

TV Digital Interativa: Padrões para uma nova era

Etienne César Ribeiro de Oliveira

Célio Vinícius Neves de Albuquerque

Instituto de Computação
Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói, RJ – Brasil.

{eoliveira,celio}@ic.uff.br

***Abstract.** Since 1994, the Brazilian government has been assessing various technological solutions towards the standardization and deployment of Digital Television in this country. Among the alternatives are adopting one of the existing models – the ATSC U. S. standard, the DVB European standard or the ISDB Japanese standard – or developing a Brazilian Digital Television standard. The goal of this work is to provide information regarding the state of the art of Digital Television, to present the evolutionary process towards the creation of the Brazilian Digital Television standard (SBTVD) and to describe the main components of Interactive Digital Television, in order to help the understanding of this new communications paradigm.*

***Resumo.** O governo brasileiro vem, desde 1994, avaliando alternativas tecnológicas com vistas à padronização e implantação de um modelo de Televisão Digital. Entre as opções disponíveis existem quatro soluções possíveis: adotar o modelo americano ATSC, adotar o modelo europeu DVB, adotar o modelo japonês ISDB ou desenvolver um modelo brasileiro. O objetivo deste trabalho é prover informações acerca do estado da arte da Televisão Digital, apresentar o processo evolucionário para criação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital – SBTVD e descrever os principais componentes da Televisão Digital Interativa, de forma a facilitar entendimento deste novo paradigma.*

1. Introdução

A preocupação de registrar fatos ocorridos está presente no ser humano desde as civilizações mais primitivas. Os registros mais antigos remontam à época em que vivíamos em cavernas e reverenciávamos os fatos mais marcantes desenhando nas paredes. A descoberta de um novo animal, as caçadas heróicas e os atos de bravura são exemplos clássicos de pinturas dos nossos antepassados.

Com a evolução natural da humanidade, foram desenvolvidas técnicas e materiais mais adequados, como telas, pincéis e tintas, com o objetivo de retratar fidedignamente cenas históricas, a beleza feminina, a magnitude de reis e o heroísmo de cavaleiros. O surgimento da fotografia permitiu a impressão em papel de momentos da realidade cotidiana.

Entretanto era preciso dar vida aos momentos captados através das lentes dos fotógrafos e dos pincéis dos artistas. Surge, então, em 1894, o cinetoscópio e, em 1895, o

cinematógrafo. A primeira exibição pública foi marcada pela fuga de inúmeros expectadores amedrontados pela visão de um trem que deslocava-se em direção da plateia em “A Chegada de um trem a Ciotat”. Por fim, a década de 1920 ficou marcada por experiências que culminaram com nascimento da televisão [Name 2003]. Entretanto, somente em 1936, na Inglaterra, a BBC de Londres efetuou a primeira transmissão em canal aberto.

A partir de uma visão macroscópica, um sistema de televisão pode ser decomposto em 3 componentes, a saber:

- A produção do programa é composta das etapas de gravação das cenas, edição nos casos onde o programa não for ao vivo e transmissão de uma unidade externa até a emissora, além do processo de armazenagem.
- Após a produção do programa, torna-se necessário transmiti-lo para os telespectadores através de sistemas de transmissão analógicos ou digitais.
- Complementando os componentes, temos a televisão e os dispositivos necessários para recepção do sinal transmitido pela emissora.



Figura 1. Jonh Logie Baird e a TV mecânica, Jornal “The Troy Record” (08/04/1927) e cena do filme “A Chegada de um trem a Ciotat”

Apesar da primeira transmissão em cores nos EUA ter sido realizada em 1929, as transmissões regulares em cores somente foram iniciadas em 1954. O padrão utilizado para as transmissões em preto e branco foi modificado, dando origem a um novo sistema de transmissão, o NTSC (*National Television System Committee*). Bem mais tarde, em 1967, a Alemanha passa a utilizar o sistema PAL (*Phase Alternation by Line*) e a França o sistema SECAM (*Séquentielle Couleur Avec Mémoire*) [TVhistory 2005].



Figura 2. Aparelhos de televisão fabricados em 1928, 1937, 1948 e 1959. [TVhistory 2005]

A TV digital surge como a evolução da TV analógica, permitindo, principalmente, uma melhoria significativa na qualidade das transmissões de vídeo e áudio e, ainda, interatividade com os telespectadores, recepção do sinal em aparelhos móveis, e a possibilidade de uma mesma emissora transmitir, em um único canal, diversos programas.

Para que seja possível entender corretamente como as imagens projetadas pelo cinema e pela televisão são interpretadas, é necessário observar alguns detalhes importantes acerca do organismo humano. Células especiais, denominadas cones e bastonetes que encontram-se localizadas no olho humano, são responsáveis pela percepção da visão. De uma forma simplista, é possível afirmar que, em função de uma característica especial conhecida por persistência da visão, o olho humano é capaz de reter, por um período mínimo de tempo, uma imagem captada. Logo, torna-se possível enganar o cérebro humano através da exposição, em intervalos fixos de tempo, de inúmeras imagens sobrepostas. Baseado nesta afirmativa, podemos concluir que as filmadoras são, na realidade, máquinas fotográficas especiais, que fotografam várias vezes por segundo as cenas filmadas. No momento da projeção, cria-se a ilusão de que os personagens encontram-se em movimento [Fernandes, Lemos, Silveira 2004].

A exposição de 15 quadros (fotografias) por segundo já é suficiente para que o cérebro humano identifique a presença de movimento, entretanto para se obter uma qualidade ideal, torna-se necessário expor o olho humano a uma taxa de 30 quadros por segundo. Nos monitores tradicionais, as imagens são formadas nos aparelhos de televisão através do bombardeamento de energia nos átomos de fósforo que, ao serem excitados, emitem luz e depois voltam ao estado normal. Torna-se, então, necessário bombardear os átomos de fósforo com uma frequência mínima por segundo, de forma que o olho humano não perceba que o átomo de fósforo se apagou [Fernandes, Lemos, Silveira 2004].

A magia da televisão foi capaz de encantar os telespectadores, que apesar de terem consciência que estavam vendo imagens ilusórias, compostas de cenários e atores, deixavam-se enganar e encaravam as transmissões como a mais fiel realidade. Essa relação de dependência tornou a televisão um sucesso inquestionável, capaz de alcançar todos os países do mundo, independente de quesitos fundamentais como cultura, raça, religião e poder econômico.

1.1 A TV Analógica no Brasil

Durante uma feira realizada no Rio de Janeiro, no ano de 1939, ocorreu a primeira transmissão de televisão em ambiente fechado. As primeiras transmissões abertas somente ocorreram a partir de 1948, ainda em fase de teste, com a transmissão de cenas do Congresso Eucarístico e de um jogo de futebol entre as agremiações do Bangu (Rio de Janeiro) e do Tupy (Juiz de Fora). Em 1950 foi inaugurada a primeira emissora de televisão brasileira, a TV Tupi de São Paulo. A evolução para o sistema de cores somente ocorreu em 1972.

Desde então, a televisão tornou-se um dos bens de consumo mais desejados em todo o mundo, fazendo parte de inúmeros lares em todas as camadas da população. Segundo dados coletados em 2003 pela PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, a televisão está presente no território brasileiro em 93,49% dos domicílios de área urbana e em

68,27% dos domicílios de área rural. A tabela abaixo apresenta a quantidade e o percentual de domicílios com pelo menos um aparelho de televisão por região geográfica.

Tabela 1. Distribuição de domicílios com um ou mais aparelhos de televisão por região [PNAD 2003]

	Área Urbana		Área Rural	
	Domicílios	Percentual	Domicílios	Percentual
Região Norte	2.215.850	88,70%	32.792	36,81%
Região Nordeste	8.294.445	89,04%	1.943.901	56,06%
Região Sudeste	20.173.733	95,87%	1.390.106	81,78%
Região Sul	6.311.965	94,75%	1.144.975	84,04%
Região Centro-Oeste	2.906.237	92,44%	352.980	69,60%

O percentual de penetração dos aparelhos de televisão em áreas urbanas é superior ao de rádios e de geladeiras, sendo inferior somente a presença de fogões. Já nas áreas rurais, existem mais domicílios com rádio e fogão que com aparelho de televisão.

Tabela 2. Distribuição de domicílios com bens duráveis por área urbana e área rural [PNAD 2003]

	Televisão	Fogão	Geladeira	Rádio
Área Urbana	93,49%	99,01%	91,58%	88,51%
Área Rural	68,27%	97,06%	60,86%	82,58%

Os dados apresentados pelas tabelas 1 e 2 fornecem a medida exata do nível de importância da televisão, seja por ser um instrumento capaz de formar opiniões, por razões culturais, por razões financeiras ou simplesmente por proporcionar entretenimento.

1.2 Conceitos Básicos

A imagem projetada em um monitor de televisão possui características próprias que definem a resolução e, em função da qualidade, permite que a mesma seja classificada. Entre as características que podem ser avaliadas encontramos o número de linhas horizontais e verticais, o formato da tela, o número de quadros por segundo e o tipo de varredura.

O número de quadros por segundo descreve a quantidade de imagens que são apresentadas no monitor no intervalo de um segundo. A varredura do monitor representa a forma como a imagem é reconstruída de acordo com a frequência de quadros da transmissão. Nas varreduras entrelaçadas, alterna-se a exibição de linhas pares com linhas ímpares, enquanto que na varredura progressiva, a imagem é reconstruída sequencialmente. O formato da tela é mais uma característica que influencia na qualidade da imagem apresentada. A figura abaixo apresenta a mesma imagem vista sob o formato 16:9 (*wildscreen*) e no formato 4:3. Podemos perceber o formato 16:9 é capaz de apresentar partes da imagem inexistentes no formato 4:3.

