Smart TVs*, em que as funcionalidades típicas de *set-top-boxes* como a comercializada pela Roku são integradas na própria televisão. O (ainda) elevado custo e as controvérsias associadas com os produtores de conteúdos, que assim vêm ameaçados os seus contratos com as operadoras de cabo tradicionais [15], têm levado a uma adopção relativamente lenta destes aparelhos, embora a In-Stat preveja que em 2016 100 milhões de lares na América do Norte e Europa ocidental possuam televisões deste tipo [14].

### 2.3 Perspectiva dos ISPs

A popularidade crescente de serviços do tipo *Over the Top*, não só no campo do *streaming* de conteúdos, mas também de voz sobre IP, do qual o *Skype* é o exemplo mais significativo em termos de popularidade, tem levantado cada vez mais preocupações por parte das operadoras de telecomunicações e provedores de serviços de Internet no geral, quanto à sustentabilidade do seu modelo de negócio. De facto, como foi referido anteriormente, estes serviços servem-se da infraestrutura mantida pelos ISPs para distribuir os seus conteúdos, relegando-os para uma posição em que apenas agem como *bit-pipes*, potencialmente reduzindo as suas margens de lucro [4].

Tendo em conta que estes serviços muitas vezes competem directamente com as ofertas dos próprios ISPs, particularmente quando estes fornecem serviços de conectividade móvel, levantam-se importantes questões sobre a neutralidade das redes de dados, *network neutrality*, e até que ponto diferentes conteúdos são tratados de igual modo. Embora grande parte dos intervenientes na discussão defenda que as redes de dados devem operar de forma agnóstica em relação aos conteúdos que transportam, a cooperação entre o fornecedor de conteúdos e o gestor da rede pode trazer vantagens ao cliente final, nomeadamente a nível de qualidade de serviço [4].

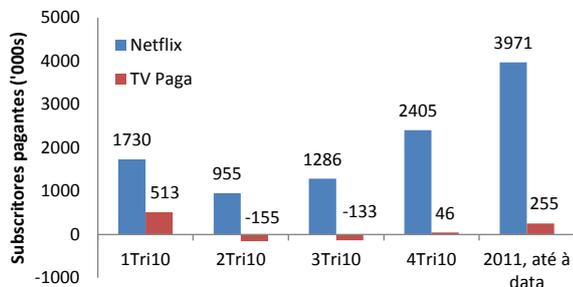
Por outro lado, alguns operadores iniciaram a distribuição de conteúdos numa perspectiva *OTT*, com vista a atrair novos clientes e a penetrar novos mercados que, de outro modo, apenas conseguiriam através de grandes investimentos nas suas já dispendiosas infraestruturas [5].

## 2.4 Streaming OTT vs PayTV

As empresas de serviços de *streaming OTT* fornecem serviços de base gratuitos ou mediante o pagamento de uma mensalidade bastante baixa comparada com a das operadoras de PayTV. Oferecem, legalmente, conteúdos semelhantes aos oferecidos pelas operadoras de televisão ou pela indústria cinematográfica, com qualidade equivalente ou, por vezes, superior. Logo, é de esperar que as receitas geradas pelos conteúdos e o número de subscrições de serviços de televisão paga (*PayTV*) decresçam, Fig. 2. De facto, uma grande percentagem de utilizadores com subscrições de serviços OTT considera a hipótese de prescindir do contrato de TV por cabo [9].

Do ponto de vista dos detentores de conteúdos, estudos realizados [11] indicam que caso se substituíssem totalmente os serviços de PayTV por serviços de *streaming OTT*, as receitas das indústrias de vídeo decresceriam significativamente. Uma das soluções que tem vindo a ser utilizada para encurtar esse *gap* é a inclusão de publicidade nos conteúdos enviados ao utilizador.

### Evolução dos subscritores do Netflix



Fonte: Netflix e estimativas de Stifel Nicolaus, Março 2011

Figura 2: Comparação do número total subscritores e da taxa de aumento em duas formas de distribuição de conteúdos: *Streaming OTT* (Netflix) e cabo/*PayTV*.

Tradicionalmente, uma das maiores armas de defesa que a PayTV possui é a transmissão de conteúdos em directo. Isto deve-se fundamentalmente aos casos em que os consumidores privilegiam fortemente uma experiência de visualização em tempo real, como por exemplo na transmissão de eventos desportivos. No entanto, no intuito de chegar ao maior número de consumidores possível, os detentores de conteúdos começam a fornecer os mesmos conteúdos através de *live streaming* em

plataformas OTT. Este facto faz com que seja eliminada a exclusividade de visualização de certos conteúdos *live* através de serviços PayTV.

