

VÍDEO DE ULTRA ALTA DEFINIÇÃO

António Costa nº 63094
antonio.v.costa@tecnico.ulisboa.pt

Mafalda Almeida nº 64694
mafalda.de.almeida@tecnico.ulisboa.pt

Instituto Superior Técnico

RESUMO

A principal motivação deste artigo é dar a conhecer ao leitor um tema muito em voga actualmente, o vídeo de ultra alta definição. O objectivo será abordar perspectivas como a tecnologia que suporta esta forma de transmissão de vídeo e as normas internacionais envolvidas, os principais mercados e modelos de negócio para a comercialização do mesmo, as primazias na experiência para o utilizador e os desafios que se tentam superar agora.

Palavras-chave –UHD, UHDV, UHDTV, Ultra HDTV, 4K, 8K, H.265, VP9

1. INTRODUÇÃO

O vídeo e a televisão têm, ao longo dos anos, reinventando-se a si próprios, estando em constante evolução para tornar a experiência dos utilizadores cada vez melhor. A última grande novidade neste sector é o vídeo e a televisão de ultra alta definição, mais comumente conhecida como UHD (*ultra high definition*). Os primeiros passos dados nesta tecnologia começaram em 2001, com a IBM a lançar o primeiro monitor UHD. Porém os grandes passos no seu desenvolvimento foram dados pelos *Science & Technology Research Laboratories* da NHK, a rede pública de rádio e televisão do Japão, que já tinha dado grandes contribuições para a história da televisão e da transmissão, como no caso do HD (*high definition*) ou na transmissão directa por satélite (BS). O UHD é também conhecido como *Super Hi-Vision* (SHV) pois foi essa a denominação dada pela NHK.^{[1][2]}

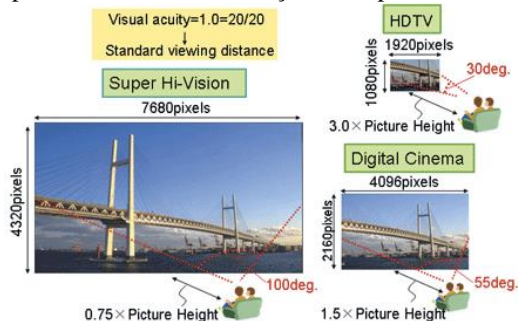


Figura 1 – Formato da imagem da UHDTV^[3]

O primeiro protótipo da UHD-TV foi feito em 2003 e, três anos depois, conseguiram uma retransmissão ao vivo de um programa em UHD, numa distância superior a 260

quilómetros. A primeira norma internacional sobre UHD-TV foi a ST 2036, lançada pela SMPTE – *Society of Motion Picture and Television Engineers*, em 2007. Outro grande marco foi a transmissão de um programa em UHD do Reino Unido para o Japão, a partir da Internet, em 2010. A partir dessa altura, outras grandes empresas também começaram a explorar esta tecnologia. Em 2012 surge o *standard* da ITU – *International Telecommunication Union*, a recomendação BT.2020.^{[1][4][5]}

Conforme os critérios definidos, um vídeo, para se classificar como de ultra alta definição tem de ter uma resolução de 3840x2160, com rácio de 16:9. A UHD contém duas resoluções principais, o 4K (4096x2160 ou 2160p) e o 8K (7680x4320 ou 4320p), que respeitam o rácio referido. As *frame rates* permitidas são de 24, 25, 26, 60 e 120 fps, permitindo uma profundidade 12-bit por cor.^[1]

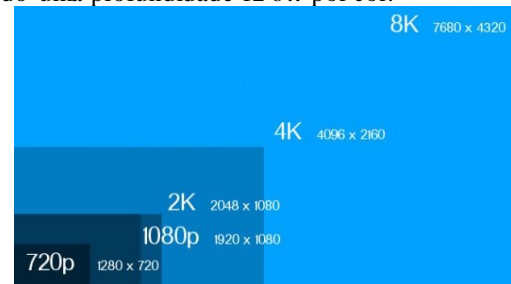


Figura 2 – Diferentes resoluções para vídeo^[6]

A partir dessa altura até à data actual, a adopção da UHD tem sido grande, com o desenvolvimento de câmaras, ecrãs, televisões, entre outras aplicações. Estão também a ser dados passos para tornar a transmissão de conteúdos UHD uma realidade.^[1]

2. TECNOLOGIA

2.1 Normas internacionais

Para o desenvolvimento de novos *codecs* foi necessário criar novas normas e recomendações internacionais, para regulamentar e especificar as características que diferenciam o UHD do HD.

Há normas e recomendações que regulam a TV UHD vindas de dois organismos diferentes, a ITU e a SMPTE. As da ITU são as ITU-R BT.1201-1, ITU-R BT.1769, ITU-R BT.2020-1 e ITU-R BT.2246, enquanto as da SMPTE são as ST 2036-1 (2014), ST 2016-2 (2014) e ST 352 (2011).^[1] Existem outras como a ISO 11664-2:2007, que especifica dois *illuminants* para serem usados na colorimetria.^[7]

No caso da ITU-R BT-2020.1, uma recomendação que define várias características, como o espaço de cores, a resolução dos ecrãs e profundidade de cor. Seguindo o diagrama de espaço de cores da norma CIE 1931, que estabelece relações entre os comprimentos de onda das cores do espectro visível e a percepção das cores pelo olho humano^[8], a Rec.2020 está na *CIE Standard Illuminant D65* (D_{65}), podendo reproduzir novas cores que não se podiam ver com a recomendação da HDTV, a Rec.709.^{[9][10]} No que toca à resolução, existem duas possíveis, de 3840x2160 e 7680x4320, numa proporção de 16:9, usando pixéis quadrados. Na representação digital pode ter-se uma profundidade de cor de 10 ou 12 *bits* por amostra. A nível de *frame rate*, ie, ritmos de tramas, estas podem ser apenas com *scan* progressivo e podem ser de 120p, 119.88p, 100p, 60p, 59.94p, 50p, 30p, 29.97p, 25p, 24p ou 23.976p. No que toca à crominância podem ter-se três formatos diferentes, 4:4:4, 4:2:2 e 4:2:0. Também aconselha a que as principais aplicações sejam televisões de casa, com ecrãs de mais de 1.5 metros na diagonal, para se aumentar a sensação de realidade e de envolvimento, ou para *tablets* de alta resolução, acrescentando que a experiência de 8K é superior à de 4K. Acrescenta ainda que o UHD vai permitir maiores escalas ao nível dinâmico e da cor, assim como maior resolução temporal e espacial e ecrãs de maiores dimensões.

