



Relatório Técnico/Consultoria

PD.33.10.63A.0051A-RT01-AA

Análise de Utilização do Espectro de 700 MHz

Etapa I

Cotação: 27826/11

Cliente: SINDITELEBRASIL

Contato: Sérgio Kern

E-mail: sergiokern@sinditelebrasil.org.br

Endereço: SCN Quadra 01 Bloco F
Ed. América Office Tower Salas 801/810
Brasília - DF - 70.711-902

Fone: (61)2105-7452 / (61)9267-2586

Fax: (61) 2105-7450

SUMÁRIO

1	Introdução	3
2	Evolução do uso de telecomunicações no Brasil	5
2.1	Serviço Móvel Pessoal	5
2.2	Banda larga	6
2.3	Comunicação de Massa	8
2.4	Considerações finais	11
3	Perspectivas para evolução da ocupação do espectro	12
3.1	Dados e vídeo na rede móvel.....	12
3.2	Abordagens para tratar a escassez de espectro.....	14
3.3	A digitalização da radiodifusão	15
3.4	Considerações finais	17
4	Experiência internacional na utilização do Dividendo Digital	19
4.1	Considerações finais	24
5	Considerações técnicas sobre a faixa de frequência de 700 MHz	26
5.1	Padronização de sistemas de comunicação sem fio na faixa de 700 MHz	28
5.2	Considerações finais	33
6	O espectro de radiodifusão e o Dividendo Digital no Brasil	34
6.1	Situação do espectro de radiodifusão no Brasil	34
6.2	Serviços aplicáveis ao uso do Dividendo Digital no Brasil	38
6.3	Considerações finais	40
7	Considerações finais	42
8	Referência bibliográfica	44
9	Histórico de versões deste documento	46
10	Execução e aprovação	46

1 Introdução

Este documento apresenta uma análise sobre a utilização da faixa de 700 MHz do espectro radioelétrico, pelas empresas operadoras de telecomunicações e radiodifusão no Brasil e em alguns países do mundo. O estudo tem por objetivo examinar as alternativas disponíveis de otimização da ocupação para tratar a necessidade por mais espectro enfrentada pelos serviços de telecomunicações móveis e de radiodifusão em função do aumento da demanda e da evolução tecnológica, com foco na ocupação da faixa conhecida por “Dividendo Digital”.

Conceitualmente “Dividendo Digital” é a expressão utilizada para designar as bandas de frequência que são utilizadas pela TV terrestre analógica e que foram ou serão liberadas a partir da digitalização das transmissões da TV aberta. Neste documento, sempre que for utilizado o termo “Dividendo Digital” – ou simplesmente DD – se estará referindo preferencialmente ao espectro liberado no UHF (*Ultra High Frequency*), em suas bandas IV e V de 470 - 862 MHz¹. Assim, procura-se alinhar este estudo com as discussões recentes em diferentes fóruns internacionais de padronização sobre a aplicabilidade da banda de 700 MHz para a evolução dos serviços de comunicações móveis.

A análise está organizada em dois documentos, sendo que neste documento são discutidas: as fontes do crescimento da demanda por mais espectro; as abordagens para tratar a escassez de espectro; a experiência internacional com a alternativa do “Dividendo Digital”; a ocupação do espectro de radiodifusão no Brasil; e, por fim, os serviços aplicáveis a essa faixa do espectro.

A seção 2 do documento trata das fontes do crescimento da demanda por mais espectro, apresentando a evolução das telecomunicações no Brasil nos últimos anos, incluindo a implantação da TV Digital Terrestre. A seção 3 trata as perspectivas de demanda e oferta (liberação) de espectro. Inicialmente apontam-se indicativos de que o crescimento da demanda pode ir além da extrapolação de dados históricos apresentados na seção 2 em função do aumento da sofisticação das aplicações disponíveis nas redes de comunicação. Depois são apresentadas as alternativas de abordagens para tratar esse crescimento e, em seguida, a oportunidade de amenizar a escassez de espectro representada pela digitalização das transmissões da TV aberta. Essa evolução tecnológica permite um *refarming*² do espectro levando a uma nova atribuição da parte liberada do espectro para outros serviços.

A seção 4 apresenta as alternativas de reorganização da faixa de espectro de 700 MHz que estão sendo adotadas em diversos países e a seção 5 apresenta algumas considerações técnicas sobre essa faixa de frequência, com foco na padronização de sistemas de comunicação sem fio nessa faixa. A seção 6 apresenta o panorama atual de ocupação do espectro de radiodifusão no Brasil, o planejamento da transição para a TVD e discute os serviços que são aplicáveis ao uso do Dividendo Digital no Brasil. Por fim, na seção 7 apresentam-se algumas considerações finais sobre o tema.

¹ Para a GSM Association (GSMA) o “Dividendo Digital” é simplesmente a faixa que se estende de 200 MHz a 1 GHz, como indicado em: http://www.gsmworld.com/our-work/public-policy/spectrum/digital-dividend/digital_dividend.htm. Já a UIT é mais precisa e, na página 75 de seu documento *Guidelines for the Transition from Analogue to Digital Broadcasting*, define o “Dividendo Digital” como o espectro liberado no VHF (Banda III: 174 - 230 MHz) e UHF (Bandas IV e V: 470 - 862 MHz), lembrando que a Banda I (47 - 68 MHz) também pode ser considerada como tal. É um espectro que está além daquele necessário para a operação digital.

² Termo utilizado na literatura do setor para designar o processo de alteração na atribuição ou

A evolução da TV Digital Terrestre, como por exemplo, relacionada à transmissão de imagens 3D, e os custos de um possível *refarming* serão tratados no segundo documento desta análise.

2 Evolução do uso de telecomunicações no Brasil

Habitualmente se aceita como fato que um dos recursos mais cruciais para a evolução das telecomunicações no futuro será o espectro de frequências e, por consequência, um dos maiores desafios no desenvolvimento das redes futuras será o planejamento, a gestão e o compartilhamento desse recurso escasso. Os cenários de evolução das comunicações apontam para a necessidade de abordar esse desafio de forma abrangente e detalhada, analisando tanto as fontes de demanda como as de escassez de espectro.

No caso do Brasil, seu setor de telecomunicações vem passando por uma revolução desde a década de 1990 com o surgimento da Internet, a privatização das empresas de telefonia, a popularização do serviço móvel e a digitalização da televisão terrestre. Esses movimentos atuaram, e continuam atuando, fortemente sobre a demanda de espectro.

2.1 Serviço Móvel Pessoal

Observa-se que no caso do Brasil, num intervalo de pouco mais de 10 anos entre 2000 e junho de 2011, o serviço móvel avançou de 23,2 milhões para 217,3 milhões de usuários, passando a atender 99,8% dos municípios e 98% da população do país, segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Esse crescimento se dá principalmente em função da modalidade de serviço pré-pago, que constitui mais de 80% da base de usuários, e demonstra a importância do mecanismo de precificação para a universalização do acesso individual a comunicações de voz.

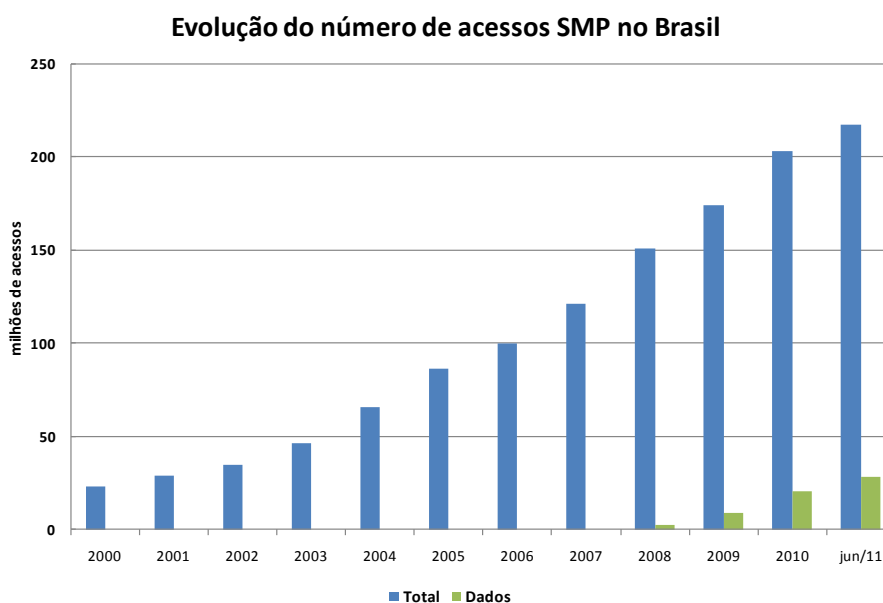


Figura 1 – Evolução do número de acessos SMP no Brasil entre 2000 e 2011 em função da tecnologia (voz e dados). (Fonte: elaboração do CPqD a partir de dados da ANATEL)

Apenas esse crescimento já traria pressão sobre a oferta de espectro, mas, como se vê na Figura 1, nesses números também estão incluídos os terminais de terceira geração (3G) e os terminais de dados. Os terminais 3G permitem o acesso móvel à Internet além da comunicação de voz, enquanto que os terminais de dados são utilizados exclusivamente para o acesso móvel à Internet de computadores portáteis por meio da infraestrutura do SMP (Serviço Móvel Pessoal). Esses terminais evoluíram de um total de 2,6 milhões ao final de 2008 para 27,9 milhões em junho de 2011 e possuem um perfil de consumo de banda muito mais intenso.

Segundo a União Internacional das Telecomunicações (UIT), ao final de 2010 97 países já possuíam mais de 100% de penetração do serviço móvel ³. Ademais, o Brasil é o quinto país do mundo em número de terminais, superado apenas por: China, Índia, Estados Unidos e Rússia.

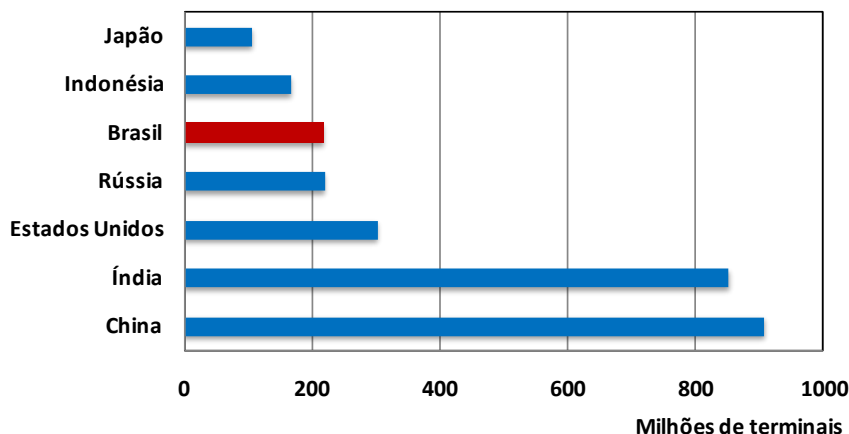


Figura 2 – Sete maiores mercados mundiais da telefonia móvel em número de terminais. (Fonte: elaboração do CPqD)

2.2 Banda larga

Segundo a ANATEL, o país possuía cerca de 16 milhões de acessos banda larga fixos em março de 2011. Cerca de 90% desses acessos são disponibilizados por meio de rede cabeada (rede telefônica, coaxial ou fibra óptica) e os demais empregam conexões via satélite e rádio terrestre em espectro licenciado ou não-licenciado. O relatório Brasil em alta velocidade - um plano nacional para banda larga, divulgado pelo Ministério das Comunicações em 2009, propõe a meta de elevar a quantidade desses acessos para 30 milhões até o ano de 2014, representando um nível de teledensidade próximo de 50 acessos por 100 domicílios.

