

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REDES DE
COMPUTADORES**

TV Digital Interativa

Jones Quadros da Silva

**Prof. Ms Valter Roesler
Orientador**

*Monografia submetida como
requisito parcial para a obtenção do
título de Especialista em Redes de
Computadores.*

São Leopoldo, abril de 2003.

RESUMO

A televisão digital veio para marcar mais um acontecimento dentro da história da televisão, desde a estrutura das emissoras, produção de programas, passando pelos meios de transmissão até chegar ao telespectador que terá novos recursos e outras possibilidades através desta nova tecnologia.

Neste trabalho buscou-se verificar estes novos conceitos de tecnologia digital, e fazer uma comparação entre os modelos de transmissão digital existentes no mundo e no qual um será escolhido para ser adotado no Brasil. Para confirmar estas novas idéias foi realizado uma entrevista com um profissional da área de televisão e que está transcrita neste trabalho.

ABSTRAT

Digital television is expected to be another landmark in the television history. TV station, production, transmission media and the viewer will change, bringing new possibilities to the user through this new technology.

This work intended to verify these new concepts of digital technology, and to make a comparison among the existing TV digital standards, as well as the new model to be adopted in Brazil. To reinforce the assumptions, an interview with a TV professional was carried, and this interview is transcribed in this work.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 2 |
| ABSTRAT | 3 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 6 |
| LISTA DE FIGURAS | 8 |
| LISTA DE TABELAS | 9 |
| INTRODUÇÃO | 10 |
| 1 - CONCEITOS BÁSICOS | 12 |
| 1.1 – MODULAÇÃO | 12 |
| 1.1.1 - <i>QPSK</i> | 12 |
| 1.1.2 - <i>QAM</i> | 12 |
| 1.1.3 - <i>OFDM</i> | 13 |
| 1.1.4 - <i>VSB</i> | 15 |
| 1.2 – ÁUDIO | 16 |
| 1.2.1 - <i>Dolby AC-3</i> | 16 |
| 1.2.2 - <i>MPEG-1</i> | 17 |
| 1.2.3 - <i>MPEG-2</i> | 17 |
| 1.2.4 - <i>MPEG-2AAC</i> | 18 |
| 1.3 – DCT | 18 |
| 1.4 – CANAL | 18 |
| 1.5 – VÍDEO | 18 |
| 1.5.1 - <i>MPEG</i> | 18 |
| 1.6 - SISTEMAS ANALÓGICOS | 20 |
| 1.6.1 - <i>NTSC</i> | 20 |
| 1.6.2 - <i>PAL</i> | 20 |
| 1.6.3 - <i>SECAM</i> | 21 |
| 1.7 – FORMATO DE TELA E RESOLUÇÃO | 21 |
| 1.7.1 <i>HDTV</i> | 21 |
| 1.7.1.1 - <i>MUSE</i> | 22 |
| 1.7.1.2 – <i>MAC</i> | 23 |
| 1.7.2 <i>EDTV</i> | 23 |
| 1.7.3 <i>SDTV</i> | 23 |
| 1.7.4 <i>LDTV</i> | 23 |
| 1.8 – API | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 2 - HISTÓRICO DA TELEVISÃO NO BRASIL..... | 24 |
| 3 - TECNOLOGIAS NA TV DIGITAL..... | 25 |
| 3.1 - TRANSMISSÃO DIGITAL..... | 25 |
| 3.2 - ATSC..... | 28 |
| 3.3 - DVB..... | 30 |
| 3.4 - ISDB..... | 32 |
| 3.5 - Escolha do padrão a ser utilizado no Brasil..... | 35 |
| 3.6 - Momento da Transição do Analógico para o Digital..... | 38 |
| 3.7 - SET-TOP BOXES..... | 39 |
| 3.7.1 - Arquitetura de um Set-Top Box..... | 39 |
| 3.7.2 - Interfaces adicionais..... | 40 |
| 3.7.3 - Sistema Operacional..... | 41 |
| 4 - APLICAÇÕES DA TV DIGITAL INTERATIVA.. | 42 |
| 4.1 - COMO UTILIZÁ-LA NA EDUCAÇÃO?..... | 43 |
| 4.2 - MAIS CANAIS..... | 44 |
| 4.3 - PAY PER VIEW E VÍDEO-ON-DEMAND..... | 44 |
| 4.4 - JOGOS INTERATIVOS..... | 44 |
| 4.5 - APLICAÇÕES NA INTERNET (MULTIMÍDIA, HIPERMÍDIA E E-MAIL)..... | 45 |
| 4.6 – EPG..... | 45 |
| 4.7 - T-COMMERCE..... | 45 |
| 5 – TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA SOBRE TV DIGITAL..... | 47 |
| 5.1 - VISÃO DE UM ESPECIALISTA NO MERCADO, DIRETOR DA TV UNISINOS – ALEXANDRE KIELING..... | 47 |
| 6 - CONCLUSÃO..... | 54 |
| 7 - BIBLIOGRAFIA..... | 55 |

LISTA DE ABREVIATURAS

AAC - *Advance Audio Coding*

ABERT – Associação Brasileira de Rádio e Televisão

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

API – *Application Programming Interface*

ATSC - *Advanced Television System Committee*

COFDM - *Codec Orthogonal Frequency Division Multiplexing*

CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

DASE – *DTV Applicatin Software Environment*

DCT - *Discrete Cosine Transform*

DIBEG – *Digital Broadcasting Experts Groups*

DVB - *Digital Video Broadcasting*

EPG - *Eletronic Programming Guide*

FCC – *Federal Communications Commission.*

FEC - *Forward Error Correction*

HDTV – *High Definition Television*

HTTP - *HyperText TransferProtocol*

IP - *Internet Protocol*

ISDB - *Integrated Services of Digital Broadcasting*

iTV – *Interactive Television*

LMDS - *Local Multipoint Distribution System*

MAC - *Multiplexed Analog Components*

MHP – *Multimedia Home Platform*

MMDS - *Multipoint Multichannel Distribution System*

MPEG - *Moving Pictures Experts Group*

MUSE - *Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding*

NTSC - *National Television Systems Comitee*

OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*

OSI - *Open System Interconnection*

PAL - *Phase Alternate Line*

PRAV - *Pesquisa em Redes de Alta Velocidade*

PSIP - *Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable.*

QAM - *Quadrature Amplitude Modulation*

QPSK - *Quadrature Phase Shift Keying*

SDTV – *Standard Definition Television*

SECAM - *Sequentiel Couleurs À Mémoire*

SET – *Sociedade de Engenharia de Televisão*

SFN - *Single Frequency Network*

SI - *Service Information Protocol*

SSB - *Single Sideband*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TMCC - *Transmission and Multiplexing Configuration Control*

URD - *Unidade Receptora-decodificadora*

VSB – *Vestigial Side Band*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.3.1 – Diagrama em blocos do processo de modulação COFDM.

Figura 1.1.4.1 – Diagrama em blocos do processo de modulação VSB.

Figura 1.2.1.1 – Processo de Transmissão do sinal de Áudio.

Figura 1.2.1.2 – Processo de Recepção do sinal de Áudio.

Figura 1.5.1.1 – Transmissão de quadros no sistema MPEG.

Figura 1.7.1.1 – Formato de tela: convencional (4:3) e HDTV(16:9).

Figura 1.8.1 – Quadro funcional do API.

Figura 3.1.1 – Seqüência de bits.

Figura 3.1.2 – Diagrama de blocos da construção básica de um sistema de emissão digital.

Figura 3.1.3 – Modelo de camadas em serviços e plataformas de telecomunicações.

Figura 3.1.4 – Logotipo dos padrões ATSC, DVB e ISDB.

Figura 3.2.1 - Diagrama em bloco do sistema ATSC.

Figura 3.2.2 – Possibilidades de transmissão com o modelo ATSC.

Figura 3.3.1 – Diagrama em blocos do sistema DVB.

Figura 3.4.1 – Agrupamento dos 13 Segmentos de Banda.

Figura 3.4.2 – Diagrama em bloco do sistema ISDB.

Figura 3.5.1 – Gráfico de imunidade a ruídos impulsivos.

Figura 3.5.2 – Situações de multipercurso com a reflexão do sinal em movimento.

Figura 3.6.1 – Modelos de Transição.

Figura 3.6.2 – Legenda da figura de Modelos de Transição.

Figura 3.7.2.1 – Painel traseiro de um Set-Top Box para ligação a periféricos.

Figura 5.1.1 – Exemplo do funcionamento da recepção do sinal com 1080 linhas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.6.1.1 - Parâmetros técnicos do sistema NTSC.

Tabela 1.6.2.1 - Parâmetros técnicos e subdivisões do sistema PAL.

Tabela 1.6.3.1 - Parâmetros técnicos e subdivisões do sistema SECAM.

Tabela 2.1 - Número de Televisores em Algumas regiões do Mundo.

Tabela 3.3.1 – Modos de operação COFDM para o padrão DVB.

Tabela 3.4.1 – Modos de operação COFDM para o padrão ISDB.

Tabela 3.5.1 – Interferência do sistema digital no sistema digital.

Tabela 3.5.2 – Resultados de recepção do sinal.

Tabela 3.5.3 – Padrões adotados no mundo.

Tabela 4.1 – Classes de sistemas interativos.

Tabela 4.7.1 - Dados da pesquisa realizado pela revista *Business Standard*.

INTRODUÇÃO

A televisão é o eletrodoméstico mais vendido no mundo e junto a isso se aproxima uma nova fase tecnológica e comportamental, ou seja, a televisão está deixando de ser um meio de comunicação passivo. A TV digital interativa traz ao telespectador a possibilidade de fazer compras, participar de enquetes, escolher o ângulo da câmera que deseja assistir, mandar e-mails, checar saldo bancário, personalizar a programação, participar de uma aula e muito mais, através do seu controle remoto. Outro recurso oferecido é o T-Commerce, nome para o comércio eletrônico feito via tv interativa.

Além disto, a interatividade da televisão traz outros recursos de comunicação, formatos diferentes como o jornal, a revista e o rádio podem estar inseridos em mais uma opção dentro da programação.

Para o crescimento e o desenvolvimento da TV digital é necessária a criação de um padrão de transmissão do sinal. De acordo com a ANATEL, em conjunto com a ABERT, espera-se, com o passar dos anos, ter uma implementação e uma expansão da TV Digital no Brasil. Para dar início a isso, a ANATEL já está em fase de testes para descobrir qual o melhor e mais adequado padrão de transmissão digital para o país. Três padrões estão sendo analisados, o padrão norte americano ATSC, o europeu DVB e o padrão japonês ISDB.

Este trabalho será dividido em cinco capítulos a fim de mostrar os novos hábitos e os conceitos que estão surgindo com esta nova tecnologia. O primeiro capítulo tratará de conceitos básicos em relação à tecnologia da tv digital. Conceitos técnicos que ajudam a ter uma melhor visão das tecnologias serão apresentados nos demais capítulos.

O capítulo dois aborda o histórico da televisão no Brasil, desde os anos 50, em que iniciaram as transmissões no Brasil, até os dias de hoje com a entrada da qualidade digital nas transmissões. Relatando, neste intervalo de tempo, fases de acordo com o momento econômico e político do país.

O terceiro capítulo apresentará as tecnologias utilizadas na tv digital. Isso envolve os padrões de transmissão utilizados no mundo, os equipamentos para adaptar os aparelhos analógicos ao sinal digital (Set-Top box) e ainda testes realizados pela Set/Abert, solicitados pela ANATEL para a escolha do melhor padrão de transmissão para o Brasil.

O quarto capítulo tratará de aplicações e utilidades do uso da tv interativa, como, por exemplo, utilizar este recurso para o auxílio da educação, dentro e fora de sala de aula. Mostra também a interatividade entre os telespectadores através dos jogos interativos e ainda o acesso a Internet através da televisão. Junto a todas estas utilidades vem um novo conceito de comércio eletrônico que é o T-Commerce.

Por fim, o quinto capítulo trará a opinião de Alexandre Kieling, diretor da TV UNISINOS, através da transcrição da entrevista realizada durante a pesquisa.

1 - Conceitos básicos

Neste capítulo mostrar-se-á alguns conceitos importantes para o entendimento dos próximos itens das tecnologias que serão descritas neste trabalho.

1.1 – Modulação

Modulação é uma variação de amplitude – fase ou frequência – de um sinal denominado modulado, de forma controlada pela informação que se deseja transmitir, denominado modulante.

1.1.1 - QPSK

A QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) trabalha com modulação em fase e possui uma imunidade maior quanto a ruídos eletromagnéticos. É um processo de duas portadoras na mesma frequência defasadas em 90 graus, sem interferências entre elas. É normalmente utilizado em transmissões via satélite. Cada fase da portadora pode estar a 0° ou a 180° e, assim, o que resulta são quatro estados possíveis de fase, representando as quatro combinações possíveis de pares de bits, ou seja, 00, 01, 10 e 11 [ALE 01].

1.1.2 - QAM

A modulação de amplitude em quadratura QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) produz ‘m’ estados no sinal a ser transmitido, sendo cada estado representado por ‘P’ bits, onde $m = 2^P$. Assim, a transmissão de cada estado do sinal de RF corresponde a uma transmissão de ‘P’ bits simultâneos de informação digital.

Neste método de modulação, por razões de economia de potência de transmissão, não são enviadas referências de portadora nem de relógio. Por consequência, o processo de recuperação de portadora no demodulador irá apresentar ambigüidade de fase, normalmente compensada por processamentos de tipo “transcodificação diferencial” (onde a informação de fase é obtida da diferença de fase medida entre o símbolo atual e o símbolo anterior).

O sistema QAM transforma uma seqüência de bits original em ‘k’ seqüências paralelas. Portanto, sendo f_B a taxa da seqüência original, cada seqüência de saída possui a taxa:

$$F_B = \frac{f_B}{k}$$

A duração dos bits das seqüências paralelas é dada pela forma:

$$T = \frac{1}{F_B} = \frac{1}{f_B/k} = \frac{k}{f_B}$$

A mínima faixa de frequência para transmitir cada seqüência paralela é dada pela forma:

$$f_m = \frac{1}{2T} = \frac{1}{2k/f_B} = \frac{f_B}{2k}$$

O sinal RF transmitido corresponde a duas portadoras DSB-SC em quadratura e colocados com largura de faixa total dada por:

$$BW = 2f_m = \frac{f_B}{k}$$

Desta forma, a eficiência espectral é calculada dividindo-se a taxa de bits transmitida pela largura do canal, sendo a eficiência espectral teórica para as modulações em QAM dada por¹:

$$\frac{f_B}{BW} = k \text{ [bit/s/Hz]}$$

Por codificação, pode-se entender a adição de redundância de informações de forma a se conseguir um aumento de robustez no sistema contra erros inseridos pelo canal de transmissão. Esta adição é feita de maneira controlada através de códigos corretores de erro, os quais podem ser divididos em dois grupos: códigos de bloco ou códigos convolucionais.

Nos códigos de bloco existe uma correspondência de uma palavra de mensagem com uma palavra de código, já nos códigos convolucionais não há formação de blocos, ou seja, não existe uma correspondência das palavras da mensagem com uma palavra-código.

1.1.3 - OFDM

A modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) consiste em transformar um sinal serial em vários sinais paralelos com a mesma taxa de bits, porém reduzida, cada uma modulando uma subportadora e constituindo um conjunto de funções ortogonais. A soma delas produz um único sinal modulado em OFDM, ou seja, existe um grande número de portadoras igualmente espaçadas em frequência e moduladas através de uma técnica digital. O espectro de cada portadora modulada é posicionado de forma a sobrepor, de maneira controlada e sem causar interferência, o espectro das portadoras vizinhas de tal forma que o conteúdo de informação de cada portadora seja mutuamente ortogonal, isto é, independente.

A modulação OFDM possui um bom desempenho em situações de multipercurso pelo fato do período de bit de cada uma de suas múltiplas portadoras ser maior que o atraso provocado por reflexões típicas.

O sinal OFDM recebido por uma antena é constituído pela soma do próprio sinal com ecos produzidos por superfícies refletoras. Quando estes são pequenos, produzem o chamado “*fading* seletivo”, que provoca um aumento de energia do sinal para

¹ Todos estes cálculos foram retirados da revista “Engenharia de Televisão”, número 23, de dezembro de 1994.

determinadas sub-portadoras, e a perda de energia, podendo chegar até ao cancelamento para os sinais de outras.

Isso pode ser solucionado a partir da inserção de blocos funcionais ao modulador que, utilizando algum tipo de redundância, podem detectar e corrigir uma boa parte desses erros. Esses blocos acrescentam uma codificação ao sinal OFDM e com isso aumentam a robustez do sistema em termos de taxa de erro residual, passando a ser chamada de modulação COFDM (*Codec Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) [ELI 94].

A COFDM é uma multiplexação por divisão de frequências ortogonais e codificadas, sendo compatível com os padrões analógicos PAL, SECAM e NTSC. É utilizada em transmissões que tem bastante obstáculo como edifícios, pontes e montanhas, isso porque possui uma maior imunidade contra ecos por multipercurso.

A figura 1.1.3.1 ilustra o diagrama em blocos do processamento da modulação COFDM.

