

2 TV Digital

A transmissão terrestre digital do sinal de TV Digital, conhecida por DTTB (*Digital Television Terrestrial Broadcasting*) é assunto de estudo há mais de dez anos. A finalidade destes estudos é implementar e agregar tecnologias que permitam a transmissão do sinal digital de televisão com qualidade, para substituir os métodos convencionais utilizados pela televisão analógica.

A criação de um novo método de transmissão do sinal se faz necessário para promover melhorias na transmissão, suportar o envio de televisão de alta definição, também conhecido como HDTV, proporcionar a interatividade e permitir novos serviços como, por exemplo, comércio eletrônico ou mesmo acesso a internet. Um modelo teórico básico de referência de transmissão, que contempla todas as características mencionadas acima pode ser visto na figura 2.1.

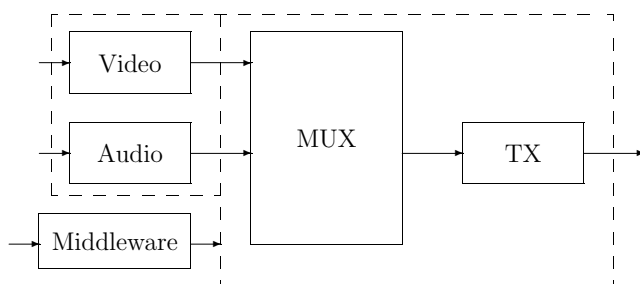


Figura 2.1: Modelo teórico em blocos de um transmissor de TV Digital genérico.

Esta figura é importante, pois isola e identifica os serviços básicos necessários por um sistema de TV Digital. As caixas identificadas por vídeo e audio representam os serviços básicos e indispensáveis ao sistema de TV Digital, ou seja, a transmissão de HDTV. Já a caixa *middleware* representa todos os serviços que são adicionados ao sistema, como comércio eletrônico, acesso a internet, canal de interatividade, entre outros.

Existem alguns padrões de TV digital comercialmente disponíveis, sendo que cada um tem suas próprias características, mas todos buscam atender as premissas de DTTB propostas. Um deles é o americano, padronizado pelo ATSC (*Advanced Television System Committee*). Temos ainda o modelo europeu, conhecido por DVB-T (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*), o modelo japonês, chamado de ISDB-T (*Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial*) e o modelo chinês, denominado por ADTB (*Advanced Digital Video Broadcasting*).

Em um padrão de TV digital, a característica mais marcante é técnica de modulação usada para a transmissão do sinal. Dois métodos são normalmente utilizados, sendo o primeiro deles o modelo de portadora única, também conhecido como SCM (*Single-Carrier Modulation*) e o modelo de múltiplas portadoras, também chamado por MCM (*Multiple-Carrier Modulation*). Cada um destes métodos proporciona diferentes comportamentos do sinal no canal de comunicações, o que torna a comparação inevitável. Ainda, eles utilizam métodos de codificação distintos, que diferenciam ainda mais a desempenho.

Os padrões que utilizam a técnica de SCM são o americano ATSC, que usa o esquema de modulação 8VSB (*Vestigial Side Band com 8 níveis*) e o chinês, que usa o OQAM (*Offset Quadrature Amplitude Modulation*). Já os padrões que utilizam a técnica de múltiplas portadoras são o europeu DVB-T e o japonês ISDB-T, que trabalham com o COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex*). Cada sistema possui seu méritos e limitações devido às escolhas feitas, levando em conta fatores técnicos, econômicos e aplicabilidade.

Para que a televisão digital alcance o sucesso, é necessário que represente um avanço significativo em qualidade de imagem e som. Ainda, deve ter uma melhoria significativa no desempenho frente ao ruído, interferência e efeitos do multipercurso, para que não seja inferior ao padrão de TV convencional, sob pena de frustrar as expectativas geradas e não validar os esforços técnicos e econômicos empregados até agora.