Paralelamente aos acessos fixos, a tecnologia 3G da rede celular tem propiciado a conexão à Internet, em ambientes urbanos e rurais, por meio de terminais celulares com serviços de dados ou de modems de dados. Apesar da operação dos terminais 3G iniciar em meados de 2008, a sua quantidade de acessos superou o número de acessos banda larga fixa em menos de 2 anos. A ANATEL considera que existiam cerca de 28 milhões de acessos banda larga móveis em junho de 2011. O relatório Brasil em alta velocidade propõe a meta de atingir 60 milhões desses acessos até 2014, totalizando 90 milhões de acessos fixos e móveis. Considerando a evolução histórica dos acessos móveis apresentada na Figura 3, é possível inferir que essa meta poderá ser atingida caso a atual tendência de crescimento seja mantida.

Mais moderado, um estudo recente da LCA Consultores para o SINDITELEBRASIL (Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal) estima que seria possível atingir um total de 59,2 milhões de acessos banda larga (fixos e móveis) até 2014, num cenário de continuidade, ou até 78,0 milhões em um cenário referenciado.⁴ Neste segundo cenário se inserem alavancas para potencializar o

³ Informação disponível em: <http://www.itu.int/net/pressoffice/stats/2011/03/index.aspx>

⁴ Informação disponível em: <http://www.febratel.org.br/noticia.asp?id=112>

crescimento do setor com políticas públicas de estímulo à demanda e à expansão da infraestrutura dos serviços.

Evolução do número de acessos banda larga no Brasil

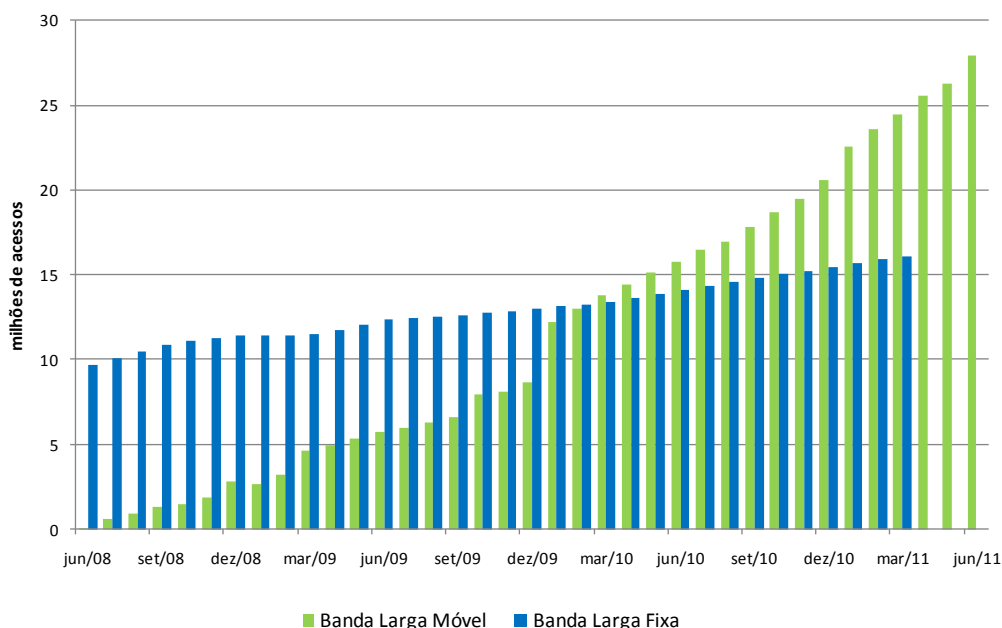


Figura 3 – Evolução do número de acessos banda larga no Brasil. (Fonte: elaboração do CPqD a partir da base de dados da ANATEL)

A pesquisa TIC DOMICÍLIOS e USUÁRIOS, realizada anualmente pelo Comitê Gestor da Internet (CGI), apresenta o panorama do uso das tecnologias de telecomunicações e informação em domicílios em todo o território nacional. A sua edição de 2010 apresenta, entre outras informações, a evolução da distribuição dos domicílios com conexão à Internet conforme apresentado na Figura 4.

Domicílios brasileiros com conexão à Internet

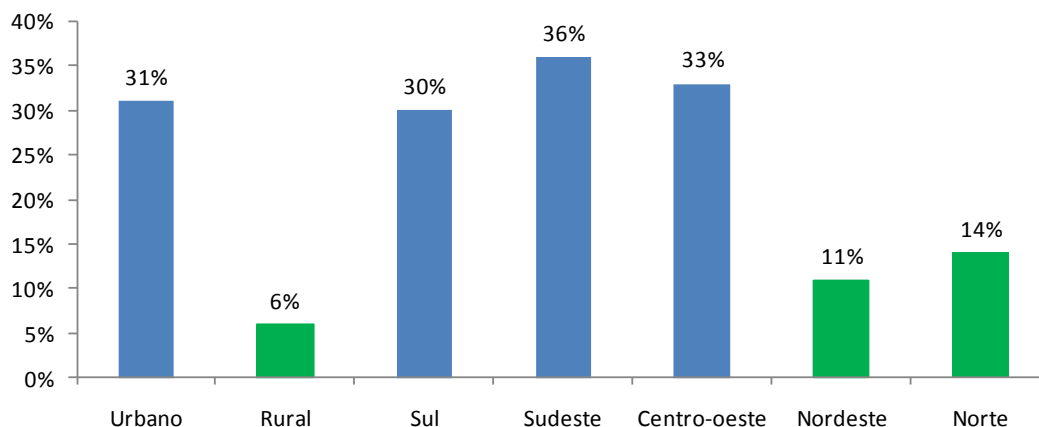


Figura 4 – Perfil dos domicílios brasileiros com conexão à Internet (Fonte: elaboração do CPqD a partir da base de dados do CGI)

É possível observar que há uma disparidade de 5 vezes entre a participação dos domicílios urbanos e a dos domicílios rurais com conexão à Internet e de cerca de 2 a 3 vezes entre os domicílios das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste se comparados aos domicílios das regiões Norte e Nordeste.

Os principais motivos pela falta de acesso à Internet nos domicílios urbanos e rurais que têm computador e não possuem Internet também foram levantados na pesquisa, sendo apresentados na Figura 5.

Motivos pela falta de acesso à Internet no domicílio

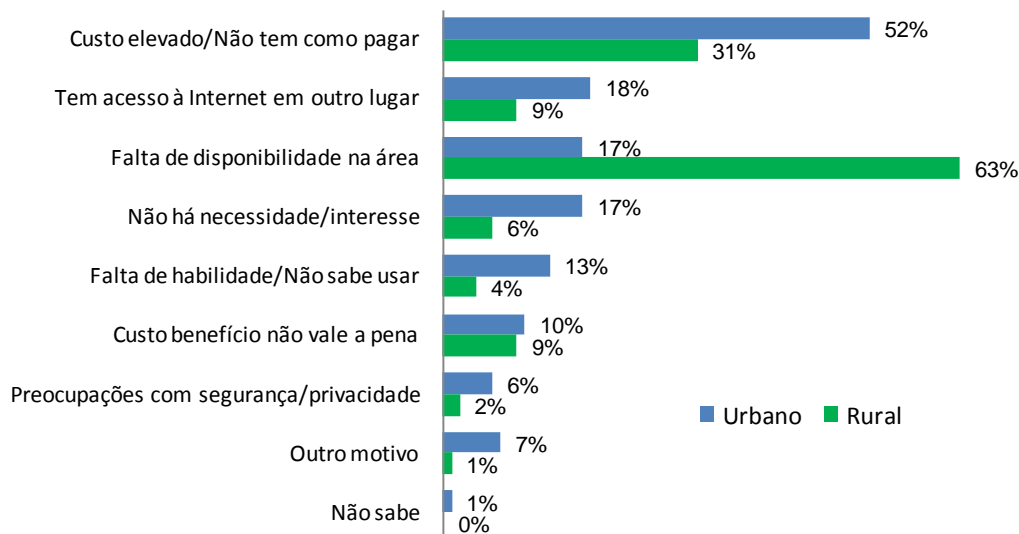


Figura 5 – Principais motivos pela falta de acesso à Internet nos domicílios (Fonte: elaboração do CPqD a partir da base de dados do CGI)

Enquanto os moradores de cerca de metade dos domicílios urbanos apontam o custo elevado ou a falta de condição de pagamento, quase dois terços dos domicílios rurais consideram a falta de disponibilidade do serviço como o principal motivo pela falta de acesso à Internet. Esses dados demonstram que, apesar do elevado crescimento recente da oferta de banda larga, ainda existe uma grande demanda reprimida principalmente nas regiões Norte e Nordeste bem como nas áreas rurais de todo o país.

2.3 Comunicação de Massa

Os serviços de comunicação de massa representam o meio mais difundido de acesso à informação, cultura e entretenimento da população brasileira. Isso se deve à alta taxa de penetração dos aparelhos de televisão nos domicílios em todo o país. A Figura 6 apresenta os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada anualmente pelo IBGE, com relação à evolução da presença de aparelhos de televisão nos domicílios urbanos e rurais do país.

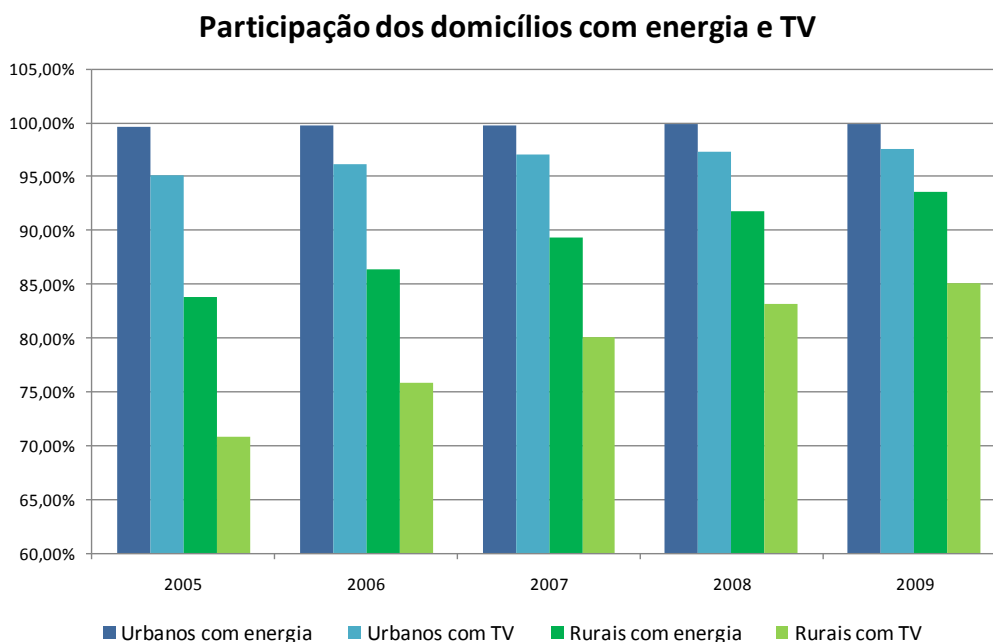


Figura 6 – Participação de domicílios com energia elétrica e televisão no Brasil (Fonte: elaboração do CPQD a partir da base de dados do IBGE)

Conforme pode-se observar, mais de 97% dos domicílios urbanos possuem aparelhos de televisão e que um dos principais motivos para o aumento da participação dos aparelhos de televisão nos domicílios rurais se deveu ao aumento da proporção de domicílios rurais conectados à rede elétrica. Segundo a PNAD, em 2005 menos de 84% dos domicílios rurais estavam conectados à rede elétrica, passando a quase 94% em 2009. Como critério de comparação, a participação dos domicílios urbanos conectados à rede elétrica passou de 99,6% para 99,8% no mesmo período.