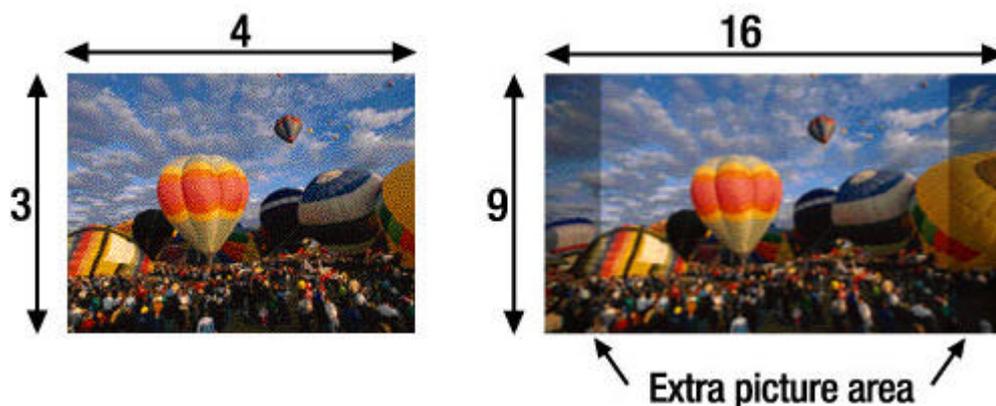


Figura 3 – Formato 4:3 e formato 16:9 (Wildscreen)

Em função das características relacionadas acima, podemos classificar o formato das imagens em SDTV (*Standard Definition Television*), EDTV (*Enhanced Definition Television*) e HDTV (*High Definition Television*). A SDTV possui uma definição similar à da televisão analógica, e apesar de utilizar comumente o formato 4:3, pode ser utilizado o formato 16:9. O formato HDTV oferece definição superior e o formato EDTV apresenta uma resolução intermediária. A tabela abaixo apresenta algumas características dos formatos apresentados.

Tabela 3 – Formato de imagem [CPqD 2005]

Qualidade	Nº de linhas horizontais	Nº de linhas verticais	Formato de tela	Quadros por segundo e tipo de varredura
HD	1080	1920	16:9	24p, 30e, 30p
HD	720	1280	16:9	24p, 30p
ED	480	853	16:9	24p, 30p
SD	480	853	16:9	30e
SD	480	640	4:3	30e

Em relação à ocupação do espectro disponível para transmissão, é possível fazer um uso eficiente, misturando os formatos. Na figura 4, o campo D representa o espectro reservado para a transmissão de dados para o usuário, que possibilita o uso como canal de interatividade ou para permitir acesso à Internet através da televisão.

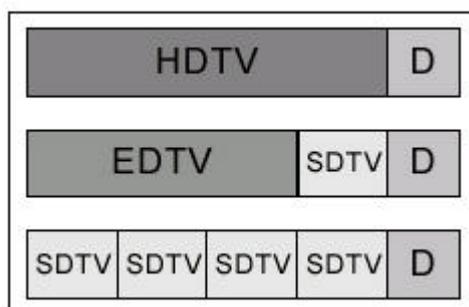


Figura 4 – Combinação de resoluções [Mendes e Fasolo 2002]

Os meios de difusão mais comuns para o conteúdo produzido pelas emissoras, direcionado aos receptores, são via satélite, cabo e difusão terrestre (radiodifusão).

De acordo com [Becker e Montez], as plataformas baseadas em cabos possuem como grande vantagem uma largura de banda normalmente superior ao necessário, tanto para o canal de difusão, quanto para o canal de retorno. A grande desvantagem do uso do cabo está relacionada ao alcance de transmissão, já que é necessário lançar cabos da emissora até o receptor. Os EUA constituem uma exceção a esta regra, pois mais de 80% dos lares americanos assistem televisão através de TV a cabo.

As plataformas baseadas em satélite têm como vantagem as principais desvantagens da plataforma baseada em cabos: o alcance e a inexistência de custo intermediário para retransmissão do sinal. O principal problema desta plataforma está relacionado ao canal de retorno, indispensável para serviços interativos [Becker e Montez].

Segundo [Becker e Montez], em relação à plataforma de difusão terrestre, a grande vantagem está relacionada ao fato que as emissoras de televisão aberta fazem uso desta plataforma para transmitir seus programas. Logo, uma migração gradual do sistema analógico para o sistema digital seria menos traumática para os usuários. No entanto, a ausência de um canal de retorno e a largura de banda estreita são duas grandes desvantagens desta plataforma. Como pode ser facilmente comprovado, a radiodifusão terrestre tem bem menos canais que as plataformas por satélite e por cabo.

1.3 Da TV Analógica à TV Digital

O sistema analógico NTSC, desenvolvido nos EUA, forma as imagens através da transmissão constante de 30 quadros por segundo com 525 linhas. Neste sistema, os quadros são divididos em quadros pares, que contém somente as linhas pares da imagem, e quadros ímpares, que contém as linhas ímpares. Logo, para que alcance a taxa de 30 quadros por segundo, torna-se necessário a transmissão de 60 campos, sendo 30 pares e 30 ímpares. Esta forma de transmissão evita a ocorrência de cintilação [Fernandes, Lemos, Silveira 2004].

Apenas para efeito de comparação, deve-se observar na figura abaixo a diferença de nitidez entre a imagem produzida pelo sistema NTSC e pelo formato HDTV.



Figura 5 – Comparação entre o sistema NTSC 4:3 e o HDTV 16:9 [Bastos 2005]

Já nos sistemas analógicos SECAM e PAL as imagens são formadas com 625 linhas, através da transmissão constante de 25 quadros por segundo, com 50 quadros alternados e entrelaçados. As 100 linhas a mais destes sistemas proporcionam uma melhor definição da imagem quando comparada com o sistema NTSC, mas devido à taxa inferior, é possível perceber a ocorrência de pequenas trepidações [Fernandes, Lemos, Silveira 2004].

Em função da tecnologia utilizada nos monitores de televisão, os três sistemas citados transmitem os quadros com uma taxa superior a esperada, garantindo uma boa qualidade. A transmissão do sinal analógico, seja para imagens em preto e branco ou a cores, requer um canal de 6 MHz a 8 MHz, dependendo do padrão.

1.3.1 Sistemas Híbridos

Com intuito de aprimorar a qualidade da imagem e do som providos pelos sistemas analógicos, pesquisadores japoneses apresentaram, no início da década de 1980 um novo padrão batizado de MUSE (*Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding*). Este padrão possibilitava a transmissão de imagens em alta definição com som de qualidade superior e, ainda, uma tela de dimensões também superiores, aproximando a televisão do cinema. Apesar da complexidade e do custo do projeto, o primeiro sistema de televisão de alta definição (HDTV – *High Definition Television*) MUSE entrou em operação comercial ainda na década de 1980, tendo sido implementado em canais de 27 MHz para transmissões via satélite. Cabe ressaltar que o MUSE misturava o uso de subportadoras analógicas com técnicas de processamento digital [Tome 2001].

Da mesma forma que o padrão japonês, o padrão MAC (*Multiplexed Analog Components*), desenvolvido na Europa, combinava técnicas analógicas e digitais. As características de alta definição foram providas pelo padrão HD-MAC, operando, da mesma forma, em canais de 27 MHz, ideais para transmissão via satélite. Em paralelo ao desenvolvimento do padrão MAC, outros padrões europeus foram surgindo, tais como o Spectre na Inglaterra, o HDTV-T na Alemanha etc [Tome 2001].

A dificuldade tecnológica para obter um sistema de alta definição impulsionou o surgimento de alguns padrões intermediários, tais como ATV (*Advanced Television*), ETV (*Enhanced Television*) e EDTV (*Enhanced Definition Television*).

1.3.2 Sistemas Digitais ATSC, DVB e ISDB

Os EUA tiveram uma participação decisiva no processo de criação de um padrão totalmente digital. O ACATS (*Advisory Committee on Advanced Television Services*), comitê criado em 1987 para estudar o desenvolvimento de padrões de alta definição, abandonou a idéia de desenvolver, como estavam fazendo a Europa e o Japão, um padrão híbrido, partindo para o desenvolvimento de um padrão totalmente digital, denominado DTV (*Digital Television*). Em 1993, AT&T, GI, MIT, Phillips, Sarnoff, Thompson e Zenith formaram a “Grande Aliança”, com intuito de desenvolver um padrão único, agregando o que existia de melhor nas propostas individuais. [Tome 2001].

Um dos maiores problemas enfrentados pelos os pesquisadores estava relacionado à necessidade de redução da taxa de transferência do sinal, que originalmente era de 1Gbps.

Este problema foi resolvido por Leonardo Chiariglione, com o desenvolvimento, no início da década de 1990, de um padrão capaz de efetuar a compressão de grande volume de dados batizado de MPEG (*Moving Pictures Expert Group*) [Tome 2001].

