

TV DIGITAL: A COMPETIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Vasco Escaleira nº53750, João Silva nº56625, André Rebocho nº59035

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: vascoescaleira@gmail.com, joao_papoila@hotmail.com, andrerebocho@hotmail.com

ABSTRACT

Neste artigo vai-se abordar os sistemas de TV digital e como eles funcionam, começando pelo contexto em que surge, quais as vantagens de utilização de TV digital. A nível técnico abordamos a arquitectura dos vários sistemas, com especial foco no DVB, IPTV e TV móvel assim como os diferentes meios de transporte do sinal de TV digital, como o cabo, satélite, móvel e terrestre. Também vai-se ter em conta a codificação de vídeo e áudio utilizadas.

Será também abordado como é que a TV digital se tem proliferado e quais os principais operadores em Portugal e os respectivos modelos de negócio actualmente em vigor.

Por fim é proposto alguns trabalhos em desenvolvimento, uns para um futuro próximo, outros nem tanto na área da TV digital.

Index Terms— DVB, IPTV, TV móvel, MPEG-4, AAC, TV digital, xDSL, DOCSIS, fibra óptica.

1. CONTEXTO E INTRODUÇÃO

Sabendo que estamos na era digital, um dos meios que mais contribui, senão o que contribuiu quase na totalidade, para o desenvolvimento de imagem digital, alta definição, áudio com taxas de compressão elevadas mas com qualidade audível idêntica foi sem dúvida a televisão.

A televisão não só é um dos electrodomésticos mais populares do mundo, como é aquele que também mais "poder" social tem. Para se ter uma ideia nos finais de 2000 existiam cerca de 1.4 biliões de televisões no mundo. Passados 12 anos este número é certamente maior especialmente devido ao aparecimento de televisores a plasma, LCD e mais recentemente com capacidade para produzir imagens a 3D.

Assim sendo a televisão digital é vista actualmente como a solução mais eficiente em termos de qualidade de imagem e qualidade de áudio visto que esta não chega ao receptor (casa), com distorções nos sinais de áudio e vídeo, ou pelo menos é uma distorção perceptivelmente inexistente.

A televisão digital é numa forma simplista a visualização de televisão onde o formato dos conteúdos, nomeadamente imagem, áudio e informação vêm sob a forma de sinal digital, mais concretamente como uma sequência, anteriormente pré-definida, que recombinada permite a reestruturação do sinal original.

Isto permite ao utilizador não só ter uma qualidade de imagem e áudio superior que o sinal analógico, como também permite:

- Mais canais e serviços
- Interactividade
- Personalização dos conteúdos

Em termos de serviço em si este é:

- Mais robusto a erros
- Utiliza o espectro electromagnético de forma mais eficiente
- Possibilidade de regeneração do sinal
- Controlo da qualidade de áudio e vídeo
- Processamento de sinal mais fácil

2. SISTEMAS DE TELEVISÃO DIGITAL

Desta forma para implementar a televisão digital foram criados vários sistemas entre eles estão:

- DVB (Digital Video Broadcasting) - É o sistema aplicado na Europa. Dentro deste temos o DVB-T (terrestre), DVB-S (satélite), DVB-H (móvel) e o DVB-C (cabo).
- ATSC (Advanced Television Systems Committee) - É o sistema usado na América do Norte e na Coreia do Sul. Dentro deste existe o ATSC (terrestre/cabo) e o ATSC-M/H (móvel/handheld).
- ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) - Utilizado no Japão e na maioria dos países da América Latina, excepto no Brasil que usa uma derivação deste sistema denominada de SBTVD (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre. O ISDB é muito semelhante ao DVB.
Existe o ISDB-S (satélite), ISDB-T (terrestre), ISDB-C (cabo) e o *Iseg* que é uma derivação do ISDB-T para as comunicações móveis.
- AVS (Audio Video coding Standard) - Utilizado na China.
- DMB (Digital Multimedia Broadcasting) - Utilizado tanto na China como na Coreia do Sul. Existem o T-DMB (terrestre), S-DMB (satélite), DTMB-T/H (terrestre /móvel) e o CMMB (móvel).

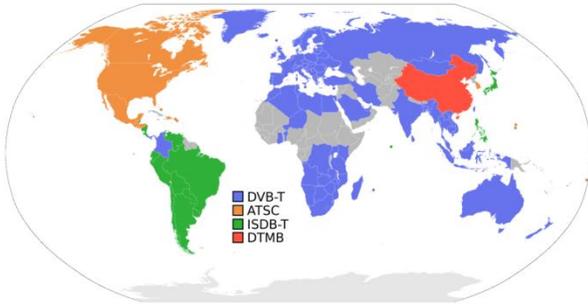


Figura 1: Mapa-mundo com os sistemas de televisão digital adoptados [1]

De ter em conta que em certos países há mais do que um sistema em funcionamento, nomeadamente na China.

- IPTV (Internet Protocol Television) - Utilizado em vários países do mundo. A transmissão é feita via terrestre, satélite, móvel ou cabo.