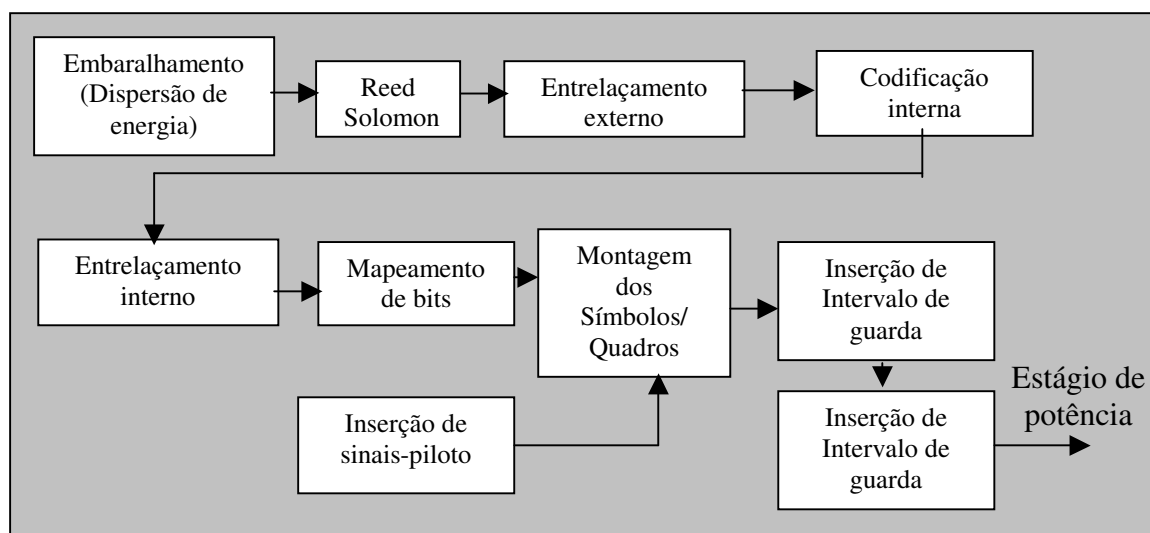


Figura 1.1.3.1 – Diagrama em blocos do processo de modulação COFDM.

O processo inicia com o sinal vindo do multiplexador MPEG e no primeiro bloco é feito embaralhamento para prover uma distribuição uniforme de energia. No segundo bloco tem-se um corretor de erros chamado “Reed-Solomon” que cria uma “assinatura digital” de cada bloco MPEG.

No terceiro bloco há o entrelaçamento externo onde os bytes de cada 12 blocos são entrelaçados entre si. Isso é feito para que, caso algum bloco não chegue até o receptor, haja a perda de poucos bits por bloco em vez de se perder um bloco inteiro. O próximo passo é a codificação interna que consiste em um código que gera bits adicionais para melhorar a redundância, com isso o sinal apresenta uma melhor relação sinal/ruído.

No quinto bloco há o entrelaçamento interno que funciona em nível de bits, também chamado de transposição temporal, e não em blocos como foi no

entrelaçamento externo (terceiro bloco). Esse entrelaçamento interno é utilizado somente no padrão ISDB, no DVB só utiliza o entrelaçamento externo.

Após esse passo, há um mapeamento dos bits para compor os símbolos e os quadros da transmissão, essa composição está ligada diretamente ao tipo de modulação (QPSK, 16-QAM ou 64-QAM). A montagem dos símbolos e quadros depende do tipo de modulação, do número de portadoras e do intervalo de guarda que são parâmetros configuráveis para a formação de uma palavra de acordo com o agrupamento de bits. O conjunto destas palavras é chamado símbolo COFDM, e cada conjunto de 68 símbolos forma o quadro COFDM. A inserção de intervalo de guarda tem como função evitar as interferências intersimbólicas e com isso dar uma boa imunidade a ecos². Quanto pior o eco, maior deve ser o intervalo de guarda [TAK 01].

1.1.4 - VSB

A modulação VSB (*Vestigial Side Band*) é um sistema no qual a informação é transmitida de forma compacta, utilizando duas bandas simétricas junto com a frequência da portadora, denominadas bandas laterais para a transmissão. Com isso, ela usufrui do SSB (*Single Sideband*) que é a utilização de somente uma das duas bandas simétricas para haver uma maior disponibilidade da largura de banda³ do sinal. Deste modo consegue-se transmitir a informação com economia de largura de banda.

O modelo VSB possui uma vantagem de 2.0 a 2.5 dB na relação potência pico-média em relação ao sistema COFDM, isto é, o sistema VSB não necessita de uma potência de pico tão grande para transmitir a mesma potência média.

Existem duas versões do VSB, a 8-VSB e a 16-VSB, onde a 8-VSB trabalha com 8 níveis e transmite 19,3 Mbps por um canal de radiodifusão terrestre de 6 MHz e o 16-VSB trabalha com 16 canais e transmite 38,6 Mbps em um canal de 6 MHz.

A figura 1.1.4.1 mostra o processo de modulação VSB através de blocos, no qual o sinal transformado, através do processo com o sistema MPEG-2, sofre um embaralhamento espectral que tem como objetivo evitar a concentração de energia em alguns pontos e também evitar falhas em outros pontos do espectro. Após o sinal passa por um corretor de erros chamado ‘Reed Solomon’.

No terceiro bloco há o entrelaçamento temporal que tem por finalidade evitar que, quando um ruído impulsivo danificar parte do sinal, ele danifique um ou vários segmentos inteiros. Com isso tenta-se garantir uma boa imunidade do sistema a ruídos impulsivos. Após este entrelaçamento há um novo corretor de erros chamado ‘treliça ou convencional’, sendo cada dois bits convertidos para três e esse terceiro bit melhora a redundância da informação.

No passo seguinte, há o sincronismo dos segmentos gerados, são 312 segmentos, mais um de sincronismo. Este conjunto recebe uma DC⁴, formando o sinal piloto do canal que está representado no sexto bloco. Por último o sinal é colocado num

² Ecos: Reflexões do sinal devido a prédios e obstáculos similares.

³ Banda: O mesmo que faixa de frequência. É a porção do espectro de frequência compreendida por duas frequências limites. A largura de banda é a diferença entre essas duas frequências, independentemente de onde elas estão no espectro.

⁴ DC – Corrente contínua.

modulador VSB e depois é feita a conversão de frequência de operação da emissora [TAK 01].

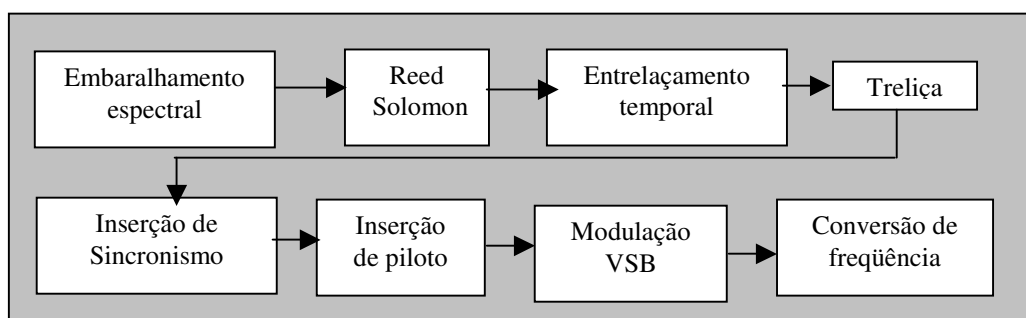


Figura 1.1.4.1 – Diagrama em blocos do processo de modulação VSB.

1.2 – Áudio

Cada padrão de televisão digital tem a sua codificação do sinal de áudio. Essas três formas de codificação são: O Dolby AC-3 (utilizada no ATSC), o MPEG-1 e MPEG-2 (utilizados no DVB) e o MPEG-2 AAC (utilizado no ISDB).

1.2.1 - Dolby AC-3

A tecnologia de codificação digital de áudio AC-3 foi desenvolvida na década de 90 e é capaz de codificar vários formatos de áudio e foi o padrão escolhido para os DVDs. Isso porque possui uma taxa de compressão de 9,2:1. É um padrão proprietário da Dolby Laboratories Inc.

Este padrão emprega algoritmos de percepção psicoacústica de forma a comprimir oito canais, que são distribuídos da seguinte maneira: seis para o sistema chamado 5.1 que possui distribuição de três para os sons frontais da sala (frontal, frontal-esquerdo, frontal-direito), dois canais para parte de trás da sala (*surround* esquerdo e *surround* direito) e um sexto canal, chamado *subwoofer*⁵ ativo (reproduz sinais de baixa frequência destinados ao chão, para gerar os efeitos especiais). Os outros dois canais podem ser utilizados para estéreo convencional ou para um áudio em segundo idioma.

Há dois tipos de algoritmos de alocação de bits para realizar esta codificação: adaptação para frente e adaptação para trás. O algoritmo de adaptação para frente faz com que o codificador calcule a alocação de bits, com isso o codificador tem uma amostragem total do sinal de entrada. Este método, juntamente com o modelo psicoacústico, fica no codificador, facilitando a modificação e configuração do sinal. Já o algoritmo de alocação de bits com adaptação para trás trabalha diretamente com os bits do sinal de áudio sem nenhuma informação do codificador, isso faz com que este método se torne mais eficiente na transmissão, porém os cálculos são todos realizados no decodificador, tornando-o mais lento na recepção do sinal [MPE 03].

⁵ Subwoofer ativo é um tipo especial de caixa de som, que é ligada a um sistema de reprodução sonora especial, dispõe de controle de volume independente para as frequências de grava em relação às demais caixas de som[ASS2002].

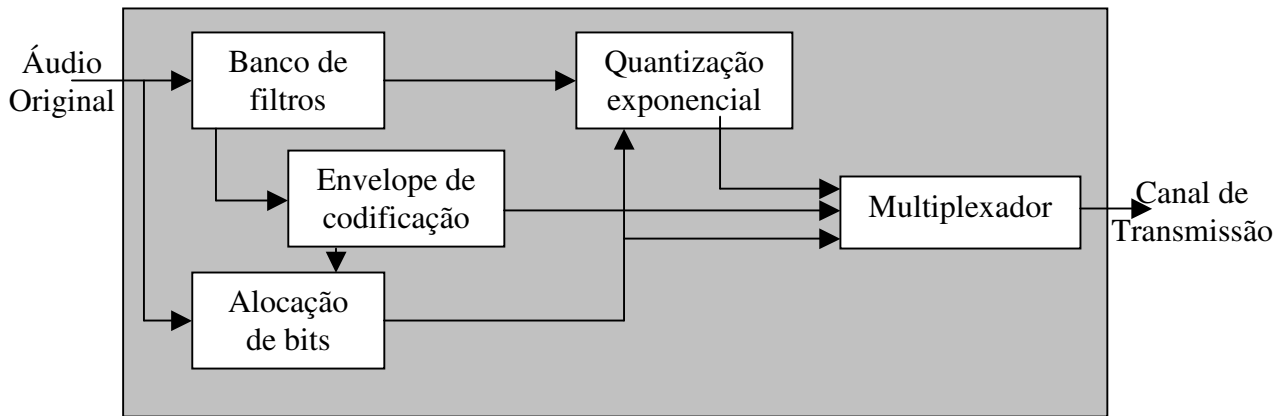


Figura 1.2.1.1 – Processo de Transmissão do sinal de Áudio.

A figura 1.2.1.1 ilustra o processamento do sistema Dolby AC-3 com o áudio original, passando pelo banco de filtros, envelope de codificação, alocação de bits e a quantização exponencial, ocorrendo por último uma multiplexação, na qual o sinal é enviado para o canal de transmissão. Já no receptor o sinal é demultiplexado e sofre o processo inverso até chegar ao televisor do telespectador conforme mostra a figura 1.2.1.2.

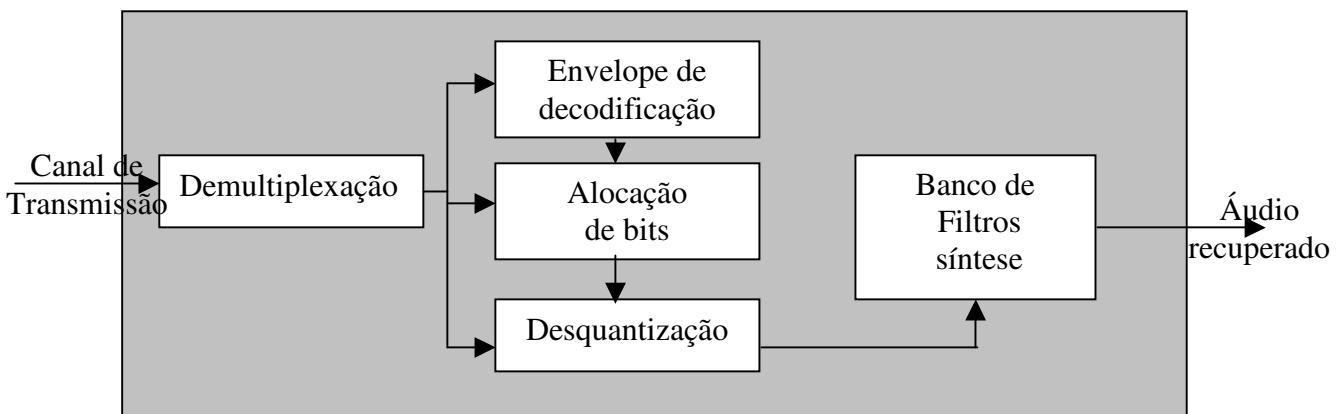


Figura 1.2.1.2 – Processo de Recepção do sinal de Áudio.

1.2.2 - MPEG-1

O sistema de compactação de áudio MPEG-1 apresenta três camadas. A primeira camada utiliza quadros de comprimento fixo com taxas de compressão de 5,5:1 em 256 kbit/s. Na segunda camada também utiliza quadros de comprimento fixo e com taxas de compressão de 7,3:1 a 192 kbit/s. Somente a terceira camada possui quadros de comprimento variável e com taxas de compressão de 11:1 em 128 kbit/s. Esta mesma camada possui uma maior complexidade e eficiência do algoritmo, porém é mais suscetível a erros de transmissão. Por esse motivo o padrão DVB adotou o sistema MPEG-1 utilizando as camadas 1 e 2 [TAK 01].

1.2.3 - MPEG-2

O sistema MPEG-2, também adotado pelo padrão DVB, apresenta compatibilidade com o sistema MPEG-1, e, além do áudio 5.1, o MPEG-2 suporta até

sete fluxos adicionais em qualidade de voz. Esses fluxos adicionais podem ser utilizados para transmissão simultânea em vários idiomas e/ou *closed caption* [TAK 01].

1.2.4 - MPEG-2AAC

O MPEG-2: AAC (*Advanced Audio Coding*) é o sistema adotado pelo padrão japonês ISDB. Uma das características desse sistema é a propriedade de análise da redundância da informação entre vários fluxos, isso não ocorre por exemplo no sistema MPEG-2 utilizado no padrão DVB. Também permite acomodar até 48 fluxos de áudio e até 15 programas distintos [TAK 01].

1.3 – DCT

O DCT (*Discrete Cosine Transform*) é uma forma de compressão do tipo redundância espacial [RED 02] que é feita através da diferença entre os macros blocos. Estes macros blocos podem ser divididos em blocos de 8x8 ou 16x16 onde são verificadas modificações entre uma imagem e outra. Na verdade o DCT transforma a informação da imagem do domínio tempo para o domínio das frequências. Neste domínio são eliminadas as frequências menos perceptíveis ao olho humano

A DCT tem com função transmitir os blocos resultantes da predição temporal, que é a transmissão de um campo de imagem que mudou em relação ao anterior, para o domínio da frequência para a codificação. Esta é uma das formas mais utilizadas na transmissão digital terrestre, pois reduz a quantidade de informação que é necessária para se transmitir. Tudo isso é feito através de uma operação matemática que é aplicada sobre um conjunto de dados dispostos em uma matriz.

1.4 – Canal

Canal é o conjunto de meios necessários ao estabelecimento de um enlace físico, óptico ou radioelétrico para a transmissão unilateral de sinais de comunicação entre dois pontos. No caso do sinal da televisão a comunicação se dá de um ponto (origem) para vários pontos (recepção). O canal de retorno é a comunicação inversa ao processo, ou seja, são as informações enviadas do telespectador para a emissora. Esse canal de retorno pode ser dedicado ou não dedicado. O dedicado utiliza o mesmo sistema de transmissão da emissora para o telespectador como canal de retorno e o não dedicado utiliza um outro sistema para a transmissão do sinal do usuário para a emissora, um exemplo de canal de retorno não dedicado é a linha telefônica.

1.5 – Vídeo

1.5.1 - MPEG

O objetivo da codificação de uma imagem é enviá-la com o menor número de bits possível, mas sempre preservando a qualidade e a forma original da figura. A codificação faz uma compressão na imagem, diminuindo o seu tamanho em bits e assim, facilitando sua transmissão e armazenamento. Uma das formas de compressão que há é o MPEG (*Moving Picture Experts Group*), que é um sistema de codificação/decodificação de sinais digitais de vídeo no qual a compressão faz aumentar a eficiência dos espaços disponíveis na transmissão.

O sistema de compressão MPEG trabalha com seqüências de quadros, onde é feita a comparação entre o quadro atual e o próximo, fazendo assim com que somente o que for diferente entre eles sejam armazenados, efetuando a compressão dos dados. Esses quadros podem ser de três tipos: Tipo I (*intra frames*), tipo P (*predicted frames*) e tipo B (*bi-direcional frames*) [HEI 03]. O tipo I são quadros completos, ou seja, possuem toda a informação e por isso são os de maior tamanho e são utilizados no início da transmissão. O tipo P, estão os quadros baseados no anterior e possuem uma alta compressão, pois trazem as mudanças referentes ao último quadro, como necessita salvar as alterações com relação ao último quadro, ele pode ser utilizado como referência para o próximo quadro. Já o tipo B é o que possui menos informações e por isso não pode ser usado como referência para o próximo quadro [RED 02].

Se for transmitida uma imagem com o fator de compressão $N=15$ e $M=3$ (onde N é o número de quadros e M o número de quadros tipo B que fica entre dois quadros tipo P), tem-se uma transmissão como mostrado na figura 1.5.1.1, com a seqüência de quadros IBPBBBPBBBPBBBP.

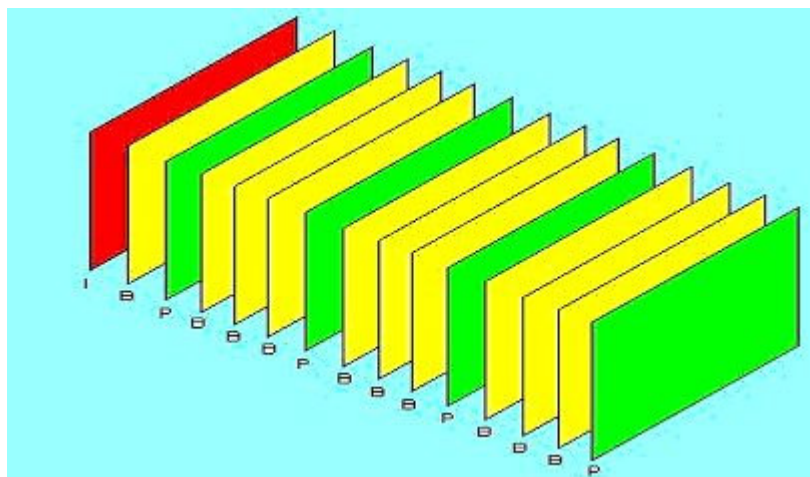


Figura 1.5.1.1 – Transmissão de quadros no sistema MPEG

Existem alguns tipos de padrões de compressão MPEG, que são:

MPEG-1 é uma técnica de compactação de vídeo digital que produz 30 quadros por segundo com taxa de compressão de 6 para 1, utiliza taxas de transmissão de áudio e vídeo de 1,5 Mbps chegando a 5 Mbps.