Surge, então, no final de 1993, o padrão DVB (*Digital Video Broadcasting*), desenvolvido na Europa e baseado no padrão MPEG. Em 1998, na Inglaterra, entra em operação a versão do DVB para transmissão terrestre, batizada de DVB-T (*Digital Video Broadcasting Terrestrial*). Em contrapartida, surge nos EUA o padrão ATSC (*Advanced Television Systems Committee*), proposto pela “Grande Aliança” e balizado no MPEG. Da mesma forma que o sistema europeu, o sistema americano entra em operação em 1998.

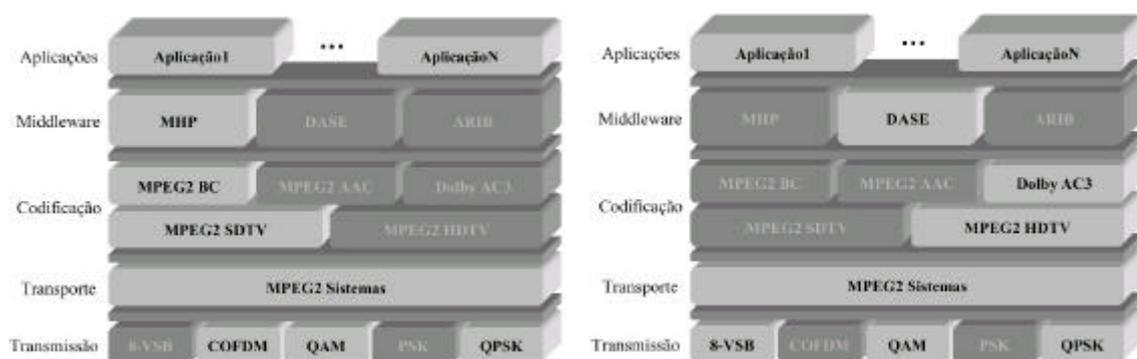


Figura 6. Sistema DVB e ATSC [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

Somente em 1997 o Japão partiu para o desenvolvimento de um padrão totalmente digital, denominado ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*). O padrão japonês entrou em operação em 2000, mas somente para transmissões via satélite, substituindo o padrão MUSE.

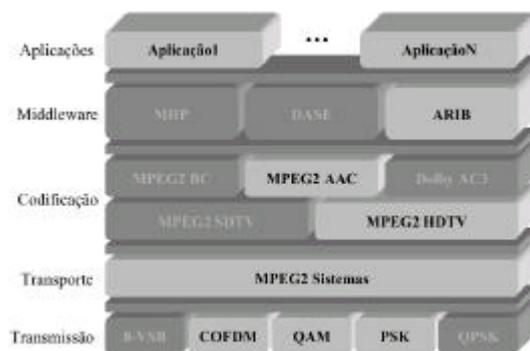


Figura 7. Sistema ISDB [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

Cabe ressaltar que a comunicação entre a emissora e o aparelho receptor pode ser provido através da transmissão de sinais terrestres, através de cabos ou via satélite.

1.4 Aplicações para a Televisão Digital

Uma das características da televisão digital é possibilitar a interatividade entre os telespectadores e a emissora, oferecendo serviços como acesso à Internet, participação na programação, governo eletrônico, entre outros.

Apenas como exemplo, na Inglaterra existem inúmeros canais digitais direcionados para públicos específicos. O canal digital Cbeebies da BBC de Londres desenvolve atividades direcionadas ao aprendizado do público infantil. Durante a programação, são apresentados ícones interativos que permitem que as crianças possam selecionar atividades ou estórias diferentes. Um dos programas, *Bob the Builder*, incentiva o aprendizado baseando-se no reconhecimento de cores [Joly 2003].

A TV Escola Interativa, um programa implantado pelo Ministério da Educação, possibilita a transmissão de conteúdo e, conseqüentemente, a formação de professores e alunos em todas as regiões do território brasileiro. O estado do Amazonas, através da Universidade Estadual do Amazonas, dispõe de um canal de televisão digital via satélite para veiculação do programa Pró-Formar, destinado à formação e manutenção do conhecimento de professores da rede estadual de ensino. A figura abaixo descreve o modelo de funcionamento do projeto Pró-Formar atualmente.

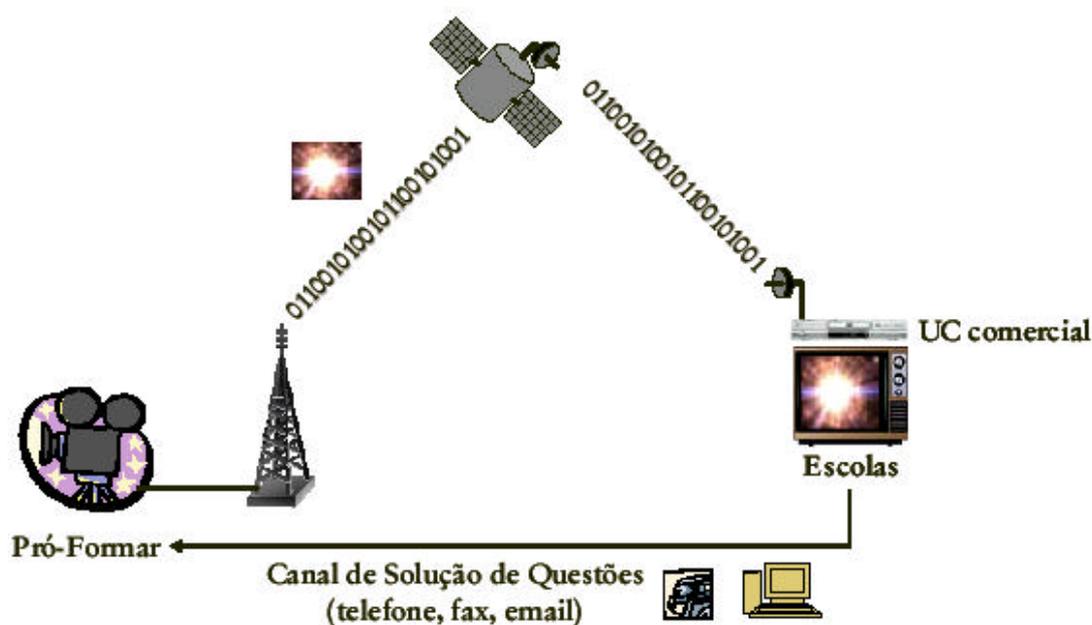


Figura 8 – Estrutura simplificada do projeto Pró-Formar [CADPA 2004]

Graças a TV Digital estão surgindo novos paradigmas relacionados ao uso da televisão. Efetuar a recarga de aparelhos celulares, fazer compras em shoppings ou supermercados virtuais são atividades perfeitamente exequíveis em função do *t-commerce* (comércio via TV). A participação do cidadão na democracia pode ser incrementada com o *t-government* (serviços governamentais via TV), assim como podemos efetuar transações bancárias através do *t-banking* (operações bancárias via TV).

Gravar um programa de televisão enquanto se assiste um outro, adquirir filmes a qualquer hora (*movie-on-demand*), receber o sinal de uma emissora em aparelhos móveis (celulares, PDAs, etc) e a possibilidade de uma emissora transmitir, em um único canal, diversos programas são apenas alguns exemplos dos serviços que podem ser disponibilizados.

2. Componentes da Televisão Digital

Assim como o modelo *Open System Interconnect* da *International Organization for Standardization* (ISO/OSI), o modelo da televisão digital foi desenvolvido em camadas. As principais funções das cinco camadas deste modelo são as seguintes:

- Camada de Aplicação – A camada de aplicação é responsável pela execução dos aplicativos multimídia desenvolvidos.
- Camada de *Middleware* – Esta camada é provê uma API (*Application Programming Interface*) que possibilita que as aplicações possam ser executadas independente do padrão de *hardware* existente.
- Camada de Compressão – Realiza a compressão e descompressão de fluxos de áudio e de vídeo.
- Camada de Transporte – Efetua a multiplexação e a demultiplexação dos programas de TV.
- Camada de Transmissão – Esta camada é responsável pela sintonia, modulação/demodulação, codificação/decodificação do sinal.

A figura abaixo apresenta as camadas deste modelo.

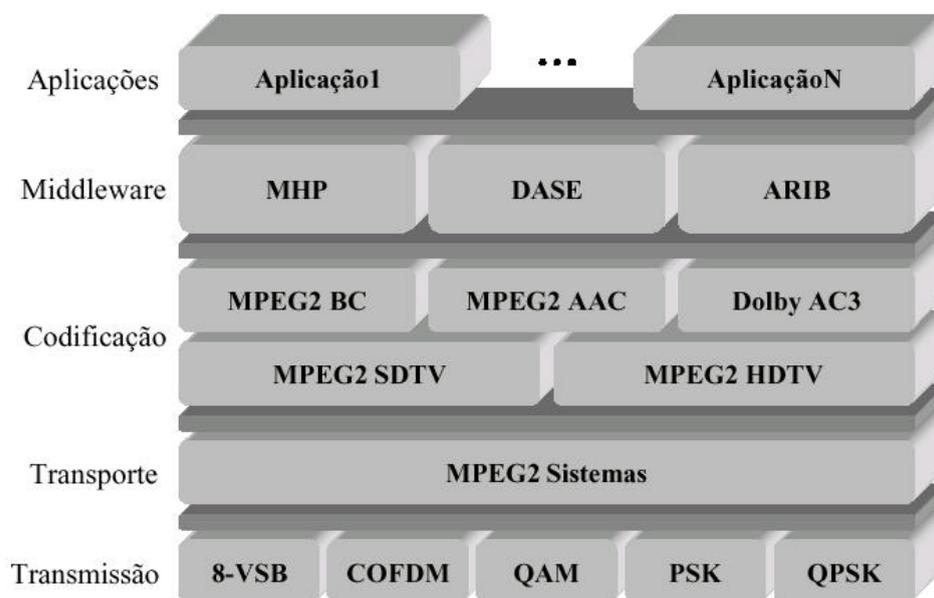


Figura 9 – Arquitetura em camadas da TV Digital [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

Como uma das principais funcionalidades disponibilizadas com a televisão digital é a interatividade, este assunto será abordado na próxima seção.