## 3 Perspectiva Técnica

### 3.1 Formatos de Streaming OTT

Actualmente existem cinco protocolos de *streaming* concorrentes, em diferentes estados de desenvolvimento e adopção, sendo que quatro deles são propostos por empresas que operam na área das tecnologias da informação, enquanto que apenas um é especificado por entidades de telecomunicações independentes, nomeadamente a 3GPP, *3rd Generation Partnership Project* e a MPEG-LA:

- HTTP Live Streaming (HLS), promovido pela Apple.
- WebM, desenvolvido pela Google.
- Silverlight Smooth Streaming, desenvolvido pela Microsoft
- HTTP Dynamic Streaming, promovido pela Adobe.
- Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (MPEG-DASH), especificado pela 3GPP e MPEG-LA.

Embora todos estes protocolos possuam diferentes características técnicas, todos eles apresentam um factor comum: o débito binário adaptativo, que lhes permite adaptar-se à capacidade do canal que utilizam num dado momento, garantindo assim que a experiência de utilização é sempre a melhor possível e que não sofre interrupções. A implementação desta técnica é semelhante em todos os protocolos referidos excepto no caso do Google WebM. Enquanto que nos restantes a selecção do débito binário a utilizar é realizada pelo receptor, com base no tempo de transmissão de um segmento de ficheiro, no caso do WebM é o servidor que efectua esta gestão. Neste protocolo, o servidor mantém uma memória tampão (*buffer*) onde são guardados os pacotes a serem enviados. À medida que estes são enviados, a um certo débito, o servidor avalia a capacidade do receptor de os receber correctamente e ajusta o débito binário, caso seja necessário.

Além da diferença no que se refere à gestão do débito adaptativo, o WebM apresenta ainda outra variação relevante em relação aos outros formatos. De facto, enquanto nas restantes quatro alternativas o conteúdo é “segmentado” em blocos de curta duração, cerca de 10 segundos no caso do HLS, aos quais é associada uma *playlist* que indica a localização de cada um destes elementos, no WebM cada *stream* é visto como um ficheiro

único pelo receptor. Apesar de esta implementação dificultar a utilização de *caches* para reduzir a latência no acesso aos dados, possui a vantagem de ser o único formato que, no fim da transmissão, resulta num ficheiro completo, passível de ser reproduzido na íntegra [3].

Assim, uma vez que os cinco formatos apresentam várias semelhanças a nível técnico, excepção feita ao já mencionado WebM, o verdadeiro ponto diferenciador advém dos *codecs* de áudio e vídeo utilizados e, talvez mais importante, o ecossistema envolvente. De facto, é inegável que o sucesso de um qualquer formato está fortemente dependente da quantidade de dispositivos em que está disponível ou de quão fácil é a sua integração em *software* já existente, no caso dos *browsers*, por exemplo. Dito isto, é de esperar que os formatos “apadrinhados” pela Apple e Google possuam uma significativa vantagem face aos restantes, dado o sucesso das suas plataformas móveis iOS e Android, respectivamente. Na tabela 1, apresenta-se uma comparação dos cinco formatos em termos de *codecs* utilizados, bem como de dispositivos móveis, *set-top-boxes* (STBs) e *browsers* suportados.

Formato	Codecs	Plat. móveis	STBs	Browsers
HLS	H.264/AAC	iOS, WebOS, Android (3.0+)	Airties, Netgem, Amino, Roku	Safari (Mac)
WebM	VP8/VORBIS	Android	Google TV STBs	Todos
SSS	H.264/AAC	WP7, iOS, Android	XBox	Todos
HTTP-DS	H.264, MP3, VP6/AAC	Android, WebOS, Blackberry	-	Todos
DASH	Todos	-	-	-

Tabela 1: Características dos cinco formatos de *OTT streaming*

### 3.2 Áudio e Vídeo

Tome-se agora como exemplo o caso do serviço Hulu. À semelhança do Youtube, o *streaming* dos conteúdos é realizado em formato FLV (Flash Video Files) e, portanto, requer um reprodutor de Flash, o Adobe Flash Player, que deverá ser instalado no *browser* que se pretende utilizar. Actualmente, todos os *browsers* suportam este tipo de tecnologia, pelo que praticamente não existem restrições deste tipo para que se possa efectuar *streaming* de uma forma satisfatória. No entanto, nos *browsers* presentes em dispositivos móveis, em particular nos comercializados pela Apple, não existe suporte para esta tecnologia, dado os elevados recursos computacionais que exige. Embora esta informação não esteja publicamente disponível, é de supor que o Hulu utilize os formatos de *streaming* descritos na secção anterior para disponibilizar o serviço nos dispositivos móveis que suporta.

