

# TELEVISÃO A 3D

Website: [www.televisao3d.pt.vu](http://www.televisao3d.pt.vu)

*Ricardo Freire Cotilho, n°50834*

*André Sérgio Silva, n°55068*

*Tiago Lobato Carinhas, n°55105*

Comunicação Áudio e Vídeo  
Instituto Superior Técnico  
Lisboa, Portugal

## RESUMO

Neste artigo explora-se a arquitectura típica da transmissão televisiva, especificamente para visualização 3D. Existem quatro grandes tecnologias na televisão a 3D: anaglífica 3D, polarização 3D, sequência de tramas alternadas e autoestereoscopia.

Usam-se três principais alternativas para a codificação de imagens 3D (2D+Z, *Multiview Video Coding* e *Multiview Video + Depth*), sendo que a eficiência dos algoritmos existentes ainda está pouco desenvolvida em relação ao 2D.

A autoestereoscopia é a tecnologia mais expectável, uma vez que dispensa o uso de qualquer acessório visual, tornando-se mais cómodo ao utilizador.

A implementação na rede mundial da transmissão televisiva tridimensional já há muito que é perspectivada, sendo que agora começam a ser comercializados os primeiros televisores 3D e transmitidos alguns canais de teste tridimensionais por parte das operadoras.

Ainda que estudos recentes denotem algum ceticismo global em relação a esta nova tecnologia, estima-se que com o aperfeiçoamento desta, a sua aceitação seja massiva.

**Palavras-chave** — Estereoscopia, anaglífica 3D, polarização 3D, imagem sequencial alternada, autoestereoscopia, codificação, visualização, captação.

## 1. INTRODUÇÃO

É já confirmado que a televisão tridimensional (3DTV) será o próximo grande passo na evolução televisiva. Os primeiros televisores começam a ser comercializados e as operadoras transmitem já alguns canais de teste.

A adopção da 3DTV por parte do público geral não dependerá apenas do evoluir das tecnologias estereoscópicas, mas também do conteúdo de programas disponíveis em 3D. Na fase inicial da introdução do 3D, existirão ocasionalmente transmissões de acontecimentos desportivos, que posteriormente serão alargadas a filmes e

séries. Uma programação integralmente a 3D, a acontecer, será a longo prazo, pelo que a rede global de transmissão terá de ter capacidade para transmitir conteúdos 2D e 3D em simultâneo.

Vídeo 3D (3DV) e vídeo ponto de vista livre (FVV) são os novos tipos de média visual que ampliam a experiência do utilizador além do que é oferecido por vídeo 2D. 3DV oferece uma impressão de profundidade 3D do cenário observado, enquanto FVV permite uma selecção interactiva do ponto de vista e orientação dentro de uma gama de funcionamento certo. Um elemento comum dos sistemas 3DV e FVV é o uso de múltiplas imagens da mesma cena que são transmitidas ao espectador.

A captação de múltiplas imagens implica um maior número de imagens codificadas e transmitidas, surgindo o problema da pouca eficiência das ferramentas existentes, criando então a necessidade de se desenvolver uma norma mais eficiente para a 3DTV.

Este artigo é estruturado como indicado em seguida. Depois da introdução, aborda-se um pouco da história do 3D na secção 2. A secção 3 apresenta uma arquitectura para a transmissão de conteúdo 2D e 3D pela rede televisiva. A secção 4 consiste em características técnicas onde se aprofundam técnicas de captação, visualização, codificação de vídeo e transmissão. Na secção 5 fala-se da televisão 3D no mundo, onde é explorada também a componente comercial e o impacto desta tecnologia na sociedade. Finalmente, na secção 6 perspectiva-se o futuro da 3DTV.

## 2. HISTÓRIA DO 3D

Apesar de apenas na última década se ter observado a um ressurgimento desta forma de visionamento devido ao avanço da tecnologia, a realidade é que esta técnica tem origem há mais de 150 anos. A estereoscopia, que é o método mais comum presentemente para a apresentação de conteúdo tridimensional, foi originalmente concebida por Sir Charles Wheatstone em 1838. O conceito de estereoscopia significa qualquer técnica capaz de gravar informação visual tridimensional ou criar a ilusão de relevo numa imagem.

A barra cronológica abaixo (figura 1) representa alguns dos importantes marcos que permitiram que a indústria do 3D conseguisse atingir a importância que tem hoje.

| Wheatstone explains "stereopsis" | First stereo film camera               | Boom year for 3D movies        | First compression standard: MPEG-2 develops Multi-View Profile | MPEG-4 Multi-View Coding |
|----------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------|
| 1838                             | 1851                                   | 1890                           | 1915   | 1953                     |
|                                  |  | 1990s                          | 1995   | 2005-2009                |
|                                  | Queen Victoria starts stereoscope rage | First red/blue 3D movies shown | 3D starts to gain popularity with IMAX 3D                      | Expansion of 3D movies   |

Figura 1- Marcos históricos importantes da tecnologia 3D [1]

E de facto, as primeiras imagens que realmente foram apelidadas de tridimensionais datam de 1844, conjuntamente com o desenvolvimento da fotografia. Foi neste ano que David Brewster, um inventor escocês desenvolveu o estereoscópio, um dispositivo capaz de tirar fotografias a 3 dimensões, que viria mais tarde a ser melhorado por Louis Jules Duboscq.

