

MOBILE TV

Tiago Silva 57819, Bruno Coelho 57971, João Rosa 63522

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {tiago.silva, bruno.coelho, joao.s.rosa}@ist.utl.pt

RESUMO

Após o aparecimento da televisão e da sua unânime aceitação a possibilidade de ver televisão em qualquer lugar e a qualquer hora originou a *Mobile TV*. Neste artigo retrata este novo paradigma de televisão começando com uma pequena introdução e respectiva contextualização histórica, em que se procura, de forma sintética, abordar os motivos da sua génese e evolução. Para dar suporte a este novo serviço de televisão são descritos no presente documento as tecnologias DVB-H e DVB-SH, *standards* de televisão digital móvel na Europa. Com origem na indústria das telecomunicações móveis, o UMTS e o LTE são também tecnologias que podem dar suporte à *Mobile TV*. Este artigo procura descrever cada tecnologia nos seguintes conceitos: arquitectura, codificação de vídeo e áudio, modos de transmissão e recepção. Em poucas palavras, é feita uma abordagem aos serviços e conteúdos oferecidos por estas quatro tecnologias. É feito ainda um retrato da situação actual da televisão móvel em Portugal, e futuro.

Palavras-chave — *Mobile TV*, DVB-H, DVB-SH, UMTS, LTE, dispositivos.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a necessidade de comunicar, de ver e ser visto, assume um papel fundamental na evolução da humanidade e na construção daquilo a que chamamos sociedade moderna. A televisão é conhecida como a “Caixa que mudou o mundo”. Hoje em dia pode-se dizer que “A caixa é o mundo”, o que não aparece na televisão não existe. Pode-se assim dizer que a *Mobile TV* é o mundo nas nossas mãos, pois através de qualquer dispositivo de comunicação (telemóvel, portátil, *smartphone*) será possível “ver o mundo”. É neste contexto que no presente documento se descreve a tecnologia e organizações que irão dar suporte ao novo paradigma de televisão.

2. CONTEXTO E EVOLUÇÃO

A televisão foi desde o início dos seus tempos, um bem essencial a qualquer família, a qualquer pessoa. Depois do

rádio, a televisão passou a transmitir não só o áudio, mas também o vídeo. As pessoas deixaram de imaginar cenários e começaram a registar a realidade visível e audível. A necessidade de ter um registo para além dum local fixo, foi determinante para a extensão da televisão para um universo móvel.

Acompanhando as inovações a nível analógico e, mais tarde, digital, a televisão móvel percorreu até hoje um caminho de tentativas bem sucedidas e outras, verdadeiros fracassos. Tudo começou em finais da década de 70 com o lançamento do primeiro dispositivo portátil capaz de receber o sinal de TV analógica. Este dispositivo apresentava as imagens através de um ecrã CRT (*Cathodic Ray Tube*). Mais tarde, com a entrada no mundo digital e, posteriormente, com a evolução das tecnologias de difusão terrestre de vídeo, várias organizações mundiais começaram a desenvolver os seus *standards*. Neste momento, com o potencial das próximas gerações na rede das telecomunicações, o serviço de vídeo e áudio tende a ser difundido por esta rede com qualidades bastante aceitáveis.

A televisão móvel será, no futuro, uma tecnologia em constante e crescente evolução, dados os recursos que a ciência tecnológica vem fornecendo aos produtores.



Figura 1: Evolução da televisão.

3. MOBILE TV, DIGITAL VIDEO BROADCASTING PROJECT

3.1. DVB-H

3.1.1. Contexto e objectivos

A digitalização dos tradicionais sistemas de *broadcast*, fez surgir o padrão DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*). O sucesso do DVB-T, os seus benefícios e o potencial da transmissão digital, atraiu a atenção da indústria da área dos dispositivos portáteis, como são os telemóveis e os receptores de TV dos automóveis. Com o objectivo de

responder a este interesse, a organização DVB Project desenvolveu um novo *standard* de transmissão digital destinado às comunicações móveis, o DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld*) [1,2]. Este é o sistema normalizado na Europa pela ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) desde Novembro de 2004.

3.1.2. Arquitectura

O DVB-H usa, como base, a camada física do DVB-T, mas apresenta, a nível da camada de ligação, alterações com o objectivo de respeitar os requisitos apropriados para os terminais que se esperam ser pequenos, leves e portáteis. O modo de transmissão de dados, mais propriamente vídeo, diferencia o sistema DVB-H do DVB-T. Enquanto o primeiro utiliza o sistema IP (*Internet Protocol*) que permite a interligação com outras redes baseadas neste protocolo, o DVB-T tem como modo o MPEG-TS (*Moving Pictures Experts Group Transport Stream*).