2.1 Interatividade

A televisão convencional sempre foi vista como um produto culturalmente importante, porém com qualidade de imagem limitada (se comparada com os padrões de TV Digital), de programação com conteúdo linear e de caráter unidirecional. As opções oferecidas são limitadas e com um nível

mínimo de personalização. Neste cenário, com o desenvolvimento de vários segmentos de mercado ou mesmo o surgimento de novos segmentos, a televisão convencional começou a se tornar obsoleta, no sentido comercial, deixando de ser um veículo ainda maior de informações e negócios. Daí a necessidade do novo padrão de TV Digital suportar interatividade, pois o telespectador não mais vai ser um agente passivo do processo, e sim um agente ativo. Desta forma muitas portas são abertas, permitindo que a televisão seja novamente um forte, se é que não podemos dizer o mais forte canal de comunicações disponível para os mais diferentes tipos de usuários [5].

Com a interatividade, o caminho da TV Digital passa necessariamente pela convergência com outras tecnologias, como por exemplo a internet, sendo decisiva alteração da forma e conteúdo da televisão atual. Programas interativos, comércio eletrônico, seleção de programas exclusivos, acesso a navegação WEB são alguns dos novos serviços que estarão disponíveis com a implantação da TV Digital.

O elemento chave para interatividade nos padrões de TV Digital, é a capacidade dos receptores proverem a comunicação reversa. Os aparelhos de televisão convencional também estão aptos a receber o conteúdo da TV Digital e fazer a interatividade através de um equipamento chamado de *Set Top Box*. Este é responsável por receber os dados que fazem parte do conteúdo da TV Digital e convertê-lo em um formato que o usuário de TV convencional possa utilizar. Através dele, também é possível o acesso a internet fazendo uso de um canal de retorno.

2.1.1

Serviços disponíveis com a interatividade

Como mencionado anteriormente, a interatividade proporciona algumas novas funcionalidades a televisão. Podemos descrever cada uma delas da seguinte forma:

- ***Enhanced TV*** - É uma evolução para os programas de televisão que já utilizam a interatividade, como os programas "Você decide" e a série "Big Brother Brasil". A mudança está na forma que o usuário interage com a emissora, que não será mais via internet (por um outro aparelho/computador) ou telefone, mas através do próprio receptor de TV Digital, por meio de uma interface apropriada.
- ***Individualized TV*** - Neste tipo de serviço, o usuário tem disponível um nível de interatividade semelhante ao de um aparelho de DVD.

Cada usuário poderá configurar opções de câmera, som e legenda de acordo com sua vontade e necessidade, costumizando as opções da televisão ao seu modo.

- **Internet TV** - É o serviço que permite o acesso à internet na tela da TV. O canal de retorno do cliente pode ser feito por uma linha telefônica disponível.
- **On Demand TV** - Este serviço possibilita a escolha um programa diferente, além dos disponíveis na programação normal. Para isso basta apenas selecioná-lo num menu.

2.1.2

O canal de retorno

Um dos grandes desafios da interatividade, é selecionar o meio que as informações dos usuários chegarão à central de programação, ou mesmo à internet. Para resolver este problema, algumas alternativas são propostas, e apresentadas a seguir [12].

Receptores fixos

O canal de retorno para receptores de TV Digital fixa pode ser feito pelo próprio receptor, ou por um aparelho chamado *Set Top Box*. A maneira como são implementados é que diferenciam os cenários. O primeiro deles é mais comum, e utiliza uma linha telefônica para interligar o usuário à emissora. Neste caso, a operadora telefônica deve ter um canal de dados dedicado para emissora para poder entregar as informações de todos os usuário. A figura 2.2 ilustra este cenário.

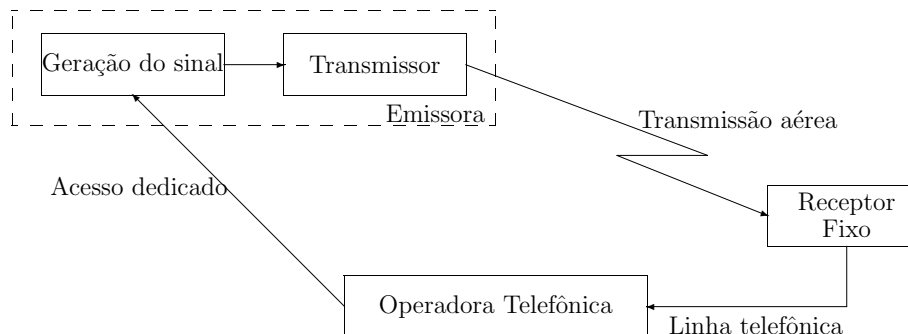


Figura 2.2: Cenário 1 para canal de retorno da interatividade para receptores fixos.