2.1 Interatividade

Interatividade significa a capacidade de um dispositivo interagir ou permitir interação com o seu respectivo usuário. Deve-se observar que a existência de interatividade está estritamente relacionada à existência de um meio eletrônico, intermediando a interação. De acordo com

[Reisman 2002], é possível classificar o conceito de interatividade em três níveis de abrangência:

- Interatividade com o conjunto televisivo – Nesse nível a interatividade está restrita ao uso do controle remoto, permitindo a troca de canais e o avanço, o retrocesso e a pausa de imagens no vídeo-cassete. O telespectador, neste nível, não pode alterar o conteúdo, apenas a forma como o mesmo é visto.
- Interatividade com o conteúdo do programa da televisão – Nesse nível a interatividade é plena e representa o maior desafio para os produtores. Nesta visão, o telespectador pode controlar o conteúdo do programa que está assistindo, assim como é capaz de controlar a programação que gostaria de assistir.
- Interatividade com o conteúdo que encontra-se na televisão – Também chamado de coativo, este nível contém as mesmas características que o nível anterior e, ainda, funcionalidades que mudarão radicalmente a forma como assistimos televisão pelas próximas décadas. Obter informações a qualquer momento sobre as condições climáticas, esportes, a programação das emissoras, notícias, etc, assim como obter informações detalhadas a cerca dos produtos anunciados e poder comprá-los.

[Lemos 1997] classifica a interatividade em relação à televisão em cinco níveis distintos, conforme pode ser observado a seguir:

- Nível 0 – este é o nível mais baixo de interatividade, sendo possível ao telespectador apenas a troca de canal, ou a regulagem de volume, contraste, brilho e ligar ou desligar o aparelho de televisão. A transmissão ainda ocorre em preto e branco, com apenas um ou dois canais.
- Nível 1 – Surge, então, a televisão colorida, e outras emissoras. O controle remoto vem suprir a demanda de conforto requerida pela possibilidade de navegar entre os inúmeros canais disponíveis, assim como efetuar ajustes na forma como a programação é assistida. Essa navegação, também chamada de *zapping*, é considerada a precursora da navegação da *Web (World Wild Web)*.
- Nível 2 – O aparelho de televisão passa a poder ser utilizado para outros fins, não apenas para assistir os programas transmitidos pelas emissoras de televisão. Jogos eletrônicos, vídeos-cassete e câmeras portáteis permitem que o usuário se aproprie da televisão para jogar ou simplesmente assistir a filmagens previamente gravadas. O vídeo-cassete ainda permite que o usuário possa se apropriar dos programas transmitidos pelas emissoras, podendo gravá-los e assisti-los quando bem desejar.
- Nível 3 – Os primeiros sinais de interatividade digital surgem neste nível, onde o telespectador pode interferir no conteúdo na programação através de fax, telefone ou mensagens de correio eletrônico (*e-mail*). Programas como

BigBrother, Intercine e Você Decide da Rede Globo, Casa dos Artistas do SBT e outros similares encontram-se classificados neste nível.

- Nível 4 – Neste nível surge a TV interativa, possibilitando que o telespectador possa utilizar o controle remoto e interferir na programação, selecionando cenas ou ângulos de câmeras que lhe convém. O canal SportTV Premiere oferece este recurso, conforme pode ser observado na figura abaixo.



Figura 10 – Seleção de cenas e ângulos [Bastos 2005]

Existem, ainda, mais três níveis complementares propostos por [Becker e Montez 2004] que possibilitam ao telespectador interferir plenamente na programação e não apenas reagir aos programas transmitidos pelas emissoras.

- Nível 5 – Neste nível o próprio telespectador pode participar da programação, enviando vídeos de baixa qualidade, produzidos através de *web cam* ou filmadoras analógicas. Surge, neste nível, a necessidade de um canal de retorno ou canal de interação que seja capaz de prover recursos para a transmissão do vídeo do telespectador para a emissora.
- Nível 6 – O nível 6 oferece os mesmos recursos que o nível 5, entretanto permite a transmissão de vídeos de alta qualidade. O canal de retorno ou canal de interatividade deve, obrigatoriamente, dispor de banda superior à oferecida no nível 5.
- Nível 7 – Neste nível o telespectador alcança a interatividade plena, gerando conteúdo da mesma forma que a emissora. Neste modelo, o telespectador rompe o monopólio de produção e veiculação das redes de televisão e passa a atuar como se fosse um internauta na *Web*, com capacidade e recursos necessários à publicação de *sites* com o conteúdo que desejar.

2.2 TV Digital Interativa

Para obtermos uma visão macroscópica da televisão digital interativa basta repetirmos o modelo apresentado no capítulo Introdução, alterando a transmissão para digital e o dispositivo necessário à recepção do sinal, como pode ser observado abaixo:

- A produção do programa é composta das etapas de gravação das cenas, edição nos casos onde o programa não for ao vivo e transmissão de uma unidade externa até a emissora, além do processo de armazenagem.
- Após a produção do programa, torna-se necessário transmiti-lo para os telespectadores através de sistemas de transmissão digitais.
- Complementando os componentes, temos a televisão e os dispositivos necessários para recepção do sinal transmitido pela emissora, que devem oferecer ao telespectador a possibilidade de interagir com a emissora.

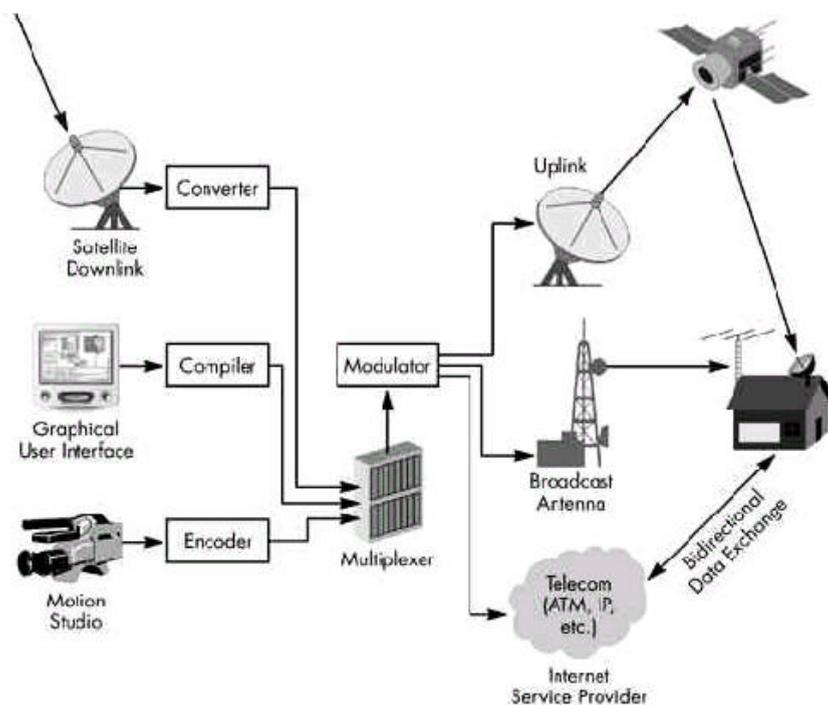


Figura 11 – Sistema de Televisão Digital Interativa [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

2.2.1 Set Top Box

O sinal transmitido pela emissora de televisão será captado através de uma antena convencional, uma antena parabólica ou chegar através de um cabo. O receptor pode, então, estar embutido em uma televisão digital ou pode ser um dispositivo externo e, neste caso, é denominado *set top box* ou *Integrated Receiver Decoder* (IRD) ou Unidade Receptora-Decodificadora (URD).

O *set top box* tem a função de converter os sinais digitais recebidos e convertê-los para sinais analógicos, de forma que uma televisão analógica possa atuar em um cenário totalmente digital. Caso o sistema digital forneça algum serviço de interatividade, o *set top box* deverá ter uma forma de enviar dados do usuário para a emissora ou para um outro destino qualquer. Esse canal de comunicação é denominado de canal de retorno ou canal de interatividade. O *set top box* é dotado de memória, disco, processador, modem e outros dispositivos presentes em microcomputadores, de forma a prover a comunicação com o canal de retorno.

O sinal digital transmitido pela emissora via radiodifusão ou via satélite será recebido pela antena apropriada e enviado para um sintonizador, que processa também os sinais recebidos via cabo. O sintonizador enviará o sinal recebido ao demodulador, módulo responsável pela extração do fluxo de transporte MPEG-2 (será abordado adiante) e o encaminhará para o módulo demultiplexador. O demultiplexador efetuará a demultiplexação do sinal, gerando um sinal para áudio, outro para vídeo e um terceiro para dados. Por fim, o decodificador MPEG-2 decodificará os fluxos de dados, enviando-os no formato específico do aparelho de televisão [Becker e Montez 2004].