MPEG-2 foi desenvolvido em 1995, com a estrutura básica do MPEG-1, é o formato utilizado em TV digital e DVD, com uma taxa de transmissão de vídeo de 3 a 100 Mbps. Este é o formato utilizado na maioria dos padrões de transmissão digital.

O MPEG-2 possui um algoritmo assimétrico, ou seja, o custo da codificação é maior que o da decodificação. Essa característica traz benefícios para os sistemas de tv digital, pois o alto custo do codificador fica sob responsabilidade da emissora, enquanto o receptor do telespectador requer um decodificador de baixo custo. Esse algoritmo também é flexível e escalonável, pois permite a codificação de imagens de diferentes níveis de qualidade e ainda permite arranjos dos sinais de áudio e vídeo [TAK 01].

MPEG-4 é um padrão que considera informações multimídia como um conjunto de objetos apresentados, manipulados e transportados individualmente [MPE 02]. Esses

objetos podem ser de origem natural ou sintética, isto é, podem ser gravados através de câmeras ou microfones, ou simplesmente gerados pelo computador.

1.6 - Sistemas Analógicos

Atualmente existem três sistemas analógicos de televisão no formato 4:3, que são: O NTSC, que é utilizado principalmente na América do Norte e no Japão, já o sistema utilizado em grande parte da Europa, África, América do Sul e Ásia é o PAL. Na França, na Rússia e alguns países da Ásia, existe o sistema SECAM (*Sequentiel Couleurs À Mémoire*) [HDT 03].

1.6.1 - NTSC

O sistema NTSC (*National Television Systems Comitee*) foi criado nos Estados Unidos por volta de 1954 e adotado pela FCC [GRO 89]. A codificação deste sistema se baseia nas cores primárias verde, vermelho e azul através de tensões, chamadas tensões RGB, que são codificadas para formar a imagem final. Na tabela 1.6.1.1 tem-se os parâmetros técnicos de transmissão/recepção do sistema NTSC.

| Parâmetros básicos | NTSC |
|--------------------------------|---------------|
| Linha/campo | 525/60 |
| Frequência horizontal | 15.734 kHz |
| Frequência vertical | 60 Hz |
| Frequência subportadora de cor | 3.579.545 MHz |
| Frequência de faixa de vídeo | 4.2 Mhz |
| Subportadora de áudio | 4.5 Mhz |

Tabela 1.6.1.1 - Parâmetros técnicos do sistema NTSC [TEM 02].

1.6.2 - PAL

O sistema PAL (*Phase Alternate Line*) foi criado na Alemanha para tentar solucionar alguns problemas que existiam no sistema americano NTSC. O PAL permite a correção dos erros de fase, que são erros introduzidos por reflexões do sinal recebido, ou seja, o sinal recebido pode ter influência por um outro sinal qualquer que seja refletido e com isso provoca distorções na imagem recebida [GRO89]. Na tabela 1.6.2.1, tem-se os parâmetros de cada derivação do sistema PAL de acordo com modificações feitas através das características de cada país.

O sistema PAL é dividido nos padrões M, utilizado no Brasil, padrão B e G, utilizado na Alemanha, padrão N, utilizado na Argentina.

| Parâmetros básicos | PAL B-G-H | PAL I | PAL D | PAL N | PAL M |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Linha/campo | 625/50 | 625/50 | 625/50 | 625/5 | 525/60 |
| Frequência horizontal | 15.625 kHz | 15625 kHz | 15.625 kHz | 15.625 kHz | 15.625 kHz |
| Frequência vertical | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 60 Hz |
| Frequência subportadora de cor | 4.433618 Mhz | 4.433618 Mhz | 4.433618 Mhz | 3.582.056 Mhz | 3.575611 Mhz |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Frequência de faixa de vídeo | 5.0 Mhz | 5.0 Mhz | 6.0 Mhz | 4.2 Mhz | 4.2 Mhz |
| Subportadora de áudio | 5.5 Mhz | 6.0 Mhz | 6.5 Mhz | 4.5 Mhz | 4.5 Mhz |

Tabela 1.6.2.1 - Parâmetros técnicos e subdivisões do sistema PAL [TEM 02].

1.6.3 - SECAM

O SECAM (*Sequential Couleur Avec Memoire*). Desenvolvido na França nos anos 60 e utiliza a mesma largura de banda que o PAL, porém transmite a informação da cor de forma seqüencial. Na tabela 1.6.3.1, tem-se as informações técnicas e as subdivisões do sistema SECAM.

| Parâmetros básicos | SECAM B-G-H | SECAM D-K-K1-L |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Linha/campo | 625/50 | 625/50 |
| Frequência horizontal | 15.625 kHz | 15.625 kHz |
| Frequência vertical | 50 Hz | 50 Hz |
| Largura de faixa de vídeo | 5.0 MHz | 6.0 MHz |
| Subportadora de áudio | 5.5 MHz | 6.5 MHz |

Tabela 1.6.3.1 - Parâmetros técnicos e subdivisões do sistema SECAM [TEM 02].

O sistema SECAM é dividido em Padrão L, utilizado na França, e padrão D e K, utilizado na URSS e ainda nos padrões B e G.

1.7 – Formato de Tela e Resolução

Outro grande ponto da TV digital é o formato de tela, assim como a qualidade da imagem e a resolução. A resolução envolve dois componentes que são: A resolução espacial⁶ e a resolução temporal⁷.

Esses atributos podem ser agrupados em quatro categorias que são: o HDTV, o EDTV, o SDTV, o LDTV.

1.7.1 HDTV

Com o surgimento dos televisores, na década de 30, a resolução de vídeo era de 240 linhas, com o passar do tempo e a evolução das tecnologias, foi se ganhando uma maior qualidade na imagem, esta qualidade varia conforme o número de pontos na imagem (pixels) através de duas medidas, o número de linhas e o número de pixels por linha. Hoje as televisões analógicas de boa qualidade conseguem 525 linhas e 600 pixels por linha. Com a tecnologia da HDTV estes números aumentam para 1080 linhas e 1920 pixels por linha, aumentando assim a qualidade da imagem.

Um breve histórico do surgimento da HDTV começa em 1964, quando o laboratório NHK iniciou os primeiros estudos, mas somente em 1970 que realmente é iniciado o desenvolvimento da HDTV. Em 1984 surge o sistema MUSE, criado no Japão, quem em 1985 faz uma transmissão experimental na exposição de Ciências de Tsukuba, em 1986 em transmissão experimental por satélite também com o sistema

⁶ Resolução espacial é definida pelo número de pontos de imagem (pixels).

⁷ Resolução temporal é definida pela quantidade de quadros por segundo.

MUSE, com o progresso consegue-se, em 1995, 11 horas de transmissão por dia do sistema. Em 2000 as imagens da terra são captadas em HDTV pelo ônibus espacial "Endeavor" e no final de 2000 inicia-se as transmissões digitais HDTV [DIB 03].

A Televisão de Alta Definição, HDTV (*High Definition Television*), surgiu da idéia das telas largas ("wide-screens") usadas nos cinemas e junto com a evolução das tecnologias a HDTV vem para aumentar a definição da imagem e do sinal de áudio na recepção do sinal dos televisores.

A imagem reproduzida na televisão é composta por um determinado número de linhas de varredura, estas linhas são inversamente proporcionais à distância do indivíduo que assiste a um programa. Isto significa que se for aumentado o número de linhas pode-se diminuir esta distância. A HDTV, ao duplicar a definição da imagem, permitirá que essa distância seja reduzida também.

Outra diferença do HDTV para os sistemas de televisão atuais é a forma de apresentação destas imagens, os sistemas atuais apresentam uma relação de largura/altura de 4:3 (quatro unidades de largura por três de altura), já o novo sistema apresenta esta mesma relação de 16:9 (dezesseis unidades de largura por nove de altura) com uma resolução de 1080 ou 720 linhas horizontais, conforme mostra o exemplo na figura 1.7.1.1.

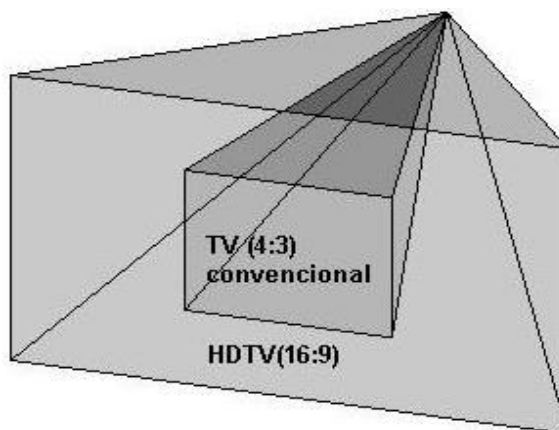


Figura 1.7.1.1 – Formato de tela: convencional(4:3) e HDTV(16:9)⁸.

Estas características vêm mostrar que as principais vantagens deste novo sistema são a maior nitidez da imagem e uma melhor cobertura do campo de visão.

1.7.1.1 - MUSE

O MUSE (*Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding*) é um sistema de transmissão via satélite que codifica o sinal HDTV de 1125 linhas e 60 campos por segundo no formato 16:9. Ocupa uma largura de banda de 20Mhz, porém como o sistema de transmissão via satélite só tem 8,15 Mhz disponível por canal, o sistema tem que realizar uma compressão dos dados para poder transmiti-los. Para esta compressão o sinal passa por alguns filtros e o resultado obtido é transformado em um sinal analógico com 8,1 Mhz de frequência, sendo assim, possível de transmissão. Desta

⁸ HDTV, **Advanced Inc. Ltda.**, disponível por: <http://planeta.terra.com.br/servicos/AdvancedRF/at5.htm>

forma serão transmitidas somente as partes da imagem que sofreram modificações. Uma desvantagem deste sistema é que utiliza técnicas de modulação analógica

1.7.1.2 – MAC

O MAC (*Multiplexed Analog Components*) foi desenvolvido a partir de 1986 pela comunidade Européia, partindo da digitalização e compressão independente de cada componente de croma e, como no MUSE, utilizava algumas técnicas analógicas para a composição final do sinal. Com o avanço deste trabalho, teve-se um maior número de pixels na operação, que recebeu o nome de HD-MAC [TAK 01].

1.7.2 EDTV

A definição estendida, EDTV, é uma categoria intermediária entre o HDTV e o SDTV. É transmitido no formato 16:9 e apresenta resolução de 480 linhas e 720 pixels por linha.

1.7.3 SDTV

A definição padrão definida como SDTV possui uma resolução espacial de 480 linhas e uma resolução temporal de 60 quadros por segundo. Trabalha semelhantemente ao sistema analógico que também utiliza 60 quadros por segundo, porém possui uma qualidade de imagem bem superior. Pode ser transmitida no formato 4:3 ou no formato 16:9 [TAK 01].

1.7.4 LDTV

A LDTV é um sistema de baixa definição, inferior ao SDTV. Alguns softwares de computadores utilizam esta resolução em suas placas de vídeo. Também é utilizada nos videocassetes domésticos que apresentam uma resolução de 480 linhas e 330 pixels por linha [TAK 01].

1.8 – API

A API (*Application Programming Interface*) é uma interface entre as aplicações e o sistema operacional, conforme ilustra a figura 1.8.1. Isso facilita para que uma aplicação seja executada em um sistema operacional mesmo que ambos sejam de fabricantes diferentes.

A camada do sistema operacional completa as funcionalidades da camada de *hardware*, esta ligação entre estas duas camadas é feita através de *drivers* específicos do sistema operacional e do *hardware* utilizado. A camada do *hardware* tem, entre outras funções, a decodificação das informações da camada de transmissão. Em algumas bibliografias API é mencionada também como *Middleware* [TAK 01].



Figura 1.8.1 – Quadro funcional do API.

2 - Histórico da Televisão no Brasil

A história da televisão brasileira inicia nos anos 50 com a Tv Tupi-Difusora e dentro destes, em mais de 50 anos houve uma grande evolução das tecnologias de transmissão, dos aparelhos receptores e uma transformação nos conceitos dos telespectadores junto com uma evolução sócio econômica e cultural do país. Segundo Sérgio Mattos⁹ a história da televisão brasileira é dividida em seis fases [MAT 00]:

1-A fase elitista (1950-1964), com o surgimento da televisão no Brasil somente as pessoas com maior poder aquisitivo tinham condições de ter um aparelho para receber o sinal;

2-A fase populista (1964-1975), a televisão era considerada um exemplo de modernidade e com as multinacionais se instalando no Brasil houve um grande crescimento de publicidade na televisão e juntamente com os programas de auditório fizeram aumentar o número de pessoas que assistiam à televisão. Nesta época, durante o regime militar, foi implantada a censura, a fim de controlar os programas que eram exibidos. Segundo o IBGE¹⁰ 43% dos domicílios no país já possuíam televisores;

3-A fase do desenvolvimento tecnológico (1975-1985), nesta fase houve uma melhora na qualidade dos programas criados no Brasil, inclusive visando a exportação e um aumento no número de televisores nas casas da população segundo a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica)¹¹.

⁹ Sérgio Mattos é jornalista formado pela Universidade Federal da Bahia(1971) e Doutor em Comunicação pela Universidade do Texas, em Austin, Estados Unidos(1982). Poeta, cronista, compositor e pesquisador universitário com 23 livros publicados no Brasil e no exterior (<http://www.sergiomattos.com.br>).

¹⁰<http://www.ibge.gov.br>

¹¹ <http://www.abinee.org.br>

4-A fase da transição e da expansão internacional (1985-1990), nesta fase houve uma maior competitividade entre as grandes redes no Brasil, isso fez com que houvesse um avanço e uma expansão no mercado internacional.

5-A fase da globalização e da TV paga (1990-2000), nesta época houve um crescimento das transmissões via cabo e surge uma tentativa de criar um programa interativo, chamado “você decide” no qual os telespectadores podiam votar, via telefone, para decidir o final da história.

6-A fase da convergência e da qualidade digital que começa no ano de 2000, nesta fase, que vai até os dias de hoje, iniciam-se as transmissões digitais.

De acordo com a ANATEL [AGE 00] em 2001 existiam 54 milhões de televisores no Brasil conforme mostra a tabela 2.1.

| País/Região | Casas com TV (milhões) | Número de Aparelhos de TV (milhões) |
|----------------------|-------------------------------|--|
| Brasil | 37 | 54 |
| Mercosul | 47 | 67 |
| Chile | 03 | 4 |
| América do Sul | 65 | 90 |
| Estados Unidos | 100 | 231 |
| México | 18 | 25 |
| Canadá | 12 | 22 |
| América do Norte | 130 | 278 |
| Continente Americano | 205 | 377 |

Tabela 2.1 - Número de Televisores em Algumas Regiões do Mundo [AGE 00].

Dentre as técnicas de transmissão do sinal da televisão analógica das emissoras até os telespectadores pode-se citar a TV a cabo, o MMDS, o DBS/DTH e o LMDS.

3 - Tecnologias na TV Digital

3.1 - Transmissão Digital

Para compreender como funciona o sistema digital de televisão é necessário que entenda o funcionamento do atual sistema analógico utilizado nas transmissões.

No sistema analógico a imagem é dividida em 525 linhas horizontais construídas através de uma varredura, que é a composição da imagem na tela na formação da esquerda para a direita. Assim que uma linha termina de ser formada na tela é feita a construção da próxima linha logo abaixo, desse modo a tela é preenchida de cima para baixo. Depois de terminadas as 525 linhas, tudo é apagado e inicia-se todo o procedimento novamente. Todos este procedimento só é percebido pelo olho humano somente na sensação de movimento da imagem, porém não é perceptível quando ocorre o apagamento e a construção de um novo quadro da imagem na tela.

Em um sistema de televisão preto e branco a imagem é formada por variações da cor preta, ou seja, o ponto é preenchido com uma intensidade determinada que pode ser mais escura ou mais clara até chegar no branco de acordo com a amplitude do sinal. Em um sistema de televisão a cores o procedimento é semelhante, porém além de processar o sinal referente ao nível de preto (sinal de luminância) ainda capta outro sinal referente à cor (sinal de crominância).

Na transmissão digital, cada nível de intensidade de preto é transformado em código binário, zeros (0) e uns (1), a mesma utilizada em computadores. Como na televisão digital existem vários tipos de cores e tonalidades, há um conjunto de bits para representar todas estas variações.

Estes recursos trazem uma transmissão de melhor qualidade. Antes, para chegar até os receptores dentro de suas casas, parte do sinal poderia sofrer interferências ou parte dele poderia ser refletido por diversos obstáculos provocando ruídos, chuviscos e sobreposição de imagens. Como sistema digital é zeros (0) ou uns (1), ou seja, ou chega o sinal ou não chega o sinal até o televisor com o receptor e junto a isso uma melhor qualidade da imagem e no som. Estas transmissões são feitas via aérea, com o uso de satélite, ou terrestre, por ondas ou cabos. Abaixo a figura mostra uma seqüência de bits.

0 1 1 1 1 0 0 1 0 1

Figura 3.1.1 – Seqüência de bits

No sistema digital além de melhorar a qualidade, tanto pela representação precisa da informação analógica como pela eliminação de ruídos, tem-se ainda a possibilidade de armazenamento, processamento e a possibilidade de uma maior compressão das informações, apresentando assim qualidades de portabilidade, mobilidade e interatividade.