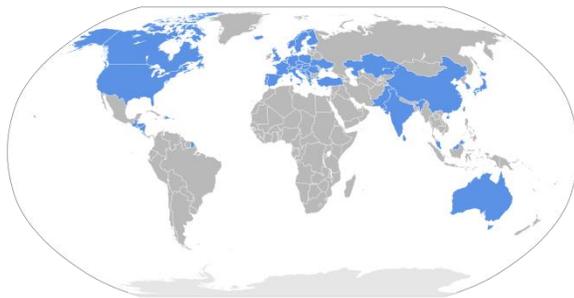


Figura 2: Mapa-mundo com os países que utilizam IPTV (países a azul) [2]

3. ARQUITECTURA DO SISTEMA DVB

Neste capítulo abordar-se-á a arquitectura do sistema DVB e os respectivos meios de transmissão (satélite, cabo, móvel ou terrestre).

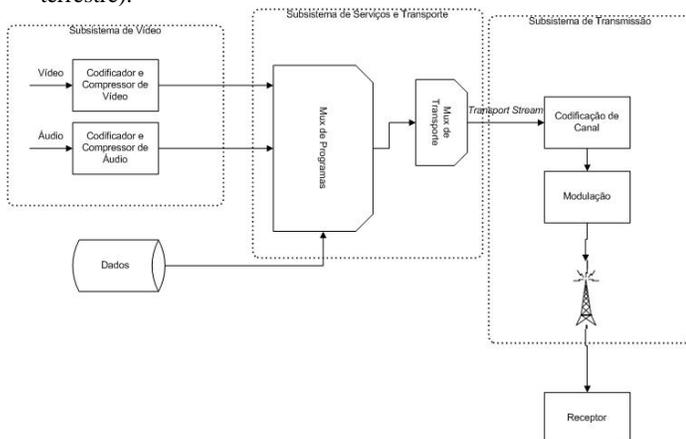


Figura 3: Arquitectura base de um sistema DVB [3]

- **Subsistema de Vídeo** - É onde o sinal de vídeo e áudio sofrem uma redução do respectivo *bit rate*. Esta compressão de dados é feita de forma adaptada ao conteúdo do vídeo, áudio e *data stream*. Depois de comprimido o sinal é codificado de modo a diminuir o número de bits necessários para que posteriormente a reconstrução de vídeo e áudio, não sofra alterações perceptíveis. Assim sendo o vídeo vem, actualmente, codificado sobre o formato MPEG-4 AVC/H.264 e o áudio sobre o formato AAC.
- **Subsistemas de serviços e transporte** - É onde ocorre todo o conjunto de operações que permite dividir o sinal de áudio e vídeo em forma de "pacotes", a forma depois como se encontra aquele "pacote" específico e o método de multiplexagem apropriado para um *data stream* de "pacotes" de vídeo e áudio num único *data stream*.
- **Dados** - Este bloco contém dados de controlo e de auxílio que permitem no momento da multiplexagem saber quais são os "pacotes" e a que *data stream* pertencem, tabelas *PAT* entre outros.
- **Multiplexer de Transporte** - O transporte é feito tendo em conta o meio receptor, ou seja, o multiplexer de transporte tem que ter um grau de interoperabilidade elevado visto que o receptor pode ser um *tablet*, um telemóvel, um televisor entre outros. Com outras palavras o subsistema de transporte é feito com base na interoperabilidade pois pode-se ter transmissão via terrestre, satélite, cabo ou móvel.
- **Transport Stream (TS)** - Na saída do multiplexer de transporte tem-se um *Transport Stream*, que é definido através das normas em que o sinal de áudio e vídeo foram codificados, neste caso em MPEG-4 AVC/H.264 e AAC. Este *TS* vai ser usado posteriormente para a transmissão do sinal para o receptor.
- **Subsistema de Transmissão** - Este bloco muda consoante o meio, satélite, terrestre, cabo ou móvel. Numa forma mais simplista neste subsistema temos um bloco de codificação de canal que adiciona informação a *data stream*, que provem do multiplexer de transporte, de modo a que o receptor possa usar essa informação extra para auxiliar à reconstrução do sinal recebido, que devido a compressões de sinal, modulações e todas estas operações serem portadoras de um erro, mesmo que mínimo, o sinal recebido nunca será exactamente igual aquele que foi transmitido, se bem que, perceptivelmente não há diferenças. O bloco de modulação usa a informação da *data stream* para modular o sinal transmitido. No caso do DVB, regra geral, a modulação usada é COFDM, excepto no DVB-S2 que é QPSK.

Dado que a transmissão é feita consoante o meio onde o sinal se propaga, analise-se desta forma os vários subsistemas de transmissão.