2.2.2 Alternativas Tecnológicas para o Canal de Retorno

A própria tecnologia implementada para o canal de retorno define características importantes, como taxa máxima de transferência, custo, etc. Estima-se, na verdade, que não haja uma solução única, pois as características de cada região são diferentes. Desta forma, locais com grande concentração populacional e em áreas urbanas deverão utilizar uma alternativa diferente de áreas rurais com baixa densidade populacional. Vejamos algumas destas alternativas:

- **PLC (*Power Line Communication*)** – Esta tecnologia permite a utilização da rede de energia elétrica para transmitir dados e é extremamente conveniente, pois está disponível mesmo nos locais mais remotos do país. Cerca de 44.095.667 domicílios brasileiros ou 92,51% do total de domicílios dispõem iluminação elétrica proveniente de linhas de distribuição de energia elétrica e acusam a existência de televisão [PNAD 2003]. A versão PowerPacket, desenvolvida pela Intellon, foi escolhida pela Aliança HomePlug com padrão para redes PLC em detrimento da versão desenvolvida pela Intelogis, denominada Passport. A tecnologia de transmissão de dados através de linhas de distribuição de energia elétrica seria uma excelente solução, pois oferece o alcance desejado, suporta transmissões de 14Mbps (podendo chegar a 200Mbps) e praticamente não agregaria custo [Intellon 2005]. Entretanto, as companhias de distribuição de energia elétrica ainda se não encontram preparadas para oferecer esta solução, denominada de *Power Line Communications* – PLC, em larga escala. Várias distribuidoras, tais como CELG, LIGHT, CEMIG, Eletropaulo e outras vêm se preparando para, em breve, oferecer comercialmente esta solução.
- **Telefonia fixa** – De acordo com a [PNAD 2003], cerca de 24.510.147 domicílios brasileiros ou 49,78% do total de domicílios dispõem de linhas telefônicas fixas tradicionais e acusam a existência de televisão. Dispõe de uma taxa de transmissão baixa (56Kbps), mas ainda assim é a tecnologia para o canal de retorno mais utilizada na Europa.
- **Telefonia Celular** - Cerca de 18.587.665 domicílios brasileiros ou 37,75% do total de domicílios dispõem de linhas telefônicas celulares e acusam a existência de televisão [PNAD 2003]. A transmissão de dados através de redes de celulares vem evoluindo e hoje, com a tecnologia da versão 3G, suporta taxas de transmissão de cerca de 700Kbps, podendo chegar a

4,8Mbps. No entanto, o custo destes serviços ainda é proibitivo para a maioria da população brasileira.

- ADSL (*Assymetrical Digital Subscriber Line*) – Esta tecnologia vem ganhando espaço no mercado, pode chegar a 8Mbps, mas não dispõe de capilaridade. Além do custo referente à contratação do serviço ADSL, é necessário contratar um provedor de conteúdo, o que aumenta consideravelmente o custo final e pode ser considerado como desvantagem.
- Rádio – Esta tecnologia tem um ótimo alcance, é capaz de prover altas taxas de transmissão, mas tem um custo inapropriado para residências. Pode ser utilizado como alternativa para condomínios ou conjuntos residenciais.
- Satélite – O grande alcance e as taxa de transmissão são duas grandes vantagens desta tecnologia, entretanto o custo não é acessível para a maioria da população.

2.2.3 Datacasting

Datacasting pode ser entendido como a transmissão de fluxos de dados que serão armazenados e processados no *set top box*. Os dados recebidos podem estar associados a programas, de forma a permitir um nível de interatividade local, como o acesso à guia de programação (EPG – *Electronic Programming Guide*) ou podem simplesmente estar associados a serviços informativos.

2.3 Camada de Aplicação

Conforme pôde ser observado, não existe um modelo único capaz de classificar interatividade nem os níveis de interatividade. Da mesma forma, em relação às possíveis aplicações, existem várias citações. Apenas como exemplo, [Maclin 2001] relaciona uma lista com sete itens:

- TV Avançada (*Enhanced TV*) – A TV Avançada suporta a transmissão de vários elementos, tais como textos, gráficos e vídeos. Na forma mais simples, pode ser vista como apresentação destes elementos na grade de televisão. [Becker e Montez 2004] acrescentam que a principal diferença em relação à TV analógica encontra-se na integração dos elementos citados e no aumento da qualidade de vídeo e som. A resolução do monitor da televisão passa para a proporção 16:9 (*wildscreen*) ao invés da resolução tradicional 4:3.
- Internet na TV – Possibilita aos telespectadores a capacidade de navegar livremente pela Internet, acessando suas mensagens eletrônicas (*e-mails*), recebendo e enviando mensagens instantâneas (*instant messaging*), etc.
- TV Individualizada – Permite que o telespectador modifique a forma de apresentação do programa, selecionando ângulos de câmeras que mais lhe agrada, escolhendo o momento que deseja assistir o *replay* de uma cena, etc.
- Vídeo sob Demanda – A aplicação de VoD (*Video-on-Demand*) possibilita ao telespectador assistir o programa desejado na hora que lhe for mais

conveniente, sem as restrições de horário da televisão analógica. Esta aplicação não deve ser confundida com as ofertas de *pay-per-view*, pois as mesmas são oferecidas em horários alternativos, porém pré-definidos, e são transmitidas independente do desejo do telespectador.

- *Personal Vídeo Recorder* (PVR) – Esta aplicação permite que o telespectador selecione e grave programas em função do título, dos atores, do assunto ou de qualquer outro item relacionado à produção que tenha sido previamente cadastrado. O dispositivo que possibilita o PVR dispõe de disco rígido, que permite armazenar os programas selecionados e, se for o caso, excluir comerciais. O PVR é também conhecido por *Personal TV* ou *Digital Video Recorder* (DVR). O PVR pode ser um equipamento dedicado ou estar acoplado ao *set top box* (esse dispositivo será apresentado a seguir).
- *Walled Garden* – Pode ser encarado como um portal para aplicações interativas que normalmente disponibiliza acesso e informações a cerca de jogos, entretenimento, comércio eletrônico televisivo (*t-commerce*), governo televisivo (*t-government*), *home-banking* (*t-banking*), etc.
- *Console de Jogos* – Possibilita o uso da televisão para jogos, permitindo que os adversários estejam em rede ou que a própria televisão seja o adversário.

2.4 Camada de *Middleware*

As características intrínsecas dos receptores para TV digital, denominados de *set top box*, tais como capacidade de processamento, capacidade de armazenamento, velocidade de comunicação, além do sistema operacional, variam de acordo com o modelo e o fabricante do dispositivo. Neste ambiente, onde existem versões diferentes de *software* e de *hardware*, os desenvolvedores de aplicações para TV Digital Interativa teriam que desenvolver versões específicas de uma única aplicação de forma que a mesma fosse suportada por todas as combinações possíveis de *software* e *hardware*. Evidentemente, que esse modelo não seria viável para uso em larga escala.

Tanto os desenvolvedores de aplicação, como dos fabricantes de *set top box*, estavam buscando um único objetivo: consolidar o mercado de TV Digital Interativa. A solução de compromisso adotada foi a criação de uma camada de *software* capaz de tornar transparente a portabilidade das aplicações e serviços para os dispositivos *set top box*. Desta forma, estes dispositivos devem prover uma interface única à camada de aplicação através de uma API (*Application Programming Interface*). A figura 12 apresenta a estrutura de camadas deste modelo. Essa camada de *software* foi batizada de *middleware*.

Baseado neste modelo, as aplicações passam a interagir com a API e não mais como o sistema operacional do *set top box*, tendo acesso somente aos serviços oferecidos pela API. Com isso, aplicações desenvolvidas para uma API podem ser executadas em qualquer tipo de dispositivo que tenha suporte a esta API. Entretanto, alguns órgãos padronizadores publicaram seus padrões de forma independente. O resultado pode ser observado pela concorrência alguns padrões para *middleware*, a saber: ACAP (*Advanced Common*

Application Platform), MHP (*Multimedia Home Platform*), DASE (*DTV Application Software Environment*) e ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*).

Na realidade, o objetivo foi parcialmente alcançado, pois cada *set top box* deve suportar um único padrão de *middleware*. Podemos, então, concluir que as aplicações podem se tornar realmente independente do *set top box*, mas tornaram-se dependentes do tipo de *middleware*.

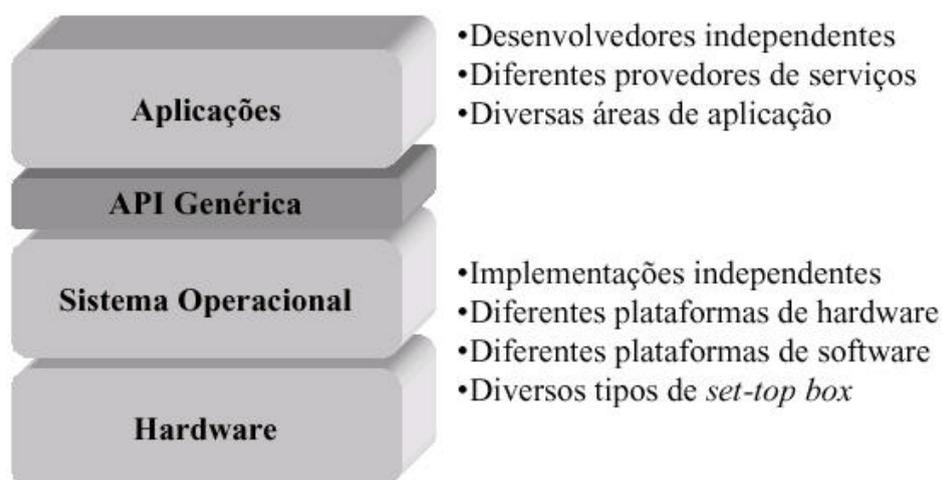


Figura 12 – API genérica [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

Conforme [Fernandes, Lemos e Silveira 2004], o MHP especifica uma interface padrão entre a aplicação e o *set top box*, definindo o modelo e o ciclo de vida das aplicações, os protocolos e os mecanismos de distribuição de dados para ambientes de televisão interativa e pseudo-interativa. O MHP provê, ainda, a funcionalidade de carregar programas interativos através do canal de retorno e o suporte a linguagens declarativas, tais como HTML, e a linguagens procedurais, tais como Java. O sistema DVB (*Digital Video Broadcasting*) adota o MHP na camada de *middleware* e, com isso, fornece suporte às linguagens DVB-HTML e DVB-J (Java TV).