Com relação aos aparelhos de televisão, a maioria dos domicílios recebe a programação aberta por meio da transmissão de sinal das geradoras ou retransmissoras terrestres.

De acordo com a Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT), cerca de 22 milhões de domicílios, ou cerca de 36% do total, recebem a programação aberta por meio de antenas parabólicas por meio da banda C, seja por falta de cobertura dos canais terrestres locais ou para recepção de canais que não estão disponíveis localmente.

Adicionalmente, a ANATEL contabilizava cerca de 10,9 milhões de domicílios contratando o serviço de TV por assinatura em maio de 2011, sendo:

- 5.419.782 assinantes por meio do serviço DTH (satélite banda Ku);
- 5.171.923 assinantes por meio do serviço de TV a cabo;
- 281.219 assinantes por meio do serviço MMDS.

A Figura 7 ilustra a distribuição dos meios de recepção de TV nos domicílios do país.

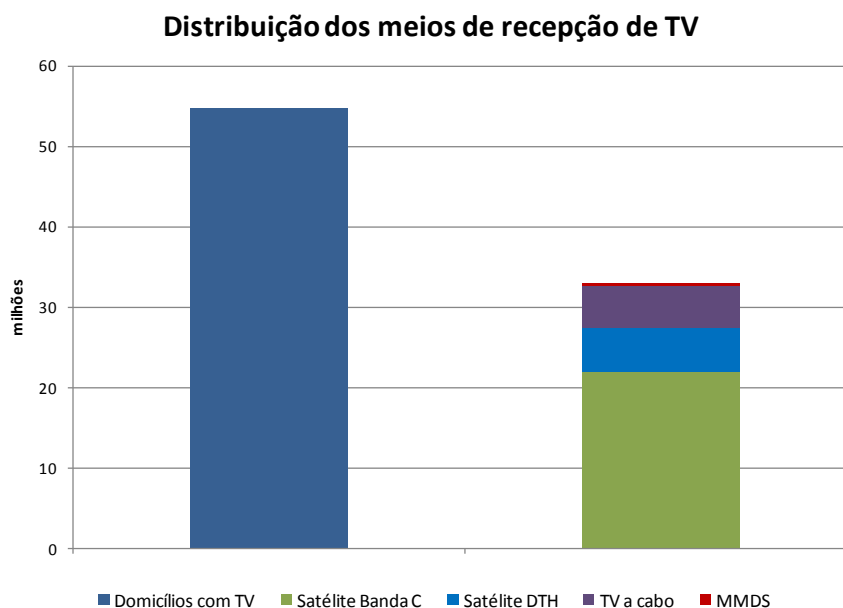


Figura 7 – Distribuição dos meios de recepção de TV nos domicílios (Fonte: elaboração do CPqD a partir de dados da ANATEL e ABERT)

Consolidando as informações de recepção de TV via satélite, cabo e MMDS, estima-se que entre 36% e 55% dos domicílios do país conta atualmente com meios de recepção de programação de TV por meios complementares ou alternativos aos da transmissão terrestre.

O número de assinantes de TV por assinatura cresceu 70% de janeiro de 2009 a maio de 2011, representando um crescimento anual médio acima de 25% nesse período. A Figura 8 apresenta a evolução desse mercado.

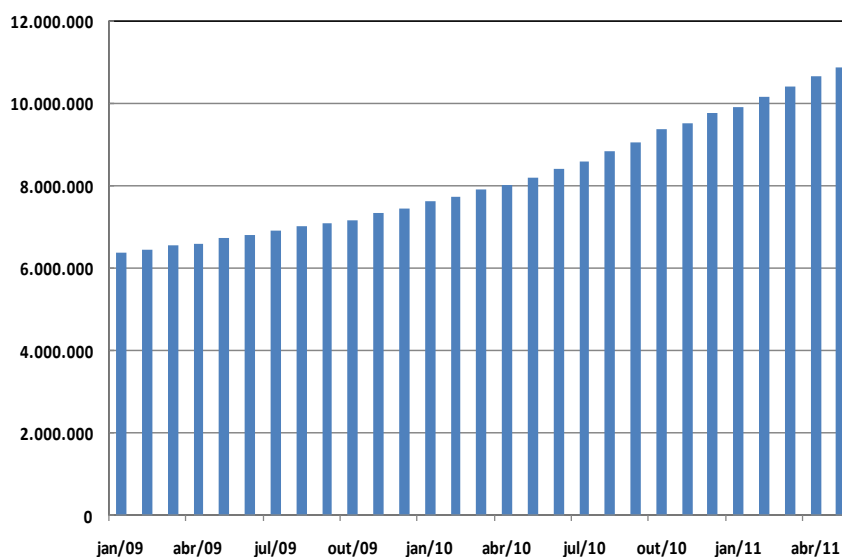


Figura 8 – Evolução recente do mercado de TV por assinatura no Brasil (Fonte: elaboração do CPqD a partir da base de dados da ANATEL)

Caso sejam concretizadas as propostas da Consulta Pública nº 33, lançada pela ANATEL em 7 de junho de 2011, que visam a flexibilização das regras de outorga, instalação e licenciamento do serviço de TV a cabo, espera-se um aumento substancial do número de prestadores do serviço e de domicílios atendidos por esse serviço. Atualmente o serviço de TV a cabo é oferecido em apenas 136 municípios do país.

2.3.1 TV Digital Terrestre

As primeiras transmissões comerciais de TV Digital terrestre no Brasil foram realizadas na cidade de São Paulo em dezembro de 2007. De acordo com a ANATEL⁵, em julho de 2011 o sinal de TV Digital estava sendo transmitido por 103 emissoras, em operação em 46 municípios. Segundo suas simulações, essas emissoras permitiam a cobertura de 480 municípios, chegando a mais de 87 milhões de pessoas e quase 31 milhões de domicílios. Isso representa 46% da população brasileira.

O cronograma estipulado para implantação do sinal de TV Digital no Brasil prevê que todos os radiodifusores transmitam no formato digital até 2013 e o desligamento dos sinais de TV analógica deverá ocorrer em 2016, conforme o Decreto nº 5.820, de 29 de junho de 2006.

2.4 Considerações finais

O setor de telecomunicações brasileiro passou por uma revolução desde a década de 1990 com o surgimento da Internet, a privatização das empresas de telefonia, a popularização do serviço móvel e a digitalização da televisão terrestre.

O sucesso do modelo de negócio do celular pré-pago e o empenho da agência reguladora e empresas operadoras de telecomunicações levaram o SMP a uma cobertura de 99,8% da população brasileira no segundo trimestre de 2011, sendo que 78,5% podem optar entre 4 ou 5 operadoras desse serviço, dependendo de sua área de abrangência.

Tal expansão só foi possível pela atribuição de fatias do espectro não apenas em quantidade suficiente, mas também em harmonia com padrões tecnológicos internacionais que possibilitam a assimilação de ganhos de escala na fabricação de equipamentos permitindo o barateamento do serviço para os usuários.

Processo semelhante começa a acontecer agora com o serviço de banda larga, que apoiado nas novas tecnologias de infraestrutura móvel do SMP (3G e 4G, a Quarta Geração) poderá atender a demanda reprimida existente na periferia dos grandes centros urbanos e, principalmente, na área rural do país e em suas regiões norte/nordeste.

Simultaneamente os serviços de comunicação de massa atravessam um período de crescimento e inovação, com forte expansão da plataforma de TV por assinatura via DTH (*Direct to Home*) e com a digitalização da plataforma de TV aberta terrestre. Atualmente 31 milhões de domicílios estão na área de cobertura da TVD terrestre, 22 milhões recebem a programação aberta por meio de antenas parabólicas por meio da banda C e cerca de 11 milhões contratam os serviços de TV por assinatura.

Na próxima seção analisaremos alguns impactos desse crescimento e atualização tecnológica do setor, e das interações entre os serviços, na ocupação do espectro.

⁵ Informações disponíveis em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=263618&assuntoPublicacao=Previs%E3o%20de%20Consclus%E3o%20da%20Reconfigura%E7%E3o&caminhoRel=Cidadao-Radiodifus%E3o-Televis%E3o%20Digital&filtro=1&documentoPath=263618.pdf>

3 Perspectivas para evolução da ocupação do espectro

A expansão de cobertura das redes móveis, o aumento de sua penetração no país e a evolução com o lançamento das redes 3G, e futuramente das redes 4G, são fatores que intensificam a convergência. Quando se observam os serviços e aplicações nas redes móveis de terceira e quarta geração, inclusive os que estão em oferta nos países desenvolvidos, percebem-se claramente a convergência de provedores de serviço e a convergência de equipamentos terminais.

A tecnologia móvel de banda larga torna possível a oferta de novos aparelhos móveis que permitem ao usuário final usufruir de vários tipos de serviços e aplicações que anteriormente demandavam diferentes terminais. Hoje, os provedores de serviço móveis são capazes de oferecer aplicações que anteriormente só eram oferecidos por provedores de redes fixas. Essas tendências fazem com que as aplicações disponíveis nas redes móveis reproduzam aquelas disponíveis nas redes fixas adicionando as características da mobilidade e, em alguns casos, da dependência de contexto.

3.1 Dados e vídeo na rede móvel

Observando a demanda por serviços móveis em vários países e elaborando projeções para o futuro próximo, um estudo da Cisco⁶ atualizado em 2011 aponta que a maior parte do tráfego sobre as redes móveis será resultante de conteúdo no formato de vídeo, a exemplo do que ocorre nas redes fixas. Essa aplicação é a que cresce a taxas mais elevadas uma vez que os novos dispositivos terminais (*netbooks*, *tablets* e *smartphones*) possibilitam sua entrega e fruição.

O estudo estima que em 2015 a aplicação de vídeo móvel representará mais de 66% de todo o tráfego global dos consumidores individuais. Aplicações menos exigentes como a Navegação/E-mail móvel ou o Compartilhamento de Arquivos móvel somariam outros 27% de todo o tráfego global. A Figura 9 apresenta essa previsão de evolução do tráfego móvel total mundial no intervalo 2010-2015, com o crescimento da participação do vídeo móvel.

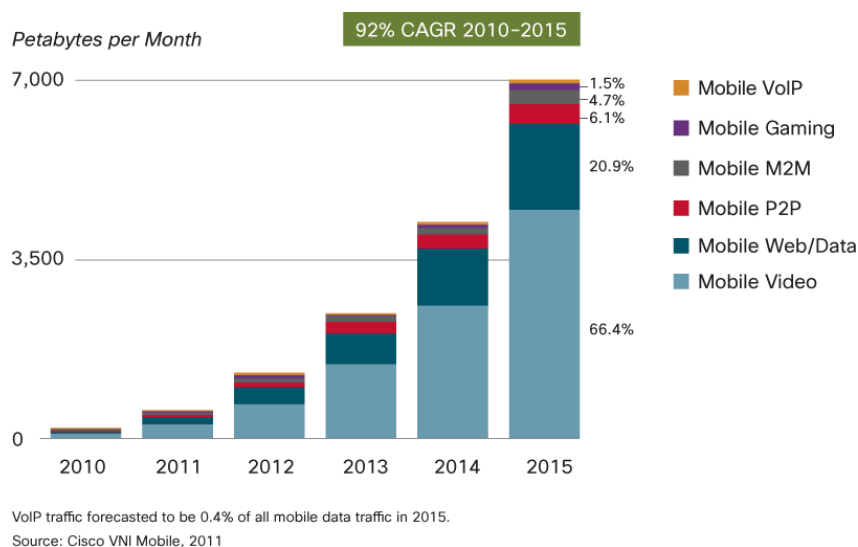


Figura 9 – Previsão da evolução da composição do tráfego de dados nas redes móveis entre 2010 e 2015 (Fonte: Cisco 2011)

⁶ Cisco, 2011.