3.1. Subsistema de transmissão para DVB-S

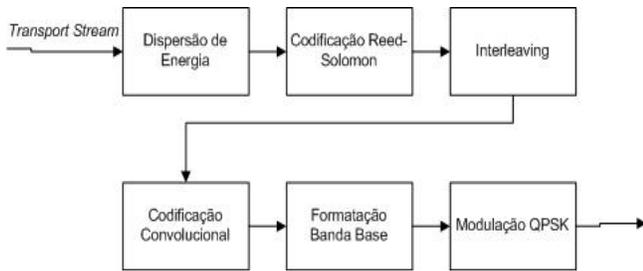


Figura 4: Arquitetura do subsistema de transmissão para o DVB-S [3]

- **Dispersão de Energia** - O *Transport Stream* entra no bloco de dispersão de energia e neste é identificado como uma sequência de pacotes de dados de tamanho constante de 188 bytes.
- **Bloco de codificação não binário/codificação Reed-Solomon** - Este bloco permite corrigir erros no sinal transmitido até um máximo de 8 bytes errados por cada pacote de 188 bytes.
- **Interleaving** - Nesta fase os dados são reordenados de uma maneira não contígua de forma a facilitar a recuperação de erros de *burst*, sendo usado em conjunto com o código *Reed-Solomon*.
- **Codificação convulucional/FEC (Forward Error Correction)** - Consiste em controlar e corrigir os erros na transmissão. Para isso é adicionada redundância a informação do sinal transmitido usando um algoritmo pré-definido, neste caso o algoritmo consiste em que cada m bits de informação a serem codificados, se transformem em n bits de informação onde o rácio m/n ($n > m$) é denominado de rácio de codificação. A transformação é uma função dos últimos k símbolos, onde k é o comprimento do código restringido. Assim sendo há cinco rácios de codificação válidos: $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$ e $7/8$.
- **Formatação Banda Base** - Depois de corrigidos os erros, a sequência de bits é formatada para uma sequência com uma banda de base modulada de símbolos complexos.
- **Modulação QPSK** - Por fim é aplicada uma modulação QPSK, sendo que depois o sinal vai para o receptor.

3.1.1. DVB-S vs DVB-S2

O DVB-S2 é implementado em 2005 e em relação ao DVB-S tem as seguintes vantagens:

- Para além da modulação QPSK faz 8-PSK, 16APSK e 32 APSK.
- Capacidade de transmissão é cerca de 30% superior em relação ao DVB-S.
- As modulações 16APSK e 32APSK têm performances semelhantes ao 16-QAM e 32-QAM.

3.2. Subsistema de transmissão para DVB-T

Este subsistema é muito semelhante ao anterior. Contudo neste subsistema há um *splitter* que separa o sinal que vem do multiplexer de transporte em dois sinais, um para o *SDTV* (standard definition television) e outro para o *HDTV* (high definition television).

A modulação também é diferente sendo que para DVB-T a modulação adoptada é OFDM.

3.2.1. DVB-T vs DVB-T2

O DVB-T2 é implementado em 2008 e em relação ao DVB-T tem as seguintes vantagens:

- O DVB-T2 permite as seguintes modulações: QPSK, 16-QAM, 64-QAM e 256-QAM.
- Os modos OFDM para além do 2k e 8k contidos no DVB-T têm: 1k, 2k, 4k, 8k, 16k e 32k.
- Os intervalos de guarda para além do $1/32$, $1/16$, $1/8$ e $1/4$ contidos no DVB-T têm: $1/128$, $1/32$, $1/16$, $19/256$, $1/8$, $19/128$ e $1/4$.
- O DVB-T está especificado para 5,6,7,8 MHz de largura de banda de canal ao passo que o DVB-T2 está especificado para 1,7, 5,6,7,8 e 10 MHz.

3.3. Subsistema de transmissão para DVB-C

Assim como os dois subsistemas já explicados anteriormente o DVB-C vai ter de diferente a modulação, permitindo só modulações QAM: 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM e 256-QAM. De ter em conta também que a sequência de bits é codificada usando a codificação diferencial dos dois bits mais significativos de cada símbolo.

3.3.1. DVB-C vs DVB-C2

O DVB-C2 é implementado em 2008 e em relação ao DVB-C tem as seguintes vantagens:

- Modulação OFDM/COFDM ao passo que o DVB-C utiliza, regra geral, 64-QAM.

- Maior eficiência espectral, cerca de 30% superior em relação ao DVB-C, através da utilização códigos LDPC (low-density parity-check), juntamente com maiores mapeamentos QAM e OFDM.

3.4. Subsistema de transmissão para DVB-H

Esta solução está meramente presente visto que foi a solução pensada para a televisão móvel, contudo demonstrou-se ser não muito viável face as mais recentes tecnologias mais concretamente o 3G e o LTE.

4. ARQUITECTURA DO SISTEMA IPTV

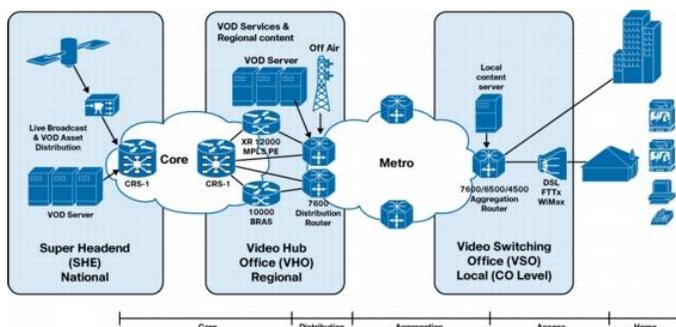


Figura 5: Arquitectura de um sistema IPTV [4]

A arquitectura de um sistema IPTV pode-se dividir em quatro fases: headend, transporte, acesso e rede doméstica.