Da mesma forma que o padrão MHP, o padrão DASE define uma camada de *software* que permite a programação de conteúdo e aplicações e suporte a linguagens declarativas (versão estendida de HTML) e procedurais (Java TV). O sistema ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) adota o DASE na camada de *middleware* [Fernandes, Lemos e Silveira 2004].

O ARIB foi adotado pelo sistema ISDB (*Integrated Service Digital Broadcasting*) como camada de *middleware* e suporta a linguagem declarativa BML (*Broadcast Markup Language*), que é uma extensão da linguagem XML (*Extensible Markup Language*) [Fernandes, Lemos e Silveira 2004].

2.5 Camada de Compressão

De acordo com [CPqD 2005], os sistemas ATSC, DVB e ISDB utilizam os seguintes padrões para a camada de compressão:

- Sistema ATSC – Usa o padrão proprietário denominado Dolby-AC3. O Dolby-AC3 utiliza um processo de codificação em sub-bandas e algoritmos psico-acústicos para otimizar a quantização e produzir som *surround*.
- Sistema DVB – O sistema DVB utiliza os padrões MPEG-1 e MPEG-2 (MPEG-2 BC) que permitem som estéreo ou *surround*. O DVB adotou as camadas I e II do MPEG-1, provendo som com qualidade de CD com as taxas de 256Kbps e 192Kbps, respectivamente.
- Sistema ISDB – Adotou o padrão MPEG-2: AAC (*Advanced Audio Coding*) que, apesar de incorporar códigos mais recentes e otimizados, sacrifica a compatibilidade com os padrões anteriores. O MPEG-2: AAC é capaz de operar som com qualidade de CD com taxa de 96Kbps. Uma grande diferença entre o MPEG-2: BC e o MPEG-2: AAC é capacidade de análise da redundância de informações entre os vários fluxos, disponível somente no MPEG-2: AAC. Para produzir som *surround* o MPEG-2 emprega a compatibilidade bidirecional.

2.6 Camada de Transporte

O padrão MPEG-2 TS (*Transport Stream*) efetua a multiplexação de sinais de áudio, vídeo e dados em um único fluxo através de pacotes de 188 *bytes*, sendo indicado para efetuar o transporte de dados em enlaces de comunicação sujeitos a ruídos.

O tamanho reduzido de 188 *bytes* do pacote é proposital. Caso ocorra alguma perda devido a interferências externas, a re-sincronização do vídeo ou do áudio não será seriamente afetada.

2.7 Camada de Transmissão

O sistema de televisão digital ATSC adota o padrão 8-VSB (*8 Level – Vestigial Side Band Modulation*), já os sistemas DVB e ISDB adotaram o padrão COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Como mais de 80% da população americana recebe os sinais da televisão analógica através de cabos, que tipicamente são menos suscetíveis a ruídos que a difusão por satélite ou terrestre, os EUA adotaram um padrão de modulação com baixa imunidade a ruídos [Becker e Montez 2004].

O fluxo de dados recebido pela 8-VSB é embaralhado, evitando uma possível concentração de energia em um espectro. Em seguida, é aplicado ao fluxo de dados um algoritmo de codificação externa para recuperação de erros (*Reed Solomon*), que insere 20 *bytes* de paridade para cada 187 *bytes* (tamanho do bloco). Os dados sofrem, então, um entrelaçamento temporal, com intuito de evitar que uma rajada de ruído danifique segmentos inteiros e recebem mais um corretor de erros (interno), onde a cada 2 *bits* é inserido 1 *bit*. Após receber símbolos de sincronismo, o fluxo de dados é inserido em um modulador VSB e está pronto para ser adaptado à frequência da operadora, amplificado e transmitido. Este procedimento descreve, de forma simplificada e abreviada, o funcionamento do 8-VSB [Fernandes, Lemos e Silveira 2004].



Figura 13 – 8-VSB (8 Level – Vestigial Side Band Modulation) [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

Já o padrão COFDM, por ter sido desenvolvido orientado à transmissão terrestre, possui boa imunidade a ruídos e a problemas de multi-caminhos do sinal. A ocorrência de multi-caminhos faz que o mesmo sinal chegue ao receptor através de caminhos diferentes e, conseqüentemente, em tempos diferentes, provocando os famigerados “fantasmas” [Becker e Montez 2004].

O COFDM utiliza diversas portadoras, onde cada portadora transmite parte do sinal em subcanais de FDM (*Frequency Division Multiplexing*) em canais de 6, 7 ou 8 MHz. O fluxo de dados recebido é embaralhado e distribuído de forma uniforme. O codificador externo *Reed-Solomon* também é utilizado, criando *bits* redundantes para correção de erros. Os bytes de cada 12 blocos são entrelaçados, evitando a perda de blocos inteiros em caso de ocorrência de interferência. O código interno FEC (*Forward Error Correction*) gera bits adicionais com a finalidade de aumentar a redundância. Após o entrelaçamento interno, os *bits* são mapeados para compor os símbolos e quadros de transmissão. Alguns parâmetros como tipo de modulação (QPSK, 16-QAM ou 64-QAM), número de portadoras, etc são parametrizados. Este procedimento descreve, de forma simplificada e abreviada, o funcionamento do COFDM [Fernandes, Lemos e Silveira 2004].

O COFDM suporta dois modos de operação para o sistema DVB: no modo 2k são utilizadas 1705 portadoras e, no modo 8k, 6817 portadoras. Já no sistema ISDB existem 3 modos com diferentes quantidades de portadora.

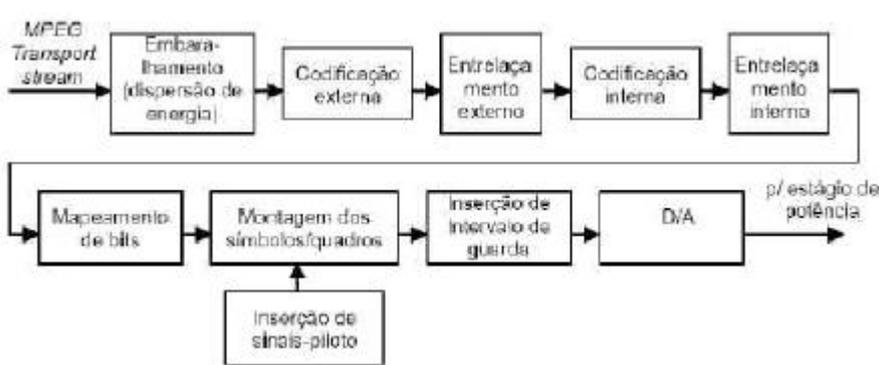


Figura 14 – COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) [Fernandes, Lemos e Silveira 2004]

2.8 Panorama Mundial

O Panorama Mundial de Modelos de Exploração e Implantação produzido por [CPqD 2005] revela detalhes importantes a cerca do comportamento do mercado internacional de Televisão Digital Interativa.

O relatório destaca os procedimentos, tecnologias, modelos e sistemas implantados e em fase de implantação na Alemanha, Austrália, Coréia do Sul, Espanha, EUA, Finlândia, Holanda, Itália, Japão, Reino Unido e Suécia, descrevendo os serviços de monoprogramação, multiprogramação, serviços interativos, serviços baseados em mobilidade e quesitos de portabilidade e serviços baseados em ambiente de multi-serviço.

A tabela abaixo apresenta as funcionalidades presentes nos países pesquisados.

Tabela 4 – Funcionalidades disponíveis [CPqD 2005]

Serviços	Alemanha	Austrália	Coréia do Sul	Espanha	EUA	Finlândia	Holanda	Itália	Japão	Reino Unido	Suécia
Monoprogramação		✓	✓		✓				✓		
Multiprogramação	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Interativos											
Sem canal de retorno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Com canal de retorno			✓			✓		✓	✓		
Mobilidade/Portabilidade			✓			✓			✓		
Multisserviço	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Modelos de Negócio											
TV aberta	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
TV por assinatura				✓	✓	✓	✓			✓	✓
Pagamento por evento								✓			

A monoprogramação, como o próprio nome afirma, consiste na exibição de um único programa com áudio e vídeo associados na frequência da emissora. Tipicamente, nos países que adotaram a monoprogramação, esta tem sido utilizada para transmissões no formato HDTV. Na multiprogramação vários programas são transmitidos através de um único canal. Em função das técnicas de compressão e codificação adotadas atualmente, é possível a transmissão de quatro a seis programas em um único canal. O ambiente multi-serviço possibilita serviços de radiodifusão e telecomunicações em uma única plataforma de TV digital terrestre.