Para se considerar que um ecrã é de ultra alta definição, tem de respeitar algumas características, dadas pela CEA – *Consumer Electronics Association*. As principais prendem-se com a resolução que segue o *standard* UHD, uma profundidade de cor de pelo menos oito *bits* e pelo menos uma entrada HDMI que suporte 24p, 30p e 36p tramas por segundo. Devem também ser capazes de *upscaling* de vídeo em HD para UHD e seguir a recomendação BT.709 para a colorimetria. A nível da performance, deve ser capaz de descodificar conteúdos comprimidos pelo *codec* HEVC, podendo descodificar conteúdos de outros *codecs*. Deve ainda receber e reproduzir áudio multicanal, recebendo vídeo UHD através de recepção-IP por Wi-Fi ou Ethernet, ou outros serviços.^{[9][11]}

2.2 Codecs

Um *codec* pode ser quer um aparelho físico, quer um programa que permite fazer a codificação e/ou a descodificação de um ou vários sinais digitais, seguindo um dado formato de compressão ou *standard*.^[12]

Existem *codecs* para áudio e para vídeo. No caso dos últimos, o formato habitual de compressão é especificado por normas internacionais, mas a implementação da especificidade do formato de codificação e descodificação de vídeos fica ao critério dos fabricantes. As principais aplicações para *codecs* de vídeo são videoconferências, *stream* e edição de vídeo, conteúdos *online*, sistemas de DVD's, CD's e *boxes* de serviços de televisão, assim com a transmissão por satélite ou digital terrestre.^{[13][14]}

Para o UHDV existem diferentes recomendações internacionais, como referido na subsecção 2.1, existindo

actualmente dois *codecs* de vídeo que conseguem codificar e descodificar conteúdos em ultra alta definição, o HEVC/H.265 e o VP9.^[15]

2.2.1 HEVC/H.265

O HEVC – *High Efficiency Video Coding*, é também conhecido como H.265, foi aprovado como uma norma internacional a 13/04/2013, tendo sido criado em conjunto pela MPEG – *ISO/IEC Moving Picture Experts Group*, e pela ITU. É visto como uma evolução do H.264, criado para responder às necessidades actuais de uma compressão maior para vídeo e imagens, assim como interoperabilidade entre sistemas. Foca-se em dois problemas principais, o aumento da resolução do vídeo e o uso de arquiteturas que permitem processamento em paralelo. A versão mais actual deste *standard* foi aprovada a 29/10/2014.^{[16][17][18][19][20][21]}

Este *codec* pretende aliar diversas metas, como uma maior eficiência de codificação, fácil integração em diferentes sistemas e uso de processamento paralelo.

A imagem a ser codificada é em macroblocos, que no caso do HEVC são *Coding Tree Units* (CTU), cujo tamanho aumentou, podendo agora ser de 64x64 até uma dimensão menor de 4x4, que ao serem maiores, contribuem para a redução do tempo de codificação, aumentando a eficiência. Estas CTU vão ser divididas em unidades de codificação (CU), onde cada uma contém uma unidade de predição e uma unidade de transformada, PU e TU respectivamente. Um CU é um elemento que pode ser dividido em TU, tendo quatro tamanhos possíveis que dependem da matriz da Transformada Discreta de Fourier (DFT), ou em CU, que armazena dados de predição, podendo ter diferentes tamanhos.^{[17][18][20][21]}

Este *codec* alia duas técnicas de processamento paralelo, o uso de *tiles* e o WPP (*Wavefront Parallel Processing*) que utiliza o conceito de *slices*. No primeiro caso, podem ser descodificadas independentemente, permitindo aceder aleatoriamente à imagem. No caso das *slices*, uma sequência de CTU, foram criadas para resincronização após a ocorrência de erros, visto que não pode haver predição entre as margens de cada “fatia”. Estas estão limitadas no número de *bits* e têm uma compressão melhor do que os *tiles*. Ao haver cruzamento entre os dois tipos, onde um *tile* pode conter várias *slices*, pode aceder-se à informação mais rapidamente, com atrasos mais baixos devido à baixa latência.^{[17][18][20][21]}

Na predição de modo intra, as amostras usam dados de blocos de predição vizinhos que foram descodificados anteriormente, utilizando vários métodos dependendo do tipo de *slice*. Existem 35 modos intra, 33 dos quais são direccionais. No que toca à predição de modo inter, existe compensação de movimento onde o H.265 utiliza um método de *weighted prediction*, existindo também predição dos vectores de movimento, onde este *codec* usa um filtro 8-*tap*, permitindo dois modos diferentes, o *merge* e o *advanced motion vector prediction*.^{[17][18][20][21]}

No que toca à quantização, esta foi herdada do H.264, usando uma quantização de reconstrução uniforme (URQ). O HEVC utiliza uma aproximação inteira à transformada discreta do cosseno (DCT) e à transformada discreta do seno (DST), que é apenas usada para blocos intra 4x4.^{[17][18][20][21]}

Na codificação entrópica o H.265 apresenta uma evolução pois utiliza o CABAC (*context adaptative binary arithmetic coding*) que tem três passos, tornar binários os elementos de sintaxe, modelação conforme o contexto e codificação binária aritmética.^{[17][18][20][21]}

O novo *codec*, na fase final, tem ainda duas fases que são opcionais, uma filtragem em *loop* de *deblocking* (DBF) e um *sample adaptative offset* (SAO).^{[17][18][20][21]}

No H.265 existem três perfis principais, que vão permitindo formatos diferentes (4:2:0, 4:2:2 e 4:4:4), assim como profundidades de cor desde os 8-bit aos 12-bit porcor. Com a actualização, passaram a existir mais 24 perfis diferentes.