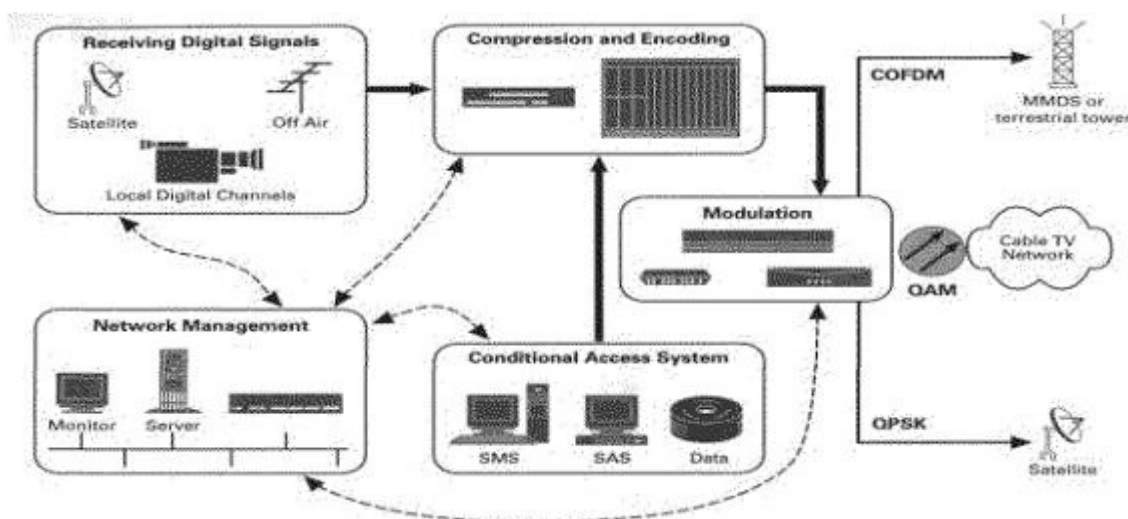


Figura 3.1.2 – Diagrama de blocos da construção básica de um sistema de emissão digital. [TEL 03].

Neste diagrama em blocos, mostrado pela figura 3.1.2, o sistema de compressão é composto por codificadores e multiplexadores. Os codificadores são utilizados para digitalizar e comprimir vídeos e canais de dados possibilitando a transmissão de vários canais, onde antes era ocupado por apenas um canal analógico. Depois de codificado o sinal é enviado para o multiplexador que combina as saídas de vários codificadores em uma única saída digital. Logo após o sinal vai para a modulação que realiza a mistura dos sinais de áudio, vídeo e dados num sinal de transmissão. Os principais tipos de modulação são [ALE 01]: 8-VSB1, QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) e COFDM. No sistema de acesso condicional tem-se a segurança do sistema, e tem como objetivo controlar os serviços pagos na TV interativa, principalmente o T-Commerce, nesta etapa o sinal é criptografado para manter uma maior segurança nas transações. O gerenciamento da rede tem o objetivo de minimizar as interrupções de serviços aos assinantes, monitorar a disponibilidade dos dispositivos, colher dados estatísticos e dar alarmes para assinalar possíveis problemas. Na última etapa, tecnologia de transmissão na rede, tem-se os tipos de tecnologias de transmissão da operadora até o cliente.

Em alguns países as transmissões estão sendo feitas utilizando o *simulcasting*, que é a transmissão simultânea do sinal digital com o analógico.

A TV digital é formada basicamente por três componentes. O primeiro é a geração e produção do programa dentro das emissoras, o segundo componente é a transmissão deste programa ou informação até o usuário final e o terceiro componente é o sistema de recepção que está na casa do usuário através de uma antena ou equipamento específico para isto.

Assim como nas redes de computadores foi criado o modelo OSI (*Open System Interconnection*) de sete camadas para possibilitar a interligação de diferentes tipos de ambientes de softwares, no sistema de tv digital foi criado um sistema de três camadas conforme mostra a figura 3.1.3.



Figura 3.1.3 – Modelo de camadas em serviços e plataformas de telecomunicações.

Na camada de aplicação são executadas as aplicações, como correio eletrônico, notícias, filmes, etc. Na camada de serviços de telecomunicações tem-se a televisão e a comunicação multimídia, e na camada das plataformas têm-se os padrões mundiais, como o ATSC, DVB ou ISDB.

Na TV Digital existem alguns tipos de padrões utilizados no mundo e que ainda estão em estudos no Brasil. Estes estão sendo realizados pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) para definir que padrão o Brasil irá adotar: o ATSC, o DVB ou o ISDB.



Figura 3.1.4 – Logotipos dos padrões ATSC, DVB e ISDB.

3.2 - ATSC

O padrão ATSC (*Advanced Television System Committee*)¹² foi desenvolvido nos Estados Unidos por um grupo de empresas, entre elas a AT&T, GI (Chicago'S General Instrument Corp.), MIT (Massachusetts Institute of Technology), Philips Electronics North America Corporation, David Sarnoff Research Center, Thompson Consumer Electronics e Zenith Electronics Corporation [HTV 01]. Este padrão foi adotado pela FCC (*Federal Communications Commission*) na década de 90 e também é utilizado na Argentina, Taiwan, Coréia do Sul e no Canadá, onde foi adotado o padrão digital em 1997 pela empresa Canadá DTV Inc..

O padrão é organizado em quatro camadas interligadas. Na camada superior é formada a imagem, com os formatos específicos. A segunda camada é a camada de vídeo, onde é feita a compressão do sinal de vídeo através do sistema MPEG-2. Estas duas primeiras camadas também trabalham com o sinal de áudio através do sistema *Surround Sound* Dolby AC-3 e juntas podem ser chamadas de camada de aplicação, pois definem aplicações específicas com HDTV ou SDTV. A terceira camada é a camada de transporte dos pacotes, chamada *Packetized Transport Layer*, na qual são organizados os pacotes de forma separada, que podem ser: o vídeo, o programa, o áudio e os dados auxiliares. A quarta camada ou camada inferior é responsável pela transmissão, onde a modulação VSB trabalha.

O protocolo utilizado nas transmissões terrestre e a cabo deste padrão para proporcionar o vínculo entre o novo serviço digital e os serviços analógicos, é o PSIP (*Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable*) [ADV 00]. Este protocolo utiliza o número do canal analógico existente como base para identidade da tv digital, além disso, proporciona um método de seleção da programação da tv pelos receptores digitais, ou seja, o canal digital é acessado pelos telespectadores, como se fosse um acréscimo introduzido no canal analógico, por exemplo, onde antes havia o canal analógico número 7 (sete) com o sistema digital será mantido para o usuário o mesmo canal 7 (sete), porém haverá os canais 7-1, 7-2, 7-3, com programas simultâneos transmitido pela mesma emissora. O PSIP também suporta os dados de um guia eletrônico de programação no qual emissoras podem fornecer a sua programação da semana para o usuário consultar.

¹² O ATSC, é uma organização internacional que desenvolve padrões para serviços de televisão digital (www.atsc.org)

A figura 3.2.1 mostra o diagrama em bloco do sistema ATSC, que tem as entradas de informações das aplicações (vídeo, áudio e dados). Na camada de codificação o sinal de vídeo é compactado através do sistema MPEG-2 e o sinal de áudio, através do sistema Dolby AC-3. Na camada de multiplexação esses sinais são unidos para se transformar em um feixe de aproximadamente 19,39 Mbit/s. Este feixe vai para a camada de transmissão onde passa por uma modulação de acordo com o meio a ser transmitido. Na radiodifusão é utilizada a modulação 8-VSB, na transmissão via cabo utiliza a modulação 64QAM e na via satélite utiliza a modulação QPSK.

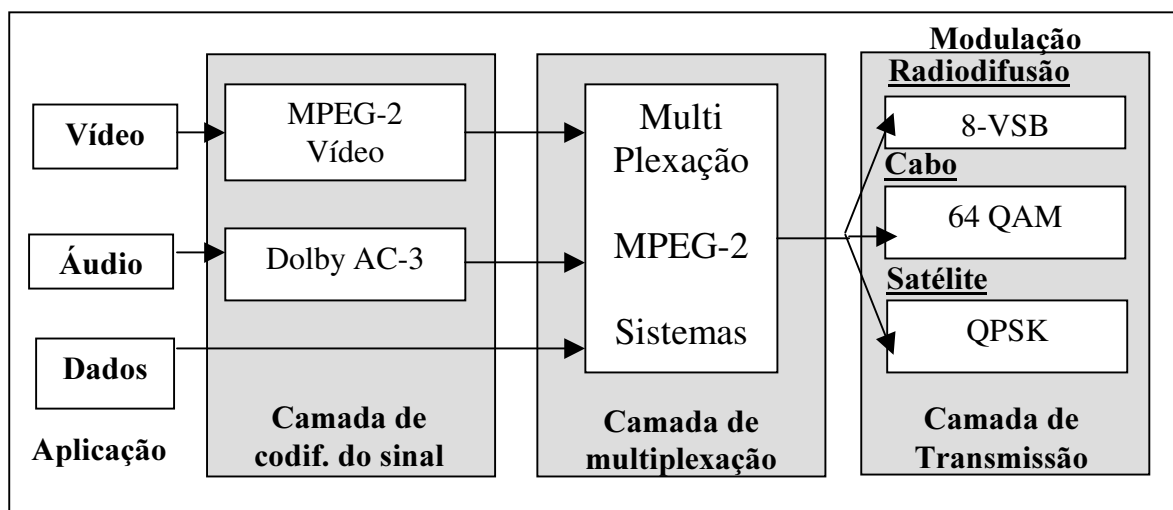


Figura 3.2.1 - Diagrama em bloco do sistema ATSC.

Este padrão tem algumas limitações como a convergência com aparelhos como os celulares de Terceira Geração, de modo que a utilização da TV móvel foi abandonada. Na defesa da adoção do ATSC, está o fabricante coreano LG.

No Brasil testes realizados pela ABERT/SET¹³ (Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão/Sociedade de Engenharia de Televisão) [SET 02] mostram que o padrão ATSC apresenta problemas em distâncias grandes com recebimento do sinal de 80%, enquanto o ideal seria 100%.

Outro problema deste padrão é causado pelo efeito de refração, ou seja, as ondas transmitidas se refletem em um objeto próximo em movimento e retornam criando interferências. Como o sinal é digital, ou tem sinal ou não tem, logo estas interferências podem retirar o sinal do ar. A ABERT/SET realizou testes com transmissões próximas a estações ferroviárias, e toda vez que passava um trem havia o corte do sinal.

O sistema americano visava inicialmente à veiculação da HDTV, embora permitisse também a transmissão de SDTV (*Standard Definition Television*) e de canais de dados para a implementação da interatividade.

Entre os pontos positivos deste padrão está a característica de utilizar uma camada de software em interface aberta, o DASE (*DTV Application Software*

¹³ A SET é uma associação científica de âmbito nacional, sem fins lucrativos, cuja finalidade é a divulgação, expansão, estudo e aperfeiçoamento dos conhecimentos técnicos, operacionais e científicos da engenharia de televisão.

Environment), permitindo que os serviços interativos sejam executados normalmente por qualquer receptor. O DASE define uma camada de software, o *middleware*, no qual os receptores de outros padrões conseguem ter acesso as informações e programações do padrão ATSC. Isso ajuda para que a interatividade deste padrão funcione com todas as marcas e modelos de receptores. O padrão DASE possui oito seções, que são: A introdução, os aplicativos declarativos, os aplicativos procedimentais, a interface de programação de aplicativos, recursos de fontes portáteis, segurança, transmissão de aplicativos e conformidade.¹⁴

Outra vantagem deste padrão em relação aos outros é a quantidade da razão FEC (*Forward Error Correction*) que é utilizado. A razão FEC é inversamente proporcional a robustez do sistema, ou seja, quanto maior a razão FEC menor será a robustez do sistema. Essa robustez vem de uma maior parte da capacidade do canal que está disponível para corrigir erros. O sistema ATSC com a modulação VSB opera com uma razão FEC de 2/3 enquanto o sistema DVB com a modulação COFDM opera com uma razão de 3/4.

O padrão ATSC utiliza canais de 6 MHz para os serviços de televisão, mesma frequência utilizada no Brasil. Neste canal de largura de 6 MHz podem ser transmitidos por exemplo: um canal de HDTV com alta qualidade , mais um canal de dados, ou um quatro canais de SDTV e mais um canal de dados, ou ainda um canal de HDTV com média qualidade, mais um canal de SDTV, mais um canal de dados, conforme mostra figura 3.2.2.

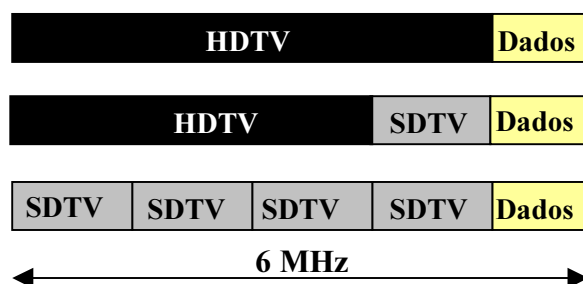


Figura 3.2.2 – Possibilidades de transmissão com o modelo ATSC.

Segundo a própria ATSC [ADV 00], há um grande mercado já instalado nos Estados Unidos, cerca de 64% dos telespectadores deste país utilizam a tv digital com o padrão ATSC.

3.3 - DVB

O padrão DVB (*Digital Video Broadcasting*) adotado na Europa no início da década de 90; reúne um conjunto de especificações para a radiodifusão digital incluindo satélite (DVB-S), cabo (DVB-C) e radiodifusão terrestre (DVB-T). Ainda pode-se transmitir via radiodifusão terrestre com microondas operando em frequências até 10 GHz (DVB-MC) ou acima de 10 GHz (DVB-MS). Está presente na União Européia, Austrália e Nova Zelândia.

¹⁴ Estas seções estão discriminadas no documento “Comentários do Advanced Television Systems Committee, do dia 18 de junho de 2001, que está disponível no site: <http://www.atsc.org/papers/>

Este padrão possui a sua configuração hierárquica, na prática, isso significa que o telespectador pode assistir a um mesmo programa em dois diferentes níveis de resolução, mais baixa para recepção móvel (480 linhas em médias) e mais alta (1.028 linhas) para recepção fixa; ou dois programas completos diferentes. O DVB utiliza a técnica de modulação COFDM. Ele foi desenvolvido para operar com duas larguras de faixa de canal de 7 MHz e 8 MHz, mas também pode ser adaptado a canais de 6 MHz. Em um canal de 8MHz é possível transmitir, simultaneamente, quatro programas SDTV com boa qualidade de imagem, quatro programas analógicos, ou então apenas um com qualidade HDTV. Este padrão utiliza como principal sistema de áudio o DVB MPEG-2, considerado um padrão aberto, que é utilizado também em DVD's.

O país mais adiantado na sua implementação é a Inglaterra [CAM 01], mas já está em testes na Suécia, França, Alemanha, Espanha, Portugal, Finlândia e Irlanda assim como em alguns países da África, da Ásia e da Oceania . O DVB tem ainda como característica técnica capacidade para recepção móvel. O sistema europeu privilegiou a multiplicidade de canais e a interatividade.

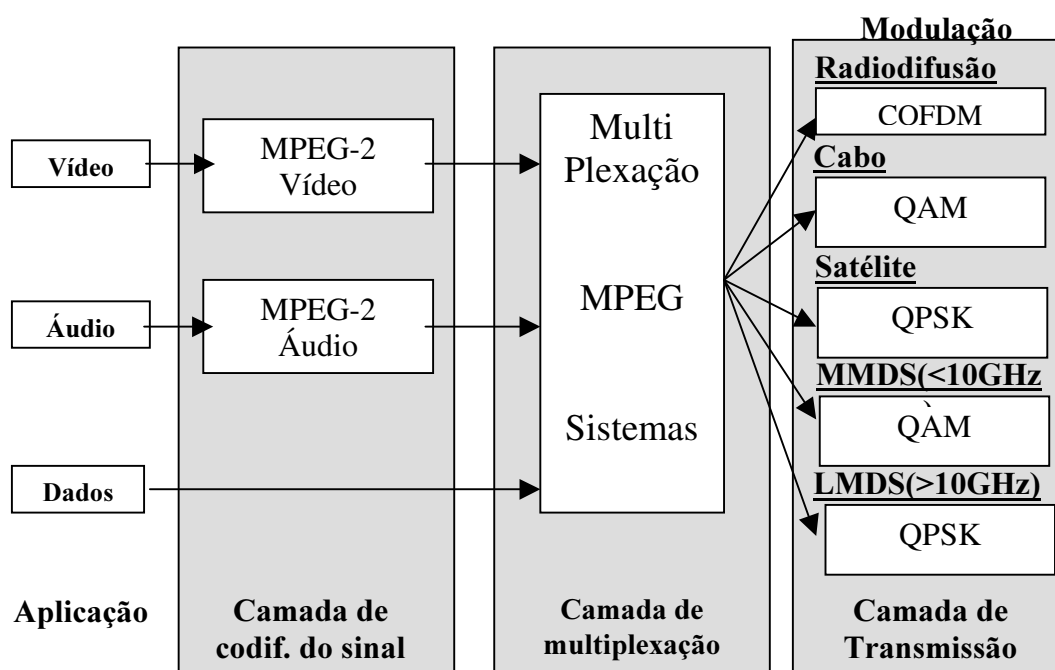


Figura 3.3.1 – Diagrama em blocos do sistema DVB.

Na figura 3.3.1 observa-se o diagrama em blocos do sistema DVB e, assim como no sistema ATSC, têm-se as entradas de aplicações de vídeo, áudio e dados. Na camada de codificação o sistema MPEG-2 é utilizado tanto para o sinal de vídeo quanto para o sinal de áudio. Depois de passar pela camada de multiplexação o feixe gerado vai para a camada de transmissão, na qual é modulado de acordo com o meio. Quando o meio de transmissão for via radiodifusão, a modulação usada é a COFDM, já para as transmissões via cabo é utilizado a QAM, que também é utilizada quando o meio é através de radiodifusão terrestre com microondas com frequências entre 2 GHz e 10 GHz, esse sistema é chamado MMDS¹⁵ (*Multi-Channel Multipoint Distribution Service*). O meio via satélite utiliza a modulação QPSK que também é utilizada quando

¹⁵ O MMDS exige a instalação de uma emissora especial, em cada cidade, que transmite, pelo ar, sinais codificados diretamente aos usuários.

o meio de transmissão for através de radiodifusão terrestre com microondas com frequência superiores a 10 GHz chegando até 28 GHz, esse sistema é chamado LMDS¹⁶ (*Local Multipoint Distribution System*).