O estudo da Cisco também aponta que essa maior participação das aplicações de vídeo nas redes móveis até 2015 levará a um crescimento estimado de 26 vezes no tráfego global de dados nesse tipo de infraestrutura. O tráfego de dados crescerá a uma taxa anual composta de 92% atingindo cerca de 7 ExaBytes por mês⁷ ao final do período.

No mesmo sentido, estudo recente da consultoria IDATE⁸ sobre as previsões para o tráfego em redes de telecomunicações móveis, para o período 2010-2020, também aponta para um crescimento intenso da quantidade de informações transportada, embora um pouco menor que o previsto pela Cisco. Esse crescimento é estimado em 33 vezes entre os anos de 2010 e 2020 e também provocado pela grande demanda dos usuários por aplicações de dados e vídeo nessas redes. A Figura 10 mostra a previsão da evolução do tráfego global nas redes de telecomunicações móveis, segundo o IDATE, alcançando cerca de 4 ExaBytes por mês em 2015 e pouco mais de 10 ExaBytes por mês em 2020.

Essa crescente participação de aplicações de vídeo para os próximos anos demandará muito da capacidade já instalada atualmente nas redes móveis, não somente em termos de banda passante necessária para suportar o intenso tráfego de dados, mas também em termos da banda de espectro atualmente atribuída para o serviço móvel.

No panorama brasileiro, do ponto de vista da demanda por mais espectro, além da originada pela evolução esperada dos serviços tradicionais de comunicações móveis entre indivíduos, como o SMP no Brasil, poder-se-ia agregar a demanda originária dos cenários previstos para outros serviços. Incluem-se aqui: o acesso fixo sem fio à Internet em banda larga, estendendo o alcance das redes a cabo convencionais para as regiões de baixa densidade populacional como proposto no PNBL (Plano Nacional de Banda Larga); e até as comunicações entre máquinas, a chamada comunicação M2M (*machine-to-machine*), que pode envolver inclusive várias aplicações como os sensores de redes inteligentes.

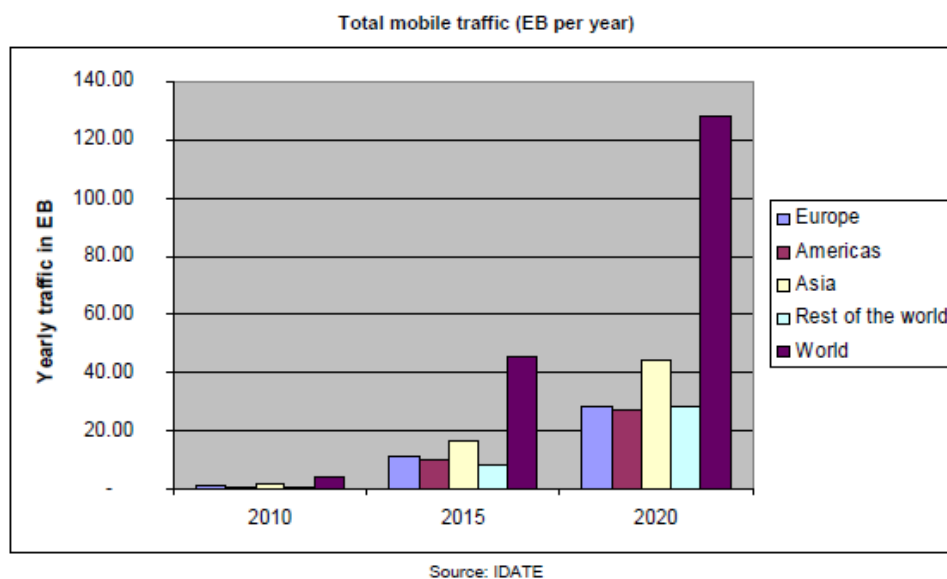


Figura 10 – Total de tráfego nas redes de telecomunicações móveis no mundo entre 2010 e 2020, em ExaBytes por ano. (Fonte: IDATE, 2011)

⁷ Um ExaByte corresponde a 10^{18} Bytes de informação. Um disco Blu-ray de dupla camada tem capacidade de 50 GigaBytes de dados, ou seja, 50×10^9 Bytes. Portanto, o tráfego estimado nas redes móveis globais será equivalente a cerca de cinco milhões de discos Blu-ray por dia.

⁸ IDATE, 2011.

A Figura 11 apresenta um exemplo da urgência do usuário brasileiro por “estar conectado”, levando ao crescimento da planta de terminais de terceira geração e da adoção de serviços de dados por eles viabilizados. Segundo dados da FEBRABAN (Federação Brasileira de Bancos), entre 2009 e 2010 as transações bancárias com origem na Internet foram as que mais cresceram, comparadas ao acesso aos terminais ATM ou às agências. Dentre essas transações, as originadas em terminais móveis se destacam representando uma adição de 2,2 milhões de usuários dessa modalidade de serviço bancário entre 2008 e 2010, com um crescimento de 72% em apenas um ano (2009-2010).

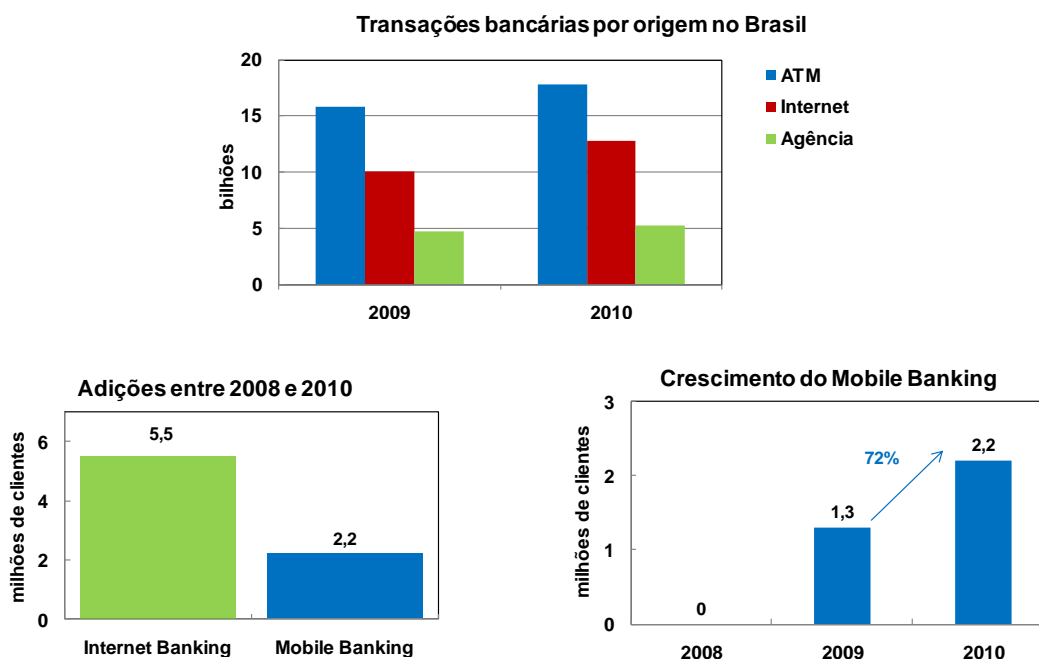


Figura 11 – Evolução no uso do Internet Banking e do Mobile banking (Fonte: elaboração do CPqD a partir de dados da FEBRABAN⁹)

3.2 Abordagens para tratar a escassez de espectro

A esses indicativos de forte demanda, em acordo com a maioria das expectativas, e a tendência em ocupar uma maior fração do espectro com os serviços móveis contrapõe-se uma escassez de espectro ocasionada pela atual atribuição de parte das frequências tecnicamente viáveis a outros serviços legados.

No sentido de atender a essa demanda, atacando a escassez do espectro, são propostas três abordagens para a solução do problema:

- Eficiência Tecnológica;
- *Refarming*;
- Compartilhamento.

Na abordagem de eficiência tecnológica, os fabricantes de equipamentos se incumbem de amenizar o problema ao inovar seus produtos. Para tanto, agregam às novas funcionalidades oferecidas a premissa de serem mais eficientes na ocupação do espectro, o que resulta num aumento da capacidade do sistema em realizar chamadas de voz ou comunicações de dados simultâneas, ou de velocidade na transmissão de dados. Em redes de comunicações móveis, por exemplo, essa eficiência normalmente é medida em

⁹ FEBRABAN, 2011.

bit/s/Hertz por site, apresentando uma evolução de 0.17 na tecnologia GSM para um valor de 0.53 na tecnologia 3G WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) e um máximo de 16.32 no padrão LTE (*Long Term Evolution*).

Já o *refarming* é uma expressão utilizada para designar a reorganização da ocupação do espectro pelos serviços existentes. Permite a inclusão de novos serviços, a expansão daqueles com alta demanda de uso, e a compactação, ou mesmo a eliminação, daqueles que tenham passado por evolução tecnológica e não apresentem indícios de maior demanda. Essa abordagem demanda longos processos de consultas públicas realizadas pelos agentes reguladores nacionais e a elaboração de acordos internacionais em organismos multilaterais como a UIT para coordenação entre países.

A terceira abordagem é o compartilhamento de espectro, onde uma mesma banda de espectro é destinada a mais de um serviço. Este procedimento já é utilizado atualmente sob a figura da ocupação em caráter primário ou secundário. A designação de uma faixa de espectro para um serviço em caráter primário implica na garantia de proteção daquele serviço contra interferências de outros serviços operando na mesma faixa de frequências ou em faixas próximas. A designação de uma faixa em caráter secundário significa que o serviço pode operar na ausência do ocupante em caráter primário, mas sem garantias de proteção. Caso o serviço em caráter primário comece a operar, o secundário deve tolerar as interferências que sofre ou retirar-se, se provocar interferências.

Outra situação em que o compartilhamento é utilizado é na operação de redes Wi-Fi. As bandas de frequência designadas para essas operações são conhecidas como “não licenciadas” e a atribuição de usuários se dá com o princípio de “o primeiro que solicitar leva”. Usualmente os serviços oferecidos nestas bandas de frequência não oferecem garantias de disponibilidade mínima, sendo classificados através do jargão *best effort*. Como não há previsibilidade da quantidade de usuários da banda e possíveis interferências, as bandas não licenciadas não costumam ser utilizadas pelas prestadoras de serviços de telecomunicações que têm de atender a requisitos mínimos de qualidade.

A mais recente evolução nesta abordagem é o compartilhamento de bandas de frequências baseado em rádios inteligentes (dispositivos capazes de realizar um sensoriamento e identificar frequências não utilizadas) ou em um banco de dados que centralize as informações das frequências disponíveis. Essa abordagem tem sido associada como a utilização dos *White Spaces*¹⁰.

As três abordagens devem estar articuladas com organizações internacionais de padronização de equipamentos de forma a obter vantagens econômicas, como ganhos de escala na produção que permitam o barateamento do produto final ao consumidor.

3.3 A digitalização da radiodifusão

Alinhado às abordagens de aumento da eficiência tecnológica e do *refarming*, encontramos o processo de digitalização da radiodifusão.