Para o DVB-H ser compatível com a camada física do DVB-T, o DVB-H utiliza o protocolo MPE (*Multi-Protocol Encapsulation*) que permite o encapsulamento de pacotes IP em pacotes TS. Desta forma, é possível a utilização da rede de transporte do DVB-T. A nível da camada de ligação, o sistema de DVB-H é caracterizado pelas importantes funcionalidades de *time-slicing* e de MPE-FEC (*Forward Error correction*). O *time-slicing* é um algoritmo de transmissão de serviços multiplexados no tempo e tem como objectivo aumentar o tempo de actividade das baterias dos terminais, permitindo a estes um repetido *switch-off* durante a recepção de sinal. O MPE-FEC é utilizado para garantir alguma resistência a erros.

A nível da camada física, são introduzidas quatro extensões. Primeiro, a introdução de sinalização DVB-H nos *bits* TPS (*Transmission-Parameter Signalling*) que permite não só indicar a presença de serviços DVB-H, como também o uso do mecanismo opcional MPE-FEC. Segundo, o modo de transmissão OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) 4K que flexibiliza o desenho de redes de frequência única (SFN), apropriadas para a recepção de sinal de dispositivos móveis. Terceiro, a possibilidade de utilizar um método de entrelaçamento não nativo do modo de transmissão, *in-depth interleaver*, melhora significativamente a robustez do sistema em ambientes móveis e sujeitos a *fading* selectivo de frequências. Quarto e último, além de suportar as larguras de banda oferecidas pelo sistema DVB-T, existe a possibilidade de o DVB-H utilizar um canal com largura de banda de 5 MHz.

O DVB-H pode ser aplicado numa arquitectura partilhada ou totalmente dedicada. A figura 2 ilustra uma partilha entre sistemas DVB-H/T. Neste caso, vários IP *streams* como, por exemplo, vídeo *streams* são difundidos pela Internet por *multicast* até aos IP Encapsulador (IPE). Estes mecanismos têm o objectivo de produzir DVB-H TS com *time-slicing* e MPE-FEC incluídos.

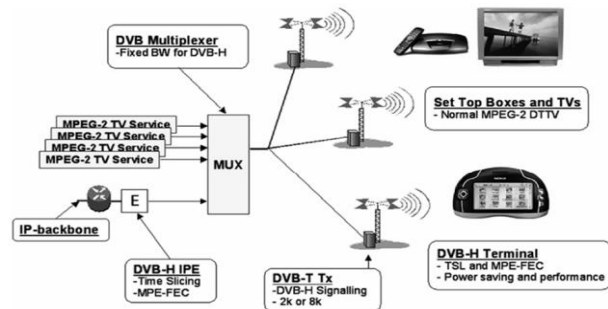


Figura 2: Arquitectura partilhada DVB-H/T.

Numa arquitectura totalmente dedicada, não existe partilha a nível do *multiplexer*, o que facilita o planeamento da rede e possibilita a aplicação das extensões, a nível físico, do modo 4K e do *in-depth interleaver*. Representada na figura 3, esta rede é composta por várias áreas de SFN, com um alcance geralmente em volta dos 10 quilómetros.

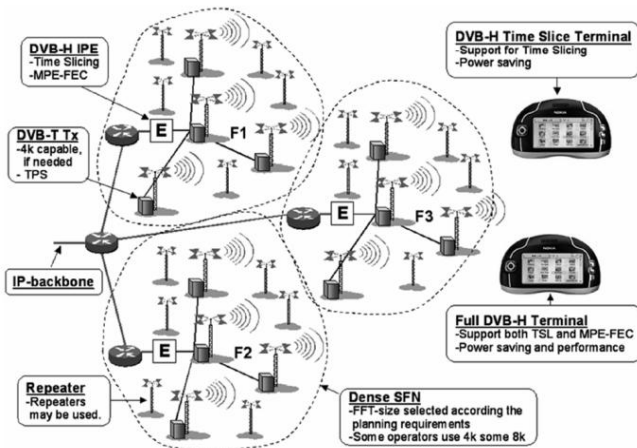


Figura 3: Sistema DVB-H.

3.1.3. Codificação de áudio e vídeo

Relativamente ao método de codificação, o sistema DVB-H difere dos restantes sistemas DVB, que se baseiam no padrão MPEG-2. Face às características específicas dos dispositivos de bolso, nomeadamente as suas pequenas dimensões, é necessária a utilização de uma norma de codificação de vídeo mais eficiente que a norma MPEG-2, que suporte os baixos débitos e baixas resoluções como, por exemplo, a resolução espacial CIF (*Common Intermediate Format*). Deste modo, é utilizada a norma H.264/AVC para a codificação de vídeo.