Na modulação COFDM, utilizada no padrão DVB, há dois modos de operação, o 2k e o 8k. A tabela 3.3.1 mostra as principais características destes dois modos.

| Parâmetros | MODO 8k | MODO 2k |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Número de portadoras | 6817 (0 a 6816) | 1705 (0 a 1704) |
| Espaçamento entre portadoras | 0,837 kHz | 3,348 kHz |
| Comprimento do símbolo | 1194 us | 298 us |
| Intervalo entre símbolos | 37 a 298 us | 9 a 74 us |
| Clock principal (sistema de 6 MHz) | 6,85 MHz | 6,85 MHz |

Tabela 3.3.1 – Modos de operação COFDM para o padrão DVB [TAK 01].

O número de portadoras, representado na tabela 3.3.1, funciona como se fosse um sistema de compartilhamento em frequência, ou seja, cada portadora transporta uma fração da informação total. Com a modulação COFDM as interferências entre as portadoras que possam existir são evitadas por condições de ortogonalidade¹⁷ entre as portadoras.

Alguma destas portadoras são utilizadas como sinal piloto. A primeira e a última são utilizadas para este fim, ou seja, no sistema 2k as portadoras número 0 (zero) e 1704 são utilizadas como sinal piloto e no sistema 8k as portadoras número 0 (zero) e 6816.

Este modelo tem como limitação também não ser compatível com os aparelhos de Terceira Geração. Outra limitação apresentada é o alto custo dos aparelhos de decodificação. Estudos realizados na Alemanha [ANA 02] mostram que a população está disposta a adquirir o equipamento desde que seja com um valor aceitável. Um dos principais fabricantes que utiliza este padrão é a Philips.

3.4 - ISDB

O padrão ISDB (*Integrated Services of Digital Broadcasting*), serviços integrados digitais de *broadcasting*, foi desenvolvido pelo grupo Japonês DIBEG's (*Digital Broadcasting Experts Group*) nas décadas de 70 e 80 porém somente na década de 90 que começou a entrar no mercado. A estrutura de funcionamento é semelhante ao modelo europeu, contudo, mais avançada. É o único modelo a permitir que a TV digital seja utilizada com todas as suas aplicações, inclusive a convergência com os aparelhos Terceira Geração. Além disso, é o mais indicado para as regiões metropolitanas (que apresentam muitos prédios altos). É o único padrão a não possuir apenas uma antena transmissora e sim, uma rede de transmissoras de pequena potência.

¹⁶ O LMDS opera com pequenas antenas transmissoras de alta frequência, cobrindo áreas com até 5km de raio.

¹⁷ A ortogonalidade deste sistema ocorre quando o espaçamento entre as portadoras é exatamente inverso ao período sobre o qual o receptor fará a operação de modulação [TAK 01].

Esse é o modelo defendido pela maioria das emissoras brasileiras e pela ABERT/SET¹⁸, onde testes realizados mostram que estes modelos apresentam melhor desempenho em situações de multipercurso intenso, além de apresentar recepção em 100% dos pontos dentro de área com grande concentração populacional. Ainda nos testes realizados pela ABERT/SET conclui-se que o padrão ISDB-T apresenta um desempenho superior aos demais modelos no que se refere à imunidade a ruídos impulsivos, e também na apresentação de maior grau de flexibilidade para possíveis aplicações de serviço de radiodifusão de sons e imagens.

Existem três formas de transmissão do ISDB, o ISDB-S, o ISDB-T e o ISDB-C e todos os três dispõem do mesmo processamento digital.

O ISDB-S utiliza o satélite como meio de transmissão e com isso ganha na capacidade de transmissão do sinal, juntamente com os métodos que não são suscetíveis a atenuações de chuvas, ou seja, durante chuvas fortes, a intensidade do sinal de RF começa a diminuir e, para evitar esta atenuação, o sistema utiliza uma transmissão hierárquica.¹⁹ Neste tipo de transmissão pode-se transmitir dois programas em HDTV, ou um programa em HDTV e mais três programas em SDTV, ou ainda seis programas SDTV em um mesmo canal.

No ISDB-T o sinal é transmitido via terrestre, sem ajuda de um satélite. É bastante usado na recepção móvel, pois mesmo em um carro em movimento pode-se receber o sinal da TV em boa qualidade e sem interferências.

O ISDB-C utiliza as transmissões via cabo, em que há um cabeamento desde a transmissora do sinal até o receptor na casa do telespectador. A dificuldade deste modelo está na cobertura deste cabeamento, que o deixa, no início, com um custo elevado.

O sistema ISDB usa um sistema de segmentação espectral que viabiliza a alocação flexível de serviços de rádio, SDTV, HDTV e TV móvel. Utiliza o método de transmissão COFDM, que trabalha com um feixe de transporte encaixado num grande número de pequenas portadoras. Este número pode variar de 1400 a 6800 mini-portadoras, e cada uma leva um fragmento da informação. Estas mini-portadoras podem ser agrupadas em até 13 segmentos (numerados de 0 a 12, conforme ilustra a figura 3.4.1) e esses, por sua vez, podem ser juntados livremente para formar as camadas de transmissão hierárquica²⁰ que este modelo também suporta [AMA 02]. Em um sistema de 6 MHz, cada segmento destes tem uma largura de 429 KHz.

¹⁸ www.set.com.br

¹⁹ A transmissão hierárquica é a forma de transmitir os bits de maneira a dividir em grupos e cada grupo pode ter um grau de robustez diferente. Com a transmissão hierárquica, é possível fazer com que partes dos sinais sejam fortes o suficiente para ser recebido nas áreas mais afastadas.

²⁰ A transmissão hierárquica permite que parte dos sinais sejam transmitidos com um grau de robustez maior que o restante do sinal.

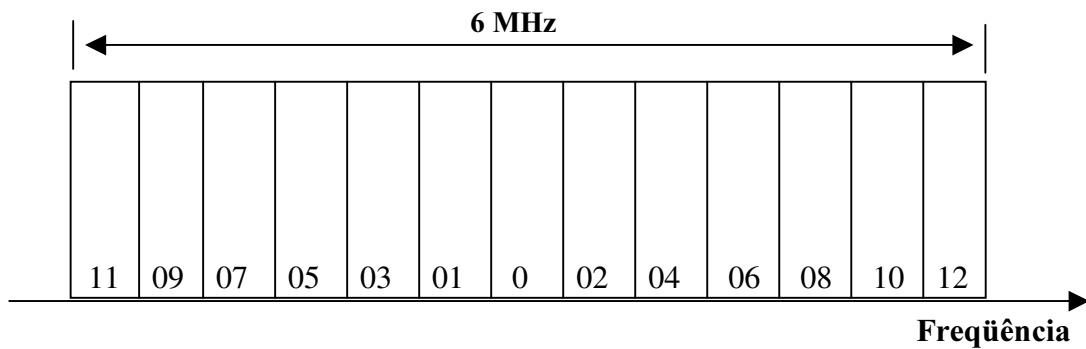


Figura 3.4.1 – Agrupamento dos 13 Segmentos de Banda.

A figura 3.4.2 mostra o diagrama de blocos do padrão ISDB. Como o processamento é igual para os três meios de comunicação, só há diferenças na correção de erro e na modulação final antes da transmissão propriamente dita, de acordo com o meio (satélite, cabo ou terrestre).

Assim como nos outros padrões, o ISDB utiliza MPEG-2 para a codificação de vídeo, porém o padrão adotado para o áudio é o MPEG-2: AAC.

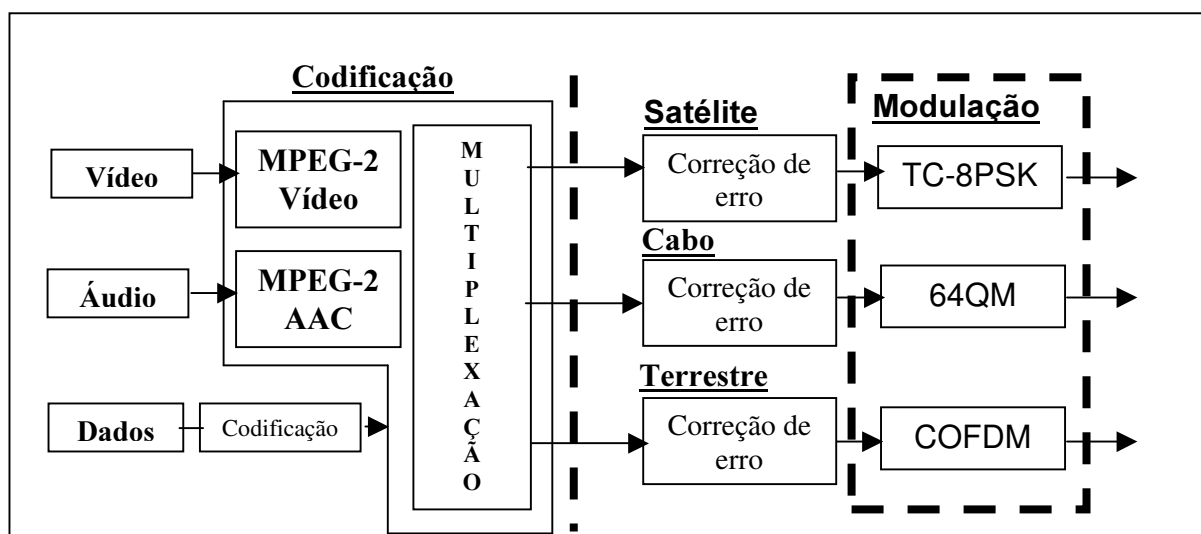


Figura 3.4.2 – Diagrama em bloco do sistema ISDB.

Na modulação COFDM, utilizada no padrão ISDB, há três modos de operação, o 2k, o 4k e o 8k. A tabela 3.4.1 mostra as principais características destes três modos.

O sistema ISDB é bastante semelhante ao sistema DVB e ao comparar os valores da tabela 3.4.1 com os valores do modelo DVB, percebe-se que há um modo intermediário (4k) e que o número de portadoras no ISDB é inferior em cada modo comparando ao DVB. Por outro lado o padrão ISDB utiliza um clock mais rápido.

| Parâmetros | MODO 2k | MODO 4k | MODO 8k |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Número de portadoras | 1405 | 2809 | 5617 |

| | | | | |
|------------------------|-------|-------------|----------------|---------------|
| Portadoras segmento. | por | 108 | 216 | 432 |
| Espaçamento portadoras | entre | 3,968 kHz | 1,984 kHz | 0,992 kHz |
| Comprimento símbolo | do | 252 us | 504 us | 1008 us |
| Intervalo símbolos | entre | 7,8 – 63 us | 15,75 – 126 us | 31,5 – 252 us |
| Clock principal | | 8,127 MHz | 8,127 MHz | 8,127 MHz |

Tabela 3.4.1 – Modos de operação COFDM para o padrão ISDB [TAK 01].

Além das informações contidas na tabela 3.4.1 existem também a distribuição de número de portadoras que transportam informação sobre a configuração do transmissor, também chamado de TMCC (*Transmission and Multiplexing Configuration Control*) que são 5 por segmento no modo 2k, 10 no modo 4k e 20 no modo 8k. Outra distribuição das portadoras é para o canal auxiliar, que é utilizado para o transporte de dados, no qual o modo 2k são 6 portadoras, no modo 4k 13 portadoras e no modo 8k são 27 portadoras por segmento[TAK 01].

A API utilizada neste modelo é a ARIB²¹-Std-B24 e os principais fabricantes que apóiam este modelo são: Panasonic, Toshiba, NEC, Sony, Mitsubishi, Pioneer, Sahrp, Sanyo e Fujitsu.

3.5 - Escolha do padrão a ser utilizado no Brasil

No Brasil cabe à ANATEL a definição do padrão a ser utilizado, os testes foram acompanhados por técnicos da Fundação CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações).O grupo da ABERT/SET realizou testes comparativos entre os três padrões. Estes testes foram realizados nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, estas cidades foram escolhidas por representarem os pontos de maior interesse e por apresentarem um excelente ambiente para o estudo segundo a Abert/SET, e no início do ano 2000 apresentou os seguintes resultados [AGE2000]:

Quanto às interferências do sistema digital sobre ele mesmo tem-se uma superioridade do padrão ATSC, no qual a interferência é menor, conforme mostra a tabela 3.5.1. Esses valores vêm da relação portadora/ruído.

A tabela 3.5.1 mostra os valores do canal principal (co-canal) e dos dois canais adjacentes. Esses canais adjacentes referem-se à posição ocupada no espectro de frequências.

| Canal | ATSC | DVB | ISDB |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Co-canal | 15 dB | 20 dB | 20 dB |
| Canal Adj. Inferior | -27 dB | -26 dB | -25 dB |
| Canal Adj. Superior | -27 dB | -26 dB | -25 dB |

Tabela 3.5.1– Interferência do sistema digital no sistema digital.

²¹ ARIB é a Associação de Indústrias e Negócios de Rádio formada por alguns fabricantes japoneses.

Nas interferências de ruídos impulsivos, ou seja, ruídos gerados por motores de ignição de veículos e eletrodomésticos, há uma superioridade do padrão ISDB, onde este sistema apresentou uma melhor imunidade a este tipo de ruídos conforme mostra o gráfico da figura 3.5.1. Nestes testes foi utilizado um simulador de ruídos que reproduz de forma controlada os ruídos impulsivos.

A figura 3.5.1 mostra a relação entre a largura da janela de ruído e a relação interferente do sinal em dB. Percebe-se que quanto maior a largura da janela menor será a interferência de ruídos impulsivos. Nestes testes foram utilizados os sistemas DVB com dois modos de transmissão, 2k (1705 portadoras) e 8k (6817 portadoras) e o ISDB com 2k e 4k. E o sistema ATSC com dois chips de recepção diferentes, o chip Zenith e o chip mais avançado chamado chip A.

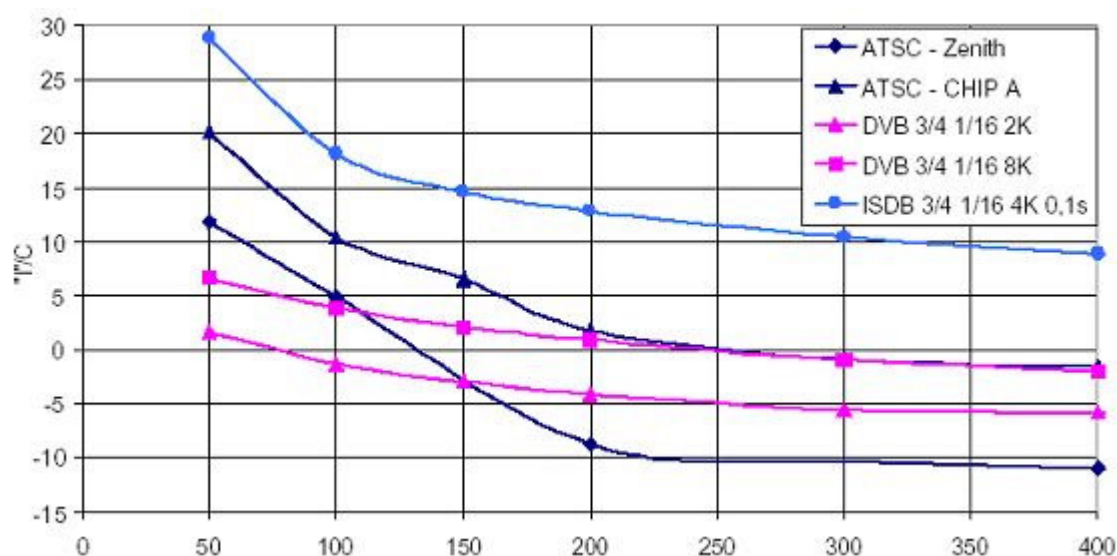


Figura 3.5.1 – Gráfico de imunidade a ruídos impulsivos.

Na tabela 3.5.2 verifica-se os resultados de simulações com diversos tipos de recepção. O tipo *Outdoor* representa uma recepção com antena externa, já o tipo *Indoor* representa uma recepção com antena interna. No tipo *Avançado*, ocorre uma situação gerada de difícil recepção.

| TIPO | ATSC-Zenith | ATSC -CHIP A | DVB | ISDB |
|----------|--------------|--------------|---------|--------------|
| Outdoor | 16,0 dB | 17,0 dB | 19,7 dB | 20,3 dB |
| Indoor | Não funciona | Não funciona | 23,0 dB | 25,3 dB |
| Avançado | Não funciona | Não funciona | 32,4 dB | Não funciona |

Tabela 3.5.2 – Resultados de recepção do sinal.

Percebe-se na tabela 3.5.2 que o padrão ISDB apresentou os melhores resultados, no entanto no tipo avançado não funcionou. O sistema DVB é o único que funciona em qualquer situação.

Outros testes realizados pela ABERT/SET dizem respeito a situações de multipercurso, em que os pontos de reflexão do sinal estão em movimento, por exemplo, a reflexão em carros, pessoas, trens e aviões. No gráfico da figura 3.5.2,

mostra os resultados, onde as curvas mostram o efeito para um sinal de eco em 4 μ s (quatro micro segundos).