Os conteúdos enviados para o utilizador, em formato

FLV, são codificados com diferentes ferramentas, consoante a resolução utilizada e o débito binário da ligação. No caso dos débitos mais baixos, 500 kbps e 700 kbps, o conteúdo é codificado com o codec On2 Flash VP6. Para os débitos superiores, 1000 kbps, 2.5 Mbps e 3.2 Mbps é utilizado o codec H.264, compatível com versões de Flash superiores à 10. A codificação dos conteúdos é feita dinamicamente, de forma a equilibrar os requisitos pedidos pelo utilizador (*e.g.* resolução) e os efectivamente disponibilizados pelo Hulu, de forma a proporcionar ao utilizador a melhor experiência de visualização possível.

Quanto à qualidade dos ficheiros enviados, é de referir que o Hulu utiliza 4 diferentes *scan rates*: 288p, 360p (resolução *standard*) e 480p e 720p (alta definição), sendo que maiores resoluções requerem que a ligação suporte, em média, débitos superiores, tal como se pode observar na tabela 2. Estes *scan rates* dizem respeito ao número de linhas da imagem que é transmitida e à forma como estas são enviadas. Assim, uma resolução de 720p corresponde a um vídeo com 1280 colunas por 720 linhas enviadas de forma *progressiva*, isto é, cada *frame* é exibida com todas as linhas, ao contrário do que acontece com os métodos *interlaced* que exibem as linhas ímpares e pares alternadamente, o que introduz artefactos, especialmente notórios em conteúdos com muito movimento, tais como desporto automóvel ou basquetebol.

Qualidade	Débito Binário Médio
288p	500 kbps
360p	700 kbps
480p	1000 kbps
720p (HD)	2.5/3.2 Mbps

Tabela 2: Débito Binário médio para as qualidades especificadas.

Apesar de ser possível alternar entre 360p e 480p facilmente, a resolução máxima de 1280 x 720 só é atingida quando se fazem pedidos à *Hulu HD Gallery*. Neste último caso, a resolução dos conteúdos situa-se entre a oferecida pelo DVD (720 x 480 ou 720 x 576) e pelo Blu-Ray (1920 x 1080). No entanto, os débitos binários médios do DVD e do Blu-Ray são muito elevados, cerca de 9.8 Mbps e 36 Mbps respectivamente, o que nunca permitiria fazer *streaming* de forma eficiente e com boa qualidade, mesmo com as grandes velocidades de acesso à Internet de que hoje dispomos. De facto, o Hulu faz *streaming* HD a 3.2 Mbps, valor significativamente inferior aos dois casos anteriores.

O *segredo* para este *bitrate* reduzido está no *codec* de vídeo utilizado, o H.264/AVC. Este *codec* de última geração, desenvolvido pela parceria *Joint Video Team*, permite taxas de compressão que podem superar o antigo

MPEG-2, utilizado em DVD, em mais de duas vezes. Mais, a existência de vários perfis de qualidade permitem que seja utilizado em situações com limitações de largura de banda fundamentalmente diferentes. Com efeito, embora o Blu-Ray utilize este *codec*, não o usa com os mesmos parâmetros que um serviço de *streaming* de vídeo pela Internet.

Entre outros, um dos parâmetros principais, e que muito influência o débito binário final, refere-se a uma técnica conhecida como *chroma subsampling* na literatura anglo-saxónica. Esta técnica permite que as componentes de cor da imagem sejam codificadas com uma resolução inferior à componente que transmite a luminância, isto é, a intensidade luminosa global desta. Assim, num sistema 4:4:4, tanto a luminância como as duas crominâncias são codificadas no mesmo número de colunas e linhas, enquanto que em 4:2:2, as crominâncias utilizam metade das linhas e em 4:2:0 as duas componentes de cor utilizam metade das linhas e colunas que a componente de luminância. Na tabela 3 são exemplificados os 3 níveis de sub-amostragem cromática permitidos pelo H.264, para uma resolução de 1280x720.