2.2.2 VP9

Criado pela Google e lançado no final de 2012, veio substituir o VP8, reduzindo o *bit rate* para metade em comparação com o H.264, e que tem como principal objectivo reduzir entre 10 a 20% as *bit rates* actuais, de forma a competir com o HEVC. Este *codec* é *open source* e *royalty free*, ou seja, não é necessário pagar pela sua utilização. Actualmente o YouTube usa o *codec* para todos os seus vídeos de UHD e é suportado em diferentes *browsers* de Internet – Chromium, Chrome, Firefox e Opera, no *media player* VLC, no Libav e no FFMpeg. O *standard* do *codec* suporta várias normas internacionais, como a Rec. 2020-1, a SMPTE-240 ou a sRGB.^{[23][24][25]}

No que toca às técnicas de implementação, este *codec* divide a imagem em blocos de diferentes tamanhos, tal como o HEVC, com formas rectangulares ou quadradas, ocorrendo o processo de forma recursiva e da direita para a esquerda, de cima para baixo. O VP9 incorpora o conceito de *tiles*, que permite a codificação independente ao longo de margens verticais, permitindo que dois *tiles* que pertençam à mesma coluna possam ser decodificados em paralelo. Porém isto não acontece se pertencerem à mesma linha.^{[21][24][26][27][28]}

A nível de codificação e predição de tramas intra este *codec* utiliza a partição por blocos de transformação, tendo dez modos de predição intra, oito dos quais angulares. Utiliza para tal uma técnica de *enhanced intra*, com dois passos. No primeiro codificam-se os melhores blocos com modos inter, no segundo codificam-se os modos intra nos super-blocos que tenham mais margens.^{[21][24][26][27][28]}

Para a predição de modos inter, usa um vector com compensação de movimento de 8 pixéis, que pode ter quatro modos distintos. Para melhorar a performance, cada bloco pode escolher um de três filtros de compensação de movimento adaptativos, que podem ser *sharp*, *low pass* ou *regular*. Existe ainda a opção de *compound prediction*, que utiliza dois vectores de movimento num bloco.^{[21][24][26][27][28]}

O VP9 utiliza transformadas discretas de cosseno (DCT) de dimensões superiores ao habitual, com blocos que podem ser de 32x32, 16x16, 8x8 ou 4x4 pixéis. Utiliza também um outro tipo de transformadas, a transformada discreta de seno assimétrica (ADST), usadas em combinações de modos intra e inter específicos. O uso da ADST permite uma redução no *bit-rate* entre 6 a 15% para modos intra.^{[21][24][26][27][28]}

Na codificação entrópica, o VP9 utiliza o codificador booleano do VP8, que usa métodos aritméticos de 8-bit. A tabela de probabilidades neste caso é apenas actualizada no cabeçalho, no início de cada trama.^{[21][24][26][27][28]}

Este *codec* apresenta ainda um filtro de *loop* que é aplicado à imagem no final da decodificação, tendo sido pensado para minimizar o efeito de bloco dos super-blocos na imagem final. A filtragem é feita verticalmente e só depois horizontalmente. Adicionalmente conta ainda com um detector de nível, que adequa o tamanho e a filtragem consoante as mudanças na imagem.^{[21][24][26][27][28]}

Tem quatro perfis principais. Os dois primeiros, *profile 0* e *profile 1*, permitem uma profundidade de cor de 8-bit e os formatos 4:2:0, 4:2:2 e 4:4:4. Os outros dois, *profile 2* e *profile 3*, foram desenvolvidos posteriormente, permitindo uma profundidade de *bit* que pode ser entre 10 e 12-bit e todos os formatos.^[24]

2.2.3 Comparação entre codecs

Quer o HEVC, quer o VP9 são a nova geração de *codecs* para o UHD, conseguindo ambos uma redução de 50% do *bit-rate* face ao antecessor, o H.264.^{[21][29][30][31]}

Existem vários testes feitos, porém todos os resultados são unânimes a preferir o H.265 ao invés do VP9, quer a nível de PSNR, quer a nível de redução do *bit-rate*, conforme se pode ver nas figuras abaixo.

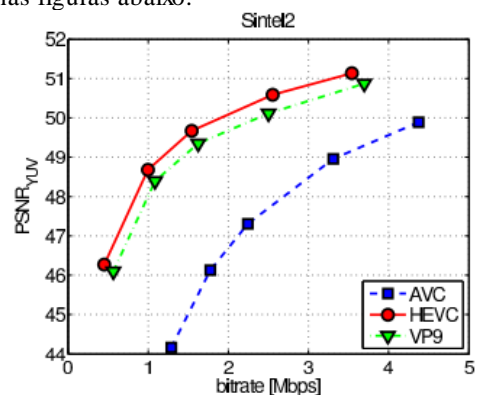


Figura 3 – Performance do HEVC vs VP9 vs H.264^[29]

Olhando para a figura 3 confirmam-se os dados esperados, que os dois *codecs* da UHD são superiores ao H.264.

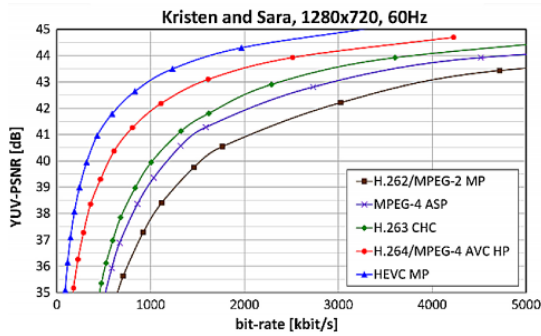


Figura 4 – PSNR entre diferentes *codecs*^[30]

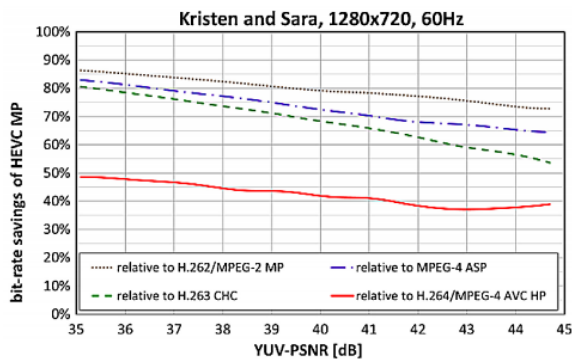


Figura 5 – Comparação da redução do *bit-rate*^[30]

Analisando as figuras 4 e 5, compreende-se que o HEVC no *main profile* tem uma performance muito superior aos *codecs* que já existiam, cumprindo o requisito de reduzir para metade o *bit-rate*.

