

# A Nova Era da Radiodifusão Sonora Digital

Marcus Manhães<sup>1</sup>

02/07/2007

*“Como é possível pensar o presente, e um presente bem determinado, com um pensamento elaborado por problemas de um passado bastante remoto e superado?”*

*Se isto ocorre, nós somos anacrônicos em face da época em que vivemos, nós somos fósseis e não seres modernos”*

*Antonio Gramsci, 1930*

## Resumo

Este texto foi elaborado para radiodifusores e para a sociedade brasileira em geral, leigos ou especialistas. Objetiva-se uma discussão, pedagógica e não parcializada, sobre a digitalização da radiodifusão sonora brasileira. Efetua-se uma imediata contextualização histórica para destacar fenômenos de transição tecnológica e seus efeitos no contexto da radiodifusão. Evidencia-se o cenário atual e obstáculos a serem transpostos para uma verdadeira evolução de serviços em radiodifusão sonora. Destacam-se, adicionalmente, os limites tecnológicos apresentados pelas alternativas consideradas para a digitalização dos serviços em AM e FM.

## 1 Introdução

Este trabalho foi, principalmente, produzido em jornadas noturnas, logo após as crianças dormirem...

O século XX foi marcado, mundialmente, pela tecnologia do rádio. Festivamente, a radiodifusão sonora brasileira estreou no ano de comemoração do Centenário da Independência, em 1922. Com lancinante certeza, desde aqueles dias os sentidos de liberdade e de democracia poderiam ter impregnado o rádio brasileiro – algo que ainda não aconteceu em plenitude – o radiodifusor é forçado a ceder espaço de programação<sup>2</sup> e existem obstáculos para efetivar-se canais públicos. Em irônica conjectura, estes sentidos foram impedidos pelos efeitos físicos decorrentes da propagação eletromagnética e, ainda, por fortuito do efêmero poder imbuído na comunicação que tal propagação conduz.

Hoje, o discurso é a digitalização do rádio e sua revitalização, hipótese de que trata-se de manter o *status quo*. O debate desencadeia-se em cenários públicos, e mesmo naqueles privativos dos radiodifusores, tal qual fosse um todo: único, simples, inequívoco e sem ambigüidades. A digitalização do rádio no Brasil é alardeada como um processo contínuo, das sucessivas evoluções tecnológicas ocorridas desde aquele evento em 1922. A digitalização é compreendida como manifestação seqüencial ao que já existe, e que irá persistir.

Os representantes oficiais da radiodifusão sonora brasileira compreendem que a digitalização é crucial e deverá apresentar-se como atualização tecnológica. Objetiva-se manter o serviço preexistente, em todo seu contexto, evidenciando a melhoria na qualidade sonora para a radiodifusão em VHF e em OM. A conquista adicional restringe-se em obter multiprogramação e

---

1 Iniciou sua carreira como pesquisador em telecomunicações em 1984. Mestre em Educação, cursa disciplinas em Política, Ciência e Tecnologia na Unicamp. Coordenador técnico do Laboratório de Convergência e Conteúdos Digitais da Diretoria de TV Digital na Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CPqD. Está diretor de C&T no Sindicato dos Trabalhadores em Pesquisa, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Sintpq.

2 Programas partidários, Hora do Brasil, dentre outros.

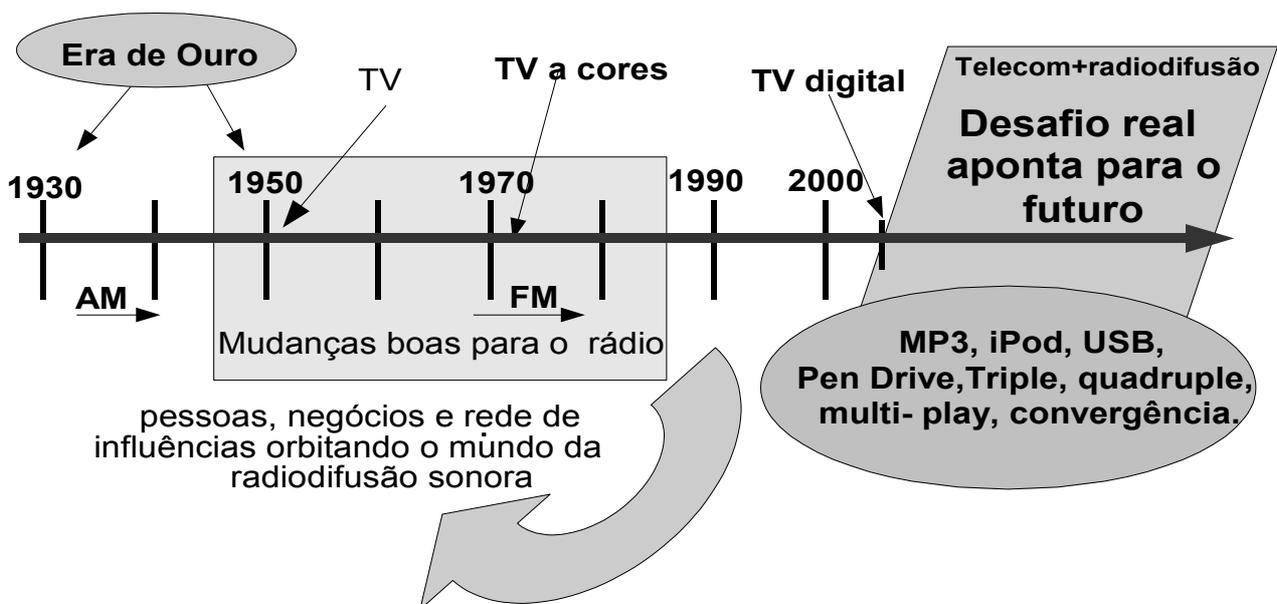
serviços de dados em baixíssima taxa, a serem admissíveis apenas na faixa de VHF, utilizada pelo atual serviço em FM. Reafirmando-se a disparidade da OM, onde a banda é significativamente mais estreita para qualquer outro objetivo além de uma relativa melhoria no áudio

Por algum tempo, manifestamo-nos deste mesmo ponto de observação. Elaboramos, como muitos, uma opinião sobre cada uma das possíveis tecnologias consideradas no panorama mundial. A consequência, para todos aqueles que procederam desta maneira, foi optar por uma das poucas tribunas reservadas a ataques ou defesas das soluções encontradas. Um insight e tomarámos consciência de que tal antagonismo se dá em nível, absolutamente, restritivo. Compreendêramos, então, que a escolha decorrente deste limitado embate será incapaz de dissolver o real desafio que se encontra à nossa frente.

## 2 Fatos na linha do tempo

Consideramos importante destacar, numa linha de retrospectiva que segue para o futuro, algumas ocorrências que se atrelam às alterações tecnológicas e seus impactos. Disto, identificamos algumas propensões para, então, avaliarmos o fenômeno no tempo presente e iluminarmos nosso entendimento do real desafio para a radiodifusão sonora brasileira.

Substanciando o processo, apresentamos a Figura 1, a seguir:



**Figura 1: Ocorrências no tempo**

Era de Ouro, nos anos decorridos entre 1930 e 1950 o rádio incorporou-se ao cotidiano das pessoas de todas as classes sociais. O rádio revelou-se fonte efetiva de entretenimento e de informações sobre uma audiência sempre crescente. Como efeito, surgiu o que denominamos Radiocentrismo: pessoas, negócios e rede de influências orbitando o mundo da radiodifusão. Admitimos que tal conceituação pode ser apurada sob a óptica da comunicação, e das mídias. Entretanto, nessa elaboração enfocamos a tecnologia de radiodifusão como estrutura de sustentação, que permanece em atuação até o momento presente, e que é foco para digitalização.