O DVB-H usa o HE AAC v2 (*High-Efficiency Advanced Audio Coding*) definido na norma MPEG-4 Part 3 para efectuar a codificação do áudio. Esta ferramenta é actualmente o mais eficiente codificador áudio do mercado dado que consegue níveis de *bit rate* muito baixos mantendo uma boa qualidade de áudio. De forma a garantir uma eficiente compressão no domínio da frequência, o HE AAC usa o mecanismo SBR (*Spectral Band Replication*). O HE

AAC v2 é semelhante ao seu antecessor, mas junta ao SBR, o mecanismo PS (*Parametric Stereo*) de forma a melhorar a eficiência na codificação dos sinais estéreo. Este codificador requisita um *bit rate* de 64 kbps para garantir uma razoável qualidade do áudio em estações do tipo estéreo.

3.1.4. Transmissão

O modo de transmissão no sistema DVB-H é uma das extensões da camada física do sistema DVB-T, como já foi dito anteriormente. O OFDM pode ter três modos: 2K, 4K e 8K.

O modo 2K é um modo usado para redes SFN de pequenas dimensões e oferece um maior intervalo entre as frequências portadoras, relativamente ao modo 8K, o que beneficia o receptor facilitando-lhe a interpretação de cada sinal. Apesar deste facto, o modo 2K apresenta uma duração de símbolo muito baixa e, por isso, um intervalo de guarda pequeno. Desta forma, aumentam as probabilidades de ocorrerem interferências na recepção. Por outro lado, o modo 8K é mais adequado para redes SFN de larga escala. No entanto, para dispositivos pequenos e portáteis que são compostos por apenas uma antena, não é melhor opção dado os fracos resultados apresentados na recepção. O modo de transmissão 4K surgiu como a melhor opção para o DVB-H pois está entre a negociação de vantagens dos modos 2K e 8K.

Cada sub-portadora da modulação OFDM pode usar, para o sistema de DVB-H, uma modulação 16-QAM ou 64-QAM, sendo a primeira solução a mais robusta apesar de ter *bit rate* mais baixo.

Outra importante propriedade na parte da transmissão do sistema DVB-H é o mecanismo de *in-depth interleaver*. Este mecanismo aumenta a flexibilidade da intercalação de símbolos, pois permite que um sinal no modo 4K tenha benefício da memória da intercalação de símbolo do modo 8K. Assim, para o modo 4K, é possível dobrar a intercalação de símbolo, o que melhora a recepção de sinal e aumenta a protecção contra o ruído.

3.1.5. Recepção e dispositivos

A estrutura de um receptor DVB-H está representada na figura 3. Um receptor típico deste sistema inclui um desmodulador DVB-H e um terminal DVB-H. Posteriormente, o desmodulador DVB-H inclui um desmodulador DVB-T, um módulo de *time-slicing* e um módulo de MPE-FEC.

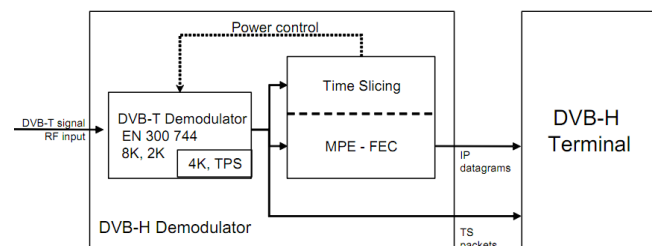


Figura 4: Receptor DVB-H.

A Nokia foi a primeira empresa a apresentar um dispositivo móvel com a tecnologia DVB-H. O telemóvel Nokia N92 tem um receptor DVB-H que permite-lhe receber transmissão digital móvel. Além disso, este aparelho vem preparado para ter semelhantes funcionalidades de uma *set-top box* (STB), incluindo gravação de conteúdos e criação de listas pessoais de programas.

3.2. DVB-SH

3.2.1. Contexto e objectivos

DVB-SH (*Satellite to Handheld*) [3,4] é o nome do sistema de transmissão *broadcast*, via satélite para receptores de bolso. O factor chave do DVB-SH é o seu sistema híbrido satélite/terrestre que permite o uso do satélite para cobrir largas regiões para uma variedade de terminais cujas antenas são compactas e com uma directividade limitada. Este sistema foi planeado para usar frequências inferiores a 3 GHz, tipicamente frequências *S-Band* à volta de 2.2 GHz, sendo adjacentes às frequências terrestres do domínio 3G. Este standard foi publicado em Fevereiro de 2007 pelo DVB Project.