Comparando agora o VP9 e o H.264, a qualidade de imagem é muito superior, conforme se verifica na figura 6. A adoção quer do VP9, quer do H.265 tem sido muito grande, porém as últimas tendências mostram que todos os grandes gigantes estão a apostar fortemente no HEVC como o próximo grande *codec* do futuro.



Figura 6 – Qualidade de imagem por *bit-rate*^[26]

2.3 HDMI 2.0

O HDMI 2.0 é a tecnologia que vem substituir o HDMI 1.4, foi desenvolvida tendo em conta o vídeo UHD e foi definida como *standard* em 2013.^[32]

Ao contrário das TV's de UHD o HDMI 2.0 não incide sobre a resolução de ecrã mas sim sobre a largura de banda do canal de vídeo. Os sistemas HDMI 2.0 conseguem ter transferências até 18Gbps enquanto que o HDMI 1.4 só permitia 10.2 Gbps. São estas elevadas larguras de banda que

permitem visualizar vídeo 4k a 50 e 60 *frames* por segundo, embora HDMI 1.4 permitisse assistir a vídeo 4K este só suportava 24 *frames* por segundo.^[32]

Com este aumento de largura de banda é também possível assistir a vídeo 4K com profundidades de cor de 10-*bit* e 12-*bit* o que permite um número total de cores possível de 68.7 mil milhões, quando com HDMI 1.4 só era possível profundidades de 8-*bit* o que resultava num número total de cores de 16,7 milhões.^[32]

A capacidade de transmitir dois sinais de vídeo de 1080p com áudio para o mesmo ecrã é também outra vantagem devido a largura de banda elevada, isto proporciona por exemplo numa televisão 3D a visualização paralela de 2 canais de televisão diferentes através dos óculos 3D, e também permite a transmissão de 32 canais de áudio ao invés de 8.^[32]

Para além das vantagens já referidas é também possível com o HDMI 2.0 controlar 15 aparelhos só com um comando, isto é devido ao CEC (Consumer Electronics Control) que com HDMI 2.0 permite a um aparelho enviar sinais de controlo a outro via HDMI.^[32]

2.4 Áudio

O formato de áudio que acompanha o vídeo de UHD é o 22.2 áudio multicanal. Este formato é capaz de produzir sons muito mais próximos do som natural que o formato 5.1 que é neste momento usado em transmissões digitais.^[33]

A empresa NHK está a desenvolver esta tecnologia e espera-se que esteja disponível para transmissões a partir do ano 2032.^[33]

3. APLICAÇÕES E PRODUTOS UHD

3.1 Principais aplicações do vídeo UHD

Como a tecnologia UHD só está agora a chegar aos utilizadores, oferta neste sector das aplicações ainda não é muito alargada, estando só agora a florescer e a tornar-se mais comum.^[34]

As principais aplicações são ao nível das TV's, com os fabricantes mundiais a apostar em televisões 4K^[35], que conseguem decodificar conteúdos HEVC.^[36] Mas também se está a verificar uma explosão grande a nível de ecrãs para os computadores, que são capazes de grandes resoluções para jogadores ou profissionais que trabalhem com edição de vídeo ou fotografia.^[37] A oferta neste sector começou a partir de 2001, porém só a partir de 2013 é que os preços baixaram, podendo-se agora adquirir estes produtos por cerca de 400€.^[38] Também se presencia agora o aparecimento dos primeiros portáteis com ecrãs UHD.^{[39][40]}

O primeiro conteúdo a ser filmado numa câmara 4K, a RED Epic camera (figura 7), era o filme *TimeScapes*, em 2012.^[41]



Figura 7 – Red Epic Camera^[42]

As câmaras 4K, quer sejam de filmar, quer sejam fotográficas, já são abundantes no mercado, havendo uma oferta variada, a vários preços.^{[43][44][45]} Um dos modelos mais conhecidos será a GoPro HERO4 Black, pois traz aos utilizadores todas as vantagens de uma câmara 4K a um preço muito competitivo, relativamente às outras.

A nível dos *smartphones*, ainda não há qualquer telemóvel com um ecrã 4K, estando apenas previstos para os próximos anos.^{[46][47][48]} Porém já existem vários telefones com câmaras capazes de gravar vídeos a 4K.^[49] Podem-se ainda encontrar projectores 4K no mercado, embora os preços destes sejam mais elevados.^[50] Outras aplicações do UHD são ecrãs *touch-screen*, que sejam usados em aplicações médicas, mapeamento geográfico de grande detalhe, entre muitas outras.^[51]

3.2 Conteúdos em Ultra Alta Definição

Actualmente os conteúdos, tal como as aplicações, estão em desenvolvimento, chegando cada vez mais novas ofertas aos utilizadores. Estas são principalmente *on-line*, onde *sites* como o YouTube ou o Vimeo já disponibilizam alguns vídeos com a resolução 4K. Há também empresas, como a Panasonic que têm canais *on-line* com documentários e curtas-metragens em UHD.

Em 2014, a Netflix foi o primeiro serviço no mundo a transmitir uma série em 4K, tendo aumentado a sua oferta para outras séries, alguns filmes e documentários, mas para usufruir destes serviços é preciso ter uma ligação de internet com velocidade mínima de 25 Mbps e uma televisão 4K que tenha um decodificador HEVC incorporado.^{[50][53]}

Existem também leitores da Sony^[54] e da Samsung de filmes, séries e documentários UHD, que têm três opções de aquisição de conteúdos, ou estes vêm já na memória do leitor, ou podem-se comprar ou alugar a partir de serviços *on-line*. Uma das principais desvantagens é que é necessário ter-se uma televisão da mesma marca do leitor para se conseguir ver os conteúdos. Outra desvantagem do leitor da Sony é que este requer uma ligação à Internet por cabo Ethernet.