Desde o final da Segunda Guerra até a metade dos anos 1980 as mudanças tecnológicas foram muito expressivas e favoráveis para o rádio e, até mesmo, para a concepção de uma indústria eletrônica nacional. Nos anos 50, um susto! Com a implantação da televisão brasileira, houve muito

temor de que o negócio de radiodifusão sonora fosse extinto. Não havia força política capaz de impedir aquela transformação tecnológica. Considerar migrar para a transmissão televisiva exigia investimento financeiro elevadíssimo.

Passado o primeiro impacto, rapidamente as coisas ficaram mais claras. Percebeu-se que o espaço do rádio sonoro estava preservado. Da competição no mercado de publicidade, distribuição de audiência e acesso às classes sociais, nos horários distribuídos ao longo do dia, evidenciou-se que haviam diferenças e complementaridades entre a televisão e o rádio. Os próprios empresários da televisão perceberam vantagens em estender investimentos para emissoras de rádio. Entretanto, desta evolução tecnológica surgira a primeira distinção entre radiodifusores: televisão – a classe especial; radiodifusão sonora – outra classe, que se subdividia em faixas para cobertura local e para áreas distantes, resultado das diferenças de propagação em ondas médias, curtas e tropicais.

Novo fato, a industrialização massiva dos transistores bipolares permitiu a miniaturização dos rádios e a aplicação de fontes de energia pequenas e descartáveis. Isso representou a viabilidade de transportar um receptor para qualquer lugar em qualquer hora – a portabilidade. Imediatamente, ocorreu a incorporação de rádios transistorizados nos veículos automotivos, substituindo aqueles incômodos e frágeis rádios valvulados. Os receptores foram aos estádios de futebol e, até mesmo, foram jogados<sup>3</sup> nos juizes incompreendidos.

Desde os anos 1960, passou-se à aplicação dos sistemas de rádio com modulação em frequência, que, aos poucos, veio tomando audiência e dominando as transmissões para cobertura em área local. Os principais argumentos voltaram-se para a qualidade sonora, com menor nível de ruído, maior robustez às interferências e efetivação de estereofonia em alta fidelidade. Somente na década de 70 os radiodifusores migraram em profusão para o VHF/FM. Desde então, aqueles que se mantiveram no rádio AM, especialmente em ondas médias, por circunstâncias diversas, observaram uma significativa queda de audiência. A distinção entre radiodifusores se refinou: televisão – a classe especial; radiodifusão sonora FM – dominante na cobertura local; radiodifusão sonora AM – a alternativa na cobertura local e única em serviço à distâncias.

Até então, num contexto comum a todos radiodifusores, as transformações tecnológicas foram favoráveis, pois representaram crescimento no número de espectadores. Mais pessoas tiveram acesso e interesse voltados para a radiodifusão sonora, mais regiões do país foram atendidas, enfim, ocorreu um crescimento exponencial de audiência. O rádio fora, efetivamente, incorporado ao cotidiano das pessoas, imersas em seu meio social.

Por simples e óbvia que consideremos tal constatação, prevalece o entendimento, inconsciente para muitos, de que as mudanças tecnológicas são favoráveis à radiodifusão sonora. O desdobramento lógico deste continuum histórico é manter tal concepção, exceto se algo com ação externa nos despertar para novos elementos, diferentes de tal ordem natural.

Atualmente, as novas mídias de armazenagem e reprodução de áudio provocam rupturas na forma de interagir com o rádio. A tecnologia, progênie e aliada histórica do rádio, reapresenta-se como um obstáculo – mais poderoso que todos os outros empecilhos concebíveis – metamorfoseando-se em comportamento socio-tecnológico que está mergulhado num novo contexto de serviços e de mercado. Não é admissível desenvolver tecnologias aplicáveis às massas populacionais sem considerar os comportamentos sociais.

Novos dispositivos de reprodução audiovisual irrompem o mercado internacional, sem restrições

---

3 A mão, pequeno e barato não contém a índole do arremessador.

técnicas de dimensão, capacidade, tempo de operação, recarga de energia, etc. As interações destes novos aparelhos adaptam-se em diferentes infraestruturas de redes, televisores, telefones celulares, multiformatos e multimídias. Estes dispositivos são concebidos como produtos que se articulam às expressões socio-culturais, individuais e coletivas.

Para pensar mudanças tecnológicas no rádio, de jeito consciente, devemos compreender que os desafios não estão colocados, apenas, nas características técnicas que determinem robustez na propagação eletromagnética e na qualidade sonora a ser obtida. Outros serviços e dispositivos, que oferecem individualização extrema já disputam o mesmo mercado: o ouvinte.

### 3 Efeito da convergência na radiodifusão

A nova evolução tecnológica, decorrente da digitalização e otimização de processamentos digitais, teve início nos dispositivos de telecomunicações. O impacto destas evoluções nas redes de telecomunicações, e nas empresas prestadoras destes serviços, está em curso inicial, mas já entende-se avassalador. Modelos de negócio, fusões e investimentos incrementais ou transformadores estão em cabal elaboração.

A tecnologia digital neutraliza fronteiras entre serviços oriundos de redes distintas, exigindo ousadia empresarial. O mundo telecomunicações avança sobre serviços da, até então, distinta radiodifusão. Não mais se trataria de regulamentação legal, uma pseudo-estrutura tal qual um dique de contenção e manutenção da separação. Usuários-ouvintes são seduzíveis, especialmente, pelas aplicações da tecnologia que estão materializadas em dispositivos personificados.