- 1) **Headend** - Neste ponto é onde os sinais de áudio e vídeo são adquiridos, dos vários meios de transmissão, e processados de forma a serem distribuídos pela rede. Para isto os conteúdos são encapsulados num pacote IP e enviados para a rede IP.
- 2) **Transporte/Core** - Tem como função receber os pacotes IP que vêm do **Headend** e encaminha-los pela rede.
- 3) **Acesso** - Denominado também como *LastMile*, visto que é o ponto central entre os conteúdos enviados para a rede e o utilizador. Neste ponto temos presente um *MSAN (Multi-Service Access Node)*.

Este aparelho funciona como um *DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)* se a tecnologia que o assinante utiliza for xDSL ou como uma *OLT (Optical Line Termination)* se a tecnologia que o assinante utiliza for *GPON (Gigabit Passive Optical Network)*.

Neste ponto da arquitectura também vão existir *PVCs (Permanent Virtual Circuit)* ou *VLANs (Virtual Local Area Network)* dedicadas a utilizadores ou a serviços de modo a identificar os acessos feitos pelos utilizadores. Em suma é o ponto onde se decide qual o meio de transmissão (cabo - *DOCSIS*, terrestre - *xDSL*) e preparar a forma de aceder mais tarde aos conteúdos provenientes do sinal da IPTV.

- 4) **Rede Doméstica** - É o ponto mais conhecido de todos nós pois é neste que usufruímos dos conteúdos vindos do sinal da IPTV. Para tal as tecnologias mais utilizadas para levar o sinal até aos televisores são a *Ethernet* e o coaxial. O sinal é posteriormente decodificado pelas *Set-Top-Box (STB)*, decodificando as streams em áudio e vídeo.

4.1. Transporte via terrestre

O transporte feito via terrestre tem como meio principal a linha telefónica, designando assim de *xDSL*. As mais utilizadas são o *ADSL* e o *ADSL2+*, sendo que ultimamente haja uma utilização gradual do *VDSL2*, pois esta permite um *bit rate* mais elevado.

Desta forma consegue-se ter para além do serviço de voz, pois já existia obviamente na linha telefónica, serviços de vídeo (tanto em *SD* como em *HD*) e serviços de dados (utilizado também no início unicamente para acesso a *Internet*).

Há dois tipos de modulação que pode ser aplicada ao sinal, sendo elas a *DMT (Discrete Multi-Tone)* e a *CAP (Carrierless Amplitude Phase)*, que é uma variação do *QAM*.

Ao nível de codificação de canal neste momento o *codec* de vídeo aplicado é o *MPEG-4 AVC/H.264* ao passo que o *codec* de áudio é o *AAC*.

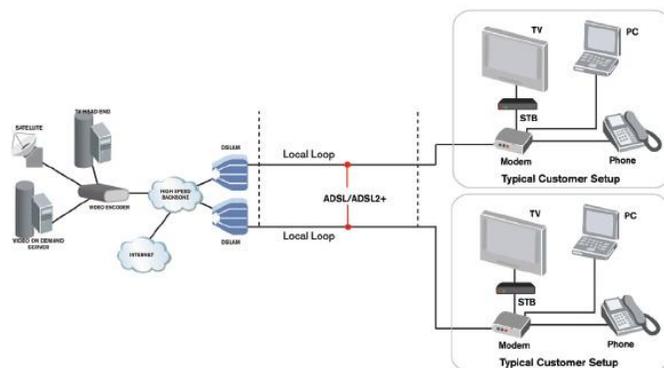


Figura 6: Arquitectura IPTV numa rede xDSL [5]

4.2 Transporte via cabo

O transporte via cabo coaxial utiliza o protocolo *DOCSIS*. A modulação utilizada por este protocolo é o *QAM*. Para distribuir o sinal por múltiplas TV's em casa dos clientes são utilizados *splitters*.

Assim sendo existem três formas dos prestadores de serviços de IPTV, via cabo, fornecerem o serviço aos seus clientes:

- *CMTS (Cable Modem Termination System)* - Tem como função entregar o *stream* IPTV.
- Modulador QAM - Alternativa ao *CMTS*.

- *Gateways* - Baseados em QAM com capacidade de encapsular os conteúdos de vídeo e áudio digital em serviços orientados ao IP.

Assim como no transporte feito em via terrestre, os *codecs* de áudio e vídeo usados são o AAC e o MPEG-4 AVC/H.264, respectivamente.

A modulação aplicada para este tipo de transporte é, regra geral, QAM.