Analogamente, o desenvolvimento de filmes em 3D sempre acompanhou o das imagens, e em 1855 foi inventada a câmara de animação estéreo (Kinematoscope), que dava a ilusão de movimento nas imagens.

O primeiro filme que usava tecnologia anaglífica (óculos com lentes de cores distintas, tipicamente vermelho e azul-ciano, que será descrita em pormenor na secção 4.2.1) foi produzido em 1915 e em 1922 foi apresentado ao público o primeiro filme tridimensional "The Power Of Love". Em 1935 foi produzido o primeiro filme 3D a cores, mas só nos anos 50, quando esta técnica ganhou maior popularidade, é que se denotou um crescimento na produção de filmes tridimensionais. Destacam-se, entre outros, o filme "Bwana Devil", emitido em 1952 e o filme "House of Wax" em 1953.

De facto, os anos 50 foram a 1ª era de ouro para o 3D, com Hollywood a trazer para o grande ecrã mais de 60 filmes nesta década.

Entre 1973 e 1985 deu-se um ressurgimento desta tecnologia (graças a filmes como "Jaws 3D" ou "Sexta-feira 13 Parte 3") que tinha caído em desuso com o antagónico crescimento da popularidade do 2D em formato widescreen.

Entre 1986 e 2000 deu-se uma revolução neste campo, com a invenção do formato IMAX 3D, e finalmente, a partir de 2001 o cinema 3D cimentou-se atingindo o sucesso que se conhece hoje.

Este sucesso, e a crescente importância da qualidade visual nos filmes, bem como a importância da transição do visionamento 3D do cinema para a televisão fez com que fosse desenvolvida uma nova extensão, MVC (multi-view video coding), para o codec H.264/AVC, de modo a tornar o processo de codificação mais eficaz e suprir a necessidade de maior largura de banda requerida pelos filmes tridimensionais, comparativamente com os de duas dimensões.

A utilização de tecnologia mais sofisticada de animação computadorizada, de câmaras digitais e o sucesso dos filmes 3D nos cinemas contribuíram para a democratização do visionamento e produção estereoscópica.

A acompanhar o sucesso de filmes revolucionários na indústria, como "Avatar", e com a entrada no mercado dos televisores 3D já este ano, a procura pelo 3D é incessante, podendo-se afirmar que esta tecnologia está a viver presentemente a sua 2ª era de ouro.

### 3. ARQUITECTURA

A arquitectura básica de um sistema em 3D é igual à de um sistema a 2D. Os canais de transmissão a usar são os mesmos, mudando apenas as ferramentas utilizadas na aquisição, codificação e visualização do conteúdo. Na figura 2 temos o exemplo de uma arquitectura típica da rede.

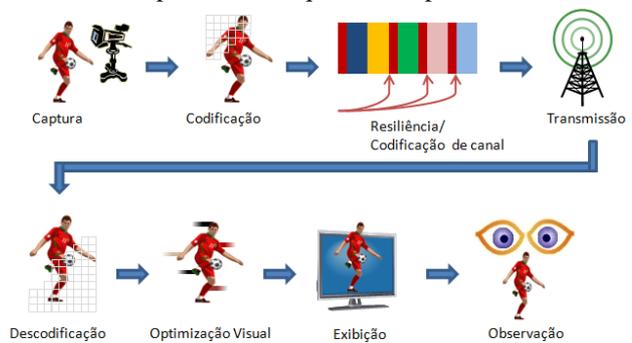


Figura 2: Arquitectura típica de uma transmissão televisiva.

### 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Com base na arquitectura anterior, aprofundar-se-á em subcapítulos as características técnicas relevantes na transmissão de conteúdo 3DTV: Captação de Imagem, Visualização de Imagem, Transmissão e Codificação.

#### 4.1. Captação de imagem

A aquisição de imagem por parte do sistema visual humano é um processo complexo, e deste modo, a captação de imagem deverá copiar as características do sistema visual para que o resultado final seja maximizado.

A maioria dos sistemas de filmagem para conteúdos em 3D requer que a captação seja feita em dois canais independentes, um para cada olho, e para tal, recorre-se a duas câmaras. Uma câmara capta a imagem do olho esquerdo e outra a do olho direito. É através das duas perspectivas que é gerada a percepção espacial dos eventos.

Dois aspectos essenciais do sistema são: os parâmetros de gravação e a distância interocular<sup>1</sup>.

Os parâmetros de gravação devem ser os mesmos nas duas câmaras, caso contrário, as imagens teriam

<sup>1</sup> Distância interocular ou interaxial.

características diferentes, podendo ser perceptíveis aquando da visualização do evento no televisor.

A distância interocular, ou seja, a distância entre o centro das duas lentes, é o factor que determina a sensação de profundidade das cenas. O valor padrão desta distância é de 6.5cm, que é o valor aproximado da distância interocular humana. Em alguns casos é desejável um valor superior ou inferior a este para se conseguir uma sensação superior de profundidade.