Um dos principais objectivos do sistema DVB-SH é a apresentação de serviços multimédia sobre a camada IP. Estes serviços estão sempre disponíveis ao cliente quer este esteja a caminhar pela rua, quer este esteja a viajar dentro dum automóvel.

3.2.2. Arquitectura

O alcance de transmissão via satélite depende de vários factores, entre eles, o tipo de zona a ser coberta. Para situações em que a recepção via satélite é comprometida (e.g. espaços fechados), são usados repetidores terrestres de forma a garantir uma aceitável recepção de sinal. Portanto, um típico sistema DVB-SH é baseado numa arquitectura que combina um componente de satélite (SC) e, quando necessário, um componente terrestre de complementação (CGC). Os repetidores usados na CGC podem ser de três tipos, nomeadamente transmissores terrestres, *Gap-fillers* pessoais e transmissores móveis.

Os transmissores terrestres complementam a recepção da transmissão via satélite em áreas de difícil recepção como são as áreas mais urbanas. Neste tipo de repetidores é possível a optimização da forma de onda do sinal tal como um reajustamento da frequência de rádio. Os *Gap-fillers* pessoais permitem a retransmissão do sinal e são aplicados principalmente em locais fechados. Ao contrário dos transmissores terrestres, os *Gap-fillers* não permitem qualquer optimização à forma de onda. Por fim, os transmissores móveis são aplicados em infra-estruturas dinâmicas onde não há garantia de continuidade de recepção do sinal via satélite ou terrestre. Este tipo de repetidores é normalmente usado em comboios e navios comerciais e há possibilidade de haver melhoramentos no sinal dependendo da configuração da forma de onda e do planeamento da frequência de rádio. Um típico sistema DVB-SH pode ser observado na figura 5.

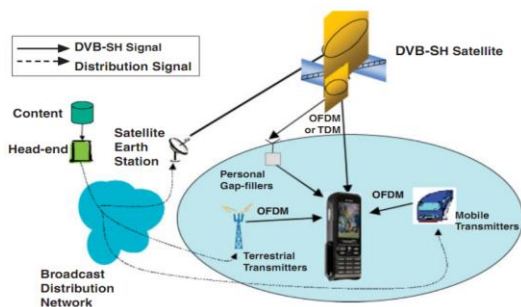


Figura 5: Sistema DVB-SH.

3.2.3. Codificação de áudio e vídeo

O sistema DVB-SH utiliza os mesmos padrões de codificação que o sistema DVB-H. Tal como este e pelas mesmas razões, o DVB-SH utiliza, para codificação de vídeo, a norma H.264/AVC e, para codificação áudio, o padrão HE AAC v2.

3.2.4. Transmissão

O modo de transmissão dos sistemas DVB-SH deve ser abordado, tendo em conta duas importantes componentes: satélite e terrestre.

Na componente terrestre, a modulação escolhida é naturalmente a OFDM uma vez que é a mesma para os sistemas de transmissão terrestres DVB-T/H, garantindo assim compatibilidade de serviços. No caso da transmissão por satélite, foram seleccionadas duas modulações, o SH-A e o SH-B. O SH-A utiliza OFDM tanto para transmissão terrestre como por satélite. O SH-B usa OFDM para terrestre e *time-division multiplexing* (TDM) para satélite. A especificação maximiza as características comuns entre as duas arquitecturas de modo a que a parte terrestre OFDM seja a mesma nas duas arquitecturas. Este facto permite que os terminais desenhados para SH-B possam ser utilizados para SH-A, sendo o processamento de TDM desligado no caso de SH-A.

3.2.5. Recepção e dispositivos

Um típico receptor DVB-SH deve estar preparado para garantir uma constante qualidade de serviço. Para isso, deve receber sem problemas um sinal quando se está a mover entre coberturas de satélites ou de CGC's. Deve estar preparado para implementações de esquemas de poupança de bateria. Ainda, deve estar imune a outros tipos de sinais de nível superior.

Como já foi referido, um terminal do tipo SH-B está preparado para usar uma configuração do tipo SH-A. O contrário já não é possível.

4. MOBILE TV, 3GPP

4.1. UMTS

4.1.1. Contexto e objectivos

A 3GPP, *3rd Generation Partnership Project*, é uma associação criada pelas diversas organizações de standards

no mundo com o intuito de definir um sistema celular global. Desta associação resultou o UMTS, *Universal Mobile Telecommunications System*, que se assume como um padrão universal para as comunicações pessoais. UMTS é uma evolução do GSM, *Global System for Mobile Communications*, com vista a garantir os débitos apresentados na tabela 1.