Um sistema de televisão é composto por três componentes: o “estúdio”, compreendendo as atividades de produção (gravação das cenas), pós-produção (edição e acabamento), transmissão de sinais entre diferentes setores da emissora e armazenamento dos vídeos, entre outras; a transmissão dessas informações para o telespectador, que é conhecida como “radiodifusão” (*broadcast*); e, na casa do usuário, um “sistema de recepção” (antena

¹⁰ Na literatura internacional o termo “*White Spaces*” se refere a canais vagos do serviço de radiodifusão de TV em uma dada localidade e, dependendo da fonte consultada, pode considerar apenas os canais adjacentes reservados para a proteção contra interferências, como também canais disponíveis para o serviço mas não destinados a um concessionário em particular.

e acessórios) e o receptor propriamente dito (televisor) completam o elo necessário para que o telespectador possa desfrutar da programação.

Num extremo, o ambiente de estúdio já vem sendo digitalizado há muito tempo, com a utilização de equipamentos de filmagem e armazenamento digitais. Sistemas computacionais e ilhas de edição não-linear permitem a criação de filmes e efeitos bem conhecidos pelos telespectadores. No outro extremo, o televisor do usuário que já possuía recursos digitais, como o controle remoto ou o sistema de sintonia com utilização de filtros digitais, completa esse ciclo com os aparelhos de tela plana de LCD (*Liquid Crystal Display*) ou LED (*Light Emitting Diode*) em formato *widescreen*.

A introdução da tecnologia digital no serviço de televisão – o que temos chamado de televisão digital na última década – refere-se à digitalização do elo faltante: a etapa de radiodifusão.

Entretanto, isso não deve ser entendido como uma mera digitalização do meio de transmissão, uma vez que tal tecnologia permite que uma série de novas funcionalidades sejam incorporadas ao serviço. Além da digitalização das imagens no formato da antiga TV analógica (4x3) com a mesma resolução (número de linhas verticais), conhecida como SDTV (*Standard Definition Television*), novas funcionalidades como o formato *widescreen* (16x9), a alta definição (HDTV, *High Definition Television*), som surround, interatividade e recepção móvel são viabilizadas.

Para viabilizar essa evolução da radiodifusão quatro padrões mundiais foram desenvolvidos nas décadas de 1990-2010. O ATSC (*Advanced Television Standards Committee*) nos Estados Unidos e o DVB-T (*Digital Video Broadcasting*, modalidade terrestre) na Europa foram os primeiros, seguidos pelo ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting*, modalidade terrestre) no Japão e, recentemente, o DTMB (*Digital Terrestrial Multimedia Broadcast*) na China.

Depois de longo trabalho de testes de campo, desenvolvimentos e análises sócio-econômicas iniciados em 1994, o Brasil adotou em 2006 o ISDB-T com algumas alterações em relação à norma adotada no Japão. Vale destacar duas dessas alterações que tem forte relação com o tema deste estudo:

- A adoção do padrão de codificação de vídeo H.264 | MPEG-4 AVC (*Moving Picture Experts Group 4 Advanced Video Coding*) no lugar do H.262 | MPEG-2 para a transmissão fixa¹¹;
- Manutenção dos canais de VHF (*Very High Frequency*) alto – 174-216 MHz – nas especificações.

O padrão de codificação de vídeo H.264 permite uma maior compressão do sinal de TV em relação ao MPEG-2, um padrão mais antigo, possibilitando ganhos de até 50%. Assim, o H.264 adotado no Brasil permite que uma imagem HD *widescreen* transmitida pelo ISDB-T japonês ou pelo ATSC norte-americano seja comprimida a metade da taxa de Mbit/s, dependendo do grau de detalhes ou movimentos envolvidos na cena. Como um canal com largura de 6 MHz pode carregar um *payload* de até 23,2 Mbit/s, em condições favoráveis, conclui-se que o padrão brasileiro permite que o radiodifusor transmita mais de uma programação, em diferentes qualidades (SD e HD)¹², ou outras informações que desejar

¹¹ A norma japonesa utiliza essa codificação apenas para as transmissões em um segmento para dispositivos móveis.

¹² São denominadas imagens de definição padrão (SD – *Standard Definition*) aquelas geradas com resolução vertical de 480 ou 576 linhas, com varredura entrelaçada ou progressiva, enquanto que imagens geradas com resolução superior, 720 ou 1080 linhas, com varredura progressiva, ou 1080 linhas com varredura entrelaçada, são denominadas de alta definição (HD - *High Definition*).

em seu canal. Como um sinal de qualidade SD pode ser codificado entre 0,5 e 2 Mbit/s e o HD entre 6 e 15 Mbit/s¹³, pode-se afirmar que um canal de 6 MHz comporta até duas programações simultâneas em HD ou, ao menos, dez programações simultâneas em SD. Some-se a isso o fato de que os padrões MPEG permitem que os fabricantes de equipamentos de transmissão trabalhem na evolução constante de eficiência dos codificadores sem que a base legada de decodificadores seja afetada. Em pouco menos de uma década, entre 1994 e 2002, período de seu maior desenvolvimento, a evolução da eficiência do MPEG-2 permitiu que a taxa de codificação de um sinal SD com qualidade de radiodifusão passa-se de 8 MBit/s para 2 ~ 2,5 MBit/s.¹⁴ Espera-se que ocorra algo semelhante, talvez não tão pronunciado, com o H.264.

No entanto, como as geradoras e retransmissoras de TV comerciais não tem permissão para transmitir mais de uma programação por localidade, atualmente essa capacidade está subutilizada.¹⁵ Por outro lado, a Norma Geral para Execução dos Serviços de TV Pública Digital explicita em suas disposições finais que apenas os canais consignados a órgãos e entidade integrantes dos poderes da União podem utilizar essa funcionalidade, inclusive definindo o termo Operador de Rede de Televisão Pública Digital. Essa característica da plataforma de TV Digital poderia viabilizar economicamente a transmissão aberta dos programas oferecidos por múltiplas geradoras ou retransmissoras em um único canal, sendo a mesma infraestrutura de transmissão compartilhada pelo grupo e seu custo dividido. Tal iniciativa está prevista no Plano de Trabalho para os Canais da Empresa Brasileira de Comunicações em 2011.¹⁶

Outra característica importante dos sistemas de transmissão digital baseados na técnica COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) – o DVB-T, o ISDB-T e o DTMB – é a capacidade de efetuar a repetição dos sinais entre diferentes transmissores utilizando a mesma frequência do sinal retransmitido, graças a sincronização dos sinais entre sites com a utilização de sistemas GPS. Ou seja, a digitalização eliminou a necessidade de reserva de canais específicos para o serviço de repetição de TV (RpTV) e esse foi um dos motivos para a escolha do ISDB-T pelo Brasil. Atualmente os canais 60 a 69 são reservados para esse serviço no Brasil. Além disso, permite que as estações destinadas a melhorar a recepção do sinal da estação geradora ou retransmissora de televisão digital terrestre em área de sombra no interior do seu contorno de serviço, conhecidas como estações reforçadoras de sinal, operem no mesmo canal de frequência.

Como última característica vale destacar que os canais digitais dificilmente interferem com as transmissões analógicas, o que permite que suas transmissões sejam efetuadas em canais da banda de TV vizinhos aos analógicos. Esses canais normalmente estariam vagos para evitar interferências entre os canais analógicos e, dessa forma, é possível realizar as transmissões digitais de uma programação simultaneamente a sua transmissão analógica num processo conhecido como *simulcast*. Tal processo deve ser realizado num intervalo de tempo que busca permitir a adesão dos domicílios à nova tecnologia.

3.4 Considerações finais

A tecnologia móvel de banda larga torna possível a oferta de novos aparelhos móveis que permitem ao usuário final usufruir de vários tipos de serviços e aplicações que

¹³ Thuresson, 2008.

¹⁴ MPEG Industry Forum, 2005.

¹⁵ Algumas emissoras educativas obtiveram licença especial do Ministério das Comunicações para realizar transmissões com múltiplas programações em caráter experimental e científico.

¹⁶ Disponível em: http://www.ebc.com.br/sites/_ebc/files/PT_2011_FINAL_Aprovado.pdf.

anteriormente não apenas demandavam diferentes terminais, mas inclusive restringiam certas aplicações ao domínio das redes fixas.

Essa tendência de convergência faz com que as aplicações disponíveis nas redes móveis reproduzam aquelas disponíveis atualmente nas redes fixas, com foco em redes sociais e no conteúdo de vídeo. Estudos como os da Cisco e do IDATE, citados neste capítulo, apontam para um crescimento intenso no volume de dados associados a essas aplicações que deverá trafegar pelas redes de telecomunicações móveis até 2015 e 2020, em função da forte adoção de dispositivos como os *smartphones* e os *tablets*.

Tal crescimento na demanda pode provocar uma escassez na quantidade de espectro disponível para os diversos serviços e aplicações móveis que dependem deste insumo. A experiência internacional de mais de um século na gestão do espectro aponta para três possíveis abordagens, não excludentes, para evitar essa escassez: Eficiência Tecnológica; *Refarming*; e Compartilhamento.

Nesse sentido, o recente processo de digitalização da radiodifusão de TV no mundo em conjunto com as novas tecnologias de quarta geração de comunicações móveis, 4G, contribuem para uma solução via a Eficiência Tecnológica.

Simultaneamente, a desativação dos canais analógicos da radiodifusão de TV terá como consequência a liberação de boa parte das faixas de frequência hoje atribuídas, prioritariamente ou exclusivamente, à transmissão de TV terrestre. O espectro assim disponibilizado é referenciado mundialmente como Dividendo Digital e passível de ser utilizado em um processo de *refarming*.

Por fim, considerando as excelentes condições de propagação das faixas de VHF e UHF e a crescente demanda por espectro de alguns serviços de telecomunicações, a atribuição de partes dessas faixas a novas aplicações apresenta potencial para utilização pelos seguintes serviços:

- **Novos canais digitais de TV** – transmissões de TV Digital fixa ou móvel podem ser realizadas em parte do Dividendo Digital na falta de disponibilidade no espectro originalmente planejado para esses serviços.
- **Serviços móveis** – novas tecnologias de acesso móvel operando na faixa de UHF possuem condições ideais de propagação para operação viável tanto em ambientes urbanos, visando complementar a menor cobertura de rádio bases operando em frequências mais altas, quanto rurais.
- **Serviços fixos de banda larga sem fio** – tecnologias de acesso fixo operando na faixa de UHF possuem condições ideais de propagação para operação viável em ambientes rurais visando à massificação do acesso.
- **Serviços de banda larga para segurança** – complementando os serviços atuais de comunicação para a área de segurança que oferecem basicamente voz e banda estreita, o Dividendo Digital pode permitir a utilização de serviços privados de acesso em banda larga com mínima infraestrutura pelas características de propagação da faixa.

Como veremos na próxima seção, a partir do elenco planejado de serviços, cada país tem buscado segregar faixas contínuas do espectro para operação no Dividendo Digital de modo mais eficiente e em sinergia com experiências de outros países. O alinhamento das propostas de canalização do Dividendo Digital por grupos de países possibilita a obtenção de ganhos de escala nos preços dos equipamentos envolvidos bem como o *roaming* internacional de usuários.

4 Experiência internacional na utilização do Dividendo Digital

De modo geral, o cronograma e as definições para a digitalização da TV terrestre estão sendo conduzidos por cada país de modo independente. A grande maioria dos países, incluindo o Brasil, encontra-se na fase de convívio entre os sistemas analógico e digital e planeja desativar a transmissão analógica em no máximo 10 anos. A Tabela 1 ilustra o cronograma planejado para a desativação da TV analógica para um conjunto de países selecionados.