Formato	Luminância	Crominâncias
4:4:4	1280x720	1280x720
4:2:2	1280x720	640x720
4:2:0	1280x720	640x360

Tabela 3: Resolução de cada componente de imagem nos três formatos de *subsampling* permitidos pelo H.264.

No *streaming* de conteúdos na Internet é, portanto, natural utilizar o formato 4:2:0 o que reduz significativamente o débito binário necessário à transmissão, já que cada *frame* é composta por metade dos pixels que seriam necessários caso fosse usado o sistema 4:4:4. Só por si, esta modificação já contribui significativamente para a redução do *bitrate*, no entanto os perfis do H.264 definem muitos outros parâmetros que tornam possível baixar este valor ainda mais, em troca de uma redução da qualidade, até que seja adequado à aplicação em questão.

Embora o H.264 seja usado para codificar os conteúdos HD do Hulu, as resoluções de 288 e 360p recorrem a um *codec* proprietário da empresa On2 designado VP6 incluído no Adobe Flash Player. Em relação ao H.264, apresenta uma menor complexidade e melhor desempenho para débitos baixos mas, a sua grande vantagem reside no facto de não acarretar o pagamento de *royalties*. De facto, a utilização do standard H.264/AVC implica o pagamento de *royalties* pela propriedade intelectual associada por cada dispositivo vendido, ao que acresce ainda o custo de desenvolver ou adquirir um par

codificador-descodificador que implementem um ou vários dos seus perfis. Por outro lado, a implementação do *codec* VP6 requer apenas que este seja comprado à On2, dispensando quaisquer pagamentos adicionais. Infelizmente, a sua natureza proprietária traduz-se numa taxa de adopção muito baixa, sendo usado num número muito reduzido de aplicações.

Enquanto que o Hulu oferece vários níveis de qualidade, nomeadamente SD e HD, outras empresas como a Apple ou a Netflix focaram-se exclusivamente em formatos de alta qualidade, 480p e 720p. Estes operadores optaram por privilegiar a qualidade em detrimento do débito binário necessário, resultando em 3.8 Mbps no caso do Netflix e 4.1 Mbps no da Apple, ambos para 720p. No entanto, enquanto que a Apple utiliza também o *codec* H.264, no Netflix os conteúdos são enviados num *stream* com ficheiros de áudio (estéreo) WMA, transferidos ao débito binário de 128 kbps, e ficheiros de vídeo com qualidade 720p HD codificados com o *codec* VC-1 Advanced Profile, uma alternativa ao H.264 desenvolvida pela Microsoft, e transferidos ao ritmo de 2.6Mbps ou 3.8 Mbps[8].

## 4 OTT em Portugal

Em Portugal, os serviços de *streaming OTT* existentes resumem-se essencialmente ao *streaming* de canais televisivos por parte das próprias estações. De facto, não existem empresas portuguesas, ou que operem em Portugal, comparáveis à Netflix nem à Hulu. Pode-se especular um pouco sobre as razões de tal cenário. Portugal possui uma indústria cinematográfica bastante pequena quando comparada aos grandes gigantes americanos, detentores de grande parte dos conteúdos consumidos no nosso país. Assim, e dada a dimensão do mercado nacional, será necessário esperar que as empresas de *streaming OTT* se estendam a nível global para que possamos beneficiar das inúmeras vantagens oferecidas por estes serviços. Este processo não é, no entanto, mais célere devido ao facto dos produtores americanos aplicarem modelos de negócios distintos para o mercado interno e para o internacional. Em particular, os serviços de OTT não detêm os direitos de transmissão dos seus conteúdos para o mercado internacional, numa tentativa de garantir que os canais de televisão de cada país mantenham a exclusividade, maximizando assim as receitas dos produtores. Por outro lado, em Portugal, existe o costume de fazer contratos numa perspectiva *triple play*, ou seja, agrupar os serviços de televisão paga, telefone fixo e internet num mesmo pacote. Este facto pode representar um entrave à substituição dos serviços de *PayTV* por serviços de *streaming OTT*, visto que abdicar do serviço de TV significa também abdicar dos serviços adicionais

de internet e telefone.

Destaca-se, porém, a tentativa realizada pela empresa Meo para descentralizar a visualização de conteúdos. Nesse sentido, criaram a aplicação *Meo Go* que consiste numa variante do serviço para plataformas móveis (Android, iOS e Windows Phone). Apesar de ser um serviço ligado à PT, também funciona nas redes concorrentes, bastando para isso que o dispositivo móvel tenha ligação à internet. A ZON também criou um serviço *Iris* com funcionalidades semelhantes, apesar de funcionar numa variedade de plataformas menor. Assim, conclui-se que estes serviços podem ser encarados como um impulso inicial, a nível nacional, de implementação de *streaming OTT*.

