

TV Digital – Padrões Internacionais e Modelo Brasileiro

1. Histórico

O desenvolvimento da televisão digital se inicia com pesquisas que visavam melhorar a qualidade de imagem e som da televisão comum. No final dos anos 60, começavam a ser produzidas as primeiras televisões de aspecto *widescreen*. Nos anos 80, o Japão já testava um sistema de transmissão analógica de alta qualidade. O MUSE (*Multiple Sub-nyquist Sampling Encoding System*), conhecido comercialmente como *Hi-Vision*, foi desenvolvido pelo canal japonês NHK e é tido como o primeiro sistema de televisão de alta definição (HDTV). Sua transmissão utilizava modulação PAM (*Pulse-amplitude Modulation* – modulação por amplitude de pulso), e o sistema já representava um avanço quanto à codificação e decodificação de imagem e som, feitos digitalmente. Mesmo com o surgimento do padrão ISDB, canais em *Hi-Vision* continuaram a ser transmitidos no Japão até Setembro de 2007.

A criação de modelos de transmissão completamente digitais tornou-se possível com o surgimento de novos formatos de compressão de vídeo digital, mais precisamente os formatos MPEG-1 e MPEG-2. Até então, imagem e som geravam arquivos enormes, o que inviabilizava a sua transmissão, pela grande quantidade de banda necessária. A partir deste momento, iniciou-se uma corrida para o desenvolvimento de padrões de televisão digital.

Em Dezembro de 1993, já surgia o primeiro padrão digital para televisão terrestre, o DVB (*Digital Video Broadcasting*), posteriormente conhecido como “padrão europeu”, desenvolvido por um consócio que hoje inclui mais de 270 países. O modelo foi sendo aprimorado e transmissões de teste já ocorreriam em 1995. Posteriormente, este padrão foi expandido para implementações de transmissão a cabo, satélite, e para dispositivos móveis.

Nos EUA, companhias de televisão se uniram ao MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) para introdução da HDTV digital no país, usando o padrão desenvolvido pela ATSC (*Advanced Television Systems Committee*). As primeiras transmissões experimentais ocorreram em 1997. Um ano depois, foi lançada oficialmente no país, e prevê-se que substituirá completamente a televisão analógica até Fevereiro de 2009.

O Japão, por sua vez, desenvolveu o ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*), sucessor digital do *Hi-Vision*. Este padrão veio atender às necessidades das retransmissoras japonesas, que não estavam completamente satisfeitas com padrão europeu DVB, utilizado desde 2000. O ISDB só foi completamente implementado por todas as emissoras japonesas em 2003. Este padrão serviu de base para o modelo brasileiro de televisão digital.

2. Padrão Americano (Advanced Television Systems Committee – ATSC)

O padrão americano de televisão digital leva o nome da organização que o desenvolve, a *Advanced Television Systems Committee*. Este comitê surgiu em 1982, e o sistema de fato começou a ser desenvolvido em 1987. Hoje, é utilizado também em países como Canadá, México e Coréia do Sul. Seu formato de compressão de vídeo é o

MPEG-2 e Dolby Digital AC-3 para compressão de áudio – este último o mesmo utilizado em cinemas.

O sistema foi projetado para utilizar a mesma banda de 6 MHz das televisões NTSC comuns americanas. Uma vez que os sinais de áudio e vídeo sejam comprimidos e multiplexados, podem ser modularizados de formas diferentes, dependendo do meio de transmissão.

Para transmissão via cabo (CATV – televisão a cabo), a modulação 16VSB (*Vestigial Sideband Modulation* – modulação de banda lateral vestigial) é a padrão do ATSC. Normalmente, no entanto, utiliza-se a 256-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation* – modulação de amplitude em quadratura). As operadoras de televisão podem decidir qual das duas modulações utilizar, e uma vez que o 256-QAM já era padrão para transmissões a cabo, este se tornou a escolha mais comum. De ambas as formas, a taxa de transmissão pode chegar a 38.78Mbit/s.

Já as retransmissoras terrestres locais usam modulação 8VSB. Esta, apesar possuir apenas metade da taxa de transmissão da modulação 16VSB, é menos suscetível a ruídos, garantindo a qualidade de vídeo desejada. Sua taxa de transmissão máxima é de 19.39 Mbit/s.

Uma das maiores críticas ao ATSC é o seu alto custo de instalação – em geral maior que o dos modelos europeu e japonês, mesmo com um esforço contínuo de barateá-lo e torná-lo competitivo. Testes demonstraram que o ATSC é mais suscetível a ruídos e erros de transmissão que outros modelos existentes.