Outro possível cenário é a utilização de um acesso dedicado à internet, para fazer o canal de retorno. Neste caso, o usuário deve ter qualquer tecnologia de acesso à internet disponível, seja ela ADSL (*Assíncronos Digital Subscriber Line*) ou *Cable Modem*. Este cenário é um pouco mais oneroso em função da tecnologia empregada no canal de retorno, e poderia até mesmo ser visto como um concorrente destes serviços. O diagrama deste cenário pode ser visto na figura 2.3.

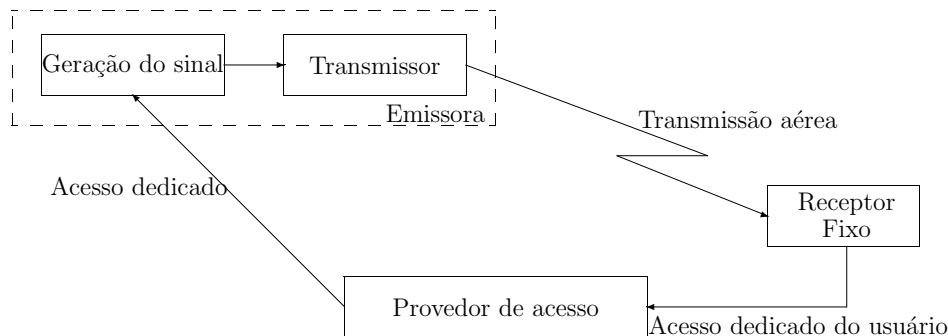


Figura 2.3: Cenário 2 para canal de retorno da interatividade para receptores fixos.

Receptores móveis

Os receptores móveis são dotados da capacidade de comunicação bidirecional, o que habilita todos os serviços que o sistema de TV digital pode oferecer. Hoje em dia, apenas o DVB-T e o ISDB-T estão preparados para interatividade em seus receptores móveis, que é feito através rede móvel celular, pelo padrão UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Service*). Desta forma, a convergência entre dois padrões, um de telefonia celular e outro de TV Digital, criarão um novo produto/serviço, que é a televisão móvel com interatividade.

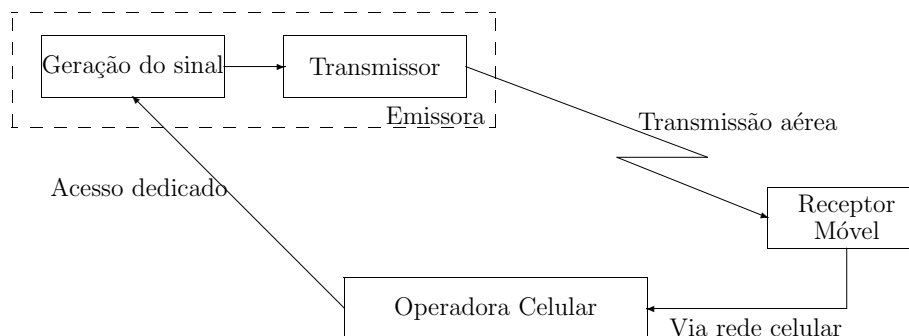


Figura 2.4: Cenário 3 para canal de retorno da interatividade para receptores móveis.

O primeiro cenário de interatividade para receptores móveis é bem semelhante ao primeiro cenário de interatividade para receptores fixos, mudando apenas operador de telefonia fixa por um operador de telefonia celular. Assim, a topologia ficaria como descrita na figura 2.4

O segundo cenário de interatividade para receptores móveis é bem diferente, e utiliza a rede celular para transmissão das informações nos dois sentidos da comunicação. Neste caso deve haver um acordo comercial diferenciado entre as operadoras de telefonia móvel e a de TV Digital. Para o receptor e o usuário, não existem diferenças nos serviços disponíveis. O diagrama deste cenário é apresentado na figura 2.5.