A marca Red disponibiliza também um leitor de vídeo 4K que utiliza um serviço de *download* para aceder aos conteúdos.^[52]

Uma das opções também poderá ser fazer o *download* de vídeos em 4K e depois reproduzi-lo numa televisão, computador ou monitor que suporte essa resolução.

4. QUALIDADE DA EXPERIÊNCIA

A experiência para o utilizador é uma das principais preocupações no desenvolvimento de uma nova tecnologia, como é o caso do vídeo UHD. Uma das principais vantagens no vídeo de ultra alta definição será o aumento da sensação de realidade devido ao maior detalhe, à cor e ao brilho que a imagem passa a ter, o que faz com que o utilizador se sinta completamente envolvido e parte do conteúdo que está a visualizar.

Aliada a uma maior resolução e a uma alta densidade de pixels, a informação torna-se mais minuciosa. Isto traz outras vantagens como a diminuição de alguns problemas de visão associados ao uso de ecrãs de computadores dado que os ecrãs estão a ficar maiores e isto ajuda a aliviar a tensão ocular.^[51]

Como em quase tudo, existem também algumas desvantagens associadas ao vídeo UHD. A primeira prende-se com o tamanho dos ecrãs, que no caso das televisões deverá ser entre as 55 e as 65 polegadas diagonais, e no caso dos monitores para computadores será a partir das 24 polegadas diagonais. A segunda grande desvantagem é a limitação do olho humano de distinguir detalhes a uma grande distância, ou seja, só a uma curta distância do ecrã é que se consegue ter percepção da melhoria da imagem. Consultando a figura 8, pode ver-se que, para uma televisão de 65 polegadas de diâmetro, a dimensão aconselhada pela recomendação BT.2020.1, só a partir de aproximadamente 2.6 metros da televisão é que compensa apostar na tecnologia de UHD (para uma pessoa com uma visão 20/20).^{[9][55][56]}

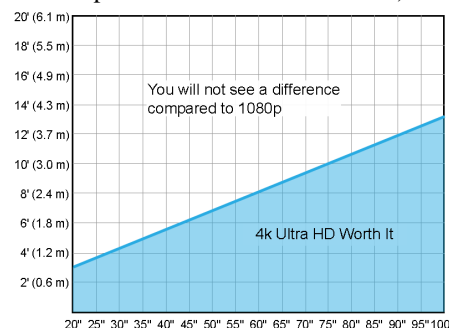


Figura 8 – Gráfico dos limites visuais humanos para o 4K^[55]

Outra prende-se com a necessidade de uma rede e de uma largura de banda de ligação suficientemente grande para garantir o acesso a conteúdos UHD.^[57]

Durante o ano 2014, a CEA desenvolveu estudos a visão dos consumidores sobre a UHDTV – *CEA's Consumer Perspective on Ultra HDTV e Consumer Perceptions of Ultra HDTV Technology at Retail*, concluindo que cerca de 73% das pessoas que viram conteúdos numa UHDTV numa loja querem adquirir uma num futuro próximo. Os estudos indicam que os utilizadores mais cépticos sobre as vantagens do UHD sobre o HD mudam de opinião ao ver a tecnologia de perto, ou seja, na sua maioria sentem-se mais envolvidas do que aquilo que esperavam, o que torna esta experiência um ponto principal para a adopção em massa desta tecnologia.

Estes inquéritos demonstraram também que a principal preocupação será o preço, sendo seguida pela disponibilização de conteúdos, com 43% dos inquiridos a mostrarem preocupações com a disponibilidade de programas para UHDTV – figura 9.^[58]

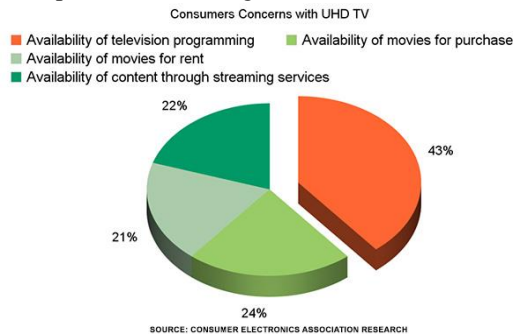


Figura 9 – Gráfico das principais preocupações dos consumidores com a UHDTV.^[59]

Contudo, tal como já foi referido anteriormente, todo este mercado está em expansão, verificando-se uma redução nos preços e um aumento a nível de aplicações e conteúdos em UHD. No que toca à largura de banda da ligação, também se espera que continue a seguir a tendência de crescimento, conforme se tem vindo a verificar.^[60]

5. ASPECTOS ECONÓMICOS

Num inquérito feito a profissionais, na sua maioria creem que o modelo de negócio a adoptar para a UHD seja o *Video On Demand*, seguido por canais de televisão, com uma grande percentagem a acreditar que a televisão tradicional transmitida por satélite vai ter o papel principal na distribuição de infraestruturas. Porém, apesar de acreditarem que dentro de cinco ou sete anos a UHDTV será banal nas casas dos utilizadores, existem poucos profissionais da área que estão a pensar em disponibilizar conteúdos em 4K UHD. A maior preocupação reflectida neste inquérito é, sem dúvida, não se ter o retorno do investimento inicial e um agravamento dos custos de transmissão e produção dos conteúdos.^[61]

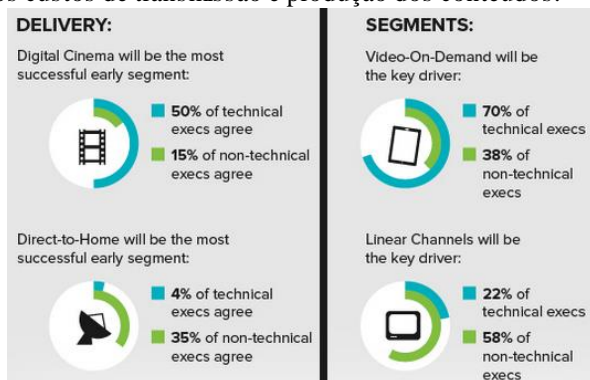


Figura 10 – Opiniões profissionais e não profissionais.^[62]

Noutro inquérito, que conta também com a opinião de pessoas cuja profissão não é nesta área, mostra que existem crenças diferentes, pois quem não é profissional acha que os

canais tradicionais e a modalidade *direct-to-home* vão ser as que vão fazer mais sucesso no mercado.^[62] Mas ambos são unânimes quanto aos conteúdos que vão ter mais penetração, sendo estes os filmes e o desporto, conforme se vê na figura 10.