O sistema ainda encontra dificuldade na implementação da televisão para celulares e dispositivos móveis, pois a modulação 8VSB se mostra pouco compatível com receptores em movimento. Está em estudo a criação do modelo ATSC-M/H para esta finalidade, que implementará uma modulação A-VSB (Advanced VSB), projetada para solucionar o problema do ATSC com dispositivos móveis. Na Coreia do Sul, foi desenvolvido o padrão DMB (Digital Multimedia Broadcasting) para transmissão de rádio e televisão digitais para dispositivos móveis, como forma de contornar a incapacidade do ATSC.

3. Padrão Europeu (Digital Video Broadcasting – DVB)

O padrão DVB (*Digital Video Broadcasting* - “Emissão de Vídeo Digital”), criado no ano de 1993 pelo grupo ELG (*European Launching Group*), foi adotado em aproximadamente quinze países europeus, além da Austrália e Nova Zelândia. Detém um mercado atual de 270 milhões de receptores. Trabalha com conteúdo audiovisual nas três configurações de qualidade de imagem: HDTV (1080 linhas), EDTV (480 linhas) e SDTV (480 linhas).

É o padrão adotado pelas principais operadoras privadas de TV por assinatura por satélite. Em Portugal tem sido adotado nos canais pay-per-view de televisão por cabo como alternativa ao sistema analógico.

O padrão DVB é designado de acordo com o serviço ao qual está vinculado:

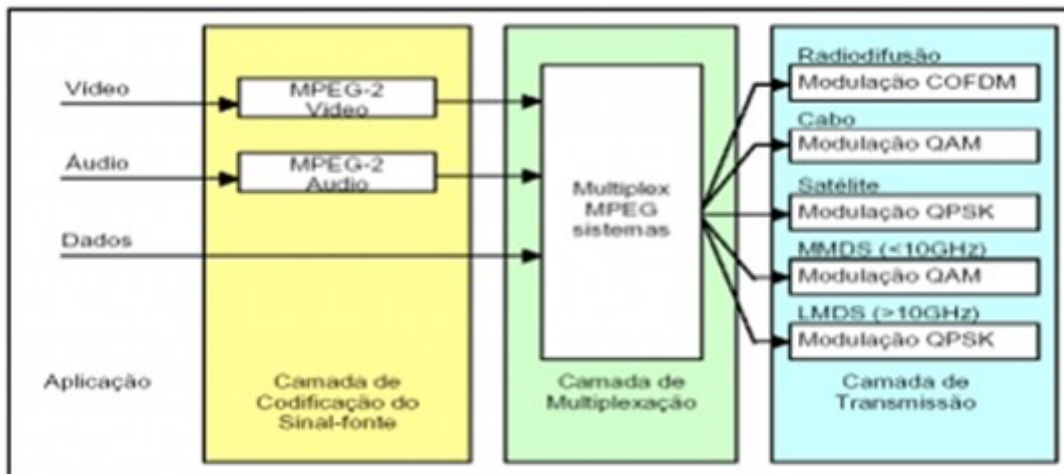
- DVB-T - Transmissões Terrestres (TV aberta em VHF ou UHF convencional)
- DVB-S - Transmissões por Satélite (TV por assinatura por satélite)
- DVB-C - Serviço de TV por Cabo
- DVB-H - Transmissão para dispositivos móveis, tais como celulares e PDAs
- DVB-MHP - Padrão de middleware Multimedia Home Platform.

No começo dos anos 1990, a mudança estava vindo à indústria transmitindo do satélite europeu, e era o espaço livre tornando-se que os sistemas uma vez avançados do MAC teriam que dar a maneira à tecnologia toda digital. Tornou-se desobstruído que o satélite e o cabo entregariam os serviços digitais da televisão da primeira transmissão. Poucos problemas técnicos e um clima regulador mais simples mostraram que poderiam se tornar mais rápido do que o sistemas terrestre. As prioridades do mercado impuseram que os sistemas de transmissão digitais do satélite e do cabo teriam que ser desenvolvidos rapidamente. A transmissão terrestre seguiria. O sistema de DVB-S para a transmissão digital do satélite foi desenvolvido em 1993. É um sistema relativamente direto usando QPSK. A especificação descreveu ferramentas diferentes para o coding da canaleta e a proteção de erro que foram usadas mais tarde para outros sistemas de meios da entrega.