A tabela abaixo apresenta a distribuição tecnológica dos componentes dos principais sistemas de televisão digital.

Tabela 5 – Sistemas de transmissão para a TV Digital [CPqD 2005]

Tecnologia	Alemanha	Austrália	Coreia do Sul	Espanha	EUA	Finlândia	Holanda	Itália	Japão	Reino Unido	Suécia
Transmissão											
ATSC			✓		✓						
DVB-T	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓
ISDB-T									✓		
Transmissão para Portáteis											
T-DMB			✓								
DVB-H						✓					
ISDB-T _n									✓		
Middleware											
ACAP			✓		✓						
DASE					✓						
MHP	✓	✓		✓		✓	-	✓		✓	✓
MHEG-5										✓	
OpenTV				✓							✓
Mediahighway										✓	
ARIB STD B-24									✓		
Canal de retorno			ADSL			STFC		STFC	ADSL		

O estudo destaca alguns pontos importantes, tais como [CPqD 2005]:

- O padrão DVB-T está presente em um número bem maior de países que o ATSC-T, entretanto, ambos atendem praticamente o mesmo número de usuários. Já o padrão ISDB-T, entre os países pesquisados, está em operação apenas no Japão.
- Os tipos de *middleware* utilizados estão associados aos sistemas de transmissão, ou seja, o sistema ATSC utiliza ou está migrando para o ACAP, o DVB usa o MHP e o ISDB o ARIB STD B-24.

Embora a totalidade dos países pesquisados tenha planejado encerrar as transmissões de TV através do sistema analógico até 2010, a maioria está revendo este prazo em função da baixa penetração da TV digital, principalmente na Austrália, Itália, Espanha e Reino Unido, onde mais de 50% dos domicílios tem como única forma de recepção a TV terrestre analógica. Neste países, a adesão à TV Digital vem sendo incentivada [CPqD 2005].

A tabela abaixo apresenta a penetração das diferentes formas de distribuição.

Tabela 6 – Penetração das diferentes formas de distribuição [CPqD 2005]

País	Domicílios com TV (milhares)	Fração dos domicílios com TV a cabo	Fração dos domicílios com TV via satélite	Fração dos domicílios com TV terrestre apenas (A)	Total de domicílios que aderiram à TV Digital terrestre (milhares)	Fração máxima de (A) já atendida pela TV Digital terrestre
Alemanha	37.854	59%	35%	6%	650	28%
Austrália ¹³⁸	7.100	11%	11%	78%	530	10%
Coréia do Sul ¹³⁵	14.641	46%	6%	48%	776	11%
Espanha	12.127	7%	21%	72%	127	1%
EUA ¹³⁹	108.410	61%	20%	19%	1465	7%
Finlândia	2.411	43%	13%	44%	400	37%
Holanda	6.736	93%	5%	2%	40	25%
Itália	21.168	1%	15%	84%	906	5%
Japão	44.705	35%	34%	31%	1474	11%
Reino Unido	24.397	14%	27%	59%	3915	27%
Suécia	4.055	64%	27%	9%	250	67%

Como incentivo, [Batista 2005] afirma que o preço dos *set top box* para os principais sistemas vem caindo drasticamente. Um *Samsung HD Receiver* para o sistema ATSC-T pode ser adquirido nos EUA por cerca de US\$ 240.00. Já na Inglaterra, onde a disseminação da TV Digital é bem maior, os *set top boxes* Sagem ITD60 e Alba STBX3 para o sistema DVB-T podem ser encontrados por US\$ 75,00. No Japão, um modelo similar para o sistema ISDB-T da Sharp (NA-DU1) sai por US\$ 219.00.

Como base em [CPqD 2005] é possível identificar os seguintes comportamentos:

- A multiprogramação com definição padrão vem sendo adotada na Europa, enquanto que os demais países estão direcionando seus esforços para monoprogramação com alta definição. No Japão, cerca de 90% da programação é transmitida no formato HDTV e, nos demais países, utiliza-se o formato HDTV somente em alguns horários.
- Aplicações que requerem o uso do canal de interatividade vêm sendo desenvolvidas timidamente. No Japão e na Coréia do Sul o ADSL vem sendo utilizado para prover o canal de interatividade.
- A oferta de serviços baseados em mobilidade ainda encontra-se em fase de teste na maioria dos países.
- A previsão para término das transmissões analógicas está sendo revista, principalmente devido ao tímido avanço dos aparelhos digitais.

2.9 Simulcasting

Como a penetração dos sistemas de transmissão analógicos ainda é muito grande em inúmeros países, torna-se necessário uma fase de migração, onde a coexistência do sistema analógico com o sistema digital torna-se imprescindível. As emissoras, então, devem transmitir a sua programação através de canais diferenciados para os sinais digitais e os sinais analógicos. Este processo é conhecido por *simulcasting*.

Em função de problemas de interferência, os sistemas analógicos não utilizam faixas de frequências de forma contínua, deixando intervalos livres propositalmente. As faixas disponíveis podem ser aproveitadas para a transmissão de sinais digitais. A figura abaixo exemplifica este processo.

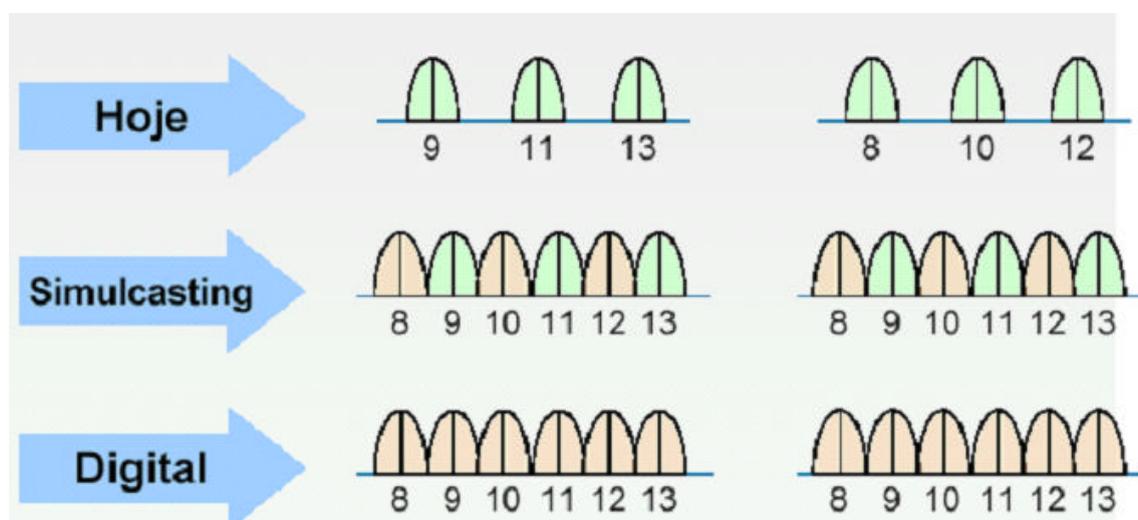


Figura 15 – Utilização das faixas de transmissão durante o período de migração [Bastos 2005]

3. SBTVD – Sistema Brasileiro de Televisão Digital

O sistema de brasileiro de televisão aberta pode ser considerado um dos maiores do mundo e, entre as características mais relevantes, podemos citar a gratuidade do acesso. Considerando-se a realidade social brasileira, a gratuidade do acesso é fundamental para a manutenção do sistema, já que mais 80% dos domicílios recebem exclusivamente sinais de televisão aberta. O governo brasileiro tem consciência que o sistema de televisão aberta é uma das mais importantes fontes de disseminação de informações, conhecimento, entretenimento e da responsabilidade em relação à cultura nacional e à própria cidadania [MC 2003].

A evolução tecnológica dos sistemas de televisão para um sistema totalmente digital é capaz de prover profundas alterações nas relações sociais, no modo de vida dos cidadãos e no modo de organização do trabalho e da produção. Em função destes aspectos, o governo federal tem convicção que a adoção de um modelo deve, obrigatoriamente, passar por uma estratégia que seja voltada para o cidadão brasileiro de baixa renda e excluído socialmente, de forma que seja possível, ao mesmo tempo, incluir socialmente as camadas mais desfavorecidas, capacitar e formar novas gerações de pesquisadores, prover acesso à

Internet, *t-commerce* (comércio via TV), *t-government* (serviços governamentais via TV), *t-banking* (operações bancárias via TV) e, ainda, entretenimento.

Como este pensamento difere do pensamento dos EUA, da maioria dos países da Europa e do Japão, onde a exclusão digital e social não predomina, cabe ao governo brasileiro buscar alternativas próprias, que se adapte à nossa realidade e atenda às expectativas da sociedade brasileira, tais como [MC 2003]:

- Obter o nível mais elevado possível de interatividade e o desenvolvimento de novas aplicações que possibilitem entretenimento, educação e cultura e, ainda, contribuam para formação de uma sociedade capaz de enfrentar os desafios atuais, onde a informação e o conhecimento são cada vez mais imprescindíveis para o progresso econômico e o bem-estar social.
- Possuir, obrigatoriamente, atributos básicos de baixo custo e de robustez, estando, desta forma, ao alcance da maioria da população.
- Ser flexível de forma que as emissoras tenham a opção de selecionar o modelo de programação e de negócio de acordo com as próprias conveniências, especialmente em relação a regionalização.
- Favorecer a adoção por países vizinhos, possibilitando a integração de centros de pesquisa e indústrias.