5.1 Os custos da tecnologia

Actualmente, como o UHD é ainda uma novidade, os custos associados são muito elevados. Por exemplo, para criar um canal 4K, um canal de televisão tem de pagar entre 10 a 15 milhões de dólares, só para fazer o *upgrade* da rede e da infraestrutura que já possui, sem contabilizar com todos os clientes que terão necessidade de *boxes* novas, já equipadas com os *codecs* necessários à UHDTV e com uma maior capacidade de armazenamento.^[63]

Outro principal problema associado com o UHD é a necessidade de uma grande largura de banda, o que representa um custo elevado para quem disponibiliza conteúdos.^[64]

No que toca ao uso do VP9, como já foi referido este *codec* é *royalties free*, ou seja não se paga por usar o *standard*. Porém, se o HEVC for a escolha, é necessário somar a todos os gastos já referidos os custos da sua utilização. A gestão das patentes está a ser feita pela MPEG-LA, à semelhança do H.264. O custo de uma licença de um codificador/descodificador H.265 é de 0.20 dólares por unidade para volumes superiores a cem mil unidades anuais, atingindo um tecto máximo de 25 milhões de dólares em *royalties*, que serão divididas entre a lista de empresas que detêm patentes do HEVC.^[65]

6. FUTURO

6.1 As resoluções do futuro

Com o aumento da exigência de qualidade de vídeo e imagem a tendência é para as resoluções de ecrãs aumentarem, embora as televisões 4K estejam agora a aparecer no mercado já se pensa no futuro, o 8K, que chega a ter 4 vezes mais resolução. Como já referido anteriormente uma das vantagens de maiores resoluções é os pixels serem indistinguíveis individualmente à medida que se aproxima da TV e no caso do 8K o olho humano teria que estar a 50 cm de uma televisão de 52 polegadas para os distinguir, isto resulta na necessidade de grandes dimensões de ecrãs para a diferença de resolução ter impacto no utilizador.

Ainda existem poucas câmaras capazes de filmar em 8K, sendo a NHK, a companhia que começou a desenvolver esta tecnologia desde 1995, uma das únicas a desenvolver câmaras com sensores de imagem 8K. É estimado também que até hoje esta companhia tenha investido mil milhões de dólares nesta tecnologia. Marcas como a SONY e a Red estão a trabalhar nesta resolução para começar a trazer 8K para as suas câmaras. No que toca a ecrãs de televisão ainda não existem no mercado sendo a primeira televisão do mundo com tecnologia 8K apresentada pela Sharp na CES (*Consumer Electronics Show*) em 2013.

No sentido de começar a adoptar esta tecnologia já foram feitos alguns testes de transmissão com tecnologia 8K um deles os jogos Olímpicos de 2012, em Londres.^{[50][66]}

6.2 Tecnologia dos ecrãs

Uma das tecnologias que se encontra desde o ano passado no mercado e que se pode assistir à sua adopção no mercado de *smartphones* e que é muitas vezes chamada a tecnologia do futuro no que trata a ecrãs, é o OLED (*Organic Light-Emitting Diode*). Ao contrário dos ecrãs LCD e Plasmas que usam cristais líquidos ou gases ionizados respectivamente, os OLED usam compostos orgânicos para produzir luz quando carregados por uma corrente eléctrica, isto permite que os pixéis produzam a sua própria luz, obtendo um grande impacto nas cores. Possuem também maiores ângulos de visão, uma resposta superior e uma maior eficiência de energia.^{[67][68][69][70]}

Embora tenham várias vantagens existem ainda algumas desvantagens que atrasam a adopção desta tecnologia nomeadamente a sua duração de vida. Ecrãs OLED mostram uma degradação maior na luminância, que pode levar a problemas no equilíbrio das cores. São também susceptíveis a retenção temporária de imagens e em casos extremos levam a “imagens queimadas no ecrã”, um problema sobre o qual os plasmas têm mostrado evolução.^{[67][68][69][70]}

Pelas suas vantagens em relação aos outros ecrãs é esperado que uma vez ultrapassadas as dificuldades que se apresentam hoje os ecrãs 4K possam vir a utilizar tecnologia OLED, tendo já algumas marcas de televisores demonstrado ecrãs com estas duas tecnologias.^{[67][68][69][70]}

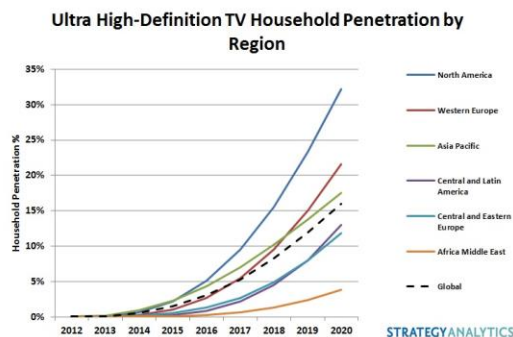


Figura 11 – Penetração do 4K por região^[69]

6.3 Conteúdos UHD futuros

Prevê-se um aumento dos conteúdos em UHD e que a UHD TV seja uma realidade próxima visto que a DVB aprovou o formato para transmissão DVB-UHDTV Phase 1.^[70]

Para o próximo ano aguardam-se também novidades, pois a BLURAY anunciou que iria disponibilizar conteúdos em 4K.^[71]

7. CONCLUSÃO

O UHD, conforme se pode inferir de todas as informações, é visto como o próximo grande passo a nível do entretenimento mundial, após uma aposta em 3D que não vingou no mercado.

Com as grandes marcas a apostar no 4K e nas resoluções futuras, assim como no HEVC como *codec* principal desta tecnologia, espera-se que a UHD venha para ficar, aumentando assim a qualidade da experiência de todos os seus utilizadores.