Tabela 1 – Cronograma planejado para desativação da transmissão analógica de TV terrestre

Desativação até 2010	Desativação entre 2011 e 2012	Desativação entre 2013 e 2015	Desativação entre 2016 e 2020
Finlândia	Japão	Austrália	Brasil
Suécia	Coréia do Sul	Polônia	Turquia
Holanda	Canadá	Filipinas	Chile
Estados Unidos*	França	Índia	Costa Rica
Alemanha	África do Sul	China	Argentina
Espanha	Itália	Rússia	Colômbia
Áustria	Portugal	México***	Bolívia
Dinamarca	Bulgária		Panamá
Grécia	Reino Unido**		Venezuela
Suíça			

* Todas as estações analógicas de alta potência foram desativadas. Ainda existem estações analógicas de baixa potência em operação fora da faixa do Dividendo Digital.

** O Reino Unido antecipou de 2013 para 2012 a última etapa do seu cronograma.

*** O México antecipou de 2021 para 2015 a desativação da sua TV analógica.

Com o objetivo de coordenar e harmonizar as iniciativas dos diferentes países no planejamento do uso dos seus dividendos digitais, a UIT incluiu esse tema na agenda da Conferência Mundial de Radiocomunicações de 2007 (WRC-07). Um dos principais resultados da Conferência foi a elaboração da Resolução 224, que trata das faixas de frequência para Telecomunicações Móveis Internacionais (IMT) abaixo de 1 GHz.

A Resolução 224 reforça a importância do uso dessa faixa para os serviços móveis pela menor necessidade de estações rádio base, sendo de especial interesse para os países em desenvolvimento que possuem grandes áreas com baixa densidade populacional, e resolve, entre outros pontos, encorajar as administrações dos países a considerar os estudos e recomendações da UIT-R na implementação de sistemas de telecomunicações móveis na faixa de 698-806 MHz para a Região 2 (Américas) e para nove países¹⁷ da Região 3 (Ásia Oriental e Oceania) e na faixa de 790-862 MHz para as demais regiões e países. A Figura 12 ilustra as definições da Resolução 224.

¹⁷ Bangladesh, China, Coreia do Sul, Índia, Japão, Nova Zelândia, Papua Nova Guiné, Filipinas e Cingapura.

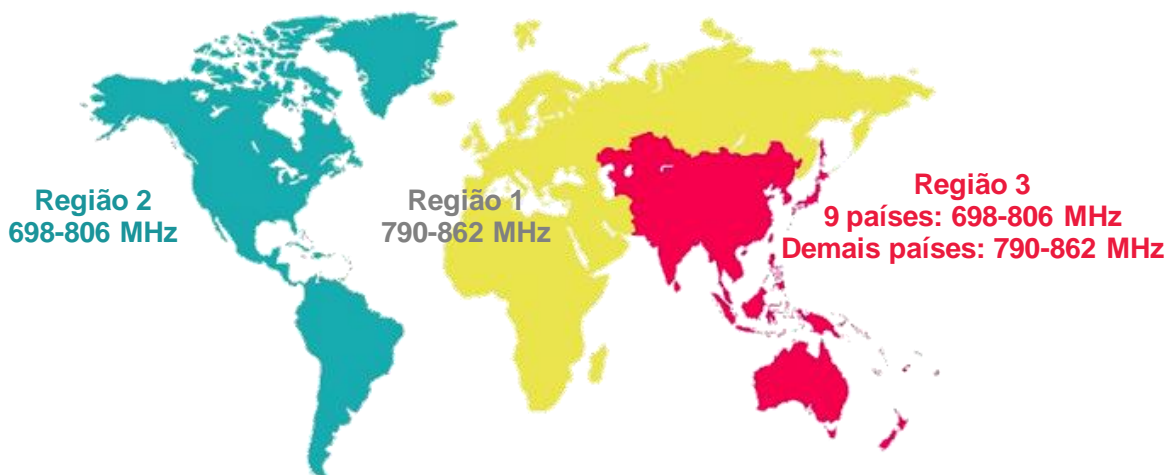


Figura 12 – Definição dos dividendos digitais das 3 Regiões segundo a WRC-07

A partir das definições da UIT para a Região 1 e do acordo europeu GE-06, que trata do uso da faixa de 470-862 MHz, a Comunidade Européia vem realizando estudos para coordenação da atribuição do Dividendo Digital entre seus países membros. Esses estudos recomendam o *refarming* do espectro entre 790 e 862 MHz até 2015 e apresentam duas propostas iniciais de canalização dessa faixa conforme apresentado na Figura 13.

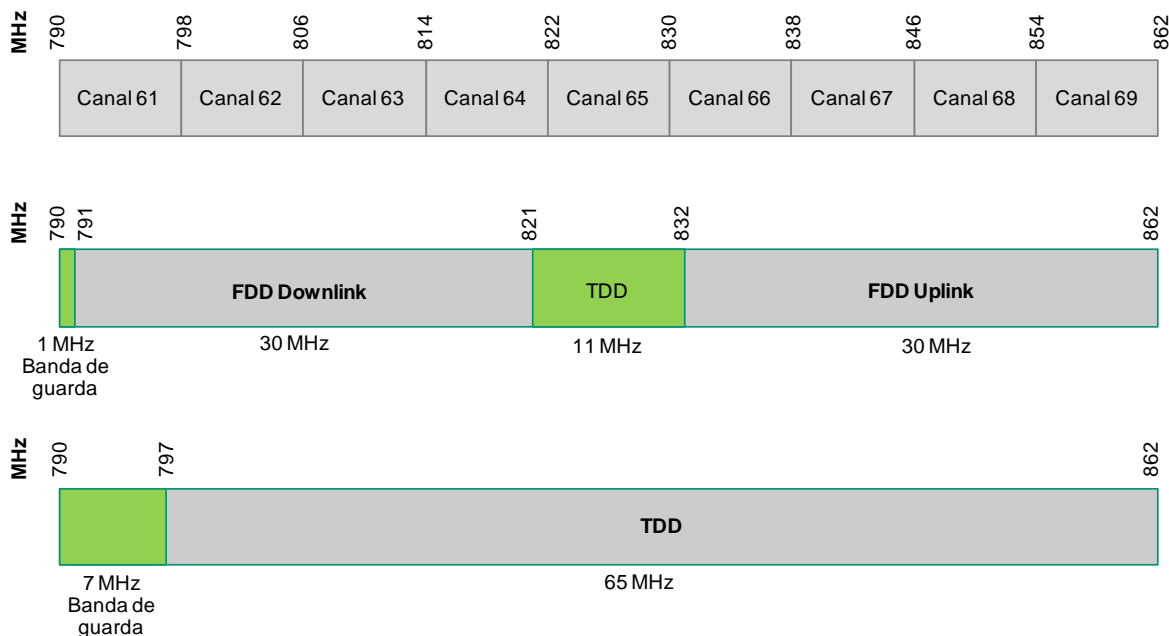


Figura 13 – Propostas da Comunidade Européia para canalização do Dividendo Digital

Em 2009 foi realizado um levantamento dos planos de utilização de serviços nessa faixa pelos países membros da Comunidade Européia. O seu resultado mostrou uma maior propensão dos países à disponibilização do Dividendo Digital para banda larga sem fio ou outros serviços, conforme apresentado na Tabela 2. Malta foi o único país que declarou sua intenção de utilizar o Dividendo Digital exclusivamente para TV Digital.

Tabela 2 – Planos dos países membros da CE para utilização do Dividendo Digital

Disponibilização para banda larga sem fio ou outros serviços	Consideram a disponibilização para banda larga sem fio ou outros serviços	Indecisos	Disponibilização somente para TV Digital
Finlândia	República Tcheca	Áustria	Malta
Suécia	Irlanda	Bélgica	
Dinamarca	Hungria	Bulgária	
França	Eslováquia	Grécia	
Alemanha	Luxemburgo	Itália	
Reino Unido		Portugal	
Holanda		Polônia	
Espanha			

Para os países da Região 3 que terão seu Dividendo Digital na faixa de 698-806 MHz, a Asia-Pacific Telecommunity Wireless Group (AWG) apresenta a proposta de atribuição desse espectro aos serviços IMT¹⁸. A proposta considera uma versão para tecnologias TDD (*Time Division Duplex*) e outra para tecnologias FDD (*Frequency Division Duplex*)¹⁹, conforme apresentado na Figura 14.

¹⁸ Sistemas IMT são sistemas móveis que possibilitam o acesso a uma ampla gama de serviços de telecomunicações que, por sua vez, suportam aplicações móveis com diferentes requisitos de velocidade e de qualidade de serviço. No Brasil, os sistemas IMT são empregados nas redes do Serviço Móvel Pessoal (SMP).

¹⁹ A tecnologia FDD utiliza duas bandas de frequência separadas, fazendo com que durante uma comunicação o terminal móvel transmita em uma frequência e receba na outra. A frequência na qual o terminal móvel transmite para a rádio base é conhecida por *uplink* enquanto que a frequência na qual a estação rádio base transmite para o terminal é chamada de *downlink*. Já a tecnologia TDD utiliza a mesma faixa de frequência para transmissão e recepção, porém enviando e recebendo informações em tempos distintos.

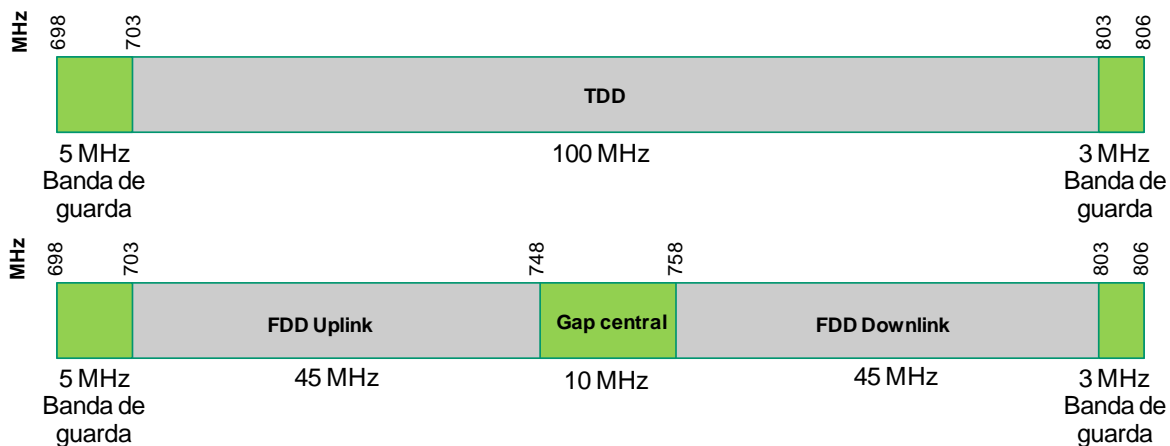


Figura 14 – Propostas da AWG para canalização do Dividendo Digital para Região 3

Seguindo essa iniciativa, a Australian Communications and Media Authority (ACMA) propõe a atribuição do espectro de 700 MHz aos serviços IMT em harmonia com a versão FDD da AWG, adequando o Dividendo Digital australiano, que ocupa a faixa de 694-820 MHz, ao da Região 3 por meio de bandas de guarda adicionais. A Figura 15 ilustra a proposta da ACMA.