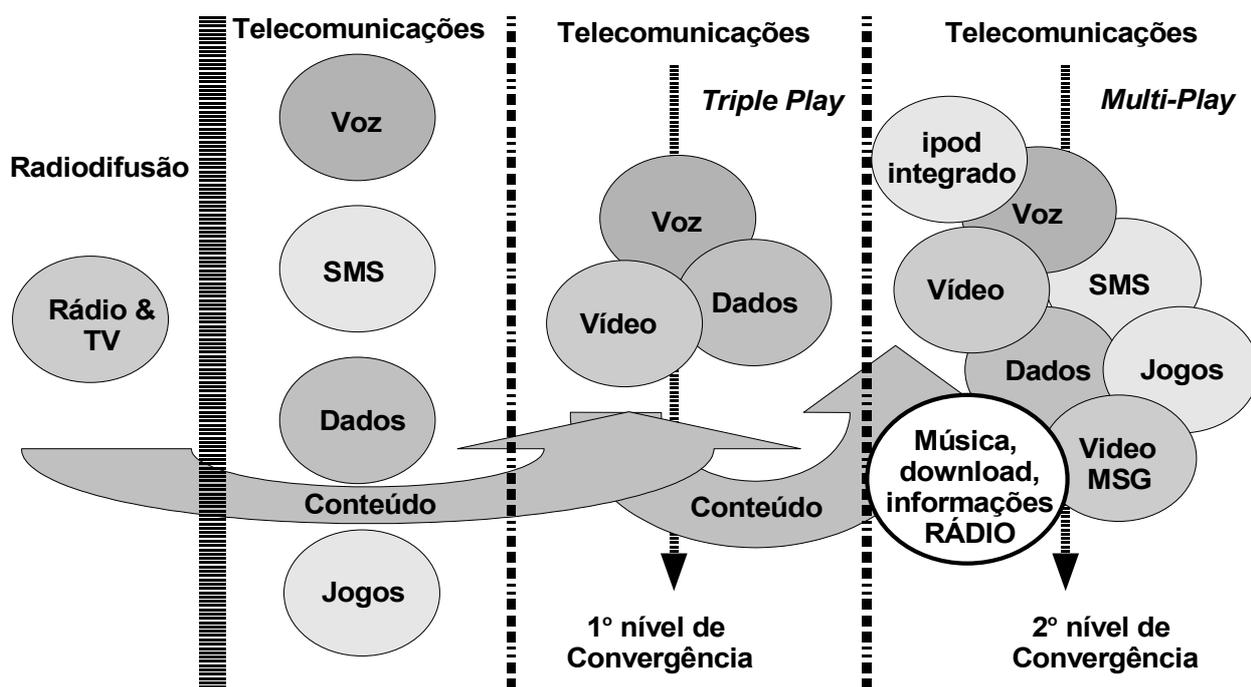


Figura 2: Movimento à convergência

Na Figura 2 apresentamos a diversidade de serviços que estão em implementação pelas redes de telecomunicações em ação de convergência. Os serviços originais de voz passaram da condição de serviço principal para um serviço complementar. Largura de banda em serviços de dados é recurso primordial. Cada tecnologia de estruturação de rede é levada à maximização e otimização de banda; qualidade de serviço é princípio. Há tendências de que redes fixas se fundamentem em fibras

ópticas e que as redes móveis se encaminhem para sistemas em multiportadoras, tal qual estão empregadas na modulação OFDM - *Orthogonal frequency-division multiplexing*.

A maximização de banda é objetivada, essencialmente, para a implementação de serviços múltiplos e, principalmente, individualizados. Com isso, as redes de telecomunicações passam a demandar conteúdos diferenciados, cuja especialização para seu preparo está, historicamente, em mãos da radiodifusão.

Objetivamente, tal consideração não é fruto de elaboração ficcional. Especialmente, em outros países as redes de telefonia móvel celular já oferecem serviços de rádio, como pode ser observado em campanhas publicitárias, p. ex. no endereço eletrônico: <http://www.mobitv.com/radio/radio.php><sup>4</sup>

*“ Listen to over 50 channels of digital radio on your mobile phone!  
Get unlimited access to commercial-free digital music. The latest Hip Hop, R&B, Rock, Jazz,  
Country, and more.  
Catch up on news, sports, and weather by tuning into MobiRadio’s latest talk radio additions  
including NPR, FOX News, ESPN Radio, The Weather Channel, and more!  
Get MobiRadio on these Cingular phones  
Start listening to Radio on your phone.  
Go to Cingular Mall  
Select Shop Applications  
Select Entertainment  
Choose MobiRadio  
Follow the onscreen prompt to get MobiRadio  
Enjoy Radio On the Go!”*

Conforme nossa elaboração, compreendemos que este nível de diferenciação em serviços constitua um segundo nível de convergência, que está fundamentada na capacidade do dispositivo *handheld*<sup>5</sup> e, adicionalmente, na diversidade de serviços oferecidos pela rede. Admitimos que o mesmo fenômeno se reproduzirá no Brasil.

Naturalmente, reconhecemos a dificuldade de expansão dos serviços de telecomunicações no território nacional e, em sentido oposto, sua rápida disseminação e atualização nos grandes centros urbanos brasileiros. Áreas onde os sistemas de telecomunicações estão mais análogos ao estado da arte coincidem com as áreas onde ocorrem maior número de emissoras de rádio, especialmente em FM. Nestas áreas ocorrem as maiores concentrações de ocupação espectral e, concomitantemente, são perceptíveis os efeitos de degradação e de interferências que oprimem a qualidade do serviço na radiodifusão sonora.

Por discrepância, em áreas de menor conurbação a radiodifusão sonora é fonte essencial, muitas vezes única, de informação e, mesmo, de comunicação. Nem por isso, tais localidades estarão indefinitivamente isoladas da evolução tecnológica. Há esforço e financiamento para que a inclusão digital seja efetiva em todo o território nacional.

---

4 Pelo dinamismo da internet, este link deve ser, rapidamente, invalidado.

5 Dispositivos portáteis na palma da mão.

## 4 Tecnologias de radiodifusão digital

Surgiram diversos sistemas de radiodifusão digital que propõem melhoria na qualidade sonora e maior resistência a interferências. Estes sistemas permitem multiprogramação e transmissão de dados em baixas taxas, admitindo-se serviços adicionais aos programas de áudio, exclusivamente, adaptáveis à tal condição restrita. Destaca-se que em aplicações nas faixas de OM, OT e OC a multiprogramação é restritiva para *simulcasting in band*.

Consideremos as seguintes opções tecnológicas:

Sistema	Origem	Faixa de Frequência	<i>Simulcasting</i>
DAB - Eureka 147 Digital Audio Broadcasting	Europa	VHF e UHF (banda L)	Em outro canal e faixa
IBOC HD Radio	EUA- ibiquity	HF(OM) e VHF (FM e OM)	No mesmo canal
ISDB-Tsb	Japão	UHF (TV)	Em outro canal e faixa
DRM	Consórcio EUA-Europa	HF (OM,OT,OC) VHF( FM <sup>6</sup> )	Em outro ou no mesmo <sup>7</sup> canal
FM Extra	EUA - Digital Radio Express	VHF(FM)	No mesmo canal, em sub-portadora na banda base

**Tabela 1: Sistemas rádio digitais disponíveis**

Dentre as tecnologias na Tabela 1, os sistemas HD Radio, ISDB-Tsb e FM Extra são oriundos de tecnologias denominadas proprietárias. Em consequência, especificamente a norte americana ibiquity tem investido fortemente nas ações mercadológicas e de lobby para a adoção do HD Radio no cenário mundial e, principalmente aqui no Brasil. É incontestável sua manifestação de estrutura empresarial e mercadológica em apoio ao sistema – algo que não é evidenciável por qualquer dos demais sistemas. Para o HD Radio, a indústria de receptores é ativa e evidencia alternativas de modelos para recepção veicular e residencial, porém ainda não *handheld*<sup>8</sup>. Esses são fortes argumentos em defesa da adoção de tal tecnologia, muito utilizados por aqueles que a defendem.

Dentre as alternativas, a oposição transversal ao que o sistema HD Radio propõe é representada pelo DRM. Não há expressiva estrutura industrial e comercial de apoio à sua adoção. Naturalmente, como tecnologia aberta, encontram-se informações, na internet, que viabilizam a construção de transmissores e de receptores baseados nesse sistema. Os transmissores são fundamentados em dispositivos de SDR- *Software Defined Radio*, que se materializam com dispositivos acopláveis em computadores pessoais. O transmissor se completa ao se convergir o sinal do dispositivo SDR para um amplificador de potência, conectado num sistema irradiante. Porém, exige-se conhecimento de programação em *software*, para a efetiva concretização do transmissor em face às exigências de distribuição de portadoras no domínio da modulação OFDM, a serem otimizadas para robustez que sustente os mecanismos de propagação diferenciáveis nas faixas específicas: OM, OC, OT.

6 Em desenvolvimento.

7 Idem.

8 A tecnologia atual consome 400mW, impossibilitando a alimentação por pilhas e baterias de baixa potência.

Os receptores DRM tornam-se simples dispositivos eletrônicos de conversão de frequência que, também, são acoplados em computadores pessoais e, através de softwares em concepção livre, transformam o sinal recebido e decodificado em áudio, banda-base, estereofônico. Já é factível ouvir a BBC inglesa, em território brasileiro, com qualidade sonora superior à de uma estação FM local.