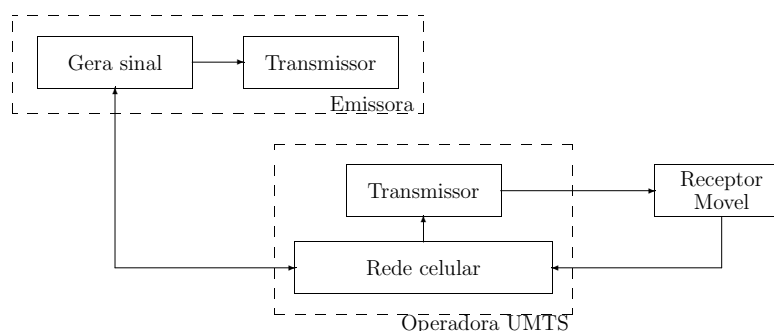


Figura 2.5: Cenário 2 para canal de retorno da interatividade para receptores móveis

É interessante ressaltar que neste cenário, devido as características do padrão UMTS, que suporta a transmissão de dados em alta velocidade, o transmissor na rede celular pode ser padrão TV Digital ou padrão UMTS. Esta característica flexibiliza ainda mais a transmissão.

2.2 Dimensionamento da faixa de frequência

No início da implementação da televisão analógica, o espectro de frequências era pouco utilizado, principalmente nas faixas acima de 50 MHz, onde os canais das emissoras de televisão foram instalados. Neste panorama, a escolha da largura do canal e bandas de guarda poderiam ser feitas de maneira generosa. Atualmente, a situação é completamente diferente, pois o espectro está densamente ocupado por diversos tipos de serviços de comunicação. Um sinal NTSC / PAL (*National Television System Committee / Phase Alternation Line*) requer um canal que suporte a transmissão do sinal a uma taxa inferior, se comparado a um sistema HDTV. Assim, a acomodação de um canal de HDTV numa banda de 6 MHz exige eficientes técnicas de compressão de imagem e esquemas de modulação de múltiplos níveis.

Os padrões de TV Digital foram dimensionados para trabalhar numa faixa de frequência, se não igual, bem próxima das faixas alocadas para televisão analógica. Por exemplo, o sistema americano deve utilizar uma faixa de 6 MHz. Já o DVB-T e o padrão chinês devem utilizar preferencialmente uma banda de 8 MHz, mas podendo ainda trabalhar com uma largura de faixa de 6 MHz. O ISDB-T pode operar com as bandas de 6, 7 ou 8 MHz. Ainda que as faixas de frequência sejam bem menores que deveriam ser, a transmissão total das informações não fica comprometida graças às técnicas de compressão e modulação de múltiplos níveis.

2.3

Degradação do sinal no canal de comunicação

Os sistemas digitais tem características peculiares quando comparado aos sistemas analógicos, como por exemplo degradação suave do sinal sob o efeito de um canal de comunicações. Em sistemas analógico, a medida que a relação sinal ruído diminui, a qualidade da imagem também diminui. Uma escala seria imagem boa, passando a uma imagem pior (com chuviscos na tela), depois uma imagem com muito ruído até se obter uma imagem indefinida. Em sistema digitais isso não acontece, pois a medida que a relação sinal ruído cai, a imagem vai se mantendo perfeita até ultrapassar um determinado limiar, onde a imagem simplesmente desaparece. Assim, não é possível obter imagens com pouca qualidade em sistemas digitais como ocorre em sistemas analógicos.

Esta características dos sistemas digitais tem um efeito subjetivo devastador para o telespectador, pois em algumas janelas de tempo a informação simplesmente é cortada, ocasionando a perda de informação. Imagine uma pessoa assistindo um filme, onde todo minuto a imagem fica congelada por dois segundos. Esse efeito é muito desagradável, e certamente, se o telespectador tivesse opção, escolheria uma imagem ruim em troca da tela completamente congelada.

Em sistemas digitais ainda existem outras características ruins em relação a perda de informações. No caso onde o receptor está próximo à antena transmissora e a relação sinal ruído é considerada boa, a imagem pode ainda apresentar congelamentos devido ao efeito do multipercurso, que em alguns casos podem anular totalmente o sinal transmitido. É por este motivo que todos os padrões se preocuparam em desenvolver eficientes ferramentas de combate a todos os efeitos provocados pelo canal de comunicações.