Rural	Suburbano	Urbano
144kbit/s	384kbit/s	2Mbit/s

Tabela 1: Débitos do sistema UMTS.

No que toca à Mobile TV, ou outros serviços semelhantes, a tecnologia UMTS garante o *broadcast* ou *multicast* de conteúdos através do serviço MBMS.

4.1.2. MBMS, Multimedia Broadcast Multicast Service

O MBMS é um serviço que, como dito anteriormente, visa garantir conteúdos multimédia a uma grande quantidade de utilizadores em simultâneo. Para isso, o MBMS possui dois modos de transmissão, *broadcast* e *multicast*. O modo de *broadcast* refere-se a uma transmissão multimédia unidireccional ponto-multiponto, utilizando os recursos rádio de forma eficiente porque a informação é transmitida sobre um canal de rádio comum. Se necessário o débito do MBMS pode variar de forma a optimizar os recursos do espectro eletromagnético disponíveis (Figura 6).

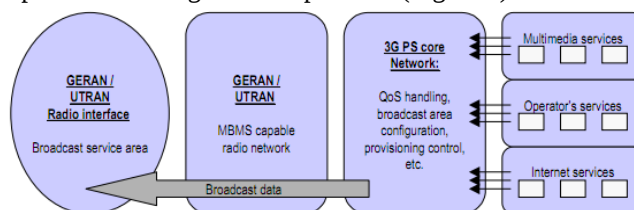


Figura 6: Cadeia de transmissão dos conteúdos, Broadcast.

No modo *multicast* os recursos podem ser contratualizados separadamente, dando suporte à subscrição individual de conteúdos. O MBMS pretende ser usado para uma vasta variedade de serviços, independentemente do seu conteúdo. O MBMS se comparado com os sistemas existentes, proporciona um débito superior, ainda que escasso, podendo não ser a tão ambicionada solução para a transmissão de conteúdos de televisão com a qualidade actualmente exigida (Figura 7).

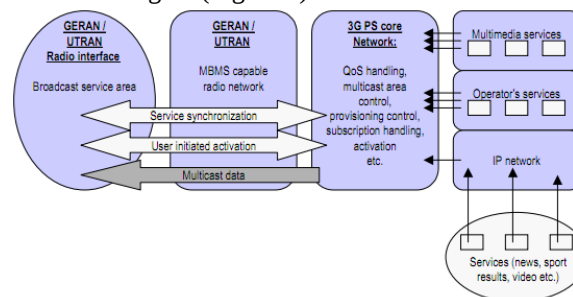


Figura 7: Cadeia de transmissão dos conteúdos, Multicast.

4.1.3. Arquitectura

A arquitectura da rede UMTS é constituída por três domínios principais, que são: CN (Core Network), UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network) e UE (User Equipment). A core network disponibiliza as funcionalidades de *switching*, *routing* e gestão de tráfego do utilizador. Para além disto, contém as bases de dados e as funções de gestão da rede UMTS (Figura 8).

A core network do UMTS, é baseada na rede GSM (Global System for Mobile Communications) com a adição do GPRS (General packet radio service). Todos os equipamentos e serviços tiveram de ser modificados para puderem operar nesta rede.

O UTRAN disponibiliza a interface de rádio necessária aos UE para comunicarem com a core network, sendo composto pelo Node-B e pelo RNC (Radio Network Control).

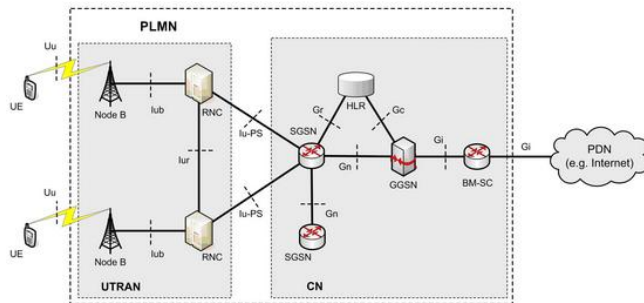


Figura 8: Arquitectura do sistema UMTS.

4.1.4. Codificação de áudio e vídeo

A introdução do MBMS implicou modificações mínimas na arquitectura do UMTS. A maior modificação foi a introdução do BM-SC (Broadcast Multicast Service Center), através do qual são processados os conteúdos provenientes dos fornecedores.