Actualmente existem dois métodos com pares de câmaras na filmagem a três dimensões.

Um desses métodos designa-se por *Side-By-Side Rigs*, que consiste na colocação das câmaras lado-a-lado, permitindo um alinhamento mais rápido e preciso. Esta configuração está principalmente indicada para distâncias elevadas e imagens abertas (cenários, paisagens), uma vez que não permite a aproximação requerida entre lentes de modo a criar o efeito 3D em curtas distâncias.

No início do ano de 2010 foi anunciada pela Panasonic uma nova câmara 3D integrada que usa mecanismos similares às *Side-By-Side*, permitindo uma maior mobilidade, sendo ideal para o uso de mão.

O outro método de montagem de câmaras é designado por *Beam-Splitter Rigs* e consiste numa câmara horizontal que filma aquilo que atravessa do espelho e uma câmara vertical que filma o reflectido pelo espelho (figura 4-b). Ambas podem partilhar uma parte ou a totalidade da área de imagem. Podem possuir ajustamento interocular (câmara-a-câmara) e mecanismo de convergência (através de ângulos de inclinação) para obterem melhores resultados [2].



Figura 3: (a) *Side-By-Side Rigs*, (b) Câmera Panasonic Full-HD 3D.



Figura 4: (a) *Beam-Splitter Rigs*, (b) Funcionamento das *Beam-Splitter Rigs*.

## 4.2. Visualização da imagem

Obter um efeito 3D a partir de um ecrã não é um problema trivial, uma vez que há necessidade de recorrer a alguns truques para enganar o cérebro, de modo a que ele processe a imagem vinda da TV e adquira a tal sensação de profundidade.

Aumentar a sensação de profundidade provoca uma diminuição do nível de conforto visual, sendo por isso

necessário garantir um equilíbrio entre ambos. Para tal, é fundamental descobrir precisamente a melhor maneira de enviar aos nossos olhos um conjunto de imagens ligeiramente diferentes.

Algumas tecnologias têm sido desenvolvidas, sendo algumas mais comuns, tais como: Anaglífica 3D, Polarização 3D, Imagem sequencial alternada e Ecrãs auto-estereoscópicos [3].

### 4.2.1. Anaglífica 3D

Este é o processo clássico que apareceu nos cinemas na década de 50 e que fazia uso de óculos com lentes de diferentes cores.

Consiste em ter imagens com pares de figuras com cores distintas (vermelho/azul ou vermelho/verde) que correspondem cada uma delas a uma perspectiva do mesmo objecto. Como cada lente vê a sua perspectiva (sua cor), fica criado o efeito 3D. Contudo, os óculos vermelhos e azuis podem deixar uma pessoa literalmente doente. As cores usadas nos filtros limitam a coloração dos conteúdos, tornando a imagem pouco viva. É por isso que a esmagadora maioria dos cinemas já não usa esta tecnologia, muito menos os fabricantes de TV.

**Prós:** Forma barata de criação de imagens a 3 dimensões; funciona em impressões.

**Contras:** Fraca vivacidade nas cores; se a imagem que chega aos olhos não estiver controlada, pode causar dores de cabeça e náuseas.



Figura 5: Óculos de filtros de cor.

### 4.2.2. Polarização 3D

Esta tecnologia recorre a óculos que usam lentes idênticas às dos óculos de sol. As lentes possuem polarizações que são ajustadas para serem ortogonais uma à outra.

O conteúdo 3D é projectado com dois projectores, cada um com lentes polarizadas na sua frente, sendo a superfície na qual as imagens são projectadas revestida com químicos, de modo a não alterarem as polarizações aquando da projecção. Como cada filtro apenas deixa passar a luz com a correspondente polarização, cada olho apenas vê a sua imagem, depois o cérebro junta as duas imagens e cria o efeito 3D. Actualmente, já existem ecrãs LCD capazes de integrar duas imagens com resolução elevada numa única imagem. Para os telespectadores, isto significa que a qualidade de imagem e brilho será tão boa quanto as obtidas nos ecrãs LCD tradicionais.

**Prós:** Leves; imagens com bom nível de qualidade e detalhe.

**Contras:** Apesar de baratos, os fabricantes de televisões têm de comprar os óculos; a inclinação da cabeça pode criar o ‘efeito fantasma’.



Figura 6: Óculos polarizados.

#### 4.2.3. Imagem sequencial alternada

Neste método, as duas perspectivas são transmitidas rápida e alternadamente numa televisão de alta-definição. Para que cada olho veja o seu conjunto de imagens, é necessário usar um par de óculos com bateria. Estes usam uns obturadores que fecham e abrem rapidamente, e que estão sincronizados com a imagem que está a ser transmitida e o correspondente olho. Os obturadores estão em sincronismo com a frequência de varrimento vertical (*refresh rate*). Como resultado, cada olho vê a sua respectiva imagem e isso ocorre tão rapidamente que o cérebro combina as duas imagens em uma imagem estereoscópica. Esta técnica é designada por *active-shutter technology*.