2.4 SCM versus MCM

A comparação entre os sistemas SCM e MCM leva a interessantes relações de dualidade tempo-frequência. A técnica FDM (*Frequency Division Multiplex*) vem sendo empregada há muito tempo em sistemas telefônicos analógicos para transmissão de um grande número de sinais de voz por enlaces de microondas e satélites. Caracteriza-se por empregar uma faixa de frequência para cada canal telefônico, onde o espaçamento entre elas é escolhido de forma a otimizar ocupação espectral e ao mesmo tempo que permite na recepção uma adequada separação dos sinais por meio de filtros analógicos passa faixa. O uso do FDM para transmissão de dados é um pouco mais recente e seu interesse tem crescido principalmente com a utilização da FFT (*Fast Fourier Transform*) para transmissão de sinais de som e vídeo. As vantagens da modulação COFDM fizeram com que os padrões DVB-T e o ISDB-T o adotassem como padrão de transmissão de TV Digital.

A transmissão de dados tem sido tradicionalmente feita por técnicas de portadora única, como o VSB e o QAM. Os símbolos são transmitidos serialmente, o que significa que a janela temporal associada a cada símbolo é muito pequena para as altas taxas praticadas para transmissão de dados. As propostas atuais, que utilizam taxas de aproximadamente 20 Mbps, geram problemas técnicos difíceis, principalmente para radiodifusão de canais de TV, onde são inevitáveis os ecos e outros fenômenos de multipercurso. As técnicas de SCM de modulação digital de alta velocidade são muito sensíveis a ruído impulsivo, ao desvanecimento seletivo e ao multipercurso, que é causado por reflexão em montanhas, edifícios, vegetação, solo e aeronaves. O combate a estes problemas exigem o uso de equalizadores adaptativos muito complexos, com centena de *taps*. Por outro lado, a técnica de MCM aplicada à transmissão de dados digitais promove um desempenho muito melhor frente ao ruído impulsivo e múltiplos percursos, já que cada símbolo pode ter o seu período de transmissão aumentado, de tal maneira que seja muito maior que a duração do impulso de ruído e o intervalo de dispersão de propagação. Os sistemas MCM protegem o sinal antes de transmiti-lo, enquanto os sistemas SCM tentam eliminar as degradações do sinal provocadas pelo canal com equalizadores no receptor. Com o avanço das técnicas de equalização, espera-se que o desempenho dos sistemas SCM superem os do sistema MCM.

Diferentemente da técnica FDM, onde cada portadora é modulada em um canal independente dos demais, a transmissão de dados em siste-

mas MCM é realizada por diversas portadoras moduladas de uma forma conjunta. Assim, as informações são transmitidas paralelamente, diferente dos sistemas SCM, onde os dados são transmitidos em série. A modulação FDM digital transforma um canal de banda larga de alta velocidade em um grande número de sub-canais de faixa estreita de baixa velocidade. A figura 2.6 ilustra as bandas SCM e MCM.

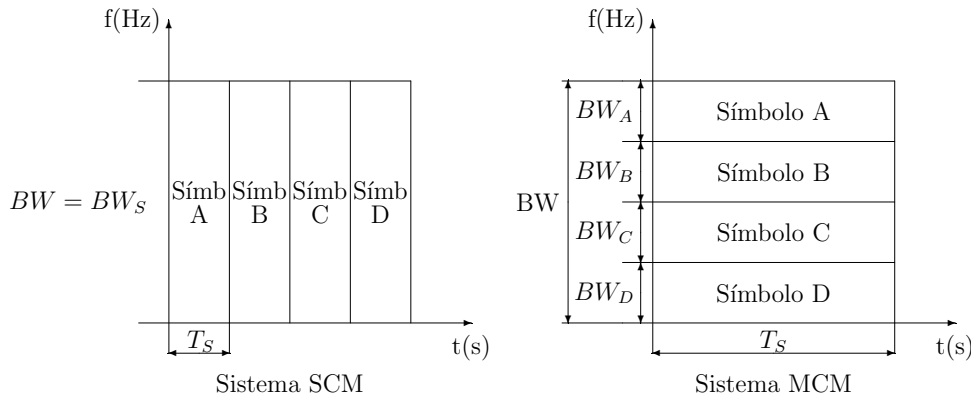


Figura 2.6: Comparação das bandas dos sistemas SCM e MCM

Inicialmente, a maior barreira para utilização da técnica FDM para transmissão de dados era a necessidade do uso de computação massiva e de memórias de alta velocidade. Hoje em dia este processamento é feito através de DSP (*Digital Signal Processing*) e VLSI (*Very Large Scale Integration*), que tem um desempenho satisfatório. A desvantagem da técnica MCM é a elevada complexidade de implementação dos processos de modulação e demodulação, que crescem com o aumento do número de portadoras. Felizmente não é necessário gerar e recuperar cada portadora separadamente, já que a técnica da Transformada de Fourier permite a operação de várias portadoras simultaneamente, dispensando o processo de separação das portadoras por filtragem.