O sistema de DVB-C para redes digitais do cabo foi desenvolvido em 1994. É centrado no uso de 64 QAM, e para o ambiente europeu do satélite. A especificação de DVB-CS descreveu uma versão que pudesse ser usada para instalações mestras satélite da televisão da antena.

O sistema terrestre digital DVB-T da televisão era mais complexo porque se pretendeu lidar com um ambiente diferente do ruído e da largura de faixa, e multi-path. O sistema tem diversas dimensões do receptor ‘agility’, onde o receptor é requerido para adaptar sua decodificação de acordo com sinalizar. O elemento chave é o uso de OFDM. Há duas modalidades: 2K portadores mais QAM, portadores 8K mais QAM. A modalidade 8K pode permitir a proteção mais multi-path, mas a modalidade 2K pode oferecer as vantagens de Doppler onde o receptor se está movendo. Os ‘guidelines’ para as aplicações estão disponíveis.

Há dois sistemas para MMDS, uns sistemas ‘multi-channel’ da distribuição da microonda, um para os sistemas que se operam nas frequências de rádio abaixo de 10 GHz (DVB-MC, que é como o sistema de DVB-C), e um para os sistemas que se operam nas frequências de rádio acima de 10 GHz (DVB-MS, que é como o sistema de DVB-S).



O DVB-T é o mais novo dos três sistemas núcleo DVB – DVB-C para cabo e DVB-S para satélite – e o mais sofisticado. Baseado em COFDM (Coded Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing – Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal Codificada) e modulação QPSK, 16 QAM e 64 QAM, é o mais sofisticado e flexível sistema de transmissão terrestre digital atualmente. O DVB-T permite aos provedores igualar e até mesmo aprimorar a cobertura analógica, usando uma fração da energia. Ele amplia o âmbito da televisão terrestre digital no campo móvel, o que antes não era possível, ou com outros sistemas digitais. Assim, será sempre atual.

Como era de se esperar, muito se trabalhou para se melhorar o desempenho do sistema DVB-T. Embora não tenha sido projetado originalmente para os receptores móveis, o desempenho do DVB-T foi tal que a recepção móvel não só é possível, como também forma a base dos serviços comerciais. A melhor compreensão de como o DVB funciona no mundo real levou à utilização de várias técnicas para incrementar seu desempenho, especialmente para receptores internos portáteis e móveis. Por exemplo, o uso de vários receptores com duas antenas costumam representar uma melhora de 5 dB em domicílios, e espera-se uma redução de 50% dos erros em automóveis. Esses sistemas de antenas diversificados não são novos, mas as características específicas do DVB-T permitem melhoras significativas.

Está claro que o DVB-T oferece recepção móvel excelente. Para tirar a prova, tome um ônibus em Cingapura ou Xangai. Mas para se aproveitar totalmente essa capacidade, e tornar possível a transmissão para receptores de mão, o DVB precisou tratar de várias questões importantes. O problema principal diz respeito ao consumo de energia. Receptores de mão alimentados por bateria não têm energia suficiente para receber o sinal normal DVB-T por um período razoável. O novo padrão DVB-T trata desta e outras exigências específicas da transmissão em dispositivos de mão. Um mecanismo chamado de “time-slicing” permite desligar os receptores em períodos de inatividade, proporcionando uma economia de energia de cerca de 90%. A introdução do modo 4K e o correção de erro antecipada no nível do multiplexador (MPE-FEC) permite recepção de 15 Mbit/s em um canal de 8MHz em uma SFN (rede de frequência única) em área ampla, em alta velocidade. Outra área de trabalho importante para o DVB, que trabalha em conjunto com o DVB-H, é o desenvolvimento de facilidades para IP-Datacasting. Isto facilitará a interoperabilidade das redes de telecomunicações e

transmissão, um assunto complexo que envolve trabalho detalhado da interface em vários níveis de serviço.

O DVB-T é o sistema de televisão terrestre digital mais popular em todo o mundo, adotado em mais países do que qualquer outro. É utilizado com êxito no Reino Unido, na Alemanha, Suécia, Finlândia, Espanha, Itália, Países Baixos, Suíça, Cingapura e Austrália. Testes com o DVB-T estão sendo conduzidos na China, Malásia, Tailândia, Vietnã, Ucrânia, Azerbaijão, Croácia, África do Sul e outros. O DVB-H está em fase de testes na Alemanha, Finlândia e nos Estados Unidos, e em breve também no Reino Unido e na Austrália. Mais e mais países estão descobrindo que os padrões DVB oferecem a melhor solução para se fazer a transição para televisão digital terrestre.