O sistema japonês ISDB-Tsb tem familiaridade com o sistema adotado para a TV digital brasileira. Entretanto, não há qualquer evidência de sua implementação para sustentar a radiodifusão sonora, já que seu real potencial se maximiza na mobilização da TV digital, algo que pode chamar atenção de radiodifusores da TV ou de empresas de telecomunicações, em encaminhamento de convergência. Na aplicação da TV móvel outro sistema merece maior atenção, devido à sua superioridade de desempenho e flexibilidade: DVB-H<sup>9</sup>.

O DAB, ou Eureka 147, é alternativa que oferece ruptura no modelo de distribuição. Seu potencial se maximiza quando aplicado em conjunção aos serviços de satélite e redes terrestres de repetição do sinal. Parece-nos muito distante da realidade brasileira.

O FM Extra é caracterizado pela modulação de uma sub-portadora a ser inserida na banda base que, posteriormente, é modulada em FM. Entre todos, é o que produz o menor impacto no atual sistema transmissor, exclusivamente aplicável para a digitalização do VHF-FM. Sequer foi considerado em debates ocorridos no Brasil.

## 5 *Simulcasting*

Para proporcionar um período de transição tecnológica é prevista a manutenção simultânea das transmissões digital e analógica, que denomina-se período de *simulcasting*. Note-se que no *simulcasting* ocorrerá maior ocupação do espectro, pois os sinais analógicos e digitais nunca estarão totalmente sobrepostos.

Nos sistemas denominados *in-band* parte das transmissões digitais são alocadas nas bandas laterais, especialmente, onde admite-se emissões de espúrios dos transmissores analógicos. Estas bandas laterais estendem-se aos canais adjacentes, superior e inferior, caracterizando-se, efetivamente, como sistemas *out-of-band*.

A forma de *simulcasting* denominada *in band* exige linearização do transmissor analógico para redução substancial de espúrios que se sobreporiam ao sinal digital modulado. Particularmente, quando o transmissor opera em AM, torna-se crítica a otimização de toda a banda a ser utilizada para a transmissão do sinal digital, maior do que aquela ocupada pela modulação exclusivamente analógica. Variações de fase, impedância e amplitude são critérios efetivos para a qualidade do sinal digital transmitido.

Atentamos que o *simulcasting*, em todos os sistemas por nós considerados neste trabalho, é realizado em outra alocação espectral, mesmo que ocorra na canalização adjacente, tal qual se dá no *in band*.

## 6 Análise de alternativas de digitalização no HF

Inicialmente, caracterizamos os serviços disponíveis em HF:

---

<sup>9</sup> O Sistema de TV móvel europeu oferece, numa banda de 6 MHz, mais de 25 canais de TV em TV de baixa definição.

a) Serviço de Onda Média - OM de 525 a 1.605kHz, expansível até 1.705 kHz. O OM é adequado para a radiodifusão local e, no período noturno, possibilita cobertura regional. O mecanismo de propagação predominante é denominado onda de superfície e exige polarização vertical da antena transmissora, para minimizar a atenuação pela absorção do solo, fenômeno independente da técnica de modulação utilizada.

b) Serviço de Onda Curta - OC que é sub-dividido em 5.950 – 6.200; 9.500 – 9.775; 1.700 – 11.975; 15.100 – 15.450; 17.700 – 17.900; 21.450 – 21.750; e 25.600 – 26.100 kHz. O OC é adequado para a radiodifusão entre áreas distantes, diferentes regiões do país ou mesmo cobertura internacional. Nesta faixa de frequência dois mecanismos de propagação são expressivos: x) onda de superfície, para curta distância do transmissor; y) refração ionosférica, que propaga o sinal em áreas distantes do transmissor. Devido aos mecanismos de propagação, ocorre um lapso entre a cobertura local e a distante – zona de silêncio – na qual não é possível a recepção. Objetivando-se localidades distantes e específicas, pode ser efetuado o ajuste de ângulo de irradiação, que é variável com a frequência de operação e com a camada ionosférica<sup>10</sup> que reflete as ondas à superfície terrestre.

c) Serviço de Onda Tropical - OT, sub-dividido em 2.300 – 2.495; 3.200 – 3.400; 4.750 – 4.995; e 5.005 – 5.060 kHz. Esta faixa está alocada sobre as de OM e OC, exibindo comportamento de propagação correlativo. As transmissões objetivam longas distâncias internacionais, aplicam-se destinos variados, em diferentes horários, para minimizar efeitos de interferência das atividades solares, que afetam a propagação ionosférica.

Construímos análises de duas alternativas mais cotadas para o HF: IBOC-AM e DRM. O nível de análises considera uma visão geral da tecnologia, portanto, uma descrição<sup>11</sup> detalhada não é objetivada.

## 6.1 DRM

O Digital Radio Mondiale - DRM inicialmente objetivou a transmissão digital, exclusivamente, nas sub-faixas HF, em substituição ao sistema analógico que utiliza modulação em amplitude. Com a adoção de idêntica canalização e largura de banda, a capacidade de transmissão de dados – taxa líquida do sistema – tornou-se implícita, apresentando-se reduzida. Porém, suficiente para atender o único objetivo de obter melhoria na qualidade sonora. A flexibilidade da tecnologia digital, no entanto, proporciona alguns serviços de dados, que podem ser aplicados, desde que sejam dinamicamente intercalados com o áudio, ou diluídos no tempo.

O DRM é adaptável em diferentes planos de transmissão que apresentam largura de banda base distintas, segundo objetivos e canalização de cada país. Aplicam-se modos de operações para 4,5; 5; 9 ou 10 kHz, reunindo as transmissões digital e analógica, em *simulcasting*.

A modulação digital empregada é o COFDM – *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. Aplicam-se modulações em quadratura sobre múltiplas portadoras sequencialmente dispostas e muito próximas umas das outras. A aplicação de técnicas que reforçam a robustez do sinal, frente aos efeitos degradantes da propagação, são significativas para o bom desempenho deste sistema.

Os efeitos de *fading*, nulos de frequência, variações de amplitude e de fase são otimizados de modo peculiar para cada uma das sub-faixas de frequências do HF, devido às diferenças de

---

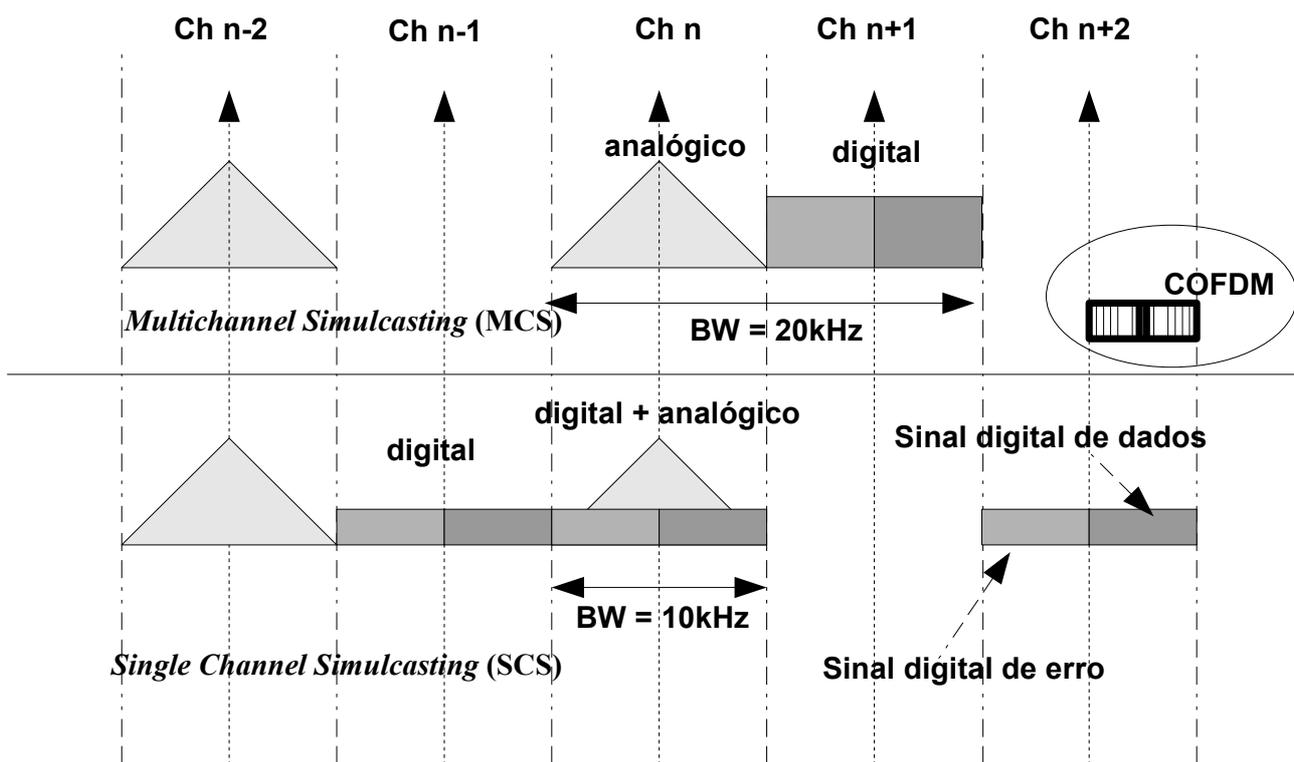
10 Camada mais alta da atmosfera terrestre que apresenta fenômeno de ionização de moléculas gasosas.