A utilização da Transformada de Fourier para implementação da modulação MCM baseia-se nas propriedades de ortogonalidade do espectro de cada portadora, e daí o nome OFDM *Orthogonal Frequency Division Multiplex*. A ortogonalidade espectral otimiza o uso da banda além de simplificar enormemente a implementação, pois prescinde de filtragem explícita para separação de vários canais. As técnicas SCM são muito sensíveis a efeitos nocivos de curto prazo, como ruído impulsivos e multipercurso. As técnicas MCM/OFDM não são tão sensíveis a estes fenômenos se a duração da transmissão de cada símbolo for muito maior que a duração destes fenômenos perturbadores. Por outro lado, elas são muito sensíveis a interferências senoidais, erros de fase e frequência.

A técnica de transmissão é de suma importância para o desempenho de um padrão de TV Digital, mas não é o único fator determinante. As técnicas de codificação interna e externa, bem como a largura da banda alocada para transmissão vão influenciar no desempenho final. As tabelas 2.1, 2.2 e 2.3 fornecem os parâmetros que caracterizam os principais padrões de TV Digital, e nas sessões a seguir cada um destes padrões é tratado mais profundamente.

Parâmetro	ATSC Modo terrestre	Chinês modo terrestre		
		Fixo	Móvel	Dados
Banda	6 MHz	8 MHz		
Modulação	8 VSB	64 OQAM	16 OQAM	4 OQAM
Cod. externo	RS(207, 188)	RS		
Cod. interno	TCM(2/3) *	TCM(2/3) *	TCM(1/2) *	
Taxa útil	19, 28 Mbps	25, 24 Mbps	12, 62 Mbps	6, 31 Mbps
Tom piloto	1	2		

Tabela 2.1: Resumo dos parâmetros dos sistemas com portadora única

* TCM (*Trellis Coded Modulation*) é um tipo de codificação por treliça.

Parâmetro	COFDM	
	Modo 8k	Modo 2K
Largura de banda	8 MHz	8 MHz
Num de portadoras	6817	1705
Banda de guarda	1116 Hz	4464 Hz
Duração do símbolo	896 μ s	224 μ s
Modulação	QPSK, QAM16 e QAM64	
Codificador externo	RS(204,188)	
Codificador interno	Código Convolutacional	

Tabela 2.2: Resumo dos parâmetros do sistema DVB-T

Parâmetro	ISDB-T		
	Modo 1 (2k)	Modo 2 (4k)	Modo 3 (8k)
Largura de banda	6 MHz, 7 MHz ou 8 MHz		
Num de portadoras	1405	2809	5617
Banda de guarda	3968 Hz	1984 Hz	992 Hz
Duração do símbolo	252 μ s	504 μ s	1008 μ s
Modulação	DQPSK, QPSK, QAM16 e QAM64		
Codificador externo	RS(204,188)		
Codificador interno	Código Convolutacional		

Tabela 2.3: Resumo dos parâmetros do sistema ISDB-T

2.5

O padrão americano

O padrão americano de TV Digital proposto pelo ATSC [4] [10] se baseia na premissa que seu padrão é de fácil implementação e com alta fidelidade. A idéia é criar expectativas no público pela alta qualidade de vídeo e som.

A taxa de dados útil máxima garantida pelo sistema é de 19,39 Mbps, utilizando uma banda de 6 MHz. Alternativamente, o ATSC pode operar em com uma banda de 7 MHz ou 8 MHz. Este sistema é baseado no padrão MPEG2 transporte, que gera pacotes de 187 bytes de tamanho mínimo de dados. A codificação de canal é baseada no codificador RS(207,187,t=10), que corrige até 10 bytes errados por bloco, seguido por um entrelaçador e por um codificador em treliça, que faz o papel do codificador interno. Os bytes de redundância que são agregados a estes pacotes para promover a correção de erros (FEC - *Forward Error Correction*) formarão segmentos de 832 símbolos. Estes símbolos ocorrerão a uma taxa de 10,762 Msps que implica numa duração de:

$$T = \frac{1}{S_r} = \frac{1}{10,762 Msps} = 92,917 ns \quad (2-1)$$

Um diagrama em blocos do padrão é apresentado na figura 2.7.