Estes óculos possuem cristal líquido, uma combinação de receptor/transmissor que usa infra-vermelho, *bluetooth* e tecnologia rádio. A HDTV envia um sinal de sincronismo aos óculos. O obturador é controlado através de sinais eléctricos alternados.

**Prós:** Excelente efeito 3D; não criam efeito fantasma e reduzem a fadiga ocular.

**Contras:** É quase como ver televisão com óculos de sol. A perda de brilho na imagem pode chegar aos 50%. Em imagens de alto movimento, tal como Fórmula 1, a cintilação pode ser notada.



Figura 7: Active-shutter glasses

#### 4.2.4. Ecrãs auto-estereoscópicos

O uso de óculos sempre que se pretende ver conteúdo em 3D pode tornar-se bastante aborrecido ao fim de algum tempo, por isso já se desenvolvem tecnologias de auto-estereoscopia que permitem aos espectadores desfrutar do 3D a olho nu. Duas das formas mais comuns de atingir esse objectivo são: lentes lenticulares ou uma barreira de paralaxe.

##### 4.2.4.1 Lentes lenticulares

As lenticulas conseguem controlar a emissão de modo a que cada olho veja uma imagem diferente de um mesmo objecto. Para isso, estas devem estar perfeitamente alinhadas com a imagem que está por baixo. Cada lenticula actua como uma lupa que aumenta e exhibe a imagem. O olho do espectador que fica directamente perpendicular ao ecrã vê a parte da imagem que fica no centro de cada lente. O outro olho, observando o ecrã de um ângulo ligeiramente diferente, vê a parte que fica fora do centro da lente. O cérebro combina então as duas imagens para criar a percepção de profundidade. Contudo, esta técnica exige que os espectadores estejam em determinadas posições e a uma distância óptima de visualização de aproximadamente 4 metros, caso contrário, irão ver uma confusão de imagens.

Ainda permite mais que duas perspectivas do visível e mais de 8 ângulos de visualização.

**Prós:** Não necessita de óculos; facilmente obtidas com todos os tipos de ecrãs.

**Contras:** Usável para posições e distâncias específicas; a resolução é reduzida a metade ou – para *multiviewing* – reduzida ainda mais fortemente [4].

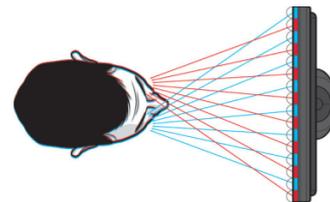


Figura 8: Sistema de lentes lenticulares.

##### 4.2.4.1 Barreira de paralaxe

A barreira de paralaxe funciona de modo semelhante. Tem uma camada de material com algumas fendas precisamente colocadas na frente de uma tela LCD normal.

Estas permitem que cada olho veja um conjunto diferente de pixéis, criando o efeito 3D.

Se o espectador mexer a cabeça para um dos lados, o olho começa a ver pixéis que estão direccionados para o outro olho. Caso o espectador se aproxime ou se afaste do ecrã, o ângulo de visualização deixa de ser o correcto para uma perfeita sensação de tridimensionalidade. Têm havido formas de balancear este efeito através do mecanismo de *head-tracking*, usando uma câmara integrada no televisor.

A título exemplificativo, a Sharp, que tem mostrado televisões 3D que não necessitam de óculos, tem desenvolvido cristais líquidos comutáveis electricamente que estão alinhados com as colunas de pixéis. Quando ligada, a barreira de paralaxe controla a direcção em que a luz parte do ecrã e atinge os nossos olhos. Ainda melhor, a barreira de paralaxe pode ser desligada para o conteúdo 2D.

**Prós:** Não necessita de óculos; ideais para ecrãs LCD; o ecrã pode trocar facilmente de modo 2D para 3D e vice-versa.

**Contras:** Funciona bem para uma pessoa; requer distâncias e posições específicas; a resolução é reduzida a metade [5].

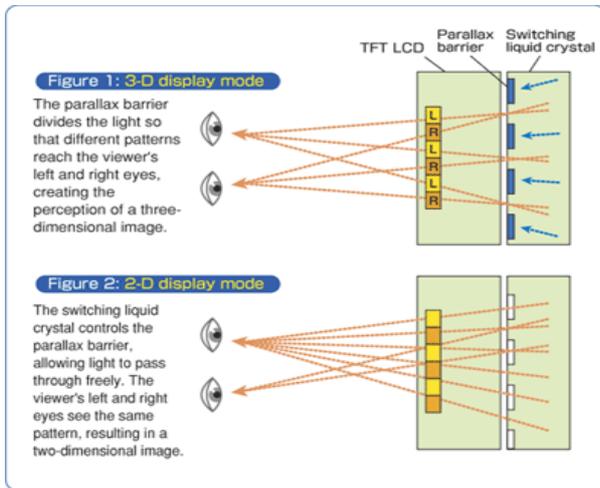


Figura 9: Sistema de barreira de paralaxe.

### 4.3. Transmissão

Como já foi referido, para se obter uma imagem tridimensional são necessárias pelo menos duas imagens a ângulos diferentes, para que se possa ter a sensação de relevo ou profundidade.