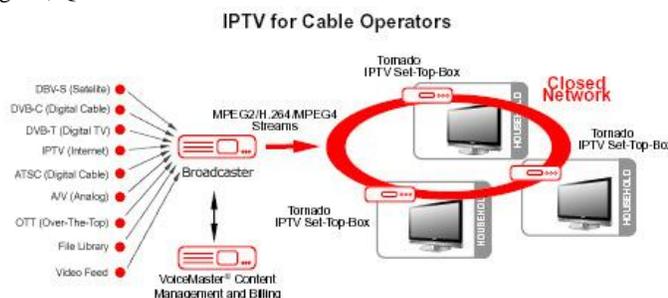


Figura 7: Arquitectura IPTV numa rede via cabo [6]

4.3 Transporte via fibra

Possivelmente esta é a tecnologia de que mais se fala, não só por ser a mais recente, como também é aquela que consegue transportar uma maior quantidade de dados e de forma também mais rápida.

Assim sendo há varias topologias de implementar a fibra óptica na rede IPTV entre elas:

- *FTTN (Fiber To The Node)* - Também conhecida como *Fiber To The Neighborhood* ou *Fiber to the Cabinet (FTTCab)*. Neste a tipologia de rede a fibra óptica vai desde a central e vai até um servidor num determinado "bloco" (bairro, quarteirão). Os subscritores residentes nesse bloco acedem depois ao servidor através de cabo coaxial.
- *FTTB (Fiber To The Building)* - Tipologia de rede na qual a fibra óptica vai desde do *central office* (central da operadora) até ao edifício onde é colocado uma *Optical Network Unit (ONU)*. O sinal sai da *ONU* e vai para a *STB* dos subscritores presentes no edifício.
- *FTTH (Fiber To The Home)* - Semelhante ao *FTTB* mas em vez da *ONU* ser colocada no edifício é colocada na casa do subscritor, ou seja o subscritor tem fibra óptica até a sua casa.
- *FTTC (Fiber To The Curb)* - Esta tipologia usa uma plataforma que esta ligada pelo servidor com fibra óptica. Os subscritores depois acedem a esta através de cabo coaxial. Esta plataforma (*curb*) é algo abstracta visto que ser um

simples armário de comunicações. Os protocolos usados na ligação *curb*- cliente são *DOCSIS* ou *xDSL*.

Tal como nos dois casos anteriormente descritos, os *codecs* de áudio e vídeo são os mesmos.

Ao nível de modulação não há uma modulação pré-definida como no *DVB* visto que há várias tipologias de rede e cada uma usa os seus respectivos protocolos e as suas respectivas modulações.

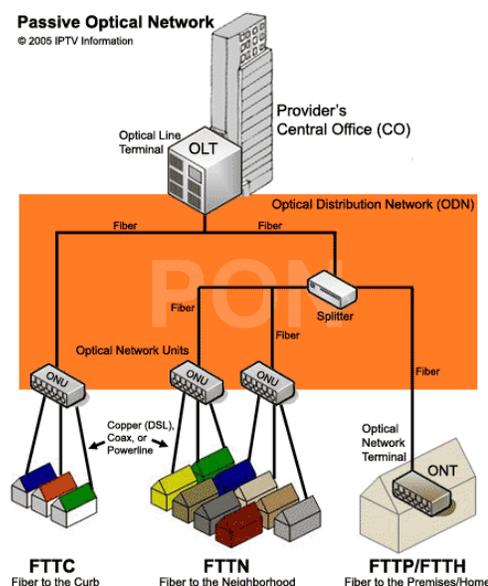


Figura 8: Arquitectura da rede de fibra óptica com as várias topologias de implementação [7]

5. ARQUITECTURA DO SISTEMA DE TV MÓVEL

Em Março de 2008, a Comissão Europeia aprovou para utilização a norma *Digital Video Broadcasting Handheld (DVB-H)* de forma a promover a interoperabilidade dos serviços embora esta norma não tenha sido seguida por Portugal até ao presente nem está, de momento, planeado. Outros países europeus já estão disponibilizar serviços *DVB-H*.

A transmissão de televisão móvel, feita sobre redes 3G e LTE, envolve dois paradigmas:

- Unicast - onde é estabelecida uma sessão por utilizador por conteúdo.
- Multicast - em que é estabelecida uma sessão por conteúdo.

A principal diferença é que o modelo Unicast permite a transmissão mais personalizada de conteúdos, ou seja, diferentes conteúdos para cada utilizador. A desvantagem face ao Multicast é que consome demasiados recursos na rede e tem uma largura de banda limitada por utilizador.

Neste momento a realidade portuguesa é apenas o acesso a conteúdos TV via 3G/UMTS e LTE numa perspectiva *unicast*. Tomando em conta estes dois tipos de tecnologia é possível ter uma arquitectura do sistema de TV móvel.

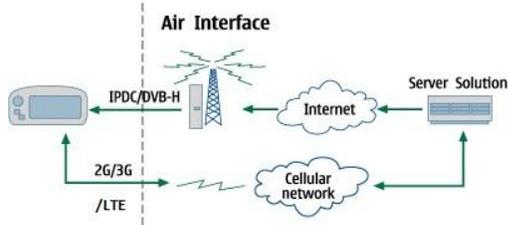


Figura 9: Arquitectura do sistema de TV móvel [8]

Em relação ao sistema DVB-H, os conteúdos utilizados são codificados em H.264/AVC a nível de vídeo, e a AAC a nível de áudio. A modulação adoptada pelo sistema DVB-H (baseada na norma DVB-T) é COFDM.