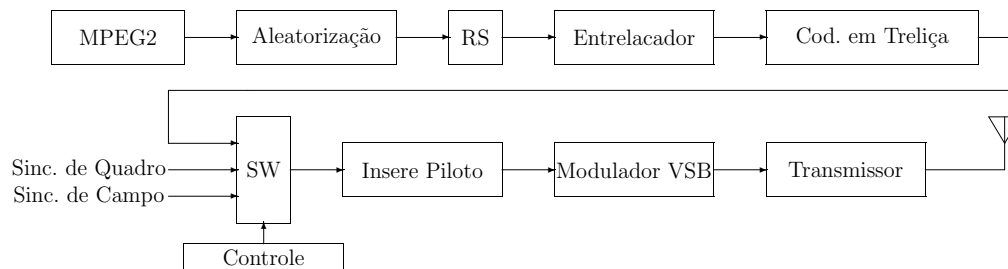


Figura 2.7: Diagrama em blocos básico do ATSC.

O sistema permite atingir várias qualidades de imagem através de 18 formatos de vídeo diferentes (SDTV, HDTV ou qualidades intermediárias atingidas através de diferentes taxas de quadro). O ATSC permite ainda a transmissão de dados.

Este sistema foi desenvolvido para operar em canais com várias características de atenuação, desde o AWGN, multipercursos, ruídos impulsivos e de fase. Ainda, ele é preparado para operar em bandas densamente ocupadas, com ótima eficiência espectral, sem sofrer a interferência do sinal de TV NTSC.

O esquema de modulação utilizado é um esquema de portadora unitária (SCM), conhecida como modulação 8 VSB. Os principais parâmetros são apresentados na tabela 2.1.

2.6 O padrão chinês

A China está desenvolvendo seu próprio padrão de TV Digital, com características de recepção fixa e móvel nos padrões HDTV, SDTV e um canal de dados [13] [10]. O sistema permite três tipos de transmissão, com ótimo desempenho *indoor* e com recepção móvel. É um sistema único e com grandes perspectivas de sucesso, pois possui um grande mercado potencial, a própria população da própria China.

O ADTB inclui 3 modos de transmissão utilizando o esquema de modulação OQAM. Utilizando uma banda de 8 MHz, a taxa de dados máxima para receptores fixos é 25,24 Mbps enquanto para receptores móveis a taxa é de 12,62 Mbps. Como o sistema foi projetado para uma banda de 8 MHz, estima-se que as taxas para um canal de 6 MHz, como é o caso do Brasil, sejam de 18,93 Mbps para recepção fixa, 9,465 Mbps para recepção móvel e 4,733 Mbps para o canal de dados em receptores móveis.

A banda útil deste sistema é de 7,14 MHz, com bandas laterais de guarda de 430 KHz. Então 12% da banda total é dedicada às bandas de guarda, que contém um piloto no centro de cada uma. Outras características do sistema são:

- Os receptores podem ajustar a um modo de recepção apropriado dependendo das condições de recepção.
- Os tons piloto fornecem diversidade pois são transmitidos em paralelo e permitem uma recuperação da portadora e do relógio de dados.
- O sistema possui boa eficiência espectral e alta taxa de bits.
- O sistema pode ser facilmente convertido para trabalhar com faixas de frequência de 6 MHz e 7 MHz, apesar de ter sido inicialmente concebido para operar numa banda com 8 MHz.
- Esquemas avançados de equalização e estimação do canal permitem o equalizador seguir melhor as variações do canal, fornecendo recepção móvel e *indoor* confiável.
- Referências de sincronismo e de quadro permitem uma sincronização rápida e confiável e uma precisa estimação do canal sobre diversas condições de transmissão.