## 5 Futuro

Apesar do inegável aumento de popularidade dos serviços de *streaming* do tipo OTT ao longo dos últimos anos, a maioria do público continua a dar primazia aos conteúdos disponibilizados pelos seus fornecedores de serviços *triple-play*, que já incluem *Video On-Demand (VOD)* na sua oferta [19]. No entanto, os fornecedores de IPTV já começam a temer que a oferta destes novos serviços baseados na Internet venham a pôr em causa a sua sustentabilidade, da mesma forma que se tem vindo a assistir ao decaimento dos suportes físicos. Um exemplo paradigmático deste decaimento é o modelo de negócio inicial, e que ainda perdura, da Netflix que consiste no aluguer de conteúdos em suporte físico (DVD) enviados pelo correio ao utilizador. Em tempos a grande fonte de rendimentos desta empresa, prevê-se que este negócio atinja o seu máximo em 2013, altura a partir da qual se observará uma diminuição progressiva do volume de negócio[20].

De facto, é expectável que se assista à substituição gradual dos serviços de PayTV por serviços de *streaming* devido às suas inúmeras vantagens, das quais se destacam a utilização de uma rede não dedicada, que permite o acesso aos conteúdos em qualquer dispositivo e em qualquer lugar, e a possibilidade de visualizar conteúdos específicos. Dito isto, é natural que venham a surgir diferentes formas de pagamento do serviço. Como alternativa às subscrições mensais e serviços gratuitos a que já se aludiu, os conteúdos poderão vir a ser adquiridos de forma unitária, como acontece, por exemplo, com a empresa Psonar, que oferece *streaming* de músicas para dispositivos móveis cobradas por *stream* individual. No entanto, não é de esperar que a modalidade tradicional de subscrição mensal venha a ser completamente substituída por este método mais selectivo. De facto, embora muitos utilizadores consumam conteúdos televisivos de uma forma mais esporádica, muitos existem que

seguem regularmente séries e/ou outros programas regulares, tornando a subscrição mensal uma opção mais rentável.

## 6 Conclusão

O paradigma de *streaming over the top* tem ganhado cada vez mais popularidade e relevância face às ofertas tradicionais de conteúdos multimédia, tendo sido especialmente impulsionado por tarifários muito competitivos (ou até mesmo gratuitos, como no caso do Hulu) e uma grande selecção de conteúdos disponíveis em todas as plataformas, incluindo as móveis. Mais, o recente aparecimento de *set-top-boxes* como a Roku ou até mesmo de televisões com ligação à Internet, *Smart TVs*, tem trazido este tipo de serviços para a sala dos utilizadores, um espaço tradicionalmente dominado por serviços de televisão convencionais. Este rápido crescimento tem preocupado fortemente os fornecedores de televisão por cabo ou de soluções *triple play*, que vêm no *streaming* um forte inimigo ao seu modelo de negócio. No entanto, estes serviços baseados em redes próprias continuam a dominar as preferências da grande maioria dos utilizadores a nível mundial, ajudados, em grande parte, pela crescente popularidade dos serviços de vídeo *On Demand*.

No campo das infraestruturas, as redes de dados (cabo, fibra, etc) são hoje indiferenciadas, ao contrário do que acontecia no passado, em que eram geralmente divididas em telefone, internet ou televisão. A proliferação das redes IP, levaram a que esses dados formassem um fluxo de dados único, composto por pacotes, estando em discussão aberta até que ponto é legítimo discriminar positiva ou negativamente determinados tipos de conteúdos por forma a melhorar o fluxo de dados na rede e melhorar a qualidade de serviço e, por conseguinte, a qualidade da experiência do utilizador.

No âmbito nacional, o cenário é fundamentalmente diferente, com um domínio absoluto dos operadores de cabo sobre o consumo de conteúdos televisivos. Em parte, a inexistência de serviços de *streaming OTT* em Portugal pode ser atribuída à débil indústria cinematográfica e de produção de conteúdos, que se resume maioritariamente à produção de telenovelas. Mais, a predominância de subscrições de serviços *triple play* em detrimento da subscrição de cada serviço de forma isolada, leva a que os utilizadores não prescindam facilmente do seu contrato de televisão por cabo para passarem a utilizar serviços de *streaming*. Assim, não é de esperar que esta nova tendência tenha uma penetração muito elevada a curto prazo, a nível do público português, a menos que os serviços de *streaming* sejam acompanhados dos mesmos serviços adicionais de telefone e internet.