REFERÊNCIAS

- [1] Wikipedia, Ultra high definition television, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-definition_television
- [2] Takayuki ITO, “Latest Research Activities of NHK Science and Technical Research Laboratories -From Open House 2002-”, disponível em http://www.dibeg.org/news/previous_doc/0208BrazilSET/D012NHKresearch.pdf
- [3] Imagem disponível em <http://www.pcm411.com/promoimages/fig1-1.jpg>
- [4] Ben Bowers, “First Super Hi-Vision broadcast from UK to Japan is one for the geeklopedia”, disponível em <http://www.engadget.com/2010/09/30/first-super-hi-vision-broadcast-from-uk-to-japan-is-one-for-the-geeklopedia/>
- [5] Press Release, “Ultra High Definition Television: Threshold of a new age – ITU Recommendations on UHD TV standards agreed”, disponível em http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/31.aspx#VHmOzGsW0I
- [6] Imagem disponível em http://blogthinkbig.com/wp-content/uploads/2013/05/resolucao_8K-620x349.jpg
- [7] Norma ISO 11664-2:2007 (CIE S 014-2/E:2006), disponível em http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52496
- [8] Wikipedia, CIE 1931 color space, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space
- [9] Recommendation ITU-R BT.2020-1, disponível em https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-1-201406-I!!PDF-E.pdf
- [10] Wikipedia, Rec. 2020, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Rec._2020
- [11] CEA Updates Characteristics for Ultra High-Definition Displays, disponível em <http://www.cea.org/News/News-Releases/Press-Releases/2014/CEA-Updates-Characteristics-for-Ultra-High-Definit.aspx>
- [12] Wikipedia, Codec, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Codec>
- [13] Wikipedia, Video Codec, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Video_codec
- [14] Wikipedia, Video coding format, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Video_coding_format
- [15] Jan Ozer, “The Codecs That Make UHD Video Possible: HEVC Vs. VP9”, disponível em <http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/Featured-Articles/The-Codecs-That-Make-UHD-Video-Possible-HEVC-Vs.-VP9-96926.aspx>
- [16] ITU-T H.265, disponível em <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11885>
- [17] Wikipedia, High Efficiency Video Coding, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/High_Efficiency_Video_Coding
- [18] G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, T. Wiegand, “Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 22, No. 12, pp. 1649-1668, December 2012, disponível em http://iphone.hhi.de/wiegand/assets/pdfs/2012_12_IEEE-HEVC-Overview.pdf
- [19] ITU-T H.265 (V2), disponível em <http://handle.itu.int/11.1002/1000/12296>
- [20] F. Bossen, B. Bross, K. Suhring, D. Flynn, “HEVC Complexity and Implementation Analysis”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 22, No. 12, pp. 1685-1696, December 2012, disponível em https://www.ic.tu-berlin.de/fileadmin/fg121/Source-Coding_WS12/selected-readings/2012_12_HEVC-Complexity.pdf
- [21] Maxim P. Sharabayko, “Intra Compression Efficiency in VP9 and HEVC”, *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 7, 2013, pp. 6803 – 6824, disponível em <http://www.m-hikari.com/ams/ams-2013/ams-137-140-2013/sharabaykoAMS137-140-2013.pdf>
- [22] Imagem disponível em <http://140.98.202.196/ielx5/76/6403920/6316136/html/img/6316136-fig-1-large.gif>
- [23] WebM – VP9 Video Codec, disponível em <http://www.webmproject.org/vp9/>
- [24] Wikipedia, VP9, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/VP9>
- [25] Kevin Ohannessian, “What Is YouTube’s VP9 Ultra HD Streaming Technology?”, disponível em <http://www.tomsguide.com/us/what-is-vp9-4k-streaming-news-18221.html>