Tendo em conta a tecnologia existente hoje em dia, isto significaria ter o dobro da *bit rate* necessária para conteúdo 2D HD, o que é insuportável presentemente. Como tal, as emissoras planeiam transmitir vídeo num formato “*frame-compatible*” preparado para funcionar com a largura de banda existente para a transmissão de conteúdo 2D HD. Estes formatos usam compressão espacial para reduzir a resolução horizontal ou vertical das imagens do olho esquerdo e direito.

No entanto, isto não significa necessariamente cortar a resolução horizontal por metade, pois dependendo do método de aproveitamento de pixéis, já que a um pixel ímpar para um olho corresponde um pixel par para o outro, a resolução horizontal pode ficar bastante elevada.

Outra técnica que concerteza resultará em melhor qualidade de imagem será a técnica 2D+Z, abordada em pormenor na próxima secção. Esta técnica consiste em enviar uma imagem em resolução normal e informação de profundidade, sendo posteriormente recompilada pelo receptor.

Devido às características suaves da maior parte das superfícies apresentadas no ecrã, a informação de profundidade por pixel pode ser comprimida de forma mais eficiente do que um canal adicional de vídeo. Isto faz com que seja possível implementar o conceito de 3D com a tecnologia 2D existente nas *set top-boxes*, sendo apenas necessário um pequeno *overhead* na transmissão (cerca de 10-20% do *bit rate* do vídeo básico a cores).

Em praticamente todos os restantes aspectos da transmissão 3D, esta é semelhante à 2D existente, não sendo este campo uma dificuldade séria à sua implementação no mercado.

### 4.4. Codificação/Descodificação

Este subcapítulo recai sobre as alternativas usadas e sob investigação actualmente. São elas: *2D plus depth* (2D+Z), *Multiview Video Coding* (MVC) e *Multiview plus depth* (MVD).

#### 4.4.1. 2D plus depth

*2D-plus-depth* (2D + Z) é um método de codificação de vídeo estereoscópico.

Este método codifica e transmite tramas 2D associadas a uma imagem designada por mapa de profundidade que corresponde à análise, pixel a pixel, da profundidade do objecto na imagem. Esta imagem tem 256 tons na escala de cinzento onde a cor branca corresponde ao plano mais aproximado e o preto ao plano mais afastado. Pode-se ver em baixo na figura 10 um exemplo destas duas imagens. Aquando da recepção do sinal, a exibição da imagem 3D é gerada com recurso à ferramenta *Depth Image based Rendering* (DIBR), fazendo uso do mapa de profundidade para atribuir o plano de exibição de cada objecto da imagem.



Figura 10: Codificação 2D+Z

As principais vantagens deste método são:

- Compatível com televisores regulares 2D;
- Fácil de obter informação de conteúdo sintético (Z-buffers);
- Uma largura de banda apenas 10-20% maior em relação a conteúdos 2D, uma vez que o mapa de profundidade tem grande nível de factor de compressão.

As principais desvantagens são:

- É necessária grande capacidade de processamento para gerar o mapa de profundidade;
- Não é possível ver áreas oclusas da imagem;
- As áreas oclusas introduzem maus artefactos visuais (bordas redondas nas altas frequências do mapa de profundidade);
- Não é adequado para sistemas de visualização com grandes ângulos de visão;

- Capacidade de alto processamento no decodificador.

Apoiado por várias empresas em todo o sector de exibição, 2D+Z foi padronizado em MPEG como uma extensão para 3D arquivado em ISO / IEC FDIS 23002-3:2007 (E) [6].

#### 4.4.2. Multiview Video Coding

Multiview Video Coding (MVC, ISO / IEC 14496-10:2008 Amendment 1) é uma extensão da *Advanced Video Coding* (AVC) que oferece eficiência de codificação de vídeo multivista. A estrutura geral da MVC é ilustrada na figura 11 abaixo. O codificador recebe N ligações de vídeo temporalmente sincronizadas e gera o *bit stream*. O decodificador recebe o *bit stream*, descodifica e gera os N sinais de vídeo.

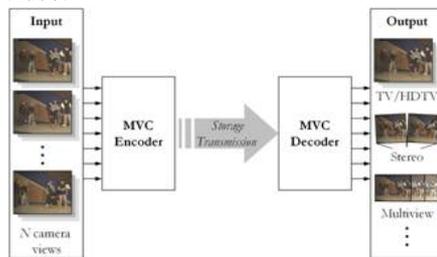


Figura 11: Multiview Video Coding (MVC)

Este método proporciona uma grande dependência estatística entre cada vista, uma vez que todas as câmaras capturam a mesma cena de diferentes pontos de vista. Então, a fim de atingir uma boa eficiência de compressão, combina-se previsão temporal entre vistas. Como ilustrado na figura 12, é possível fazer previsão não só para as imagens de uma câmara, como para imagens de câmaras vizinhas.