2.7

O padrão europeu

O padrão europeu [7] foi desenvolvido para atender diversas necessidades de vários países, e por isso é um padrão muito flexível no que diz respeito a modos de configuração (um total de 126 possíveis configurações). Este sistema permite transmitir diversas qualidades de vídeo numa banda de 8 MHz, desde SDTV a HDTV.

Este padrão também utiliza o OFDM como método de transmissão do sinal, e por haver uma codificação anterior, é denominado COFDM (*Coded OFDM*). A codificação do canal, como explicado anteriormente é realizada para diminuir o efeito do canal sobre o sinal transmitido, diminuindo assim o número de erros. O DVB-T usa como codificador externo o RS(204-188) (*Reed-Solomon*) e o codificador convolucional como codificador interno. As constelações de modulação escolhidos para este padrão são o QPSK, QAM16 e o QAM64. Um diagrama em blocos do sistema é apresentado na figura 2.8

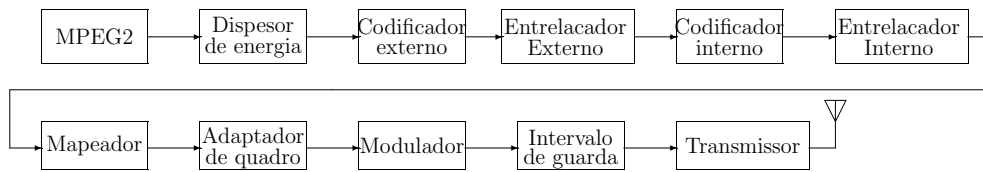


Figura 2.8: Diagrama em blocos básico do DVB-T.

A transmissão hierárquica de dois níveis é prevista no DVB-T. Isso possibilita o uso de técnicas de escalonamento de dados definida pelo padrão MPEG2. O sinal transmitido é organizado em quadros com 68 símbolos OFDM. Cada símbolo é composto de K portadoras, chamadas de células, sendo que $K = 1705$ para modo de transmissão 2K e $K = 6817$ para o modo 8K. Após a montagem do quadro um intervalo de guarda é inserido no início de cada símbolo, para aumentar a proteção contra os efeitos do multipercurso.

Assim como no padrão japonês, que será apresentado a seguir, o DVB-T tem várias taxas de transmissão útil de dados, sendo que estas dependem da configuração utilizada na codificação do canal. Como o DVB-T foi desenvolvido para utilizar uma banda de 8 MHz, a taxa de bits deve ser reduzida para que este padrão possa operar em uma faixa de 6 MHz. Neste caso, a máxima taxa alcançada é 23.75 Mbps, e que ainda sim permite a transmissão de HDTV. Lembrando que a taxa mínima requerida para transmissão de HDTV é 19,39 Mbps.

2.8 O padrão japonês

O sistema ISDB-T [14] pode transmitir vídeo, som, dados ou uma combinação dos três, pois tem uma grande flexibilidade de configuração, graças ao modo como foi concebido. O modo como sua banda é segmentada define seu método de transmissão, conhecido como BST-OFDM (*Band Segmented Transmission*). Ele possui 13 segmentos distintos que podem ser configurados de 3 modos diferentes. Cada um destes modos, que são denominadas camadas do sistema podem ser moduladas de forma independente através de esquemas de modulação multiníveis, e transmitidos por um sistema MCM, que é o OFDM. Este sistema pode ser visto como uma variante melhorada do sistema europeu. Suas principais características são:

- Transmissão de HDTV SDTV e LDTV (*Low Definition Television*).
- Transmissão de múltiplos programas.
- Serviços interativos e multimídia de alta qualidade para receptores móveis e fixos.
- Transmissão hierárquica, permitindo uma configuração diferenciada para diferentes receptores inclusive para recepção parcial.

Todos sistemas apresentam qualidades e deficiências, cabendo vários estudos e análises para definição do padrão mais eficiente. Após uma enorme pesquisa e a avaliação de vários testes com os padrões, inclusive um teste completo desenvolvido pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), pode-se dizer que, hoje em dia, o sistema ISDB-T é tecnicamente mais completo. Este é o principal motivo da escolha deste padrão como assunto deste trabalho, sendo que nos próximos capítulos vamos abordar todas as suas características em detalhes, apresentado suas principais virtudes, seus maiores defeitos e até sugerir possíveis mudanças, como forma de melhorá-lo ainda mais.