Actualmente as tecnologias 3G e LTE utilizam como *codec* de vídeo o MPEG-4 e a nível de áudio o AAC. A nível de modulação o 3G utiliza QPSK e o LTE utiliza QPSK ou então 16 QAM, caso seja necessário aumentar a capacidade.

6. CODIFICAÇÃO DE FONTE

Nesta secção ir-se-á abordar a codificação de fonte dos vários sistemas aqui apresentados.

Dado que os três sistemas aqui apresentados utilizam todos, de certa forma, a mesma codificação de fonte, para vídeo MPEG-4 AVC/H.264 e áudio AAC, abordar-se-á então estes dois *codecs*.

6.1. Codificação de Áudio

Como já foi referido o *codec* de áudio aplicado é o AAC (Advanced Audio Coding). É a parte 7 da norma MPEG-2 e neste momento é o *codec* de áudio mais utilizado na TV digital visto que este tem melhor qualidade para o mesmo débito binário do que o seu antecessor MPEG-2 (parte 3), mais conhecido como MP3.

O AAC consegue ainda codificar de 1 a 48 canais, com ritmos de amostragem de 8 a 96 kHz.

O AAC segue o mesmo tipo de codificação que o MP3, ou seja, codificação Layer-3 onde constam filtros de alta resolução, quantização não uniforme e codificação de Huffman, contudo o AAC sendo mais recente utiliza técnicas mais recentes e mais desenvolvidas permitindo desta forma aliar uma qualidade de som notável em função de um baixo débito binário. [9]

6.2. Codificação de Vídeo

O *codec* de vídeo utilizado é o MPEG-4 AVC/H.264. Sucessor do MPEG-2, o MPEG-4 é cerca de duas vezes mais eficiente, ou seja tem um factor de compressão que é aproximadamente o dobro em relação ao MPEG-2, contudo a complexidade é superior face ao antecessor.

O MPEG-4 é mais complexo, visto que é mais recente, utilizando técnicas de compressão mais evoluídas e complexas, como o *Entropy encoding*, blocos de menor dimensão e *In-loop deblocking*. Para além disto ainda aplica técnicas anteriormente utilizadas no MPEG-2, como a redundância espacial, temporal e irrelevância.

O MPEG-4 baseia-se no seguinte: [9]

1. Sequências de vídeo que começam num *header* e terminam com um código de terminação.

2. Estas sequências são formadas por *Group Of Pictures (GOP)*.
3. Estes *GOP* são constituídos por cabeçalhos e imagens (pode ser só uma) que permitem o acesso aleatório à sequência. Estas imagens contêm *slices*.
4. Os *slices* são definidos por macroblocos seguidos, ordenados da esquerda para a direita e de cima para baixo. As *slices* têm ainda a particularidade de permitir o decoder, em caso de erros no *bitstream*, saltar para o início da próxima *slice*.
5. Os macroblocos são constituídos por 32 blocos, onde cada um destes blocos pode ser de luminância (Y) ou crominância (Cr e Cb). Cada macrobloco respeita o rácio de quatro blocos de luminância, para dois de crominância Cr e dois de crominância Cb.

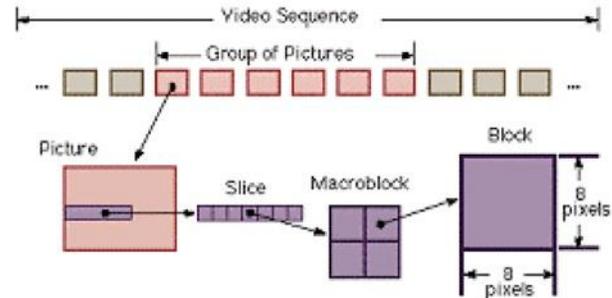


Figura 10: Estrutura do vídeo [10]

6. As imagens podem ainda ser de três tipos:
 - *Intra Pictures (I)* - São os pontos de acesso aleatório para o vídeo codificado. São aqueles que também apresentam maior custo a nível de débito binário.
 - *Predicted Pictures (P)* - São codificadas com base na predição temporal relativamente as tramas I e P anteriores a ela. Têm uma compressão superior face as tramas I logo um debito binário inferior.
 - *Bidirectional Pictures (B)* - Exploram a predição temporal para o passado e para o futuro em função das tramas I e P. São as que menos débito binário gastam.

7. COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE TELEVISÃO DIGITAL E MEIOS DE TRANSPORTE

Para as comparações ir-se-á utilizar as últimas gerações dos respectivos sistemas.