- [26] R. S. Bultje, M. Frost, “Web M and the New VP9 Open Video Codec - Building a Next-Generation, Open Source Video Codec”, disponível em <http://comondatastorage.googleapis.com/io-2013/presentations/258%20-%20VP9%20Preso%20for%20IO%20%28FINAL%29.pdf>
- [27] Doom9's Forum, “How VP9 works, technical details & diagrams”, disponível em <http://forum.doom9.org/showthread.php?t=168947>
- [28] Adrian Grange, “Overview of VP-Next – A Next Generation Open Video Codec”, disponível em <http://www.ietf.org/proceedings/85/slides/slides-85-video-codec-4.pdf>
- [29] M. Rerábek, T. Ebrahimi, “Comparison of compression efficiency between HEVC/H.265 and VP9 based on subjective assessments”, disponível em <http://infoscience.epfl.ch/record/200925/files/article-vp9-submitted-v2.pdf>
- [30] J-R Ohm, G. J. Sullivan, H. Schwarz, T. K. Tan, T. Wiegand, “Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards—Including High Efficiency Video Coding (HEVC)”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 22, No. 12, pp. 1669-1684, December 2012, disponível em http://iphone.hhi.de/wiegand/assets/pdfs/2012_12_IEEE-HEVC-Performance.pdf
- [31] D. Grois, D. Marpe, A. Mulyaoff, B. Itzhaky, O. Hadar, “Performance Comparison of H.265/MPEG-HEVC, VP9, and H.264/MPEG-AVC Encoders”, disponível em http://iphone.hhi.de/marpe/download/Performance_HEVC_VP9_X264_PCS_2_013_preprint.pdf
- [32] Andrew Williams, “HDMI 2.0 vs 1.4: What's different?”, disponível em <http://www.trustedreviews.com/opinions/hdmi-2-0-vs-1-4>
- [33] 22.2 Multichannel Audio Format Standardization Activity, disponível em <http://www.nhk.or.jp/str/publica/bt/en/f0045-6.pdf>
- [34] Joe Cox “4K TV, Ultra HD: reviews, news and everything you need to know”, disponível em <http://www.whatifit.com/news/4k-tv-ultra-hd-reviews-news-and-everything-you-need-to-know>
- [35] Michael Sawh, “Best 4K TVs 2014: Top Ultra HD TVs to look out for”, disponível em <http://www.trustedreviews.com/best-4k-tvs-round-up#1ELHihVfIA704f01.99>
- [36] Vincent Teoh, “4K TV Reviews”, disponível em <http://www.hdtvtest.co.uk/news/4ktv>
- [37] Brian Westover, “The Best High-Resolution Monitors”, disponível em <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2426664,00.asp>
- [38] Wikipedia, “List of 4K monitors, TVs and projectors”, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_4K_monitors,_TVs_and_projectors
- [39] Dan Ackerman, “Acer launches a 4K gaming laptop, the Aspire V Nitro Black Edition”, disponível em <http://www.cnet.com/news/aspire-v-nitro-black-edition-from-acer-jumps-into-4k/>
- [40] Brooke Crothers, “Apple Retina rivals emerge: Asus display goes 4K, Sharp 8K”, disponível em <http://www.cnet.com/news/asus-4k-windows-8-1-laptop-coming-sharp-shows-8k-display/>
- [41] Jamie Lendino, “What Is 4K (Ultra HD)?”, disponível em <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2412174,00.asp>
- [42] Imagem disponível em <http://www.mediadoghire.com/sites/mediadoghire.com/files/epic.png>
- [43] “Top 10 Best 4k Video Cameras”, disponível em <http://epiflms.tv/top-10-professional-video-cameras-reviews-4k-edition-best-pro-camcoders/>
- [44] Dan Havlik, “5 Affordable 4K Video Cameras”, disponível em <http://www.pdnonline.com/gear/5-Affordable-4K-Video-11618.shtml>
- [45] Greg Scoblete, “6 Cameras to Ease Your Way Into Shooting 4K Video”, <http://www.pdnonline.com/gear/6-Cameras-to-Ease-Your-Way-Into-Shooting-4K-Video-8804.shtml>
- [46] Kristin Mariano, “Samsung Galaxy S6 to be first smartphone to pack 4K display, Snapdragon 810”, disponível em http://www.christiantoday.com/article/samsung_galaxy_s6_smartphone_4k_display_snapdragon_810/42081.htm#ixzz3KwxHawX7
- [47] Andrew Hayward, “Sharp preparing 4K smartphone LCD screens for 2016”, disponível em <http://www.stufftv/sharp/sharp-preparing-4k-smartphone-lcd-screens-2016/news>
- [48] Chris Mills, “4K phone screens: madness, or clearly the next big thing?”, disponível em <http://www.techradar.com/news/phone-and-communications/mobile-phones/4k-phone-screens-madness-or-clearly-the-next-big-thing--1260691>
- [49] Wikipedia, “List of 4K video recording devices”, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_4K_video_recording_devices
- [50] James Rivington, “4K TV and Ultra HD: Everything you need to know”, disponível em <http://www.techradar.com/news/television/ultra-hd-everything-you-need-to-know-about-4k-tv-1048954>
- [51] Gene Ormstead, “An Introduction to 4K”, disponível em http://www.viewsonic.com/documents/white_papers/An-Intro-To-4K_lowres_en.pdf
- [52] Kevin Ohannessian “Where Can You Get 4K Video?”, disponível em <http://www.tomsguide.com/us/4k-video-source-faq-news-18021.html>
- [53] Todd Spangler, “Netflix Now Charging Extra for 4K Ultra HD Content”, disponível em <http://variety.com/2014/digital/news/netflix-now-charging-extra-for-4k-ultra-hd-content-1201326691/>
- [54] Imagem disponível em <http://www.revolutaodigital.net/wp-content/uploads/2013/07/sony-4k-ultra-hd-media-player-varios.jpg>
- [55] Cedric Demers, “4k vs 1080p TVs: Think twice before upgrading”, disponível em <http://www.rtings.com/info/4k-ultra-hd-vs-1080p-full-hd-tvs>
- [56] Geoffrey Morrison, “Why Ultra HD 4K TVs are still stupid”, disponível em <http://www.cnet.com/news/why-ultra-hd-4k-tvs-are-still-stupid/>
- [57] The Future of 4K, disponível em <http://www.dvdtel.com/the-future-of-4k/>
- [58] In-Person Experience with Ultra HD Technology is Critical Component to Consumer Adoption, Finds CEA Research, disponível em <http://www.ce.org/News/News-Releases/Press-Releases/2014/In-Person-Experience-with-Ultra-HD-Technology-is-C.aspx>
- [59] Figura disponível em <http://prodstatic.patriots.clubs.nfl.com/assets/images/2014/710x380-thumbs/20140710-tech-chart-590.jpg>
- [60] The State of the Internet/Q2 2014, Executive Summary, Akamai, disponível em <http://www.akamai.com/dl/akamai/akamai-soti-q214-exec-summary-a4.pdf>
- [61] Global Survey of Media Executives Forecasts 4K Ultra High Definition TV Adoption and Business Models, disponível em http://www.intelsat.com/wp-content/uploads/2014/09/4K_Ultra_High_Definition_TV_Adoption_and_Business_Models.pdf
- [62] Infographic: Fast-Forward to a 4K Future, disponível em <http://www.intelsat.com/blog/intelsat-news-blog/infographic-fast-forward-to-a-4k-future/>
- [63] 4K kicks off, disponível em http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/dttl_TMT_Predictions2013_4KkicksOff.pdf
- [64] Dan Rayburn, “The Dirty Little Secret About 4K Streaming: Content Owners Can't Afford The Bandwidth Costs”, disponível em <http://blog.streamingmedia.com/2014/01/dirty-little-secret-4k-streaming-content-owners-cant-afford-bandwidth-costs.html>
- [65] HEVC Patent Portfolio License Briefing, MPEGLA, disponível em <http://www.mpegla.com/main/programs/HEVC/Documents/HEVCweb.pdf>
- [66] Wikipedia, 8K resolution, disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/8K_resolution#Resolutions
- [67] Wikipedia, OLED, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/OLED>
- [68] Steven Cohen, “The Future of TV: OLED vs. Ultra HD”, disponível em http://www.highdefdigest.com/news/show/OLED/Ultra_HD/4K/The_Future_of_TV_OLED_vs_Ultra_HD/12473
- [69] Imagem disponível em <http://blogs.strategyanalytics.com/CHD/image.axd?picture=2014%2F7%2F2Fblog+graph.jpg>
- [70] David Wood, “UHD TV: New evidence and new questions for DVB”, disponível em <https://www.dvb.org/news/uhdtv-new-evidence-and-new-questions-for-dvb>
- [71] David Katzmaier, “100GB discs point to 4K Blu-ray”, disponível em <http://www.cnet.com/news/100gb-discs-point-to-4k-blu-ray/>