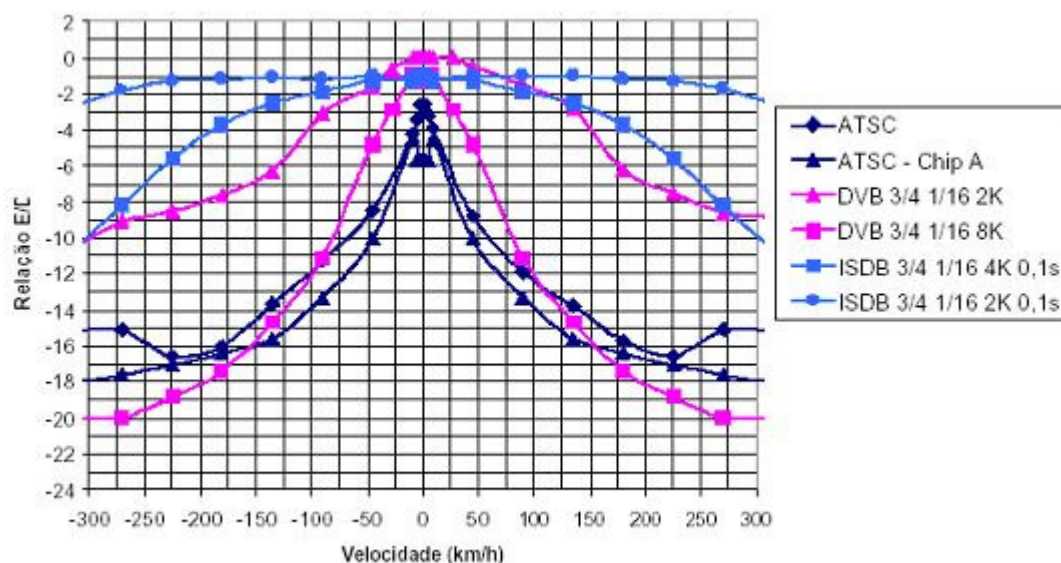


Figura 3.5.2 – Situações de multipercurso com a reflexão do sinal em movimento.

Sabe-se que quanto mais rápido se move o objeto no qual o sinal é refletido, mais difícil é a recepção. Percebe-se que na figura JJ os sistemas DVB e o ISDB possuem um desempenho melhor que o ATSC. Isto ocorre devido à modulação COFDM que opera com sinais refletidos mais fortes e com velocidades maiores. A habilidade do receptor em acompanhar a modulação está relacionada com o número de portadoras.

A ABERT/SET conclui o relatório de testes informando que o tipo de modulação COFDM é tecnicamente superior à modulação 8VSB e, portanto, favorece os padrões DVB e ISDB, que operam com este tipo de modulação. Porém também constata que outros elementos também devem ser avaliados para a escolha do padrão a ser adotado no Brasil, tais como: facilidades de implementação de cada sistema, disponibilidade comercial, preços dos receptores para o usuário final e ainda compatibilidade com sistemas antigos e ainda em uso.

Outra vantagem da modulação COFDM é a característica de possibilitar a construção de redes com frequências únicas, chamadas de SFN (*Single Frequency Network*). A utilização da SFN se dá quando se têm várias antenas de transmissão de pequena potência, sempre havendo um sincronismo entre estes sinais transmitidos. Este sistema é bastante utilizado em regiões com muitos acidentes geográficos.

A tabela 3.5.3 mostra o mercado mundial com as definições dos seus padrões, e o número de televisores, isso projetando a quantidade de televisores existente em cada país. A Argentina e Taiwan estão com possibilidade de revisão do padrão adotado.

| Padrão | Países | Lares com TV (milhões) | Nº atual de TVs (milhões) |
|--------|---|------------------------|---------------------------|
| ATSC | EUA, Canadá, Coréia do Sul | 125 | 267 |
| | Taiwan e Argentina | 15 | 18 |
| DVB | Países da União Européia, Austrália, Nova | 205 | 270 |

| | | | |
|------|----------------------------|----|-----|
| | Zelândia, Singapura, Índia | | |
| ISDB | Japão | 45 | 100 |
| | Brasil | 38 | 53 |

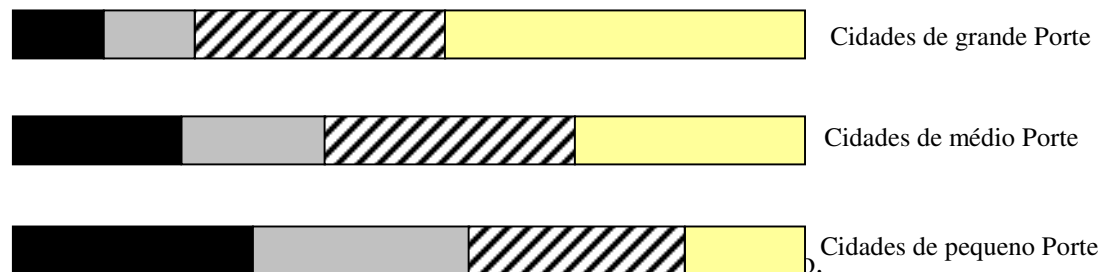
Tabela 3.5.3 - Padrões adotados no mundo²².

Vistos os resultados destes testes não serem a favor do modelo ATSC, a empresa *Advanced Television System Committee* mandou relatórios para a ANATEL informando de testes realizados nos Estados Unidos, nas cidades de Washington e Cleveland, que mostram o contrário dos testes realizados pela Abert/Set. Nestes testes mostram também uma superioridade do sistema de modulação VSB sobre o sistema COFDM.²³

3.6 - Momento da Transição do Analógico para o Digital

Um momento bastante importante no processo de transição do modelo analógico atual para o novo modelo digital é saber quando, como e de que forma se dará esta transição.

Segundo a ANATEL, o processo de transição terá uma fase na qual serão transmitidos os dois tipos de sinais, o analógico e o digital. Conforme modelos seguidos em países como os Estados Unidos, o processo deve iniciar nas grandes cidades e ter continuidade até abranger todo o território nacional. A figura 3.6.1 ilustra este formato.



Legenda:

- Fase de Transmissão Voluntária
- Fase de Transmissão Obrigatória.
- Fase de Crescimento.
- Fase de Transmissão Estabilizada.

Figura 3.6.2 – Legenda da figura de Modelos de Transição.

²² Fonte: Fundação CPqD, dados de 2001

²³ Estes testes podem ser encontrados no site da ATSC (www.atsc.org) ou no site da empresa iBlast, Inc. (www.iBlast.com).

A figura GG mostra as quatro fases desta transição, em que haverá um tempo para adaptação das emissoras no novo sistema, chamada fase de transmissão voluntária. Já na fase de transmissão obrigatória, as emissoras seriam obrigadas a transmitir pelo menos três horas de programação no grau de qualidade estabelecido (HDTV, EDTV ou SDTV).

Na fase de crescimento, a emissora deve aumentar o número de horas de programação com o sinal digital e ao fim desta fase a emissora deve ter 100% da programação no sistema digital. Na fase seguinte, fase de transmissão estabilizada, seria o momento de aguardar as transições dos consumidores até finalizar todas as transmissões analógicas, significando o término do simulcast.

3.7 - Set-Top boxes

O conceito de Set-Top box Digital ou URD (Unidade Receptora-decodificadora) nasceu como uma plataforma para aplicações multimídias para redes de serviços digitais bidirecionais. Os primeiros projetos utilizavam um microcomputador PC conectado a uma rede, executando programas de descompressão de vídeo e áudio digital em tempo real, recebendo dados de outras plataformas normalmente em padrões de mídia como o MPEG-1 e MPEG-2 [MAR 02]. Na televisão digital estes equipamentos têm a função de converter rádio-freqüência em sinais de vídeo e áudio.

Os Set-Top boxes são aparelhos eletrônicos constituído por *hardware e software*, e são responsáveis pela recepção para HDTV e outras imagens de TV digital e também para permitir que imagens digitais sejam exibidas nos televisores analógicos existentes. As principais funções deste equipamento são a decodificação do sinal digital recebido, verificação dos direitos de acesso e níveis de segurança, além de ser um dos principais elementos na interatividade da TV.

Entre as principais características que devem apresentar os Set-Top Boxes, estão: o suporte a televisão de alta definição (HDTV), comunicação de dados digitais bidirecionais, principalmente para haver a interatividade entre ambos os lados, suporte a aplicações multimídia distribuídas, para o envio de vídeos sob demanda e jogos eletrônicos, independência da interface de comunicação, consiga mostrar segurança nas transações eletrônicas, para transações utilizadas no comércio eletrônico, descompressão de áudio e vídeo, decodificação de programas criptografados, gravação de programas, hospedagem de aplicativos e processamento das instruções em programas interativos.

3.7.1 - Arquitetura de um Set-Top Box

O Set-Top Box utiliza uma estrutura física semelhante a um computador comum, abaixo e citado esta estrutura com uma descrição das funções de cada parte.

- *System Board*: É por aqui que passam todas as informações referentes à televisão digital, esta informação é partilhada pelos demais componentes.
- Sintonizadores: Trabalha com a recepção dos sinais das as redes digitais baseadas nas modulações existentes (QAM, COFDM, QPSK, VSB).

- Modulador e Demodulador: Nesta etapa é verificada a existências de possíveis erros e depois passado para o demultiplexador.
- Demultiplexador e Decrytor: São um circuito integrado que identifica os pacotes com formato de dados particulares como vídeo, áudio ou serviços interativos. Também é responsável por descriptografar informações recebidas criptografadas e depois envia para o decodificador.
- Decodificadores: Separa para converter os bits recebidos num formato que pode ser ouvido e visto, exemplo disso é um decodificador de vídeo que transforma os pacotes de vídeo recebidos numa seqüência de imagens, formatando estas para diferentes tipos de resoluções. Depois que os dados foram interpretados são enviados para o processador do equipamento.
- CPU: Trata-se da parte mais importante do *Set-Top Box*, já que é onde se encontra o *chip* do processador, suas principais funções são: inicialização dos vários componentes da *Set-Top box*, processamento de aplicações da Internet e da TV interativa, monitorização e administração das interrupções de hardware, retirada de dados e interrupções da memória, execução de vários programas. Os principais *chips* da CPU pertencem às seguintes famílias: ARM, MIPS, PowerPC, SparcRISC, STx0, SH-4 Series, X86.
- Configuração de memória: Utilizada para armazenar e manipular informações, também para trabalhar com vídeos que exigem uma maior resolução.
- Recursos de armazenamento: Na primeira geração dos *Set-Top Boxes* existia apenas uma memória volátil chamada *flash*, porém hoje já há *winchesters* ligados com uma grande capacidade de armazenamento. Nestes discos pode-se armazenar documentos, e-mails, além disso, podem ser usados para gravações de vídeos digitais e outras informações.

3.7.2 - Interfaces adicionais

Assim como em um computador, no *Set-Top Box*, é possível acrescentar outras interfaces adicionais, tais como modems, interfaces multimídias de alta velocidade, teclado entre outras.

Os modems facilitam a implementação de serviços interativos de duas vias, ou seja, quando o usuário retorna uma informação para a operadora ou ainda para enviar pedidos aos servidores de Internet, atualização de arquivos e envio de e-mails.

Há também a possibilidade de comunicar o *Set-Top Box* com aparelhos como: câmara de vídeo, DVD, teclado, etc, utilizando interfaces do tipo IEEE-1284, USB, IEEE-1394, 10 Base-T e interface serial RS-232.

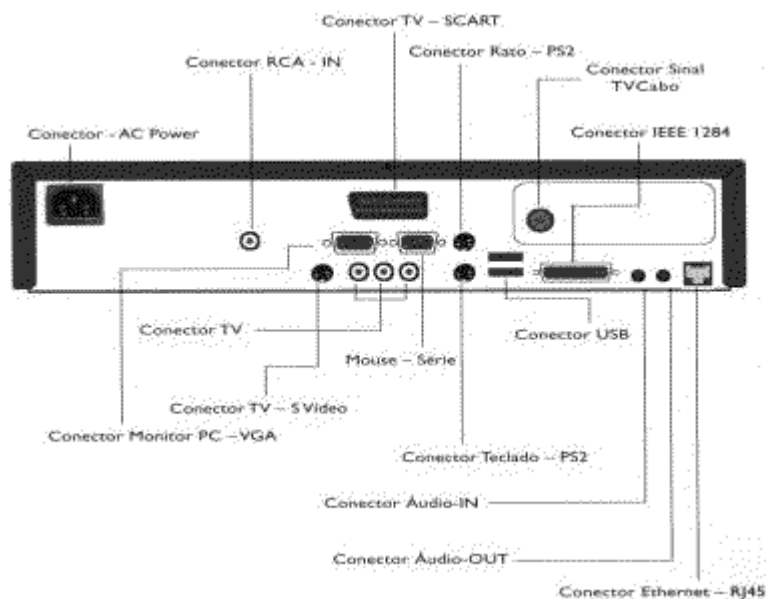


Figura 3.7.2.1 – Painel traseiro de um Set-Top Box para ligação a periféricos [TEL 03].

Outro recurso são os *SmartCards*, que podem ser usados como um “cartão de crédito eletrônico” ou como “dinheiro eletrônico” para efetuar compras e pagamentos através da TV interativa. Este periférico pode ser inserido em um leitor de *SmartCard* do *Set-Top Box* e funciona com um processador interno, memória e uma interface de comunicação com o *Set-Top Box*. Estes cartões, requerem um alto grau de segurança, por isso, passam por três etapas que são a autenticação, autorização, e a criptografia.

A autenticação é o elemento na segurança onde o usuário se identifica, ou seja, o usuário deseja acessar um serviço interativo particular e para isso necessita fazer a sua identificação mediante ao sistema para ter acesso ao mesmo. Após a autenticação inicia-se o processo de autorização, que determina quem pode ter acesso a determinados serviços. Outro elemento da segurança é a criptografia, na qual todos os dados, tanto da autenticação quanto da autorização, são criptografados através de algoritmos simétricos ou assimétricos.

Entre os fornecedores de *Set-Top Box* estão a Motorola, a Scientific-Atlanta, a Thomson Multimídia e a Hughes Network Systems entre outros.

3.7.3 - Sistema Operacional

A estrutura do *Set-Top Box* necessita de um sistema operacional para funcionar, nesta arquitetura o sistema operacional deve ser robusto e confiável, devendo ser também multitarefa para processar a chegada do sinal e para validar mensagens de segurança.

Alguns exemplos de sistema operacional em estudos para os *Set-Top box* são o *JavaOS* da Sun, o Linux e o SO Microsoft Windows CE da empresa Microsoft.

4 - Aplicações da TV Digital Interativa

Desde o surgimento da televisão, na década de 30, até os dias de hoje o aparelho de televisão tem sido apenas um instrumento de recepção de um determinado sinal, com a tv digital este procedimento vai mudar. Com o auxílio de uma linha telefônica acoplada ao aparelho ou por um sistema de transmissão do próprio aparelho receptor será possível o telespectador, dentro de sua casa, ter uma interatividade com o programa que está sendo assistido.

Esta interatividade vai trazer alguns benefícios, como a realização de compras enquanto se assiste a um programa, o pagamento destas compras serem efetivadas com o cartão de crédito, a possibilidade do usuário responder perguntas feitas no programa ou até mesmo fazer perguntas para um artista que está sendo entrevistado.

Todas estas possibilidades de interatividade já estão disponíveis no uso da Internet através dos computadores, e o que a tv digital quer é juntar estes recursos em um único meio, que é a televisão.

Segundo Alessandro Henrique Machado,²⁴ as classes de interatividade estão estabelecidas na tabela 4.1, na qual se associa o tipo de classe com a realização desta interatividade.

| Classe de Interatividade | Meio |
|---|---|
| 1. Interação Forte , transmissão bidirecional, simétrica. | Redes de comunicação de dados, sistema de radiodifusão. |
| 2. Interação Forte , transmissão bidirecional assimétrica de retorno solicitado pelo usuário. | Sistema de radiodifusão |
| 3. Interação Média , transmissão assimétrica bidirecional, com retorno solicitado pelo provedor de informação. | Sistema de radiodifusão |
| 4. Interação Fraca , transmissão assimétrica bidirecional, com canal de retorno <i>off-line</i> . | Sistema de radiodifusão |
| 5. Interação sem canal de retorno , transmissão unidirecional, sendo o terminal um servidor de aplicações. | Sistema de radiodifusão |

Tabela 4.1 – Classes de sistemas interativos [MAC 99].

A interação forte com transmissão dos dados simétrica caracteriza-se pelas taxas de transmissão semelhantes nos canais de retorno (upstream) e de ida (downstream), trafegando aplicações de comunicação de dados. Normalmente existe nas transmissões de TV a cabo que utilizam canais de interação simétricos para dados. Já a classe interação forte, utilizando o sistema de radiodifusão, faz o compartilhamento do canal de retorno entre os usuários (usando controle de acesso ao meio do tipo TDMA, FDMA ou CDMA). A interação média é usada na forma de “coleta” através de algumas opções dadas aos usuários. A interação fraca, do tipo *off-line*, faz com que o usuário envie informações para um provedor sem possibilidades de mudança na programação que está

²⁴ Alessandro Henrique Machado é engenheiro da TV Filme e relator do grupo de estudos da ANATEL, que estuda interatividade em sistemas de radiodifusão.

recebendo. Por último a interação sem canal de retorno, na qual o sinal é transmitido pela emissora com todas as opções já inclusas e é armazenado em memória. O telespectador pensa estar interagindo, mas na verdade está somente escolhendo uma opção entre tantas que o seu receptor já recebeu [MAC 99].

Do lado das emissoras, um novo recurso da tv digital que surge é o DCC (Direct Channel Change) que proporciona as emissoras enviarem certos programas ou informações para um conjunto específico de telespectadores, permitindo que as emissoras direcione programas ou publicidade a certos perfis de usuário.

Outra porta que se abre para o telespectador é a possibilidade de armazenamento ou gravação de um programa sem que haja nenhuma perda de conteúdo, isso devido a sinais codificados no início e no fim do programa que se quer gravar, e ainda com a capacidade de compressão de dados e com a qualidade semelhante ao DVD poderão ser armazenados horas de gravação. O espectador poderá programar seu receptor da televisão para selecionar conteúdos que sejam de seu interesse, dentro de vários canais disponíveis.

Segundo Cláudio Younis²⁵ “A grande novidade fica para o fato de que as empresas de televisão passam a ser encaradas como provedoras de conteúdo não mais limitadas aos programas de televisão, mas sim com um escopo ampliado de comunicação, para a produção de conteúdo multimídia como um todo” [YOU 99].

4.1 - Como utilizá-la na educação?

Novas formas de comunicação têm sido implementadas para facilitar e tornar mais interessante o ato de aprender; a TV interativa é um destes elementos que pode trazer benefícios para o ensino. Imagine o uso que se pode ter de programas como Telecurso ou ainda cursos profissionalizantes como os do SEBRAE e SENAC, nos quais, além do aluno assistir à aula, ele pode interagir com os professores e até com outros colegas através de perguntas e respostas.