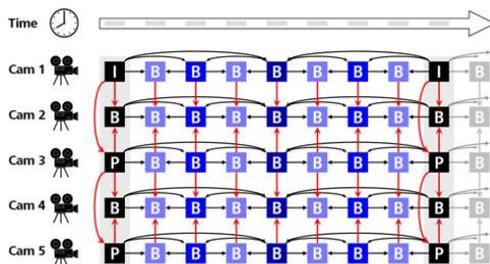


Figura 12: Estrutura de previsão temporal/inter-vista para MVC [7].

As principais vantagens deste método são:

- Áreas oclusas da imagem são registadas;
- Com várias vistas, grandes ângulos de visão podem ser cobertos.
- Maior noção 3D, sendo que a imagem difere com o ângulo de vista do espectador.

As principais desvantagens são:

- Grande capacidade de processamento para interpolação do ponto de vista;
- Maior largura de banda disponível em relação ao 2D AVC, dependendo do número de vistas codificadas.

#### 4.4.3. Multiview Video plus depth

Este método é uma combinação entre 2D+Z e MVC. Para este método, o número de vistas é reduzido em relação ao MVC porque vistas intermediárias podem ser facilmente interpoladas.

A cada vista está associado o seu mapa de profundidade que, com recurso à ferramenta DIBR, o decodificador tratará de exibir a imagem com efeito 3D.

A figura seguinte ilustra o gerar de 3 imagens no decodificador [8].

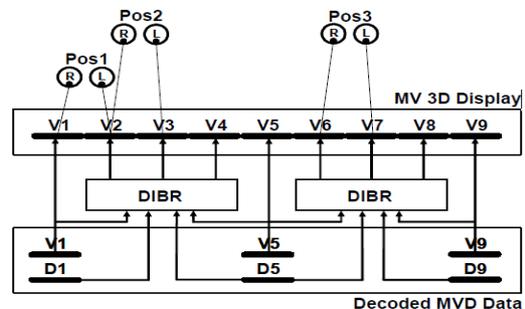


Figura 13: Decodificação MVD de imagem; Pos: Posição; V: imagem; D: profundidade.

Principal vantagem deste método:

- Requer menos largura de banda na transmissão que MVC, uma vez que precisa de menos imagens.

Principal desvantagem:

- Requer grande nível de processamento no decodificador.

## 5. TELEVISÃO 3D NO MUNDO

Este verdadeiro fenómeno que atingiu subitamente toda a sociedade denota que há um interesse crescente nesta tecnologia e que há ainda muita margem de progressão no que toca a equipamentos e a qualidade audiovisual. Mas a adopção deste tipo de televisão a longo prazo pela maior parte dos consumidores parece ser irrefutável. E a acompanhar este interesse estão as empresas que manufacturam este tipo de equipamentos, prontas a lançar novos modelos.

Empresas como a LG, Samsung e Mitsubishi foram algumas das que apresentaram os seus modelos ao público na CES (*Consumer Electronics Show*) que decorreu em Janeiro em Las Vegas.

Uma das questões mais pertinentes entre o público é: “Poderei ver televisão 3D sem óculos?”. A resposta é simultaneamente sim e não. Sim, no sentido em que já existe tecnologia para o efeito, (auto-estereoscopia, já abordada na secção anterior) mas prevê-se que apenas daqui a 5 ou 10 anos comecem a chegar ao mercado televisores com esta tecnologia. A excepção neste caso serão possivelmente os telemóveis e computadores pessoais, pois dado o facto de serem objectos de uso pessoal, faz com que cada um o posicione da forma mais adequada para si, não incorrendo no problema das TV’s, isto é, a falta de múltiplos pontos de visionamento com boa qualidade de imagem tridimensional.

Contrastando com isto, muitas empresas, entre as quais a Sony e a JVC já oficializaram o uso de óculos RealD com o seu equipamento [9]. À partida, espera-se que estes óculos sejam compatíveis com a maior parte do equipamento vendido.

Outra questão essencial aos consumidores é a de quanto terão que trabalhar para adquirir uma televisão destas. Embora a médio prazo os preços estejam dependentes quer da aceitação por parte do público, quer da evolução tecnológica neste campo, nesta fase inicial o preço de uma TV de polarização passiva pode variar entre os 1750€ e os 3000€ enquanto as de obturação activa têm um preço compreendido entre os 3000€ e os 4200€ [10].

Mas pondo o obstáculo do preço de lado, em que se focam os interesses dos potenciais compradores? Um estudo conjunto entre a CEA (*Consumer Electronics Association*) e a ETC (*Entertainment Technology Center*) realizado nos Estados Unidos observou os seguintes factos [11]:

- Estima-se que serão vendidas cerca de 2,2 milhões de TV’s com tecnologia 3D no ano de 2010 e que em 2013, mais de 25% da venda total de TV’s corresponderão a TV’s 3D
- Cerca de 57% dos consumidores inquiridos que planeiam adquirir um televisor 3D nos próximos 5 anos consideraram-se adoptantes iniciais desta tecnologia
- Aproximadamente 25% dos consumidores online dos Estados Unidos pretendem adquirir uma TV 3D nos próximos 3 anos
- 67% destes consumidores referem que mais provavelmente irão adquirir uma TV 3D se o conteúdo tridimensional estiver acessível em casa, quer seja através de cabo, satélite, antena ou fibra óptica.
- Cerca de 33% dos adultos que viram um filme em 3D nos últimos 12 meses referem que gostariam de ver todos os programas transmitidos em 3D
- Enquanto 36% refere que o objectivo principal do 3D é jogar jogos de vídeo, os restantes 64% indicam que preferem a TV para visionar filmes em 3D.