11 Há muitos textos disponíveis na internet para subsidiar os leitores que busquem o conhecimento específico.

comportamento na propagação. Conseqüentemente, a distância entre sub-portadoras, banda de guarda e aplicação de códigos corretores são diferentes em cada serviço do HF. Sendo assim, a capacidade de transmissão de dados varia dentro as sub-faixas de frequência, não obstante o uso de idênticas bandas de canalização.

Para compensar interferências das atividades solares, no modo de propagação ionosférica, são recomendáveis transmissões simultâneas em diferentes frequências, que podem ser selecionadas dinamicamente no receptor, segundo a qualidade do sinal recebido. Em decorrência, os receptores devem ser elaborados para sustentar diversidade de frequência, exigindo multiplicação de *front ends*<sup>12</sup> e processamentos digitais, afim de combinar sinais distintos ou, mesmo, estabelecer seleção.

Admite-se transmissão simultânea para os sinais analógico e digital em alocações espectrais, organizadas conforme é demonstrado na Figura 3. No modo MCS – *Multichannel Simulcasting* a informação digital é alocada integralmente num outro canal, adjacente ou não. Deve-se ter em conta que a arquitetura de radiofrequência torna-se complexa, exigindo transmissores distintos ou, mesmo, uma combinação dos sinais analógico e digital em um mesmo sistema irradiante. São exigidos desempenhos rigorosos das características de transmissão para o amplificador de potência, linha de transmissão e sistema irradiante. O maior rigor é exigido para fase diferencial, ganho diferencial e casamento de impedância, numa largura de banda muito maior do que aquela exigida no sistema analógico puro. Se os canais utilizados não forem adjacentes, os transmissores e sistema irradiante, absolutamente, serão entes separados.



**Figura 3: Simulcasting DRM**

A ocupação espectral é otimizada ao empregar-se o modo SCS – *Single Channel Simulcasting*. Porém, nesta variável a capacidade de dados é, ainda, reduzida. O sinal digital inserido nas duas bandas laterais, referenciadas à portadora analógica, contém informações que se anulam, quando submetidas à detecção de envoltória da demodulação AM. Apenas uma das bandas laterais carrega informações digitais, efetivas para o sistema digital. A outra banda contém um sinal, dinamicamente

12 Etapa frontal de recepção e conversão de frequência nos receptores de rádio.

elaborado e transmitido, com finalidade única de cancelar o outro sinal digital, minimizando as interferências da transmissão digital sobre a analógica.

Ponto favorável para a adoção do DRM é admitir-se que o canal adjacente seja ocupado por uma transmissão exclusivamente digital. A potência relativa do digital em relação ao analógico é de 10 dB abaixo do nível de pico na modulação analógica.

## 6.2 IBOC DSB

O sistema IBOC – *In-Band on-Channel* para a faixa de HF foi objetivado, exclusivamente, para ondas médias. Os dois possíveis modos de operação deste sistema consideram a transmissão exclusivamente digital ou híbrida, conjugando transmissores analógico e digital

A Figura 4 apresenta a ocupação do IBOC em HF, nos modos apropriados:

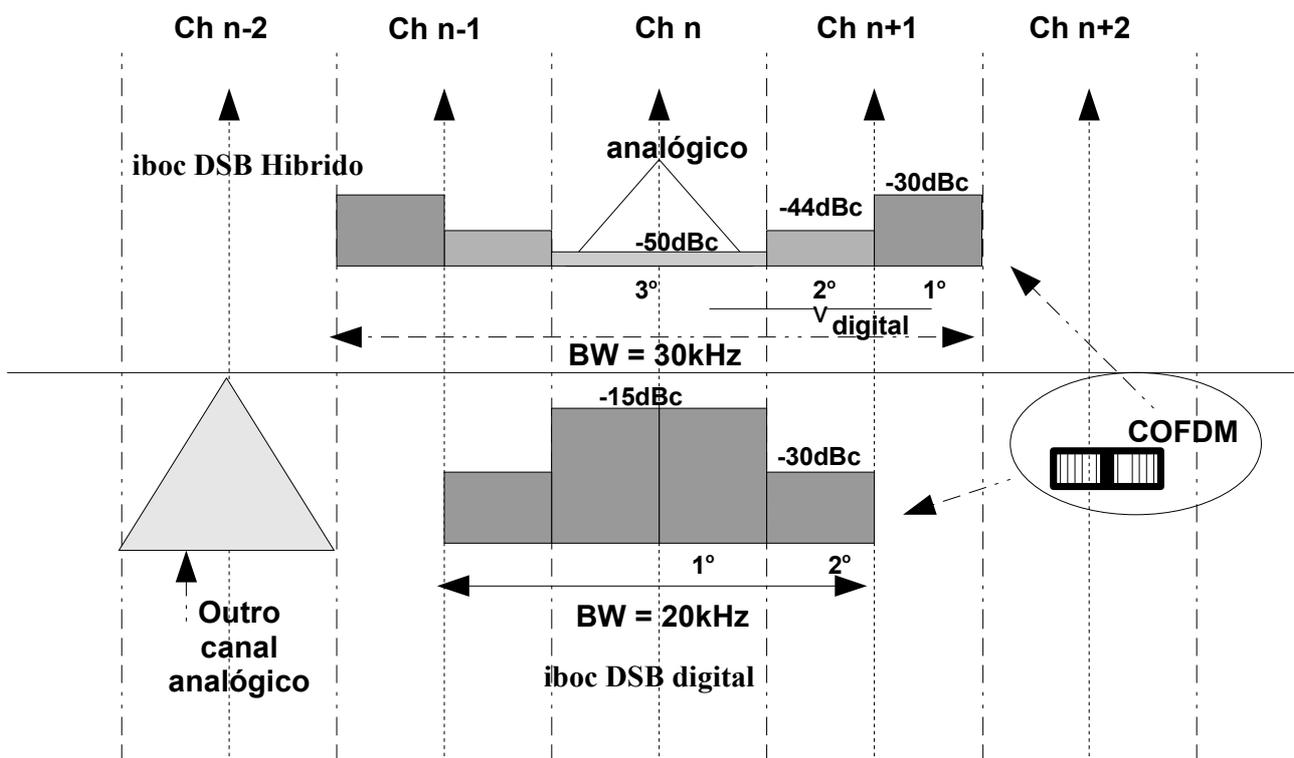


Figura 4: IBOC DSB

A operação híbrida resulta da inserção de portadoras digitais OFDM - *Orthogonal frequency-division multiplexing* nos canais de radiofrequência adjacentes, superior e inferior, além de um fluxo digital terciário sob a modulação analógica, que resulta da aplicação de modulação em quadratura, apenas de fase, na portadora comum ao sistema analógico.