Sabe-se que antes deste tipo de mídia estar no mercado é necessária uma alfabetização digital, que proporcione a aquisição de habilidades básicas desses recursos para que as pessoas consigam uma utilização em favor de suas necessidades e interesses.

Uma experiência nesta situação tem a WISH TV (TV americana) que conecta pessoas simples da periferia de estados como Califórnia e Louisiana, via cabo, com a escola, através da TV Interativa. Neste projeto, pais, alunos e professores comunicam-se pela TV, pais fazem algumas atividades escolares com os filhos via TV e professores e pais trocam informações a respeito da vida escolar do filho. O resultado é diminuição da exclusão digital, aceitação simples desta mídia pelos pais e maior rendimento dos filhos na escola pelo simples fato dos pais estarem presentes [TVD 02].

Antes de se ter um processo de interatividade entre alunos e professores através da televisão é necessário despertar o interesse dos professores para uma comunicação mais aberta e participativa com os alunos.

²⁵ Cláudio Yonis é diretor executivo da Eletro Equip Telecomunicações e vice-diretor editorial da SET.

Muitos softwares, programas de TV e, até mesmo, escolas divulgam cursos virtuais com interatividade para o aluno, porém, normalmente estes cursos possuem uma estrutura fechada e que a única interatividade é o envio de e-mails. Para realmente haver uma interatividade é necessário que o usuário possa, através de um programa aberto, manipular e modificar a situação, onde esta situação lhe oferece um leque de possibilidades dentro do programa e que a mensagem possa ser recomposta, reorganizada e modificada através das intervenções do receptor e não somente do emissor. Existem quatro maneiras para promover uma interatividade em uma aula, que são:

Primeiro: pressupor a participação e intervenção dos alunos, sabendo que participar é atuar na construção do conhecimento e da comunicação e não somente responder “sim” ou “não” ou escolher uma opção dada. Segundo: garantir a bidirecionalidade da emissão e recepção, sabendo que a produção deve ser um trabalho conjunto entre professor e alunos. Terceiro: propor sempre mensagens abertas com informações que o receptor tenha ampla liberdade de associações, e por último que haja cooperação, já que a comunicação não se constrói em um trabalho solitário.

4.2 - Mais Canais

No sistema analógico as emissoras necessitam de um canal exclusivo para transmitir a sua programação, e já com o sistema digital as emissoras ao utilizarem apenas um canal, podem transmitir simultaneamente de dois a seis canais diferentes, utilizando frequências diferenciadas, ou seja, aumentará o número de canais por emissora com o novo sistema.

Com este recurso uma emissora poderá transmitir, em um mesmo horário, por exemplo, um filme dublado e o mesmo filme na sua língua original, ficando para o usuário fazer a escolha de qual filme deseja ver, através do controle remoto.

4.3 - Pay Per View e Vídeo-on-demand

O trabalho de se deslocar até uma locadora para locar um filme poderá ser eliminado com o auxílio do *Pay Per View*. O usuário poderá escolher o filme e o horário que deseja assistir ao filme e fazer a sua programação. No horário e dia programado pelo usuário, será enviado pela emissora o sinal com o filme escolhido.

O *vídeo-on-demand* é semelhante ao *Pay Per View*, porém o filme escolhido pelo usuário será enviado para o *hard disk* do Set-Top box ou do próprio televisor através de um *download*. Assim, o telespectador passa a ter controle sobre o fluxo de dados, podendo avançar em algumas partes do filme, ou realizar uma pausa, ou ainda acionar a câmara lenta ou outro tipo de comando sobre o filme.

4.4 - Jogos interativos

Outros recursos possíveis, com a interatividade da televisão, são os jogos interativos, onde o telespectador pode participar do jogo através do controle remoto ou pelo telefone.

Um dos pioneiros neste assunto no Brasil foi o programa “Hugo” da rede CNT/TV Gazeta, no qual as crianças telefonavam e interagiam jogando pela tv, o

usuário utilizava os botões do telefone para mover o personagem “Hugo” através dos obstáculos. O programa teve um sucesso tão grande que o sistema de telefonia de São Paulo não suportou o grande número de ligações. Este programa veio da veio da Dinamarca onde foi criado em 1990.

4.5 - Aplicações na Internet (Multimídia, Hipermídia e E-mail).

A Internet teve seu desenvolvimento nas décadas de 70e 80 e a partir da década de 90 teve sua disseminação em larga escala na sociedade em geral e não somente para uso acadêmico.

Com a possibilidade da TV interativa ter acesso aos recursos da Internet, o aparelho de televisão passa a ter outras funções além das tradicionais. Através dos protocolos TCP (*Transmission Control Protocol*), IP (*Internet Protocol*) e HTTP(*Hyper Text Transfer Protocol*), a TV interativa tem acesso às informações contidas na Internet utilizando um *browser* do *Set-Top Box*.

A multimídia é a forma de apresentação de informações diversas com o auxílio de sons, textos, imagens, etc. Com a televisão digital e a melhora da qualidade da imagem, pode-se ter uma utilização mais intensa desses recursos na televisão.

Já a hipermídia refere-se à possibilidade das pessoas navegarem pelas informações contidas na tela, através de interfaces compostas por informações e *hyperlinks*²⁶, possibilitando ao telespectador um uso do televisor semelhante ao do computador, além de uma maior interatividade.

O correio eletrônico ou e-mail é outra aplicação possível, em conjunto a um teclado sem fios ou conectado ao *Set-Top Box* ou ao próprio televisor, para mandar e receber mensagens.

4.6 – EPG

O EPG (*Eletronic Programming Guide*) é uma ferramenta que facilitará a navegação do usuário nas programações das emissoras, em que os EPGs poderão enviar informações de até sete dias de programação antecipada, facilitando para o usuário a escolha de programas para o decorrer da semana. Fazendo uma analogia com a Internet, os EPGs seriam os portais da Internet.

O EPG é baseado no SI (*Service Information Protocol*) que informa os programas disponíveis, em que canais os mesmos se encontram e fornece informações sobre eventos de um determinado programa.

4.7 - T-Commerce

O ambiente empresarial tem passado por mudanças dentro do mercado, muitas destas mudanças estão relacionadas com a tecnologia da informação (TI). Isso engloba o surgimento de novas aplicações e de novas oportunidades criadas pelas novas tecnologias, entre elas está a tv digital.

²⁶ Hiperlink: Na Internet uma palavra, ícone, figura, textos e outros que estejam destacados e indicam a existência de um hiperlink que é uma especie de apontador para outra fonte de informação.

O comércio eletrônico é uma nova oportunidade dos comerciantes venderem seus produtos de uma forma diferente. Segundo Cameron [CAM 97] “o comércio eletrônico inclui qualquer negócio transacionado eletronicamente, em que transações ocorrem entre dois parceiros de negócio ou entre um negócio e seus clientes”. Ou ainda segundo Albertin [ALB 02], o comércio eletrônico pode ser definido como a compra e venda de informações, produtos e serviços por meio de equipamentos eletrônicos.

Junto a todas estas mudanças e definições de comércio eletrônico, vem o termo *T-Commerce*. Este é um novo conceito de comércio eletrônico através da TV Digital Interativa. Para transformar esta interatividade em comércio eletrônico tem-se algumas experiências com a TV digital na Europa que mostram resultados desanimadores. A BSKyB, com quase cinco milhões de assinantes usando esta tecnologia, informou que até o momento apenas 500 mil haviam comprado alguma coisa. [TCO 01]

O conceito de T-Commerce propõe uma exploração das vendas durante a programação normal, assim, enquanto o telespectador estiver assistindo ao seu programa vão aparecendo opções de compra na tela de modo que ele possa, ao ver o produto na TV, comprá-lo através do controle remoto. Mas existem também outras opções como, por exemplo, a escolha da sua programação preferida ou ainda de jogos e apostas interativas, outro ramo seria os canais *home banking* que permite o acesso ao banco para buscar saldos, extratos, transações financeiras e alguns pagamentos, tudo através do controle remoto.

Em recente pesquisa realizada pela revista *Business Standard* (março/2002) mostra que o primeiro item lembrado quando se fala em serviços sob demanda é o planejamento de suas programações, um filme ou um programa específico a ser assistido. Isto mostra uma preocupação do usuário em relação ao que se vai assistir na TV. Outro serviço bastante lembrado é o de se ter à facilidade de pagar contas sem sair de casa através da TV, conforme mostra a tabela abaixo.

| Sob demanda | |
|---|------|
| Qual dos serviços você acredita que trará mais benefícios ao seu dia-a-dia? | |
| Programar filmes e outras atrações para serem assistidos em horários de seu interesse. | 41 % |
| Pagar suas contas pela TV ao mesmo tempo em que se continua assistindo ao seu programa predileto. | 17 % |
| Fazer cursos on-line. | 15 % |
| Assistir a comerciais e comprar os produtos que estão sendo oferecidos on-line. | 11 % |
| Enviar e receber e-mail pela TV | 11 % |
| Selecionar os segmentos comerciais de seu interesse para as propagandas televisivas | 3 % |
| Jogar videogame pela TV com pessoas que estão em outros lugares | 2 % |

Tabela 4.7.1 - Dados da pesquisa realizado pela revista *Business Standard*.

5 – Transcrição da entrevista sobre TV Digital

5.1 - Visão de um especialista no mercado, diretor da TV UNISINOS – Alexandre Kieling

Pesquisador: Qual a realidade atual das transmissões digitais em nível mundial, principalmente na Europa (DVB), Estados Unidos (ATSC) e no Japão (ISDB).

Alexandre Kieling: O segredo destes formatos é o seguinte: O formato americano (ATSC) foi todo direcionado para trabalhar com alta definição de imagens, isso significa colocar no ar, emitir um sinal com no mínimo 1080 linhas, porque as linhas são pontos, são pixels, são pontos eletrônicos horizontais e verticais que permite que se tenha um índice de definição da imagem que é captada pela câmera, e o *standard* digital chega no máximo a 780 linhas, que é um estágio inferior. Funciona da seguinte forma: tem um código de informação, outro de falha, um de informação outro de falha e com isso consegue-se ter 1080 linhas. No sistema com 780 linhas perde-se uma linha intermediária, então entre a informação desta primeira para a terceira linha perde-se informação visual, perde-se profundidade de campo, perde luminância, e perde qualidade de definição. A figura 5.1 mostra em branco o código de informação e na coluna em cinza temos a falha.



Figura 5.1.1 – Exemplo do funcionamento da recepção do sinal com 1080 linhas.

A qualidade de definição está diretamente vinculada ao índice de sensibilidade e de captação de variação da luminância. O que ocorre é que se consegue pegar todos os contrastes que há no ambiente captado, por exemplo, em uma sala de aula não se tem uma luz hegemônica, medindo percebe-se que em cada ponto da sala tem uma intensidade de luz diferente, a película tem a sensibilidade de captar estas diferenças, a captação eletrônica tenta imitar a capacidade de absorção de luminância da película e isto é possível quando se aumenta o número de pixels, o número de linhas, o número de pontos eletrônicos na definição da imagem, ora quando se vai trabalhar com alta definição ela chega a 1080 linhas, então se tem um aumento do nível de informação, do ponto de vista de luminância, e permite com esta variação também trabalhar com a crominância que é a intensidade de cada cor, então se tem condições de qualificar a capacidade de luz que se está captando, posso qualificar as intensidades de cor, então os tons, sobretons, baixos contrastes, altos contraste, se consegue ter um maior controle na alta qualidade, porém se perde um pouco na profundidade de campo.

A profundidade de campo é a distância entre a lente e o objeto e entre o objeto e seu fundo, ou seja, a distância entre a lente e o 1º plano e entre o 1º plano e o 2º plano

ou plano de fundo e assim por diante. Então estas perspectivas, na verdade uma ilusão de perspectiva, porque a imagem vai para a televisão em duas dimensões, na verdade se trabalha com a ilusão óptica de tri dimensional, mas efetivamente isso não existe, se tem uma captura de fotografias, só que estas fotografias com o número de quadros que vai passando de informação ela vai dando movimento para estas fotografias, e neste processo de ilusão óptica consegue-se trabalhar com essa profundidade de campo mostrando que efetivamente existe uma distância entre um objeto e outro objeto ao fundo da imagem.

No caso do sinal digital vai-se perdendo conforme vai se captando a imagem, pois se tem mais sensibilidade de captar as intensidades de luz deste primeiro plano do que as intensidades de luz do segundo plano, isso significa que vai perdendo informações do segundo plano e estas informações não vão ficando bem definidas, vai-se perdendo os contornos, é percebido que há uma imagem de uma caixa, porém não se tem esta definição bem marcada de uma sobra desta caixa por exemplo.

Como todo os Estados Unidos estão cabeados, ou seja, eles estão chegando com as transmissões por cabo, à transmissão via radioenlace, via radiofrequência são muito baixas, porque quase 90% dos telespectadores americanos tem cabo em sua casa, não tem captação por antena, logo a radiodifusão é baixa e a cabo difusão é alta, então as emissoras exibidoras usam preferencialmente a cabodifusão, neste caso, pode-se oferecer uma alta qualidade de informação pelo cabo, sem prejuízo nenhum, logo não se preocupam em irradiar este sinal, pois a captação não será por radiofrequência, logo as perdas são bem menores logo também este sistema é ideal para os Estados Unidos devido a grande quantidade de cabo instalado no país.

No Brasil é um pouco diferente, porque quase 90 % da nossa captação é feita por radiofrequência, o telespectador recebe o sinal por antena convencional. Se pegar como exemplo a cidade de Porto Alegre: a dificuldade da tv Gaúcha no canal VHF tem para ser vista na cidade onde o número de sombras que há em frente de um canal VHF são tantas que em determinados pontos da zona sul não se pega o sinal da tv Gaúcha. Percebe-se que é necessário ter uma série de soluções colaterais, a transmissão principal da antena da tv Gaúcha para que toda a cidade de Porto Alegre seja coberta pelo sinal VHF, que é um sinal em ondas extremamente potentes

Com isso percebe-se que hoje no Brasil, com este tipo de transmissão, por mais que se vai perdendo a intensidade do sinal não se tem uma perda total. Vai aparecer chuvisco na tela, já no sistema digital não se tem este meio termo, é zero (0) ou um (1), ou não chega ou chega o sinal.

Os testes feitos pela ABERT no Brasil com o instituto Universidade Mackenzi mostraram que o modelo padrão americano atingia no máximo 80% da área de transmissão ficando 20% em sombra absoluta, sem sinal nenhum. No sistema japonês que operava em duas frequências foi possível ajustar a ponto de atingir 100% da área de transmissão, então a ABERT e o instituto Mackenzi defendem o padrão japonês, apresentando o relatório a ANATEL.

Pesquisador: Como funciona a metodologia de definições da ANATEL para determinar o padrão a ser utilizado no Brasil? Como está o andamento do processo?

Alexandre Kieling: Hoje tu tens a indústria preparada para atender qualquer uma destas tecnologias. Há uma pressão no Brasil pelo sistema americano, porque o Brasil é um mercado potencial de consumo, pois está em discussão não apenas se um sistema é melhor que o outro, se o *standard* digital no Brasil é melhor que o HDTV, pois a população brasileira é pobre e ninguém vai comprar um aparelho de televisor com um preço muito alto para ter em casa.

Com isso a ANATEL está trabalhando no Set-Top Box, que nada mais é do que um conversor que faz a transferência do digital para o analógico e com isso as pessoas podem usar o seu aparelho de televisão convencional, e este Set-Top box mantém a interatividade com a emissora, funciona como um PC, processando a informação.

Se for mandado metadados junto com as imagens, o Set-Top box vai captar, e passa a ser um receptor de dados, não só de sinal de televisão, pois o sinal vai vir como dados binários, ele vem digital e o Set-Top box faz a conversão para o aparelho analógico ou um recurso pré-estabelecido e também pode gravar as informações no *winchester*, e ainda separar programas que se quer ver dos programas que não se quer ver, e várias outras coisas onde o Set-Top box possa selecionar o que se quer realmente ver. Isso é feito muito nos Estados Unidos, onde os americanos selecionam programas para os filhos assistirem que é selecionado no próprio Set-Top box, e também passa a bloquear programas que não se quer assistir. Assim quando o sinal do programa chegar o Set-Top box apresenta uma tela azul, uma tela neutra, não mostrando o programa, ou seja o Set-Top box está recebendo o sinal porém esta bloqueando devido às configurações realizadas.

Esta decisão de qual padrão a ser definido é também uma decisão política com motivação econômica e atrás desta decisão de qualidade de sinal ou não, em adotar o *standard* digital ou o HDTV aqui no Brasil pelas condições de recepção do país, está diretamente a indústria eletro eletrônica, ou seja, estes componentes, o Set-Top box, o televisor, o aparelho de *surround*, tudo que envolve o processo de recepção do HDTV em casa.

A decisão está também na parte econômica da situação, ou seja, se o mercado brasileiro optar pelo padrão americano, junto vem várias indústrias americanas. Há um interesse direto dos americanos neste mercado consumidor. Há uma tendência do México não acompanhar os Estados Unidos se o Brasil optar por outro padrão, e tentarem juntos criar um outro bloco, isso ainda não está definido, porém há um outro lado onde o México pode unir-se ao Estados Unidos devido a ALCA. O Canadá já adotou o padrão americano, a Argentina que optou pelo sistema americano aceita rever o sistema se o Brasil mudar.

O presidente anterior, Fernando Henrique, disse que para decidir isto teria que saber qual era a contrapartida destas indústrias, se elas viriam montar estes produtos aqui no Brasil e com isso se usaria mão de obra brasileira, para montar os Set-Top boxes, montar os aparelhos digitais, montar o receptor de HDTV. Ainda não houve avanço nas negociações.

O atual ministro disse que o Brasil não tem condições de absorver o custo que é essa tecnologia, não tem como simplesmente mandar todo mundo no Brasil colocar o seu televisor de recepção analógico fora, pois vai quebrar a televisão, vai quebrar o sistema, pois hoje se tem um sistema de recepção analógico que está funcionando e

então não se pode chegar e dizer que não se tem mais o sistema analógico, pois assim a audiência das televisões começaria do zero. Claro que há um período de transição em que se vai manter o sinal analógico e o digital nas transmissões juntos. Mas se manteria duplicado durante quanto tempo? Com isso continua a ter manutenção de transmissores analógicos, é bem verdade que hoje já se tem transmissor analógico/digital, porém com um alto custo.