4. Padrão Japonês (Integrated Services Digital Broadcasting – ISDB)

O ISDB-T foi criado em 1999 por várias empresas e operadoras de televisão, é o padrão japonês para transmissões digitais terrestres.

Utiliza a modulação COFMD (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) o que possibilita melhor desempenho em: situações de multipercurso intenso (os famosos fantasmas da TV analógica), situações em que o ambiente de propagação é variável no tempo, possibilitando recepção móvel, além de ser mais robusto contra interferência co-canal (essa interferência afeta apenas uma pequena porcentagem da sub-portadora e não causa perda total na sequência de bits).

Possui uma taxa de transferência que pode variar entre 3,65 à 23,23 Mbits/s, e uma largura de banda de 6, 7 ou 8 MHz. As maiores vantagens do ISDB-T são a grande flexibilidade de operação e potencial para transmissões móveis e portáteis.

A multiplexação e codificação de vídeo são realizadas em MPEG-2. O *middleware* empregado é o ARIB (Association of Radio Industries and Businesses).

Middleware é um termo geral, normalmente utilizado para um de código de software que atua como um aglutinador, ou mediador, entre dois programas existentes e independentes. Sua função é trazer independência das aplicações com o sistema de transmissão. Ele permite que várias aplicações funcionem com diferentes equipamentos de recepção (IRDs) através da criação de uma máquina virtual no receptor, os códigos das aplicações são compilados no formato adequado para cada sistema operacional. Resumidamente, podemos dizer que o *middleware* possibilita o funcionamento de um código para diferentes tipos de plataformas de recepções (IRDs).

O *middleware* ARIB é formado por alguns padrões dentre os quais cabe destacar:

- o ARIB STD-B24 (Data Coding and Transmission Specification for Digital Broadcasting) que define linguagem declarativa denominada BML (Broadcast Markup Language). Essa linguagem, baseada em XML é usada para especificação de serviços multimídia para TV digital.
- o ARIB STD-B23 (Application Execution Engine Platform for Digital Broadcasting) é baseado no DVB-MHP (O *middleware* usado pelo padrão Europeu), e indica uma tendência de o *middleware* assumir a função de uma camada de aglutinação dentro dos modelos de TV Digital.

As perspectivas para a Televisão Digital no Japão são promissoras. O governo japonês anunciou que em 2011 o serviço de televisão analógica será cancelado.

5. Modelo Brasileiro (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre – SBTVD)

O padrão brasileiro é fortemente baseado no modelo Japonês. Em algumas fontes (referência: <http://www.dibeg.org>) o modelo brasileiro é chamado de ISDB-T Internacional.

As principais diferenças são a codificação (H.264/MPEG 4) e o *middleware*.

O padrão MPEG-4 permite representar conteúdos de mídia na forma de objetos. Essa característica é bastante adequada no uso de TV digital, pois permite a manipulação dinâmica dos vídeos, possibilitando, por exemplo, a combinação, em um mesmo vídeo, de imagens capturadas com objetos sintetizados. Outra importante característica do MPEG-4 é a escalabilidade de grão fino (FGS – Fine Grain Scalability). Essa técnica é muito importante na difusão de vídeos, pois permite gerar um único fluxo representando o maior nível de qualidade do vídeo, mas que permite que níveis menores de qualidade sejam extraídos deste quando necessário (por exemplo, quando a CPU do cliente não tiver capacidade de processamento suficiente).

Ginga é o nome do *Middleware Aberto* do Sistema Brasileiro de TV Digital. Ele é constituído por um conjunto de tecnologias padronizadas e **inovações brasileiras**. O **Ginga** é subdividido em dois subsistemas principais interligados, que permitem o desenvolvimento de aplicações seguindo dois paradigmas de programação diferentes. Dependendo das funcionalidades requeridas no projeto de cada aplicação, um paradigma será mais adequado que o outro. Esses subsistemas são: **Ginga-NCL** e **Ginga-J**:

- Ginga – NCL
 - O Ginga-NCL foi desenvolvido pela PUC-Rio para prover uma infraestrutura para aplicações declarativas escritas na linguagem NCL (Nested Context Language), com facilidades para a especificação de aspectos de interatividade, sincronismo espaço-temporal entre objetos de mídia, adaptabilidade, suporte a múltiplos dispositivos e suporte à produção ao vivo de programas interativos não-lineares.
 - Para facilitar o desenvolvimento de aplicações Ginga-NCL, a PUC-Rio criou também a ferramenta Composer.
- Ginga – J
 - O Ginga-J foi desenvolvido pela UFPB para prover uma infra-estrutura de execução de aplicações baseadas na linguagem Java, com facilidades especificamente voltadas para o ambiente de TV digital.