No modo exclusivamente digital, as portadoras digitais OFDM estão distribuídas em bandas laterais que avançam sobre os canais adjacentes, inferior e superior.

Em ambos os modos, o fluxo de dados primário carrega a informação de áudio básica, mais robusta, com taxa de 20 kbit/s. O fluxo de dados secundário, menos robusto pela diferenciação do FEC – *Forward Error Correction*, conduz informações de alta qualidade estereofônica em taxa de 16 kbit/s.

No transmissor IBOC DSB são exigidos os mesmos cuidados aplicáveis ao DRM. Os desempenhos de fase diferencial, ganho diferencial e casamento de impedância aplicam-se para toda a banda utilizada, que é um pouco maior no caso do sistema híbrido. Nos fluxos primário e secundário são

empregadas modulações em quadratura, de fase, passíveis de distorção devido ao desempenho inadequado daqueles parâmetros. O desempenho de linearidade e demais parâmetros de transmissão, no amplificador de potência, são importantes e se definem com a influência da linha de transmissão e do sistema irradiante. As instalações de transmissores analógicos preexistentes devem ser reformuladas, aplicando-se, inclusive, novas estruturas de equalização de linha de transmissão, após o amplificador de potência. Equipamentos destinados a operação em “linha quente”, alta potência – nada barato.

## 7 Análise de alternativa de digitalização no VHF

Na faixa de VHF – *Very High Frequency*, adequada para cobertura local, a recepção é favorecida com a visibilidade entre as antenas transmissora e receptora. São observáveis efeitos de difração e reflexão, que atenuam e desviam a onda de rádio. A curvatura da terra é significativa na definição do limiar de cobertura pela visada direta, tomando-se como referência o limite inicial a partir de 50 km, que varia por características específicas: potência de transmissão, altura de antena, topografia, etc. Das alternativas encontradas:

O sistema DRM, ainda, desenvolve estudos para implementação de solução nesta banda. O FM Extra, como registrado na Tabela 1, oferece uma portadora com modulação digital que é inserida na banda base analógica, a ser modulada em FM. O sistema DAB é passível de ser utilizado na faixa de VHF. Entretanto, sua largura de banda torna-o incompatível com o serviço preexistente. O sistema IBOC- HD Radio é o único sistema que oferece a digitalização, com *simulcasting*, associado à mesma canalização na faixa de 88 a 108 MHz.

### 7.1 IBOC- FM HD Radio

Na faixa de VHF o sistema IBOC – *In-Band on-Channel* HD Radio – *High Definition Radio* propõe um método de transmissão *simulcasting* que coincide com o canal analógico preexistente. A transmissão simultânea, digital e analógica, possibilita que os receptores “escolham” o melhor sinal recebido e opere no modo correspondente. Nesta forma de transmissão, denominada híbrida, ocupam-se as bandas laterais do sinal analógico com portadoras OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, moduladas em quadratura QPSK – *Quadrature Phase Shift Keying*. A amplitude máxima das portadoras digitais deve estar a 25 dB sob a portadora analógica para que o sistema digital não interfira na recepção analógica. Esta condição operacional limita a área de cobertura, resultando numa área de cobertura digital quatro vezes menor do que aquela obtida no sistema analógico.

Existe uma forma variável da anterior, que é denominada híbrida estendida, com o objetivo de elevar a capacidade de transmissão digital. Assim, a ocupação do sinal analógico é reduzida para ceder espaço espectral destinado à inclusão de algumas portadoras digitais. Em tal artifício reduz-se, necessariamente, o desvio de modulação FM e, conseqüentemente, a relação S/R do sistema analógico é afetada. Assim, impõe-se ligeira redução nos limites de cobertura para os níveis mínimos aceitáveis no sistema analógico. A mesma limitação de amplitudes relativas entre as portadoras digitais e a analógica é mantida, para minimizar a interferência da transmissão digital sobre a analógica.

Somente com o sistema operando completamente na forma digital é obtido o melhor desempenho para a capacidade de transmissão. Nesta variável, a parte do espectro que originalmente carregava a portadora analógica é ocupado, exclusivamente, por portadoras OFDM. Na variável totalmente digital é retirada a limitação de potências entre amplitudes relativas das portadoras digitais e analógica. Somente então, torna-se possível elevar a potência de transmissão digital para que a área de cobertura do sistema digital iguale-se com a do preexistente analógico. Entretanto, caso o

sistema tenha sido implementado, originalmente, em configuração híbrida, o amplificador de potência para o transmissor digital não sustentará a nova potência de transmissão necessária. Assim, o radiodifusor deverá adquirir novo transmissor com potência de transmissão superior, praticamente 16 dB acima do anterior, se desejar igualar áreas de cobertura.

A Figura 5 ilustra a ocupação espectral do HD Radio nas formas híbrida, híbrida estendida e completamente digital.