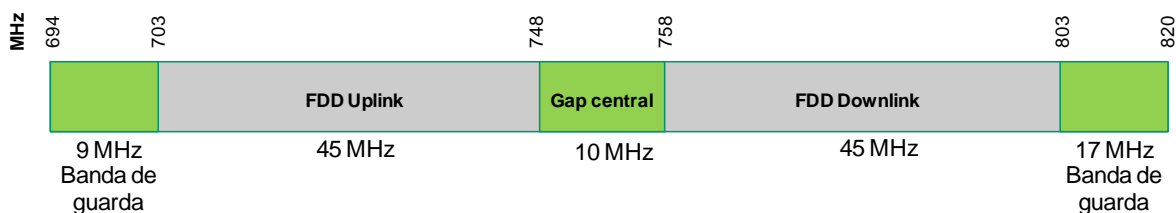


Figura 15 – Proposta da ACMA para canalização do Dividendo Digital na Austrália

O Japão, por sua vez, considera o Dividendo Digital de 130 MHz do seu espectro após a desativação da sua TV analógica, sendo planejadas as faixas de 90-108 MHz (canais 1-3 do VHF), 170-222 MHz (canais 4-12 do VHF) e 710-770 MHz (canais 53-62 do UHF). Sua proposta de atribuição de serviços após o *refarming* considera a destinação de faixas específicas para transmissão de serviços de broadcast diferentes de TV (como Rádio Digital e TV móvel), comunicações privadas para segurança, sistemas de transporte inteligentes (ITS) e telecomunicações móveis. No 11º Encontro da AWG, realizado em setembro de 2011, o Japão declarou que considera a possibilidade de empregar uma canalização para os serviços móveis harmonizada com a proposta FDD atual da AWG. A Figura 16 apresenta a proposta atual do Japão para utilização de seu Dividendo Digital.

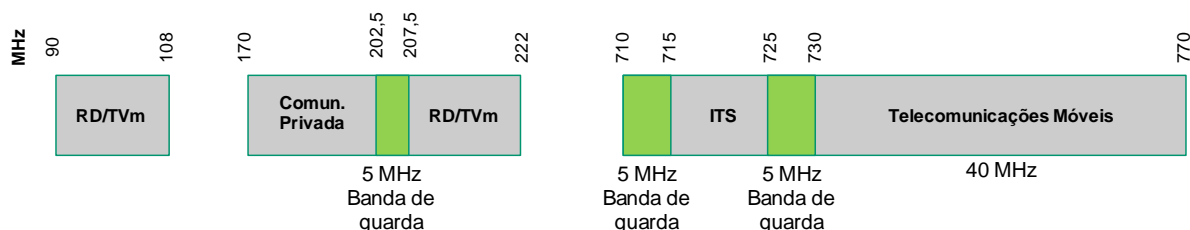


Figura 16 – Proposta do Japão para utilização do seu Dividendo Digital

As Américas compreendem a Região 2 do UIT e apresentam por um lado a experiência concreta dos Estados Unidos, cujo Dividendo Digital na faixa de 700 MHz se encontra atribuído a novos serviços já em operação, e a dos demais países que ainda avaliam a futura disponibilização e atribuição desse espectro.

Os Estados Unidos iniciaram o *refarming* da faixa de 700 MHz, em 2003, com a determinação do FCC de que as emissoras de TV analógicas que operavam na faixa de 698-806 MHz (canais 52 a 69) deveriam migrar suas operações para o sistema digital empregando somente os canais abaixo de 52.

A canalização definida pelo FCC destinou 24 MHz para segurança pública, 80 MHz para serviços comerciais e 4 MHz para bandas de guarda, conforme apresentado na Figura 17.

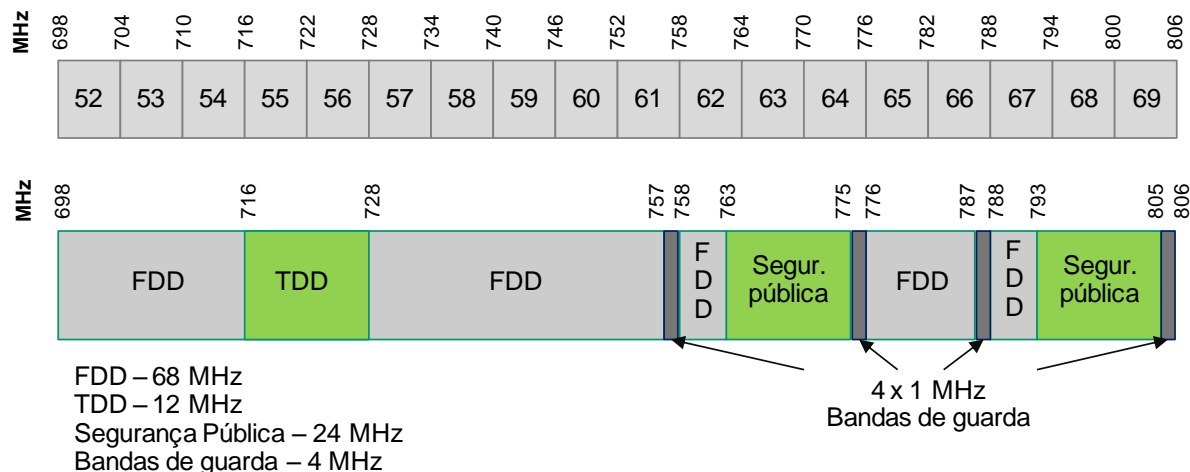


Figura 17 – Canalização da faixa de 700 MHz nos Estados Unidos

A disponibilização da faixa de 700 MHz aos novos serviços foi dividida em duas etapas:

- Entre 2002 e 2005, o FCC leiloou 3 faixas de 6 MHz (canais 54, 55 e 59) em todo o país para operadoras de serviços móveis. Os resultados do leilão foram abaixo do esperado pela falta de um cronograma definido para a desativação dos canais analógicos, totalizando cerca de US\$ 175 milhões.

- No início de 2008 foram leiloadas as faixas restantes do espectro, após a definição da data de desativação da TV analógica para 17 de fevereiro de 2009. Nessas condições foram arrecadados cerca de US\$ 19,6 bilhões.

Em 2006, a Comissão Interamericana de Telecomunicações (CITEL) aprovou, através da Recomendação nº 18 da VII Reunião do seu Comitê Consultivo Permanente II, uma alternativa de uso da faixa do Dividendo Digital para os países da Região 2 que desejassem seguir a canalização adotada nos Estados Unidos que considerassem:

- As faixas de 698-764 MHz e de 776-794 MHz para sistemas IMT;
- As faixas de 764-776 MHz e de 794-806 MHz para sistemas de segurança pública.

A Figura 18 apresenta a recomendação de alternativa de atribuição de serviços ao Dividendo Digital proposta pela CITEL, similar ao plano adotado pelos Estados Unidos.

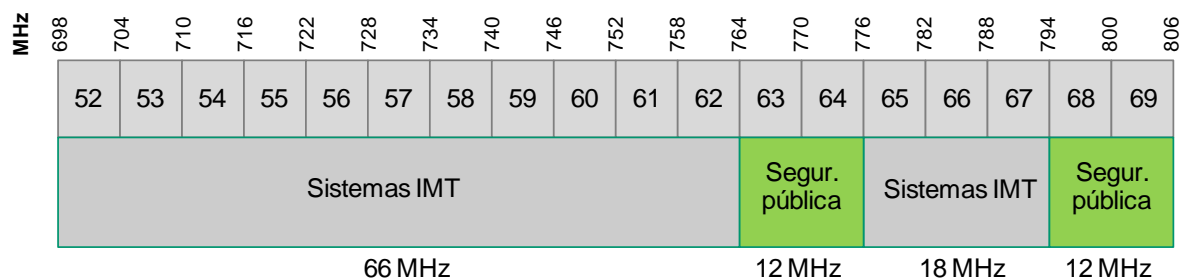


Figura 18 – Proposta da CITEEL para atribuição de serviços para o Dividendo Digital

Diante da não manifestação de interesse dos demais países da Região 2 em aderir à citada Recomendação nº.18, e por decisão consensada em plenária, foi criado durante a XVI Reunião do Comitê Consultivo Permanente II da CITEEL, em dezembro de 2010, um grupo Ad Hoc com o objetivo de estudar os possíveis usos para o espectro advindo da desativação das transmissões analógicas de TV (Dividendo Digital), bem como propor opções de canalização deste espectro alinhadas às recomendações da UIT já existentes sobre o tema.

Durante a XVII Reunião do Comitê Consultivo Permanente II da CITEEL, em maio de 2011, foi aprovado um plano de trabalho detalhado para o grupo Ad Hoc, estabelecendo o final de 2012 como data limite para a apresentação dos resultados de seus trabalhos. Entre outras atividades, o grupo Ad Hoc que trata do Dividendo Digital está conduzindo um questionário junto às Administrações da Região 2, onde coletará as intenções de uso do Dividendo Digital.

Alguns países da região, como o Uruguai, o Peru e a Colômbia, já manifestaram, através da realização de consultas públicas e da elaboração de planos de ações, a intenção de utilizar o espectro advindo do Dividendo Digital para comunicações móveis, em alinhamento à recomendação da UIT para utilização por sistemas IMT. No Uruguai o MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería) trabalha na elaboração de um decreto com este fim. Já o Peru, em sua consulta pública²⁰ avalia as opções de canalização alinhadas ao plano FDD da Região 3 e ao plano dos Estados Unidos.

4.1 Considerações finais

Observa-se que algumas propostas de alteração na utilização do espectro apresentadas nas três Regiões vão além da atribuição de parte do Dividendo Digital aos sistemas de comunicações móveis, detalhando também sua segmentação entre sistemas FDD e TDD, como é o caso da consulta pública da ACMA. No caso norte americano, a nova atribuição quando apresentada pela FCC já definia a distribuição de segmentos da faixa para múltiplos atores (FDD e TDD com diferentes larguras de banda).

A CITEEL, por ser um organismo regional, orienta apenas uma atribuição que alinhe a faixa espectral para os sistemas de comunicações móveis sem entrar no mérito da opção entre sistemas TDD e FDD. A exemplo da proposta da AWG para a Região 3, a proposta da CITEEL implica numa possibilidade de maior eficiência na utilização do espectro ao evitar uma segmentação excessiva da faixa de UHF, deixando a cargo das administrações nacionais a decisão pela segmentação para distribuição a diferentes atores, ou entre sistemas FDD e TDD, na busca de garantir uma maior competição no mercado móvel com

²⁰ Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Peru. 2011.

vários possíveis destinatários das faixas. A análise de custos/benefícios realizada por cada país deve atender também para os prazos previstos para a oferta comercial de equipamentos pelos fabricantes nas diferentes faixas de frequência, e para a busca de menores preços por meio de ganhos de escala na produção.

5 Considerações técnicas sobre a faixa de frequência de 700 MHz

Nos sistemas de comunicação sem fio, a comunicação entre o transmissor e o receptor ocorre através do espaço por propagação de radiações eletromagnéticas em frequências de rádio. O desempenho desses sistemas depende do caminho de transmissão entre o transmissor e o receptor. Esse caminho pode variar desde um caminho em linha de visada (sem obstrução) até um caminho obstruído por prédios e árvores. Essas obstruções podem causar fenômenos como reflexão, difração ou espalhamento do sinal transmitido. Devido a esses fenômenos de propagação e à distância entre o transmissor e o receptor, o sinal no receptor apresenta uma potência menor que o sinal no transmissor, isto é, o sinal sofre uma atenuação. A diminuição na potência de um sinal, na transmissão de um ponto a outro é denominada perda de propagação, sendo expressa, normalmente, em decibéis (dB). A perda de propagação aumenta com o aumento da distância entre o transmissor e o receptor.