Para televisão digital terrestre:

Sistema	Codec Vídeo	Codec Áudio	Modulação
DVB-T2	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	COFDM
ATSC	MPEG-4 AVC/H.264	Dolby AC-3	8VSB
ISDB-T	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	BST-COFDM
T-DMB	MPEG-4 AVC/H.264	HE-AAC v2	OFDM
IPTV (xDSL)	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	DMT/CAP

Tabela 1: Comparação dos vários sistemas para TV digital terrestre

Para a televisão digital por satélite:

Sistema	Codec Vídeo	Codec Áudio	Modulação
DVB-S2	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	QPSK/8PSK (depende do EIRP)
ATSC	-	-	-
ISDB-S	MPEG-2	AAC	TC8PSK/QPSK/BPSK
S-DMB	-	-	-

Tabela 2: Comparação dos vários sistemas para TV digital por satélite

Para a televisão digital por cabo:

Sistema	Codec Vídeo	Codec Áudio	Modulação
DVB-C2	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	COFDM
ATSC	MPEG-4 AVC/H.264	Dolby AC-3	8VSB
ISDB-C	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	BST-COFDM
C-DMB	MPEG-4 AVC/H.264	HE-AAC v2	OFDM
IPTV (DOCSIS)	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	QAM

Tabela 3: Comparação dos vários sistemas para TV digital por cabo

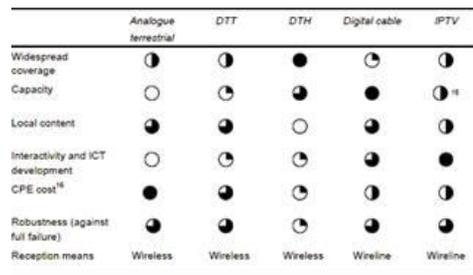
Para a televisão digital móvel:

Sistema	Codec Vídeo	Codec Áudio	Modulação
DVB-SH	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	COFDM/TDM
ATSC-M/H	MPEG-4 AVC/H.264	HE-AAC v2	8VSB
Iseg (ISDB-T)	MPEG-4 AVC/H.264	AAC	OFDM
T-DMB	MPEG-4 AVC/H.264	HE-AAC v2	OFDM

Tabela 4: Comparação dos vários sistemas para TV digital móvel

Conclui-se então que os sistemas são bastante semelhantes e a nível de resultado final, para o consumidor, a diferença entre eles é mínima senão praticamente nula. A maneira como estes sistemas chega a esse resultado final é que é ligeiramente diferente ou em termos de modulação de sinal ou a nível de codificação/descodificação do sinal.

Assim sendo as diferenças têm que ser vistas em função do meio de transporte.



[Source: Analysys]

Tabela 5: Comparação dos vários meios de transporte [11]

Como se pode ver há vários factores que influenciam a utilização de determinado meio nomeadamente cobertura, capacidade e robustez do sinal. Ora como é observado a nível de cobertura o satélite (DTH) é o que mais cobertura proporciona, sendo utilizado mais para acesso a zonas rurais. A nível de capacidade o cabo é o que mais capacidade tem, sendo mais utilizado assim em zonas mais urbanas. Em relação a robustez, nomeadamente contra erros encontram-se todos ao mesmo nível, menos o DTH visto que é o mais sujeito a interferências na atmosfera, uma vez que a codificação do sinal e modulação dos vários meios são muito semelhantes. O IPTV e terrestre (DTT) pecam a nível de capacidade pois estes são meios que necessitam de muita largura de banda e esta é bastante limitada.

8. PORTUGAL E A TV DIGITAL

Em Setembro de 1956 assistiu-se à primeira emissão televisiva em Portugal. Passados pouco mais de 50 anos (2009) lançou-se a TDT (Televisão Digital Terrestre).

Ao longo do ano de 2012 todo o sinal analógico será desligado havendo assim somente sinal digital. Ora esta decisão vai levar a muitas alterações, não só sociais, como também económicas, nomeadamente no tipo de serviço que os milhões de subscritores podem vir a adoptar.

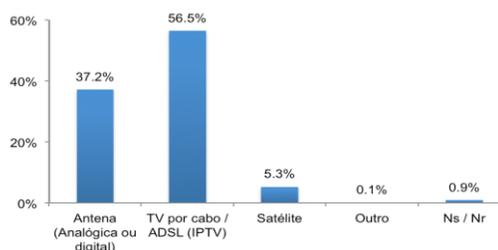


Figura 11: Tipo de acesso de televisão em Portugal, em 2011 [12]

Pelo gráfico podemos verificar que há então serviços pagos, nomeadamente TV por cabo e IPTV e serviços gratuitos, nomeadamente antena, sendo que há uma maioria de utilizadores a usufruir de serviços pagos ir-se-á abordar o modelo de negócio desta vertente da TV digital.

O modelo de negócio aplicado actualmente neste tipo de serviços é o chamado *Triple Play* que consiste em criar pacotes que reúnem serviços de voz fixa/móvel, internet fixa/móvel e televisão. Este modelo de negócio não só permite aumentar a competitividade entre operadores, como também permite aos

utilizadores uma vasta gama de serviços alguns deles totalmente flexíveis e interactivos na medida em que os utilizadores podem subscrever mais canais, ou pacotes de canais, adicionais, aceder a conteúdos informativos no televisor, nomeadamente notícias, informação meteorológica entre outros.