A codificação de vídeo no UMTS pode ser realizada utilizando dois *codecs*, o *H.263 profile 0 level 10* e o *MPEG-4 Visual Simple Profile Level 0*. Recomendado pelo ITU-T, o *H.263 profile 0 level 10* é o principal *codec* para a codificação da maioria dos serviços de multimédia em dispositivos móveis. O H.263 usa *Discrete Cosine Transform* (DCT) de forma a reduzir a redundância espacial. A transformada converte um bloco de pixéis em coeficientes que representam a frequência espacial do bloco. Apenas as frequências presentes no bloco possuem valores elevados de coeficiente. Por exemplo, um bloco com a mesma cor e intensidade (mesma frequência de coloração), corresponde a apenas um coeficiente DCT não nulo. Os coeficientes DCT são posteriormente quantificados. Este processo garante elevados ganhos de compressão. Quanto menos níveis de quantificação existirem menos bits serão necessários para representar a informação. No entanto quanto menos bits se gastarem na codificação de cada bloco menos qualidade terá a imagem reconstruída no receptor através da *Inverse Discrete Cosine Transform* (DCTI).

Esta determinação do ITU-T pretende garantir alguma interoperabilidade pois o *bitstream H.263* pode ser decodificado por decodificadores *MPEG-4* e *H.263*. Além deste *codec* pode ainda ser utilizado o *MPEG-4 Visual Simple Profile Level 0*, que é destinado a transmissões de baixo débito e baixa latência, sendo apenas utilizadas as tramas I (*Intra Frame*) e P (*Predicted Frame*) para a codificação de vídeo. Possui ferramentas que conseguem garantir resistência a erros e implementa compensação de movimento de meio pixel. Trata-se de um *open standard*.

A codificação de áudio é implementada pelo *codec MPEG-4 AAC Low Complexity Object*. Possui o nome formal de ISO/IEC 14496:2001. Trata-se de um tipo específico de *Advanced Audio Coding* (AAC). A norma define que este *codec* tem por base o *MPEG-2 AAC Low Complexity Profile* com alguns ajustamentos. Assim este *codec* proíbe a utilização de predição e da ferramenta de controlo de ganho. Limita ainda a utilização do *Temporal Noise Shaping* (TNS, mecanismo que, através de predição na frequência adapta o valor de ruído quantizado, colmatando o problema da variação drástica do sinal no tempo). Possui ainda a ferramenta *Perceptual Noise Substitution* (PNS) que otimiza a eficiência do *bitrate* do AAC a baixos débitos. Utilizado nas comunicações UMTS, está limitado a um ritmo de amostragem máximo de 48 kHz. As configurações do canal pretendem suportar mono ou estéreo. A tecnologia UMTS pode ainda suportar o *MPEG-4 AAC Long Term Prediction*.

4.1.5. Transmissão

O acesso rádio é garantido através de FDD (*Frequency Division Duplex*, utiliza duas bandas de frequência separadas para o *uplink* e *downlink*), e TDD (*Time Division Duplex*, o *uplink* e *downlink*, usam a mesma largura de banda, sendo apenas separados no tempo). Estas variantes de transmissão associadas à tecnologia de interface rádio W-CDMA (*Wide-Band Code-Division Multiple Access*), conseguem oferecer aos utilizadores um serviço de elevada qualidade. O W-CDMA é uma técnica de modulação e espalhamento espectral, que codifica cada sinal usando um código único. Esta tecnologia de transmissão permite um uso mais eficiente do espectro de rádio sendo ainda mais robusta às interferências e ao ruído do meio de transmissão. Garante assim taxas de transmissão muito mais elevadas.

4.1.6. Recepção e dispositivos

O receptor apenas precisa de conhecer o código, usado na transmissão, para decodificar o sinal. Esta técnica permite que no mesmo canal possam ser transmitidos diversos fluxos de dados separados por códigos ortogonais.

O terminal UMTS pode operar no modo PS/CS, em que o terminal deve conseguir usar simultaneamente os domínios do CS (*Circuit Switching*) e do PS (*Packet Switching*). Além disso, pode operar de forma individual no PS ou no CS. O dispositivo deve-se reger pelas entidades definidas pela norma, muitas delas herdadas do GSM.

Permite ainda um fácil escalonamento de frequências, sendo ainda um mecanismo que se adapta muito bem a técnicas de MIMO. No *uplink* é utilizado o SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*), que é um esquema de acesso baseado no OFDMA com DFT *precoding*, sendo a sua estrutura de transmissão semelhante à do *downlink*, proporcionando uma excelente comunicação bidireccional.