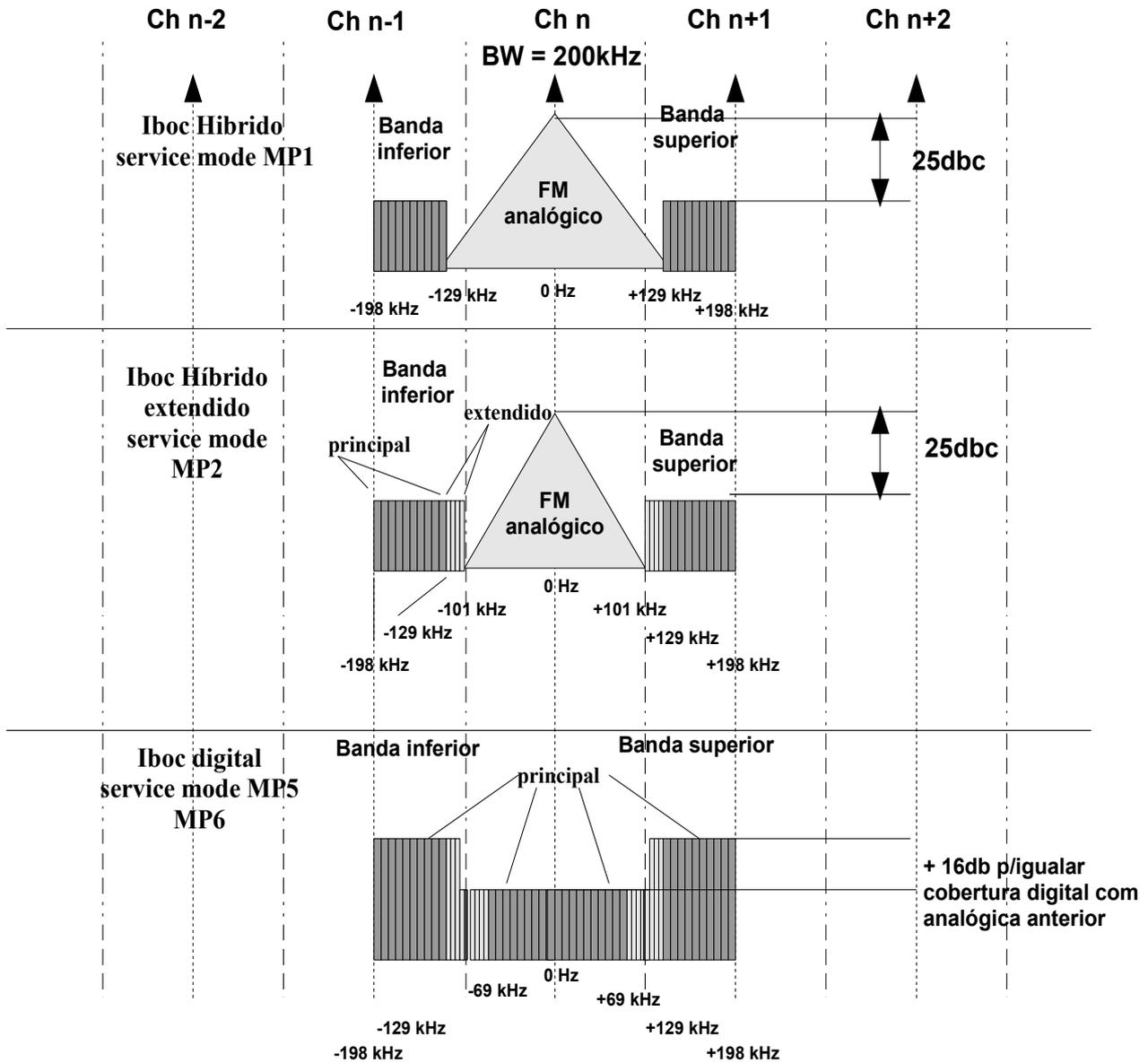


Figura 5: Espectro Iboc VHF

A capacidade de transporte de dados é diferente em cada forma de operação do sistema. Os modos de serviço admitem variações nas taxas destinadas a cada um dos três programas de áudio a serem transmitidos. A Tabela 2 apresenta taxas de referência:

<i>Modo de serviço</i>	<i>Taxa de transmissão(kbit/s)</i>			<i>Forma</i>
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	
<b>MP1</b>	<b>25</b>	<b>74</b>	<b>0</b>	<b>Híbrida</b>
<b>MP3</b>	<b>25</b>	<b>74</b>	<b>25</b>	<b>Híbrida estendida</b>
<b>MP7</b>	<b>25</b>	<b>98</b>	<b>25</b>	<b>Completamente digital</b>

**Tabela 2: Taxas de referência**

Nos modos de serviço, tomados enquanto exemplo, podemos perceber que a taxa máxima é distribuída nos programas. Ao maximizar a transmissão em um dos programas é necessário reduzir a taxas dos demais programas. Isso conduz à diferentes níveis de compressão digital e qualidade de áudio. Pode-se distinguir programas que oferecem alta fidelidade e programas restritos a serviços de voz, tal qual aplica-se no rádio-jornalismo. O codec de áudio admite escalonamento que varia a taxa de codificação entre 18 e 96 kbit/s. Serviços de dados, ainda, podem ser inseridos nos programas, em modo híbrido, ou nos canais suplementares admitidos no modo completamente digital. De modo geral, os serviços de dados adicionais revelam-se em baixa taxa operacional. A capacidade de fluxo de dados do sistema é relativamente reduzida, por isso, apenas são destacados a melhoria de qualidade de áudio e multiprogramação, relativizada às qualidades diferenciais entre os programas.

## **8 Digitalização da faixa espectral**

A atual tendência, especialmente defendida pelos interlocutores oficiais da radiodifusão sonora, pede que a digitalização ocorra na mesma faixa de frequência, mais precisamente no mesmo canal atualmente utilizado. Do exercício de caracterização e diferenciação dos Serviços de Radiodifusão, que realizamos anteriormente, é possível compreender que, devido às características particulares dos serviços originais, temos desempenho e requisitos técnicos diferenciados, que implicam na área de cobertura, no público a ser atingido, na qualidade do serviço, alcance, relações internacionais, divulgação cultural, etc.

As características físicas conhecidas através das análises de propagação não são alteráveis pela digitalização do serviço, quando aplicadas nas faixas originais. Procedendo a digitalização na faixa espectral, apenas a qualidade de recepção é objeto de melhoria. Desta maneira, ao atender-se tal demanda daqueles interlocutores, será mantida a distinção entre os radiodifusores das faixas HF, OM, OC e OT. Parece-nos, especialmente perversa a manutenção da distinção entre os serviços que objetivam a área de cobertura local: FM – OM. Não há por que justificar tecnicamente tal distinção.

As tecnologias analisadas para a digitalização respeitam as particularidades de cada serviço mas, apenas, oferecem melhoria relativa<sup>13</sup> na qualidade de áudio. Não há como igualar desempenhos, devido às restrições de banda operacional nas faixas espectrais originais. Ondas médias, ainda será mantida como um serviço inferior ao VHF – não por insuficiência de soluções tecnológicas.

Entretanto, quando consideramos necessidades de implementar serviços que objetivem alcances, tais como apresentados nas faixas de Ondas Curtas e Tropicais, a digitalização na posição espectral atual é bastante razoável e capaz de viabilizar serviços diferenciados em educação e integração de

<sup>13</sup> Relativa à taxa de transmissão no programa de áudio, distinguíveis entre HF e VHF e, mesmo nos três programas do VHF.

áreas remotas do território nacional. Nestes serviços específicos, admitimos e recomendamos a digitalização da mesma faixa espectral.

Para as digitalizações do FM e de OM defendemos capacidade tecnológica e estratégias de administração de recursos do espectro radioelétrico a fim de igualar desempenhos correlatos e, ainda, elevar a taxa de transmissão de dados no sistema digital a ser adotado no país. Consequentemente, para a digitalização destes serviços tradicionais, rompemos com a indicação de digitalização da faixa espectral, pura e simplesmente e, derivada opção tecnológica que sustente tal raciocínio. Os serviços que objetivam área de cobertura local devem ser digitalizados em mesma faixa espectral, com mesmo desempenho e mesma capacidade de transmissão.

Todavia, ao adotar-se mesma faixa espectral não impõem-se que o mesmo canal seja utilizado, especialmente, para o *simulcasting*. As configurações de radiofrequência que são aplicadas nos sistemas *in band* demonstram melhor desempenho, qualidade e confiabilidade, além de custo mais reduzido, se a infraestrutura de transmissão digital for separada daquela que sustenta a transmissão analógica. Apenas dois argumentos poderiam sustentar a defesa de adotar-se digitalização em mesmo canal: dificuldade na administração de espectro e dificuldade para a comutação do receptor entre os sistemas analógico e digital.

É viável a inclusão de informação complementar nos transmissores analógicos, seja em HF ou VHF, para que o receptor dual, digital e analógico, proceda busca e captura do serviço digital em qualquer alocação do espectro – neutralizando aquela argumentação. Quanto a administração do espectro, as transformações tecnológicas dos sistemas de televisão e de rádio resultam diferentes dinâmicas de convivência de sinais e se refletem no plano de canalização – exigindo atitudes concernentes no domínio da administração, sob autoridade e incumbência nacional.

## 9 Conclusões

Quando o tema digitalização das comunicações passou a fazer parte das discussões nas instituições de representação da sociedade civil, pôde-se perceber que não tratava-se, simplesmente, de uma mudança nos meios de transmissão ou de tecnologia, mas sim de uma ampla e abrangente transformação a se construir.