## Referências

- [1] Motorola Research Reveals New TV Viewing Habits Toward Paid Content and Social Television
- [2] <http://topics.nytimes.com/top/news/business/companies/netflix-inc/index.html>
- [3] White Paper - OTT Streaming - 2nd edition, September 2011. Lionel Bringuier, CTO, Anevia
- [4] Chiang M., "The Content-Pipe Divide"[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5202802&tag=1](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5202802&tag=1)
- [5] <http://gigaom.com/video/verizon-ott/>
- [6] <http://www.hulu.com/>
- [7] <http://computer.howstuffworks.com/internet/basics/hulu4.htm>
- [8] <http://www.anandtech.com/show/5267/netgear-ntv200-overthetop-streaming-for-nonnetworked-tvs/4>
- [9] <http://techcrunch.com/2011/01/05/netflix-streaming-internet-tv/>
- [10] <http://techcrunch.com/2011/12/26/people-spend-twice-time-netflix-hulu/>
- [11] <http://gigaom.com/video/how-to-replace-lost-billions-in-a-cord-cut-nation/>
- [12] <http://ibnlive.in.com/news/half-of-netflix-users-watch-via-game-console/171105-11.html>
- [13] <http://www.reuters.com/article/2008/12/18/us-study-idUSTRE4BH10Y20081218>
- [14] <http://latimesblogs.latimes.com/entertainmentnewsbuzz/2012/03/100-million-tvs-will-be-internet-connected-by-2016.html>
- [15] [http://www.nytimes.com/2010/12/13/business/media/13bewkes.html?\\_r=3&ref=media](http://www.nytimes.com/2010/12/13/business/media/13bewkes.html?_r=3&ref=media)
- [16] <http://www.adobe.com/products/flashplatformruntimes/statistics.html>
- [17] <http://cctldinvestors.com/page/2/>
- [18] [http://tdgresearch.com/blogs/press-releases/archive/2010/02/17/Half-of-Netflix-\\_2700\\_Watch-Instantly\\_2700\\_-Users-Are-Streaming-to-the-TV.aspx](http://tdgresearch.com/blogs/press-releases/archive/2010/02/17/Half-of-Netflix-_2700_Watch-Instantly_2700_-Users-Are-Streaming-to-the-TV.aspx)

[19] [http://articles.businessinsider.com/2011-05-25/tech/29973602\\_1\\_comcast-vod-cable-companies](http://articles.businessinsider.com/2011-05-25/tech/29973602_1_comcast-vod-cable-companies)

[20] <http://infegy.com/buzzstudy/netflix-streaming/>



Lúcia Carreira nasceu em Lisboa. Iniciou o seu percurso académico em 2007/2008 no curso Engenharia Física Tecnológica, no Instituto Superior Técnico, que frequentou durante 2 anos.

Concluiu a Licenciatura do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores no ano lectivo de 2010/2011. Actualmente encontra-se a concluir o 2º ciclo do mesmo curso, tendo seguido como área de especialização principal o ramo de Telecomunicações.



Miguel Ribeiro nasceu em Lisboa em 1990. Em 2008 ingressou no Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e obteve o grau de licenciado em 2011. Neste momento, encontra-se a completar o já referido mestrado, tendo escolhido para área principal Sistemas, Decisão e Controlo e para secundária Telecomunicações.



Sérgio Paiágua nasceu em Lisboa, Portugal a 17 de Janeiro de 1990. Ingressou no Instituto Superior Técnico, Portugal, em 2008 onde obteve, em 2011, a Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores como parte do Mestrado Integrado com o mesmo nome. Encontra-se de momento a realizar o mestrado do referido curso, na área de Electrónica. Durante o semestre de inverno do ano lectivo 2011/2012 frequentou ainda o mestrado em Microelectrónica da TU Delft, Holanda, ao abrigo do programa Erasmus.

Durante o ano lectivo 2010/2011 realizou trabalho de investigação no INESC-ID ao abrigo de uma bolsa de integração na investigação (BII). De momento encontra-se a trabalhar como investigador no IPFN, Lisboa, na área de sistemas de aquisição através de uma bolsa de investigação (BI).