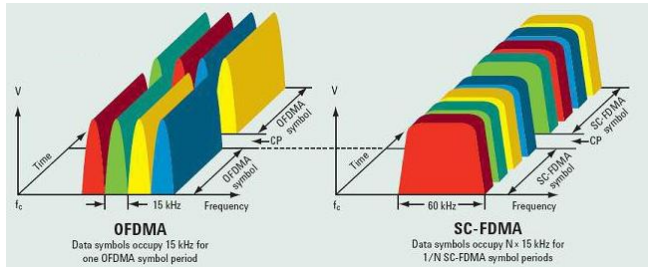


Figura 10: OFDMA vs SC-FDMA.

O LTE possui ainda um esquema de modelação adaptativa que permite otimizar a quantidade de informação enviada sobre o canal de transmissão, de forma a atenuar a influência das características do canal na qualidade da transmissão. Ou seja se o canal apresentar uma elevada taxa de erros altera-se o esquema de modelação de entre os anteriores.

Transmission scheme	OFDM
Channel bandwidths	1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz
Carrier spacing	15 kHz
Guard interval	16.7 μ s
Modulation schemes	QPSK, 16QAM, 64QAM
MIMO scheme	single antenna port
Transport block transmission duration	1 ms
Number of coded blocks per transport block	Variable
Typical transmit power	The eNodeB (Macro cells) maximum transmit power is left to implementation, but most coexistence analyses assume Macro Tx Powers around 40W (46dBm)

Figura 11: Esquemas de modulação utilizados no LTE.

4.2.5. Recepção e dispositivos

Uma das principais diferenças entre o receptor UMTS e o receptor LTE, é que o último utiliza dois receptores rádio como parte integrante da sua funcionalidade, enquanto os receptores UMTS disponibilizam esta funcionalidade como opção. Actualmente, encontra-se em desenvolvimento receptores com quatro interfaces de rádio, que permitem tirar partido das vantagens oferecidas pela tecnologia MIMO (*Multiple-Input and Multiple-Output*).

4.2.6. Evolução, LTE advanced

O LTE *advanced* foi desenvolvido com o intuito de satisfazer os requisitos da ITU-R no que diz respeito às redes 4G. Apesar do LTE *release 8* cumprir grande parte dos requisitos necessários ao 4G, este não apresentava garantias em relação à eficiência espectral no *uplink*, nem tinha capacidade para oferecer débitos de 1 Gbps em

condições de baixa mobilidade e débitos de 100 Mbps em elevada mobilidade. Estes requisitos foram cumpridos pelo LTE *advanced*, juntando-se ainda maior largura de banda e maior eficiência proporcionada pela utilização de técnicas MIMO.

As principais tecnologias propostas para o LTE *advanced*, são: *enhanced uplink multiple access* e *enhanced multiple antenna transmission*. O acesso múltiplo na banda de *uplink* permite que grupos de sub-portadoras possam ser alocados a um único UE para transmissão, proporcionando uma melhor utilização/performance da ligação. Isto é possível devido à utilização de SC-FDMA agrupado, também conhecido como DFT-S-OFDM (*Direct Fourier Transform-Spread-OFDM*). Por último, a tecnologia de transmissão por múltiplas antenas permite melhorar os débitos e satisfazer o requisito da ITU-R em termos de eficiência espectral. O LTE *advanced* especifica oito camadas no *downlink*, ou seja oito receptores de rádio no UE, possibilitando multiplexagem espacial de 8x8. Em relação ao *uplink* é suportado a utilização de quatro transmissores, permitindo a realização de uma transmissão 4x4 no *uplink* quando combinados com quatro receptores e-NB.

5. COMPARAÇÃO DE SERVIÇOS

A nível de serviços apresentados, as tecnologias estão totalmente dependentes do modelo de interacção com o cliente. Nos sistemas DVB-H/SH é oferecido ao cliente uma lista de canais, cada um com uma largura de banda de 1,5 MHz e com a cobertura do serviço de EPG (*Electronic Program Guide*). Devido à comunicação unidireccional e em *broadcast* destes sistemas, é apresentado um formato especial de VoD (*Video-on-Demand*) que é integrado num esquema de *Pyramid Broadcasting* [5]. A interacção do cliente com a operadora é feita através de SMS (*Short Message Service*).

Nos sistemas a nível de redes de comunicação móvel, a interacção entre o cliente e o servidor é bidireccional, o que permite a oferta de mais serviços ao cliente. Para além dos serviços oferecidos pelos sistemas DVB-H/SH, são oferecidos serviços de VoD em formato normal, e-commerce e jogos.

6. MOBILE TV EM PORTUGAL

As três operadoras móveis nacionais (TMN, Vodafone e Optimus) disponibilizam canais de televisão através das suas redes 3G, 3.5G e muito brevemente 4G. Para aceder aos serviços de televisão de cada operadora basta ter um telemóvel/smartphone que opere nas redes acima referidas, e que pertençam à lista de compatibilidades com o serviço das respectivas operadoras.