Como efeito da digitalização no rádio, as primeiras vantagens que conseguiremos perceber serão a melhoria de qualidade sonora e recepção. No entanto, demandamos viabilizar que os radiodifusores obtenham qualidade equitativa na plataforma tecnológica, para então, diferenciarem-se em suas capacidades peculiares de produção, veiculação, conteúdos e área de cobertura.

Há uma definição encaminhada para encerrar-se na incipiente tendência internacional, não permitindo elaboração de enfoque que contemple diversidades em nosso país, nem de nossos radiodifusores. Devemos atentar que, com a digitalização poderá<sup>14</sup> existir condições para serviços adicionais às informações estritamente sonoras, fazendo frente competitiva aos serviços já desenvolvidos nas redes convergentes de telecomunicações.

Os comportamentos dos ouvintes tendem a mudar, influenciados e instrumentalizados por novos dispositivos tecnológicos. Se o receptor de rádio digital caracterizar-se inferior aos outros dispositivos disponíveis à população, a transmissão<sup>15</sup> deixará de ser a melhor opção para manter o contato com aquele que hoje denominamos ouvinte. As alternativas consideradas apresentam

---

14 Se a escolha tecnológica admitir.

15 Como alternativa, já é praticada a produção e disponibilização de conteúdos para terceiros, via web.

inferioridade dos receptores para o rádio digital se comparadas aos dispositivos das redes de telecomunicações.

Algumas estimativas econômicas prevêem no Brasil investimentos da ordem de 12 bilhões de reais em receptores digitais e cerca de 1,7 bilhões em transmissores, quando consideradas as tecnologias analisadas neste artigo, para HF e VHF. São valores muito expressivos e, apenas, tais montantes chamam atenção ao aprimoramento de novos modelos de negócios e de serviços para a radiodifusão sonora.

Não somos pueris ao ponto de afirmarmos que modelos de negócio não sejam primordiais e não tenham sido considerados, até então, para estabelecer posições de definição tecnológica. Todavia, a visão tecnológica presente pauta-se nos limites que as alternativas consideradas propõem e comprometem modelos de negócio mais poderosos. Para nós, a limitação de banda digital – taxa de transmissão – é o aquileu. Se não obtivermos tecnologia que se apresente capaz de diversificar serviços e manter atualização nas duas próximas décadas, as demais alternativas, disponibilizadas consecutivamente pela posteridade de concorrentes ao rádio, cessarão audiências.

A inovação tecnológica na radiodifusão sonora deve apresentar-se enquanto inovação de valor<sup>16</sup>, que traga propostas de valor diferenciados para os ouvintes, além de proporcionar crescimento sustentado e maior capacidade de (re)criar inovação de valor. A vantagem competitiva estará focada em servir necessidades crescentes dos ouvintes, a partir da infraestrutura tecnológica que for definida para a digitalização. Portanto, não nos é suficiente a adoção, neste momento, de uma inovação incremental<sup>17</sup>, que já se revela insuficiente diante das competições. O modelo deverá ser adequado para um longo período, especialmente, porque o radiodifusor brasileiro apresenta grandes limitações financeiras para investir na completa troca de equipamentos. Portanto, os radiodifusores não poderão aplicar grandes investimentos a cada cinco anos vindouros e, sucumbirão frente tal circunstância.

Em outra argumentação, a inovação incremental proposta com a adoção das tecnologias consideradas mantém o paradigma da radiodifusão originalmente desenvolvida, diferenciando-se apenas em qualidade de áudio.

A importância da radiodifusão sonora é reconhecida. É natural reivindicar políticas de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial que sustentem uma radiodifusão adequada aos desafios do novo milênio. É fundamental identificar e compreender as “novas exigências” tecnológicas para a radiodifusão sonora. Portanto, adotar qualquer solução técnica sem considerar as transformações em curso ou, mesmo, tentar impedi-las por artifícios, resultará na gradativa extinção da radiodifusão sonora brasileira.

Temos domínio da tecnologia para afirmarmos que somos capazes, no Brasil, de desenvolver as soluções que atendam demandas, cuidadosamente elaboradas, para sustentar a radiodifusão sonora neste cenário que se descortina. As dificuldades de administração de espectro e de desenvolvimento são passíveis de superação. A maior dificuldade é, de fato, a atitude dos atores que influem na tomada de decisão, no presente momento. Cabe, natural, esforço de compreensão, mobilização e reivindicação para encaminhamentos sólidos e bem sucedidos nos anos subseqüentes.

---

16 Inovação de valor trata-se de inovação que favoreça o cliente em suas demandas particularizadas.

17 Inovação incremental refere-se a melhorias técnicas sobre o preexistente.

## 10 Referencias Bibliográficas

Anatel-1; Regulamento Técnico Para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Onda Média e em Onda Tropical- 120 METROS; Brasília-DF; 2003; in: [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br) ;

Anatel-2; Rádio Digital No Brasil: Situação Atual;2006; in: [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br);

Anatel-3 Anexo à resolução no.67, de 12 de novembro de 1998. Regulamento Técnico para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Frequência Modulada; Anatel.

Anatel-4 Rádio Digital No Brasil: Situação Atual;2006. Disponível em:

[http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/radiodifusao/radio\\_digital/radio\\_digital\\_brasil\\_ccs](http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/radiodifusao/radio_digital/radio_digital_brasil_ccs)

Barradas, O; Silva, Gilberto; Sistemas de Radiovisibilidade; Livros Técnicos e Científicos Editora; 5a.ed;1995.

*Code of Federal Regulations. Title 47 - Telecommunication. Chapter I - Federal Communications Commission. Part 73 - Radio Broadcast Services. Section 317. FM transmission system requirements.* Disponível em:

[http://a257.g.akamaitech.net/7/257/2422/05dec20031700/edocket.access.gpo.gov/cfr\\_2003/octqtr/pdf/47cfr73.317.pdf](http://a257.g.akamaitech.net/7/257/2422/05dec20031700/edocket.access.gpo.gov/cfr_2003/octqtr/pdf/47cfr73.317.pdf) .

Manhães, Marcus; Digitalização do Rádio Brasileiro. Disponível em:

[http://www.sintpq.org.br/arquivos/SBTVD/digitalizaradio\\_12052006.pdf](http://www.sintpq.org.br/arquivos/SBTVD/digitalizaradio_12052006.pdf)

Rec. UIT-R BS.1514-1 1 RECOMENDACIÓN UIT-R BS.1514-1 Sistema para radiodifusión sonora digital en las bandas de radiodifusión por debajo de 30 MHz (Cuestión UIT-R 217/10)

Rec. UIT-R BS.1114-5 1 RECOMENDACIÓN UIT-R BS.1114-5 *Sistemas de radiodifusión sonora digital terrenal para receptores en vehículos, portátiles y fijos em la gama de frecuencias 30-3 000 MHz* (Cuestión UIT-R 56/6) (1994-1995-2001-2002-2003-2004)

Stockmann, Jens; *Spectrum Purity of FM Transmitters a Challenge for Manufacturers*; R&S Sound Broadcast Department; Rohde & Schwarz; Wabe Convention; Berlin-Germany; 2005. Disponível em: [http://www.wabe.ca/papers/fm\\_spectrum\\_purity.pdf](http://www.wabe.ca/papers/fm_spectrum_purity.pdf) ;

Tome & Mota (2005) in: Barbosa Filho, A; Castro, C; Tome, T (orgs); *Mídias Digitais: Convergência Tecnológica e Inclusão Social*; São Paulo; Paulinas; 2005

Tome, Takashi; *Iboc-Sistema de Rádio Digital nos Estados Unidos*. Disponível em: [http://www.comunicacao.pro.br/setepontos/21/takashi\\_iboc.htm](http://www.comunicacao.pro.br/setepontos/21/takashi_iboc.htm)