Com a televisão digital o Brasil não quis simplesmente passar a transmissão de analógica para digital, ele aproveitou para incorporar outras funções não vistas antes na televisão, como multicanal, portabilidade, interatividade, Surround e tela de cinema. O multicanal é a mesma emissora poder escolher entre fazer uma transmissão em alta definição ou transmitir vários sinais ao mesmo tempo em uma qualidade inferior. A portabilidade é a capacidade de ter uma boa recepção do sinal via aparelhos móveis como celulares, monitores em carros e notebooks, hoje em dia é difícil a transmissão

para aparelhos moveis uma vez que o sinal de vídeo é transmitido por AM analógico e portanto muito suscetível a interferências. A interatividade ainda não ficou claro como será feita, porém existe espaço para tal, e deve ser implementada com o maior avanço na tecnologia. O som surround vem para nos oferecer 6 canais de saída em contra partida a dois canais que estão disponíveis com o estéreo hoje utilizado. E a tela que hoje tem as proporções 4:3 passa a ser 16:9 segundo alguns da melhor visão da tela.

A escolha do sistema nacional levou em consideração os quesitos: televisão aberta, portabilidade, interatividade e facilidade para se adequar a possíveis mudanças. Dos três padrões existentes o americano se mostrou o menos viável, uma vez que ele não prevê a portabilidade nem a interatividade se mostrando portanto menos robusto. Durante o processo da escolha dos padrões a Coréia do Sul demonstrou está desenvolvendo um padrão baseado no americano para transmissão móvel. Por outro lado no padrão europeu a portabilidade é conseguida pelo padrão DVB-H, porém esse padrão usa mão das antenas de telefonia móvel, implicando portanto na necessidade de pagamento para empresas de celular, o que inviabilizaria os anseios do governo brasileiro de ter uma televisão aberta e gratuita. Defendendo a implantação do modelo europeu foi criado um grupo de empresas européias que se auto intitulavam "Coalizão DVB Brasil - Sistema Brasileiro, Padrão Mundial" apoiando a adoção do modelo europeu. Por fim existia o modelo japonês onde eles assumiram a liberação dos royalties e vinha nativo a portabilidade e a interatividade, sem maiores custos as empresas de televisão uma vez que o mesmo sistema de transmissão para residências seria utilizado para transmissão para aparelhos moveis e para o consumidor final ele pagaria pelo aparelho e não pela transmissão.

Com a adoção do sistema nacional, os países da América do Sul se mostraram interessados pelo sistema e vêem a possibilidade de também adotá-lo, como Chile, Peru, Paraguai, Bolívia e Venezuela. Vendo nesse Sistema uma maneira robusta e ao mesmo tempo econômica para implementação da televisão digital. A Argentina no governo Menen adotou o Sistema Americano, mas como ele nunca foi realmente implementado nem tão pouco aprovado pelos deputados, agora no governo de Cristina Kirchner estão cogitando a idéia de adotar o sistema brasileiro, o que o torna cada vez mais forte. Enquanto isso o Uruguai e a Colômbia adotaram o Padrão europeu.

6. Referências

<http://www.dibeg.org> – acesso em 16/11/2008

<http://www.dtv.org> – acesso em 16/11/2008

<http://www.teleco.com.br> – acesso em 16/11/2008

<http://www.ginga.org.br> – acesso 16/11/2008

Modulação COFDM – Uma proposta atrativa para os padrões de TV Digital

Ana Luiza Rodrigues, Regina Missias Gomes

Instituto de Ensino Superior de Brasília - IESB

PADRÕES DE MIDDLEWARE PARA TV DIGITAL

Alexsandro Paes, Renato H. Antoniazzi, Débora C. Muchaluat Saade

Universidade Federal Fluminense (UFF) / Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia de Telecomunicações

Niterói, RJ, Brasil

TV Digital Interativa: Conceitos e Tecnologias

Carlos Montez e Valdecir Becker

ISDB-T technical report

ANNEX-AA. Structure of ISDB-T system and its technical features