Operadora	# Canais	Tarifário
TMN	40	2,14€/semana 8,06€/mês
Vodafone	32	2,01€/semana 7,57€/mês
Optimus	27	2,04€/semana 7,69€/mês

Tabela 2: Comparação dos serviços de Mobile TV.

7. FUTURO

A evolução das tecnologias de difusão de televisão digital móvel está dependente de toda a progressão do ambiente físico que as suporta. A largura de banda disponível, a capacidade de processamento de dados dos dispositivos e a divulgação de novas normas de codificação, são importantes factores que permitem o desenvolvimento de novos standards para a *Mobile TV*. O objectivo da evolução passa por melhorar a qualidade de imagem e som, ao mesmo tempo que se aumenta a oferta de conteúdos e serviços.

No futuro, o *LTE advanced* permitirá o aparecimento de *Mobile TV* em 3D. Neste sentido, a organização alemã *Fraunhofer* trabalha numa nova técnica de codificação de vídeo que permite realizar o streaming do filme em 3D para o dispositivo móvel, tirando partido das novas redes *LTE*. O codec, designado de *MVC (Multiview Video Coding)*, permite reduzir em cerca de 40% os filmes em 3D, que posteriormente serão transmitidos sobre a rede *LTE*. Também a organização *DVB Project* prepara o formato *DVB-NGH (Next Generation Handheld)* que espera-se que fique normalizado já neste ano de 2011. Este novo formato terá várias inovações, entre elas, novas técnicas *MIMO*, redução do tempo de *zapping*, novos esquemas de poupança de bateria e maior interacção por parte do utilizador.

8. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi estudado o tema da televisão móvel, abordando principalmente as suas tecnologias principais. A nível digital, o *DVB-H* e o *DVB-SH* são os standards de difusão de sinal de televisão para dispositivos móveis na Europa. Estas duas tecnologias diferem uma da outra principalmente no seu meio de transmissão e na sua arquitectura. No caso das tecnologias a nível 3G e 4G, precisamente *UMTS* e *LTE*, o *LTE* é sem dúvida um concorrente muito forte pois superioriza-se em todas as frentes no que toca a desempenho e oferta de conteúdos.

A nível de serviços, as redes de difusão de vídeo são bastante penalizadas pela sua arquitectura unidireccional. A interacção do utilizador é fundamental para aumentar o leque de serviços oferecidos ao cliente.

Em Portugal, apesar de já estar em fase de testes, espera-se que se venha adaptar rapidamente o *LTE*, pois é uma tecnologia adaptada aos dispositivos do futuro.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission system for handheld terminals (DVB-H), ETSI EN 302 304 v1.1.1, European Telecommunications Standards Institute, November 2004.
- [2] G. Faria, J. A. Henriksson, E. Stare and P. Talmola, "DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices", Proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 1, pp. 194-209, January 2006.
- [3] P. Kelley, C. Rigal, "DVB-SH – mobile digital TV in S-Band", EBU Technical Review, July 2007.
- [4] Digital Video Broadcasting (DVB); System Specifications for Satellite services to Handheld devices (SH) below 3 GHz, ETSI TS 102 585 v1.1.1, European Telecommunications Standards Institute, July 2007.
- [5] S. Viswanathan, T. Imielinski, "Pyramid Broadcasting for Video on Demand Service", Dept. of Computer Science, Rutgers University, pp- 66-67, 2005.
- [6] [http:// www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
- [7] Dalibor Turina and Thorsten Lohmar, MobileTV – The Concept Overview and Technology Enablers.



Bruno Coelho nasceu em Tomar, Portugal, no dia 3 de Junho de 1988. Frequenta neste momento o primeiro ano de Mestrado em Engenharia de Redes e Comunicações, no Instituto Superior Técnico.



João Rosa nasceu na freguesia de S. Jorge de Arroios, Lisboa, Portugal no dia 9 de Março de 1989. É actualmente aluno do 1º ano de Mestrado em Engenharia de Redes de Comunicações no Instituto Superior Técnico, pólo do TagusPark, Porto Salvo, Lisboa, Portugal. As suas áreas de interesse são as redes de comunicações, precisamente

a área de programação em redes.



Tiago Silva nasceu em Queluz, Portugal, no dia 12 de Novembro de 1988. Frequenta neste momento o primeiro ano de Mestrado em Engenharia de Redes e Comunicações, no Instituto Superior Técnico.