Em linha com os desejos dos consumidores de mais conteúdo tridimensional, já foram anunciados novos canais

com transmissão de conteúdo 3D na Europa, América e Ásia. Muitos dos estúdios de renome já se comprometeram publicamente a migrar os seus filmes de animação para 3D, que muito provavelmente ganharão a sua versão Blu-Ray 3D.

A experiência da transmissão 3D em TV’s parece ser um sucesso até à data. Muito recentemente, os espectadores nos Estados Unidos tiveram oportunidade de assistir ao US Masters de golfe em 3D, enquanto na Grã-Bretanha a empresa Sky lançou um canal com conteúdo tridimensional, dando ênfase ao futebol.

Está também prevista a transmissão de muitos dos jogos do Campeonato do Mundo de Futebol na África do Sul. Mais concretamente, a Sony está a oferecer aos emissores a possibilidade de transmitirem 25 jogos em 3D [12].

Outro mercado que certamente terá uma importância muito grande na adopção deste tipo de televisores é o mercado dos jogos de vídeo. A Nintendo planeia lançar uma consola portátil 3D, 3DS, com recurso à tecnologia de autoestereoscopia [13], ao passo que a Sony já anunciou um *update de software* gratuito que permitirá ao utilizadores desfrutar de jogos e filmes em 3D [14]. Como podemos verificar, os mercados que se denotam mais promissores são o mercado dos jogos, da animação e do desporto. A figura 14 ilustra alguns dos mercados em que adopção do 3D se afigura mais célere.

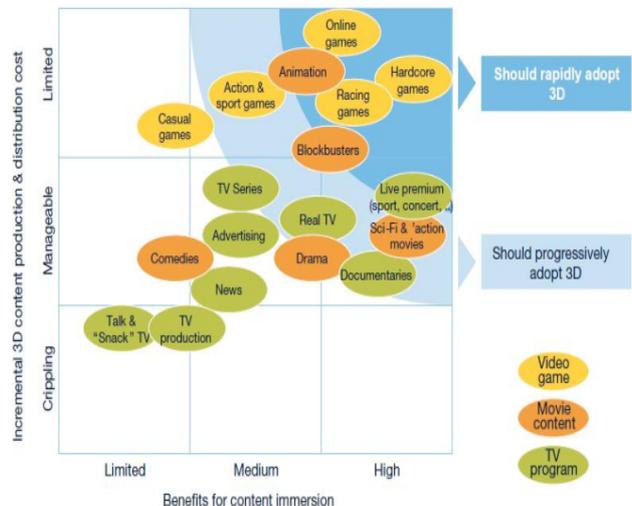


Figura 14 – Benefícios e custos de produção de conteúdo 3D [15]

Mas nem tudo são vantagens nesta tecnologia. De acordo com Michael Rosenberg, um professor da Universidade de Northwestern e especialista em oftalmologia, estes óculos não só cansam a vista como podem agravar ainda mais problemas de visão e causar dores de cabeça.

Segundo a empresa Pricewaterhouse Coopers, 20% das pessoas que assistiram a um filme em 3D não gostaram, devido a cansaço ocular ou outros problemas de visão, num universo de mais de 90 associações relacionadas com a

indústria cinematográfica ou televisiva. Também produzir conteúdo tridimensional com recurso ao computador fica mais caro, entre cerca de 5 a 10% e até 15% em filmes de acção [16].

Em Portugal a primeira experiência 3D foi emitida na RTP em 1980, com a exibição do filme “O Monstro da Lagoa Negra”, que originou uma autêntica corrida à compra de óculos anaglíficos. Em Maio de 2006 a RTP voltou a dedicar uma semana inteira de programação ao conteúdo 3D. Em Portugal esta nova tecnologia deverá demorar ainda mais a ser implementada, principalmente devido a 2 motivos:

- Praticamente não existe qualquer conteúdo
- Muitos dos consumidores não possuem sequer uma televisão de alta definição

Aliada à crise económica que atravessa o país, o facto do mercado estar a tentar “dar um salto” para uma tecnologia em que a maior parte dos consumidores ainda não abraçou completamente a anterior, faz com que o panorama não seja muito animador. Ainda assim, denota-se um esforço significativo e uma forte competição por parte de empresas como a Zon e Meo de fornecerem conteúdo tridimensional, que facilitará a sua adopção.

## 6. FUTURO DA TELEVISÃO 3D

Como já se percebeu, a televisão tridimensional vem para revolucionar o panorama do vídeo digital.

O futuro da televisão 3D passará sobretudo pela tecnologia aplicada aos ecrãs, nomeadamente a auto-estereoscopia, holografia e ecrãs volumétricos.

A curto e médio prazo, os ecrãs auto-estereoscópicos e volumétricos irão dominar o modo de visualização 3D, uma vez que as técnicas aplicadas estão mais amadurecidas [17].