A solução adotada deve considerar o parque instalado superior a 65 milhões de aparelhos de televisão (IBGE – Censo Demográfico de 2000), permitindo, ainda, a substituição gradativa no ritmo adequado aos interesses da sociedade brasileira, com preços tangíveis aos cidadãos, sobretudo em relação a aquisição de dispositivos complementares e novos aparelhos. Estudos e pesquisas devem ser conduzidos no sentido de evitar a descontinuidade do serviço analógico e, futuramente, a aquisição de aparelhos conversores (*set top box* ou Unidade Receptora Decodificadora) que possibilitem a manutenção dos atuais aparelhos de televisão analógicos [MC 2003a].

Durante o período de transição, as concessionárias devem dispor de um canal adicional para cada canal analógico existente, possibilitando a transmissão dos programas nos sistemas analógico e digital.

Em 30 de Junho de 2005 a ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações publicou o PBTVD – Plano Básico de Distribuição de Canais de Televisão Digital, garantindo às concessionárias a possibilidade de transmissão simultânea, em canais diferenciados, de sinais digitais e analógicos. O PBTVD viabiliza 1.893 canais e contempla o universo de 296 localidades brasileiras, incluídas as que contavam com ao menos uma estação geradora e as localidades que contavam com ao menos uma estação retransmissora com mais de cem mil habitantes, alcançando aproximadamente 110 milhões de brasileiros.

O estudo Mapeamento da Demanda Comercial para TV Digital realizado pelo CPqD apresenta detalhes importantes para o sucesso na TV digital no Brasil. Como a maioria da população brasileira não teria condições financeiras para trocar a televisão analógica por um modelo digital, a solução para se obter o sucesso esperado com a TV digital é oferecer serviços e recursos que estimulem esta fatia da população a adquirir uma URD – Unidade

Receptora Decodificadora (*set top box*) e, desta forma, se integrar a esse novo mundo digital. As tabelas abaixo apresentam a distribuição dos domicílios urbanos por classe econômica e a renda média por classe econômica.

Tabela 7 – Domicílios urbanos por classe econômica [CPqD 2005a]

Grandes Regiões	A1	A2	B1	B2	C	D	E
Brasil	0,75%	3,81%	6,34%	11,41%	30,62%	34,39%	12,69%
Norte	0,16%	3,24%	3,30%	6,32%	20,16%	37,15%	29,67%
Nordeste	0,44%	2,78%	3,42%	5,71%	18,94%	38,39%	30,31%
Sudeste	0,79%	4,20%	7,58%	13,99%	35,61%	33,23%	4,60%
Sul	1,20%	4,51%	7,33%	13,46%	35,38%	29,84%	8,27%
Centro-Oeste	0,78%	3,11%	6,81%	10,37%	29,25%	37,93%	11,75%

Tabela 8 – Renda média familiar por classe econômica [CPqD 2005a]

Classe Econômica	A1	A2	B1	B2	C	D	E
Renda média familiar (R\$)	7.793	4.648	2.804	1.669	927	424	207

Como a maior parcela da população (76,31%) não tem noção do que é televisão digital, o interesse surge com a melhora da qualidade da imagem e do som e a oferta de mais canais. A gráfico abaixo apresenta esta distribuição.



Gráfico 1 – Percentual de interesse [CPqD 2005a]

Em função das características financeiras e culturais da imensa maioria da população, o interesse na TV Digital está condicionado a possibilidade de aquisição de uma Unidade

Receptora Decodificadora. O interesse aumenta a medida em que o preço é reduzido e o prazo para pagamento é estendido, principalmente para as classes E e D.

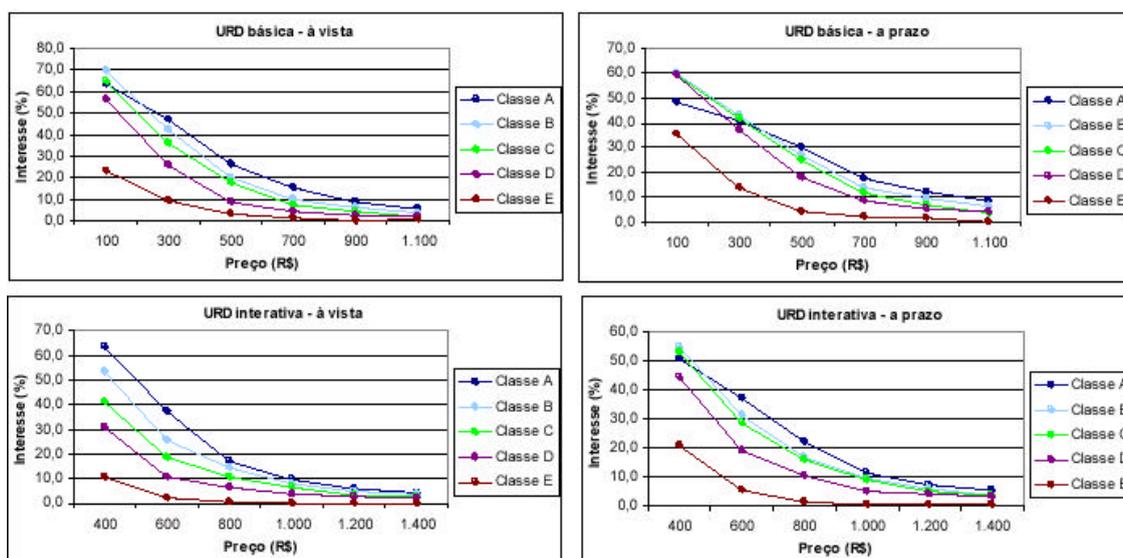


Gráfico 2 – Sensibilidade a preço das URDs por classe econômica [CPqD 2005a]

Cabe ressaltar que MCT/Funttel, CPqD e diversas instituições de pesquisa nacionais têm concentrado esforços na busca por soluções de baixo custo para a população brasileira e baseadas em soluções tecnológicas alternativas para o canal de interatividade, principalmente em regiões sem infra-estrutura de telecomunicações.

Referências

- Andrade, R. (2005) “A Complexa Implantação da TV Digital no Brasil”, <http://gizmo.rits.org.br>, Agosto.
- Bastos, C. (2005) “TV Digital Terrestre” <http://www.sbrc2005.ufc.br/wtvd/SlidesTVDTerrestreCarlosHenrique.zip>, Setembro
- Batista, J. (2005) “Efeitos Econômicos, Tecnológicos e Sociais da TV Digital no Brasil: alternativas para transmissão terrestre”, <http://www.ie.ufrj.br/publicacoes/discussao/txtdiscussao.php>, Setembro.
- Becker, V., Montez, C. (2004) “TV DIGITAL INTERATIVA – Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil”.
- CADPA (2004) “Subgrupo de Trabalho 2 do CADPA – Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia”, http://www.suframa.gov.br/download/documentos/programa_tv_digital.pdf, Agosto.
- CPqD (2005) “Panorama Mundial de Modelos de Exploração e Implantação”, http://sbtvd.cpqd.com.br/noticias_view1.php?id=269, Setembro.
- CPqD (2005a) “Mapeamento da Demanda Comercial para TV Digital – Versão A”, http://sbtvd.cpqd.com.br/noticias_view1.php?id=269, Setembro.

- Fernandes, J, Lemos, G., Silveira, G. (2004) “Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas”, In *Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*.
- Intellon Corp. (2004) “Intellon Home Page”, <http://www.intellon.com/>, Setembro.
- Joly, A. (2003) “Programação Educativa destinada à Televisão Interativa”, Intercom.
- Lemos, A., (1999) “Anjos Interativos e Retribalização do Mundo. Sobre Interatividade e Interfaces Digitais”, <http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemos/interativo.pdf>, Setembro.
- Maclin, B. (2001) “What every marketer needs to know about iTV”, <http://www.broadbandbananas.com/wem.pdf>, Setembro.
- MC (2003) “Ministério da Comunicações”, http://www.mc.gov.br/ex_motivos.htm, Setembro.
- MC (2003a) “Ministério da Comunicações”, http://www.mc.gov.br/em_25062003.htm, Setembro.
- Mendes, L., Fasolo, S. (2002) “Introdução à Televisão Digital”, http://cict.inatel.br/nova2/docentes/luciano/Artigos/SIT2002/TV_Digital_SIT2002.pdf, Setembro.
- Name, L. (2003) “O cinema e a cidade: simulação, vivência e influência”, http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq033/arq033_02.asp, Setembro.
- PNAD (2003) “Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios”, <http://www.bme.ibge.gov.br>, Setembro.
- Reisman, R., (2002) “Rethinking Interactive TV -- I want my Coactive TV”, <http://www.teleshuttle.com/cotv/CoTVIntroWtPaper.htm>, Setembro.
- Tome, T. et al. (2001) “Relatório Integrador dos Aspectos Técnicos e Mercadológicos da Televisão Digital”, <http://www.anatel.gov.br>, Setembro.
- TVhistory (2005) “Television History – The First 75 Years”, <http://www.tvhistory.tv>, Setembro.
- Waiman, T. (2005) “TV Digital Interativa e Educação – O usuário fala! (Parte 1)”, <http://www.icoletiva.com.br/icoletiva/secao.asp?tipo=artigos&id=102>, Agosto.