Dado que todos os operadores oferecem serviços todos muito semelhantes os preços praticados por eles também não podem divergir muito, como pode ser confirmado pela tabela seguinte.

Operador	Pacote	Preço
ZON	Fibra plus 100	59,99€
MEO PT	Total 100	59,99 €

Tabela 6: Produtos de características semelhantes dos dois principais operadores

Na figura seguinte pode-se observar que a ZON é a que detém a maior parte dos subscritores aparecendo em segundo lugar, com aproximadamente metade dos clientes da ZON, a MEO PT.

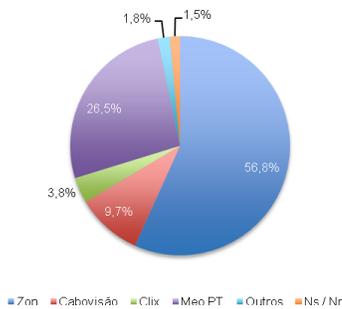


Figura 12: Quota de mercado dos principais operadores de televisão [12]

Em suma, o mercado da televisão digital tem muitas alternativas, algumas pagas outras gratuitas, sendo que as preferidas são as pagas.

Isto pode dever-se a vários factores entre eles: melhor prestação de serviços nomeadamente melhor qualidade de imagem e som, mais interactivo entre outras.

Em relação ao número de clientes entre ZON e MEO, ultimamente tem havido um crescente de clientes no operador MEO, contudo a decisão dos clientes deve-se mais por factores pessoais e não técnicos [12].

9. PERSPECTIVAS FUTURAS

Um factor determinante no crescimento do sistema IPTV tem sido e já é, a passagem da TV analógica para a digital, proporcionando dessa forma condições favoráveis à propagação do sistema pelas residências. Em termos de tecnologia de redes a IPTV terá que ser alvo de grandes investimentos para acompanhar e tirar partido de novas gerações de redes. As NGN (*Next Generation Networks*), que integram as últimas evoluções ao nível das arquitecturas, são já uma realidade obrigatória para os próximos anos estando já as operadoras a nível mundial a prepararem-se com infra-estruturas para seguir essa evolução.

No que diz respeito à qualidade de imagem obtida num serviço IPTV já foram realizadas demonstrações usando ultra-alta definição (Ultra High Definition Television – UHD TV). Este é um novo formato de vídeo que permite obter resoluções de 7680x4320 pixéis (33 milhões de pixéis). A UHD TV vai ser lançada em dois formatos distintos, sendo que o primeiro, designado de UHD TV1,

terá apenas 4 vezes mais resolução que a HDTV. Na sua versão final, o UHD TV2, terá então 16 vezes mais pixéis que o formato HDTV.

10. REFERENCES

- [1] Digital Terrestrial Television - <http://en.wikipedia.org/wiki/Digital>
- [2] IPTV - <http://en.wikipedia.org/wiki/Iptv>
- [3] Adaptado de Sistema DVB para Transmissão de Televisão Digital - http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/Additional_material/Transmissao_DVB.pdf
- [4] Optimizing Video Transport in Your IP Triple Play Network - http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps368/prod_white_paper0900aecd80478c12_ns577_Networking_Solutions_White_Paper.html
- [5] Trabalho de CAV sobre IPTV - http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2010/Trabalhos_MERC_2010/Artigo_MERC_4/site%20IPTV/arquitectura.html
- [6] IPTV over Closed Network (IPTV for Cable Operators) - http://www.sysmaster.com/solutions/iptv_cable_isp_solution.php
- [7] <http://www.iptvinformation.net/CategoryView,category,PON.aspx>
- [8] Adaptado de Trabalho de CAV sobre TV Digital - http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2006_2007/MERC/Trab_9/pagina/canais%20de%20transmissao.html#tvportatil
- [9] PEREIRA, Fernando; Televisão Digital; Apresentações da disciplina Comunicação de Áudio e Vídeo - http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Slides%2012/CAV_8_Digital_TV_2012_Web.pdf
- [10] Pesquisa Google, “Estrutura vídeo” – Disponível em: <http://www.tvdigital.tecnopt.com/imagens/normasestruturaa-video.gif>
- [11] Trabalho de CAV sobre TV Digital - http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2006_2007/MERC/Trab_9/pagina/comparacao%20tecnologias.html
- [12] Televisão Digital Terrestre - www.obercom.pt_client_newsId=428&fileName=tdt_caracterizacao



João P. Silva. Nascido em Lisboa, em 2005 ingressou no Instituto Superior Técnico onde frequenta o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores (MEEC), no ramo de Telecomunicações.



André Rebocho. Nascido em Évora, em 2006 ingressou no Instituto Superior Técnico onde frequenta o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores (MEEC), no ramo de Telecomunicações.



Vasco M. Escalreira. Nascido em Barreiro em 2003 ingressou no Instituto Superior Técnico onde frequenta o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores (MEEC), no ramo de Telecomunicações.