Outro problema é o custo bastante elevado, pois são equipamentos muito sofisticados e estão entrando no mercado agora, pode ser que com o passar do tempo se tenha um equilíbrio de custo, mas não será muito barato, pois os produtos utilizados são de um custo elevado, a matéria prima usada é nestes equipamentos é caro, então vão entrar em um preço mais mercadológico, pois haverá uma produção em maior quantidade, então tende pela quantidade baixar o custo, porém não é uma redução significativa quanto ao computador de hoje, pois o preço do computador caiu significadamente, pois a quantidade de compra é muito grande.

Como os transmissores digitais não estarão presentes nas casas dos telespectadores, não haverá uma produção em escala que consigam baixar estes preços e isso faz com que ficamos com um ponto de vista econômico muito complexo e com isso há um pensamento do ministro de se desenvolver um sistema brasileiro que represente um menor índice de alterações naquilo em quem as pessoas têm em casa hoje, junto a isto vem o instituto Gênesis que informa que é possível e que já está estudando no Brasil um Set-Top box há algum tempo, porém para isto há um custo muito elevado e o governo irá investir neste projeto? Quem irá pagar por esta pesquisa de um padrão brasileiro? São questões que envolvem altos recursos e que repercutem de alguma maneira no sistema econômico.

O que se tem aqui é um jogo muito forte, de indústrias poderosas do setor, e também de blocos econômicos poderosos, o bloco americano, contra o bloco europeu contra o bloco asiático e por sua vez o mercado emergente como o Brasil, como o México, como a Argentina tentando construir uma relação de consumidor em bloco para ter maior poder de barganha e viabilizar seus próprios negócios, o fato concreto é que se pode inviabilizar o sistema de TV aberta no Brasil por exemplo, se fizerem com que as empresas hoje tenham que investir 2 milhões de dólares, que é o que elas estimam que tenham que investir, para trocar todo o parque tecnológico no Brasil hoje, de transmissão, de recepção, elas vão quebrar.

O mercado não está oferecendo estas vantagens hoje, até porque a economia de uma maneira geral está complicada e os meios de marketing, de publicidade e propaganda são multimídia não há mais uma concentração em uma única mídia. A televisão durante 50 anos foi concentrando 70%, 80% e até 90% do bolo, da fatia em que o mercado investia em propaganda e em publicidade, isto não é mais assim, isto já caiu para menos de 50%, pois a TV é ainda o único meio massivo no Brasil, de um país continental como o nosso, se consegue hoje no Jornal Nacional ser visto do Iapoque ao Chuí 90% dos lares brasileiros tem aparelhos de televisão, isto quer dizer que tem 40 a 50 milhões de telespectadores no país.

Ao meu ver o governo esta tentando ganhar tempo, para entender melhor esta situação, então quando ele pode, ele quer colocar também na área da discussão o que custaria se ele estivesse desenvolvendo aqui um projeto. A ANATEL por sua vez acredita muito na idéia de se desenvolver um Set-Top box com características nacionais,

pois hoje o PAL-M é o nosso sistema de transmissão analógico, então quer-se achar um Set-Top box que faça a conversão para o PAL-M, algo que seja barato e acessível, assim consegue-se que fique massificada a transmissão digital no Brasil.

Na minha percepção é que a tendência em fechar pelo padrão japonês é cada vez mais forte, por mais que os fabricantes façam pressão, pela própria postura que o governo anterior já tinha sinalizado em relação a como seria a postura do Brasil aos americanos, e o atual governo está muito mais rigoroso nestas relações.

Na verdade é que se o Brasil adotar o ATSC, os americanos não terão alternativas de não fazer uma migração para gerar o sinal em 6MHz.

O governo deve tomar esta decisão neste ano de 2003, pois já faz três anos que está sendo adiada esta decisão. O futuro da TV digital não tem alternativa, tem que entrar a transmissão digital no Brasil, porque é a única maneira do Brasil acompanhar, pois o digital passa a ser uma economia de custo, porque vai se gastar no primeiro momento no investimento macro, forte mas depois vai-se economizar na manutenção.

A manutenção destes equipamentos é muito mais fácil que os aparelhos analógicos. Os equipamentos analógicos têm várias coisas que acompanham muitas variáveis complexas que o digital vem a facilitar. O digital aumenta o seu espectro de difusão, pois pode jogar o sinal via cabo, na internet, pelo ar, pelo satélite, isto com um único emissor para várias distribuições, hoje no analógico tem que processar este sinal dependendo por onde vai ser distribuído quando o sinal é digital aumenta a tua capacidade de distribuição e acaba saindo muito mais barato, pois não tem como hoje fazer a distribuição apenas em um foco, tem que distribuir em todos os meios inclusive na internet, porque cada vez mais evidente a existência e o consumo da banda larga, cada vez se qualificar mais os softwares e as ferramentas de trabalho com o sinal de vídeo, então não tem como fugir do digital.

Hoje é extremamente factível uma pessoa com um notebook, um telefone celular e uma câmera de vídeo portátil fazer a matéria na rua, editar esta matéria e transmitir para a sua redação em tempo real e com condições técnicas de ir ao ar. Hoje tem como fazer compressões MPEG-2 e MPEG-4 muito boas e há vários softwares que permitem enviar estas matérias via Web, que é recebida com qualidade muito boa.

Cada vez mais a idéia da distribuição de comunicação customizada, personalizada vai aumentar, pois vai ter a TV aberta trabalhando com públicos em determinados horários e são nestes horários que este público estará no seu lazer, a televisão vai trabalhar no lazer deste público. A TV a cabo vai operar em cima de um processo de interação e customização como as pessoas quiserem, e o processo de interatividade vai ser um terceiro serviço que as TVs abertas vão oferecer e será distribuído como telespectador desejar.

O telespectador receberá isto pela TV convencional através de um canal disponibilizado pela geradora e receber através do Set-Top box e mandando os comandos pelo telefone, pois não há condições de transmitir pelo mesmo canal de recepção, o que pode acontecer com uma possível evolução do Set-Top box, que possa enviar este sinal através de uma rede criada com o satélite, porém isto torna o processo muito caro, mas no futuro pode-se criar uma rede na faixa do celular só para responder este tipo de informação.

Pode-se criar games em que a pessoa está na frente da TV no canal da TV aberta dele. O Japão já realiza este processo, e a pessoa entra no game com uma micro câmera acoplada ao Set-Top box ou a um computador. Qualquer sistema de software que ele possa operar e participando, enviando pelo *streaming* de vídeo e recebendo o sinal pela TV e participando em casa do jogo na televisão.

Tem um jogo no Japão tipo o “Show do milhão” que a pessoa vai para a TV e começa a disputar com os usuários do sistema de assinatura daquela televisão e as pessoas de casa o desafiam fazendo perguntas e ele vai respondendo, se ele erra este usuário que enviou a pergunta vai no próximo dia estar no programa respondendo as perguntas e passa a disputar com outros da maneira interativa, isto é um game que já funcionando, então se imagina o que pode acontecer.

O serviço de interatividade passa a ser um serviço inevitável, por exemplo, uma pessoa que está trabalhando com engenharia e precisa de informações que saiu sobre engenharia nas TVs do mundo inteiro, e quer receber estas informações em uma determinada hora através do Set-Top box. Quando este indivíduo chegar em casa na hora do lazer começa a olhar os programas enviados e junto a isso o telespectador pode solicitar dados complementares. Isso é o futuro da interatividade no sistema de televisão.

Na casa do telespectador o controle remoto da TV será um teclado, pegando como exemplo a empresa SKY onde o controle já realiza várias funções. Com o avanço das tecnologias dos computadores, agendas eletrônicas e outros equipamentos com HD, pode-se gravar as informações nestes equipamentos e depois repassar para o computador propriamente dito, ou realiza uma ligação direta do PC com o Set-Top box e transmite as informações direta para o HD do PC.

Pesquisador: Como é feita a transmissão do sinal da TV UNISINOS hoje e quais são os planos para o futuro?

Alexandre Kieling: A TV UNISINOS está transmitindo em sistema interno em rádio frequência e microondas, onde o sinal é distribuído por todo o campus da Universidade. São sistemas de radiação e antenas de recepção pontuais pelo campus. Em breve teremos o canal aberto que será transmitido em UHF, o que coloca a TV UNISINOS em uma situação extremamente confortável no advento da TV digital, pois temos uma garantia de dois canais digitais. Hoje pelo que está na legislação a TV UNISINOS terá um canal colinear.

A partir de agora é organizar o sistema de produção e organizar os demais itens para colocar a TV no ar para o canal aberto. A TV UNISINOS já está trabalhando, no canal interno com entradas ao vivo e começando a trabalhar a programação para o canal aberto e junto com o PRAV (pesquisa em redes de alta velocidade), trabalhar com transmissões via Internet também, e com isso quando o sinal for digital transmitir digitalmente. O sinal que trafega internamente já é binário e não mais analógico.

Pesquisador: Existe algum programa com Interatividade do telespectador na TV Unisinos? Há planos para que isto ocorra?

Alexandre Kieling:Hoje não existe, mas já está em desenvolvimento uma pesquisa para criar ferramentas e criar produção de conteúdo, para isto e poder fazer estas

experiências interativas. Este projeto de pesquisa tem como objetivo juntar estudantes de engenharia, informática e de comunicação (jornalismo e publicidade) para trabalhar o conteúdo, pois não adianta criar ferramentas de interatividade se não se tem o que oferecer.

Antes de usar as ferramentas é preciso que gere conteúdo para o telespectador. Como um exemplo concreto, se o telespectador quer informações sobre um determinado assunto a TV coloca a disposição um vídeo de dez minutos, outro de vinte minutos e outro de uma hora para o usuário escolher, através da interatividade o usuário faz a escolha e então será transmitido o sinal com o vídeo escolhido pelo usuário.

Pesquisador: Como se pode trazer a TV Digital Interativa para auxiliar na educação?

Alexandre Kieling: A TV digital interativa vai auxiliar na educação, pois vai conseguir ouvir mais a demanda. Duas coisas são importantes na interação da TV digital com a educação, primeiro se tem uma relação mais próxima entre a instância da produção e a instância da recepção, ou seja, entre quem produz e quem recebe o conteúdo, aliando mais a demanda como produção e uma possibilidade de medir os níveis de satisfação, de compreensão, de cognição, de aprendizagem. O segundo é que será um instrumento que facilitará a vida de quem está longe dos grandes centros de produção de conhecimento.

Porém não acredito na eficiência plena de cursos à distância, pode-se fazer semipresencial, isto é uma visão pessoal, porque quem conseguirá fazer curso a distância? Somente quem tem um bom conhecimento em computação, pois tem que se ter uma disciplina da ferramenta, e tem-se um condicionamento de vida para isso, agora imagina um ser humano normal com toda a complexidade que é a vida hoje, dependente de relações afetivas, interagindo com a produção de conhecimento somente através de uma máquina, de dez pessoas consegue-se um e nove ficam fora do processo de aprendizagem. Eles devem ser absorvidos de uma outra maneira. Se tem um tarefa extremamente importante, mas isto é uma observação colateral.

O fundamental é que a TV digital pode e muito fazer para auxiliar na educação e aqui mostra dois pontos básicos que são: encurtar distâncias e conseguir um acompanhamento do desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

Pesquisador: Você tem alguma experiência em outras emissoras com este tipo de trabalho?

Alexandre Kieling: Não, porque o que as pessoas estão tentando fazer é pegar o produto de áudio visual, do jeito que ele é composto, e jogar para o processo interativo, não é isto que as pessoas esperam. Pois o segredo disto está na customização, onde dentro do processo também é necessário criar o coletivo, através do processo pedagógico, mas precisa-se saber se um determinado usuário está funcionando para ter um atendimento pontual para este usuário, pois a cognição deste usuário não é a mesma dos demais usuários, por isso deve-se trabalhar diferentemente.

6 - CONCLUSÃO

Dentro dos estudos feitos na indústria tecnológica nos últimos anos, além da evolução dos equipamentos, tem-se tentado adequar os mesmos às reais necessidades dos usuários, para que eles tenham mais facilidade e recursos a sua disposição. Isso tudo vem se enquadrar nesta nova idéia de televisão, na qual o telespectador terá um poder de decisão muito maior dentro de sua programação.

A televisão digital traz significativas mudanças para a história da televisão, tais como: o formato de tela (16:9), a interação mais direta com o telespectador através de comandos dados pelo controle remoto do televisor, novas tecnologias de sistemas de transmissão e melhor qualidade de áudio e vídeo. E junto com estas mudanças surgem novos recursos disponibilizados pelas emissoras, entre eles estão os jogos interativos, o uso da internet através da televisão, o comércio eletrônico (T-Commerce), o auxílio na educação, entre outros.

No Brasil, cabe ao novo governo uma decisão bastante importante que é a escolha do padrão de transmissão digital nacional a ser implantado no país. Esta decisão, que não tem somente teores técnicos mas também políticos e econômicos, e dará o início e também o rumo das transmissões digitais dentro do Brasil. Com tudo isso se fica aguardando e na expectativa da evolução do processo para que se possa ter esta nova tecnologia nas casas dos brasileiros.

7 - BIBLIOGRAFIA

[ADV 00] ATSC - Advanced Television Systems Committee, **Advanced Television Systems Committee**, disponível por: <http://www.atsc.org/papers/>

[AGE 00] Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL, **ANATEL**, disponível por: http://www.anatel.gov.br/index.asp?link=biblioteca/publicacao/relatorio_tvdigital_cp216.htm

[ALB 02] Albertin, Alberto Luiz: **Comércio eletrônico**: editora Atlas, 2002.

[ALE 01] Alencar, Marcelo Sampaio de, **Sistemas de Comunicações**, editora Érica, 2001.

[AMA 02] AMARC - Seminário Nacional de Legislação e Direitos à Comunicação, **Seminário Nacional de Legislação e Direitos à Comunicação**, disponível por: <http://www.ecologiadigital.net/amarc/tvdigital.html>

[ANA 02] ANACOM - Autoridade Nacional de Comunicações , **ANACOM**, disponível por : <http://www.icp.pt>

[ASS 02] Assunção, Anderson de, **Televisão: Significando suas heranças e derivações um estudo de caso**, São Leopoldo-UNISINOS, abril/2002.

[CAM 01] Câmara dos deputados - Consultoria Legislativa, **Câmara dos deputados**, disponível por: <http://www.camara.gov.br/internet/diretoria/Conleg/estudo.asp>

[CAM 97] Cameron, D, **Electronic Commerce: the new business platform of the Internet**. Charleston: Computer Technologic Research Corp. , 1997

[DIB 03] DIBEG-HP, **DiBEG**, disponível por: <http://www.dibeg.org/PressR/Brazil010618/ANEXO1-p.PDF>

[DVB 03] DVB - Digital Vídeo Broadcasting, **DVB**, disponível por: <http://www.dvb.org>

[ELI 94] Elias, José Roberto., Modulação digital, **Revista Engenharia de televisão**, nº 23, dez/1994.

[GRO 89] Grob Bernard, **Televisão e sistemas de vídeo**, editora Guanabara, 1989.

[HDT 03] HDTV Television - An Introduction , **HDTV Television - An Introduction**, disponível por: <http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/hdtv/95x5.htm>

[HEI 03] Heinrich. Hertz. Intitut Berlin, **MPEG-1 and MPEG-2 Digital Vídeo Coding Standards**, disponível por: http://www.HHI.DE/mpeg-video/papers/sikora/mpeg1_2/mpeg1_2.htm

[HTV 01] HDTV, **Advanced Inc. Ltda.**, disponível por: <http://planeta.terra.com.br/servicos/AdvancedRF/at5.htm>

[MAC 99] Machado, Alessandro H., Conceitos sobre interatividade em sistemas de radiodifusão, **Revista Engenharia de televisão**, nº 47, setembro/outubro de 1999.

[MAR 02] Marcelo Knörich Zuffo , **Marcelo Knörich Zuffo**, disponível por: http://www.lsi.usp.br/~mkzuffo/#_Projetos

[MAT 00] Mattos, Sérgio, **A televisão no Brasil: 50 anos de história(1950-2000)**, Editora Ianamã, 2000.

[MPE 02] MPEG-4 description, **Overview of the MPEG-4 Standard**, disponível por: <http://mpeg.telecomitalialab.com/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>

[MPE 03] mpeg4, **Dolby Digital AC-3**, disponível por: <http://www.terravista.pt/PortoSanto/8716/ac-3/ac-3.htm>

[RED 02] Redes de Computadores, **Transmissão multimídia em redes de computadores**, disponível por: <http://inf.unisinos.br/~roesler/disciplinas/posredes/multimidia.pdf>

[SET 02] SET - Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão de Telecomunicação, **SET**, disponível por: <http://www.set.com.br>

[TAK 01] TAKASHI, Tome et al. **Relatório Integrador dos Aspectos Técnicos e Mercadológicos da TV Digital**. Versão 1.0, CPqD, 169p., março de 2001.

[TCO 01] T-Commerce, **T-Commerce**, disponível por: <http://www.companyweb.com.br/tcomm.html>

[TEL 03] Televisão Interactiva, **Trabalho de Avaliação de Comunicação de Áudio e Vídeio Entra neste novo mundo da:TELEVISÃO INTERACTIVA**, disponível por: <http://pwp.netcabo.pt/workpage/iTV/iTV.htm>

[TEN 02] TenLab's International TV Systems Chart, all the world's TV standards, NTSC, PAL, SECAM , **TenLab**, disponível por: <http://www.tenlab.com/worldtv.htm>

[TOL 01] Toledo, Adalton P. , **Redes de Acesso em Telecomunicações**, editora Makron Books, 2001.

[TVD 02] IX Congresso Internacional de Educação a Distância – ABED, **TV DIGITAL INTERATIVA NA EDUCAÇÃO:AFINAL, INTERATIVIDADE PARA QUÊ?**, disponível por: http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto_25.htm

[YOU 99] Younis, Cláudio E. Rumos da Televisão Brasileira, **Revista Engenharia de televisão**, n.48, nov./dez. 1999.