Os ecrãs holográficos demorarão ainda alguns anos até conseguirem uma expansão massiva, visto dependerem de SLMs (*spatial light modulators*) e CCDs (*charge coupled devices*) mais eficazes que os actualmente desenvolvidos [18].

Futuras tecnologias de codificação também terão um grande impacto, sobretudo ao nível da rede. Farão com que as larguras de banda requeridas ao 3D não expludam para valores insuportáveis à rede, potenciando a produção de material 3D.

Ao nível social, novas realidades surgirão. Realidades que actualmente ainda não são perceptíveis à maioria dos cidadãos, uma vez que a televisão 3D iniciou há pouco tempo o processo de comercialização.

A interacção entre o espectador e o conteúdo televisivo será de tal forma, que áreas como a medicina, o desporto, a música, o cinema, irão utilizar aplicações de TV 3D para melhorarem o seu desempenho [19].

Por exemplo, num jogo de futebol é exigido ao árbitro decisões correctas. Através do ponto de visão apropriado e com recurso à televisão 3D, facilmente se validam decisões, mesmo as mais difíceis, promovendo o *fair-play* no jogo.

São exemplos como este que permitem nos dias de hoje perceber como será o futuro do mundo audiovisual e a sua preponderância na sociedade.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] [http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Documents/static%20files/Guide\\_To\\_3D\\_TV.pdf](http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Documents/static%20files/Guide_To_3D_TV.pdf)
- [2] *Alister's Guide To 3D Stereoscopic Production*, [http://www.xdcam-user.com/?page\\_id=652](http://www.xdcam-user.com/?page_id=652)
- [3] i-mag: the innovation magazine - nº7 september 2008
- [4] U. von Loehneysen, *3D Technologies for Cinema and TV Explained*, 2009, <http://www.televisions.com/tv-articles/TV-in-3D.php>
- [5] W. Matusik, H. Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, *3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes*
- [6] D. Tytgat, *3D IPTV – Networking technologies and impact*, Bell Labs, 2009.
- [7] Smolic, *Introduction to Multiview Video Coding*. Antalya, Turkey, 2008, <http://mpeg.chiariglione.org/technologies/mpeg-4/mp04-mvc/index.htm>.
- [8] Smolic, K. Müller, K. Dix, *Intermediate View Interpolation Based on Multiview Video Plus Depth For Advanced 3D Video Systems*. Berlin, Germany: FIT, 1985.
- [9] R. Heineman, *RealD aligns with Sony, JVC, Samsung, Toshiba, Panasonic and DirecTV for 3D TV*, [http://www.reald.com/content/mediaroomdocs/realdoverallces\\_releasefinalweb.pdf](http://www.reald.com/content/mediaroomdocs/realdoverallces_releasefinalweb.pdf)
- [10] J. Weinberg, *3D TV – 10 Things You Must Know*, <http://www.thesun.co.uk/sol/homepage/fun/gizmo/2945653/ten-things-you-must-know-about-3D-television.html>, Abril 2010
- [11] C. MacKinnon, *3D TV 2010: 3DTV Fast Facts*, <http://www.tomsguide.com/us/pictures-story/140-17--3DTV-stereoscopic-polarization.html>, Janeiro 2010
- [12] SONY, *Fifa And Sony to launch first ever global 3D experience of the FIFA World Cup™*, [http://www.sony.co.uk/biz/view/ShowPressRelease.action?section=SB+SS+ALL+Press+Center&pressrelease=1237478210706&site=biz\\_en\\_GB](http://www.sony.co.uk/biz/view/ShowPressRelease.action?section=SB+SS+ALL+Press+Center&pressrelease=1237478210706&site=biz_en_GB), Abril 2010
- [13] NINTENDO, *Launch of New Portable Game Machine*, <http://www.nintendo.co.jp/ir/pdf/2010/100323e.pdf>, Março 2010
- [14] E. Lempel, *PS3 3.30 System Software Update*, <http://blog.us.playstation.com/2010/04/21/ps3-3-30-system-software-update/>, Abril 2010
- [15] M. Aubusson, V. Teulade, *Eyes Wide Open – 3D tipping points loom*, [http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/entertainment-media/pdf/Eye\\_Wide\\_Open\\_3D\\_Tipping\\_Points.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/entertainment-media/pdf/Eye_Wide_Open_3D_Tipping_Points.pdf), p. 19
- [16] M. Aubusson, V. Teulade, *Eyes Wide Open – 3D tipping points loom*, [http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/entertainment-media/pdf/Eye\\_Wide\\_Open\\_3D\\_Tipping\\_Points.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/entertainment-media/pdf/Eye_Wide_Open_3D_Tipping_Points.pdf), p. 17
- [17] S. Pastoor, M. Wijkpking, *3-D displays: A review of current technologies*.
- [18] P. Benzie, J. Watson, P. Surman, I. Rakkolainen, K. Hopf, H. Urey, V. Sainov, C. von Kopylow, *A Survey of 3DTV Displays: Techniques and Technologies*
- [19] M. Magnor, *3D-TV The future of visual entertainment*, 2004