Em transmissões no espaço livre (linha de visada e sem obstáculos que causem reflexão, difração ou espalhamento do sinal), a perda devido à propagação entre o transmissor e o receptor é proporcional ao quadrado da frequência de transmissão e assim, aumenta com o aumento da frequência. Esse é o cenário em que ocorre a menor perda por propagação. As perdas por difração e atenuação devido a objetos naturais, como árvores, e efeito Doppler também aumentam com o aumento da frequência. Além disso, alguns estudos mostram que a perda por penetração, por exemplo, através de paredes, também aumenta com o aumento da frequência. Portanto, as perdas devido à propagação aumentam com o aumento da frequência.

Dessa forma, pode-se afirmar que na faixa de frequências de 700 MHz as perdas de propagação são menores que nas faixas de frequências acima de 1 GHz. A Figura 19 apresenta as perdas de propagação para as frequências de 700 MHz e 2500 MHz em áreas abertas, como as áreas rurais.

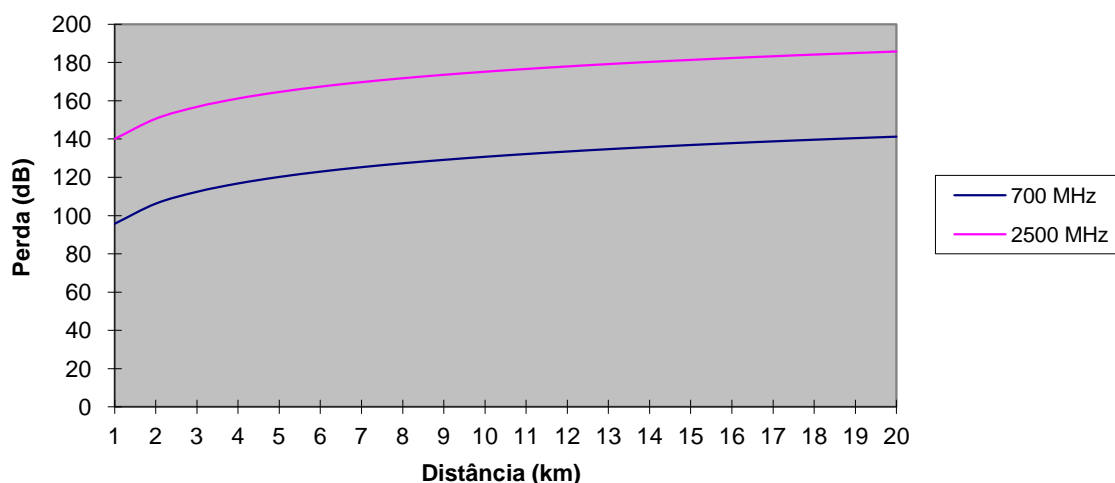


Figura 19 - Perdas de propagação para as frequências de 700 e 2500 MHz (Fonte: CPqD).

Levando-se em conta apenas os efeitos da propagação, pode-se afirmar que um sistema de comunicação sem fio operando em faixas de frequências mais baixas tem uma maior área de cobertura e pode ser implantado com um menor número de estações rádio-base para atender uma determinada área.

Na Figura 20 são apresentados valores típicos de raios de cobertura e número de estações rádio-base (ERB) de sistemas de comunicação sem fio operando em faixas de frequência entre 700 e 5800 MHz. Observa-se que, com o aumento da frequência, o raio de cobertura diminui aumentando consequentemente o número de estações rádio-base necessário para cobrir uma determinada área.

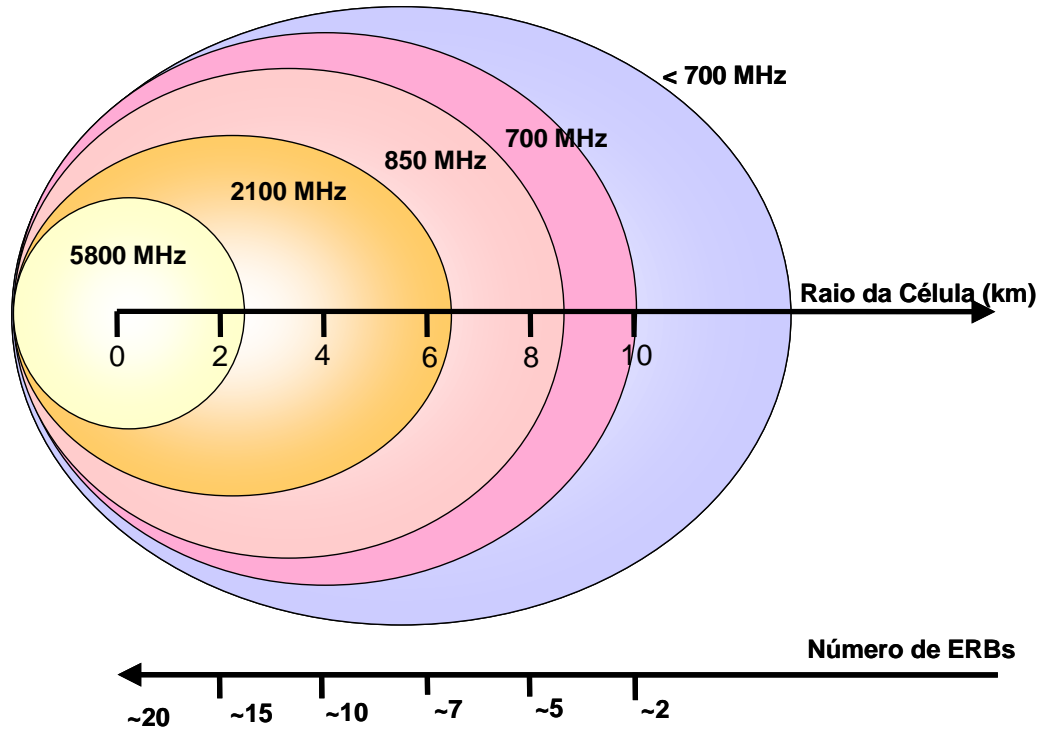


Figura 20 - Valores típicos de raios de cobertura e número de estações rádio-base (ERB) para faixas de frequências entre 700 e 5800 MHz.

Assim, considerando-se os mesmos requisitos de terreno, potência de transmissão e largura de banda, observa-se que ocorre uma grande redução no número de equipamentos (estação rádio-base) quando se utiliza a faixa de 700 MHz em comparação com a faixa de 2,1 GHz.

A redução no número de equipamentos corresponde a uma redução no custo de implantação da rede de comunicação sem fio e, consequentemente, a um custo menor por assinante. A Figura 21 apresenta os valores de CAPEX²¹ para implantação de infraestrutura de redes de comunicação sem fio considerando diferentes faixas de frequências.

²¹ CAPEX é a sigla da expressão inglesa *Capital Expenditure*. Representa o montante de investimentos realizados por uma empresa em equipamentos e instalações para iniciar e/ou manter a produção de um bem ou serviço.

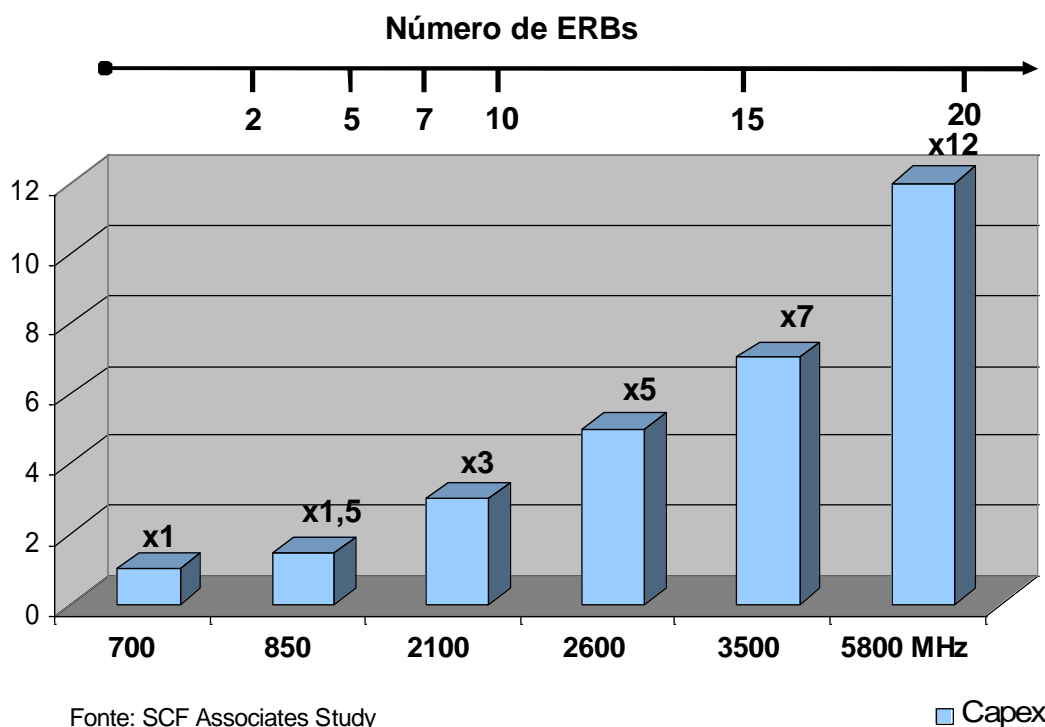


Figura 21 - Valores de Capex para implantação de infraestrutura de redes de comunicação sem fio para diferentes faixas de frequências

Para se obter um balanço entre custo de implantação e área de cobertura em regiões com baixa densidade populacional é essencial o uso de estações rádio-base com grande área de cobertura, o que pode ser obtido utilizando-se a faixa de frequência de 700 MHz.

A utilização da faixa de frequências de 700 MHz apresenta significantes vantagens de implantação para os sistemas de comunicação sem fio tanto em regiões com baixa densidade populacional quanto em áreas urbanas e suburbanas, principalmente se houver disponibilidade de faixa para atender às demandas de capacidade. Se não houver disponibilidade de faixa, podem-se empregar sistemas operando em faixas mais altas, como 2500 MHz, juntamente com os sistemas operando na faixa de 700 MHz para atender os requisitos de capacidade. Deve-se também ressaltar que devido ao fato de apresentar uma menor perda de penetração, a faixa de frequências de 700 MHz apresenta uma melhor cobertura dentro de edificações.

Sistemas celulares operando na faixa de frequências de 700 MHz apresentam-se como uma boa solução para levar acesso banda larga a regiões com baixa densidade populacional, áreas rurais e áreas que não são economicamente atrativas para a utilização de tecnologias com fio.

5.1 Padronização de sistemas de comunicação sem fio na faixa de 700 MHz

Os sistemas de comunicação sem fio são especificados por organismos de padronização como 3GPP, 3GPP2, IEEE e WiMAX Fórum. Considerando a faixa de frequências de 698 a 806 MHz, são vários os sistemas de comunicação sem fio que estão sendo especificados por esses organismos para operação nessa faixa, os quais serão apresentados a seguir.

5.1.1 3GPP

O Third Generation Partnership Project (3GPP) é um organismo de padronização que envolve várias organizações de todo o mundo e é responsável pela padronização dos sistemas de comunicação sem fio GSM (Global System for Mobile Communications) e evoluções desse sistema, como os sistemas GPRS (General Packet Radio Service), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) e LTE (Long Term Evolution).

Os sistemas GSM, GPRS, EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) e EDGE evolution (ou evolved EDGE), os quais fazem parte da rede de acesso GERAN (GSM EDGE Radio Access Network) estão especificados para operação nas faixas de frequências, dentro da faixa de frequências de 698 a 806 MHz, apresentadas na Tabela 3, de acordo com a especificação 3GPP TS 45.005 V10.1.0.

Tabela 3 – Faixas de frequência para operação dos sistemas GSM, GPRS e EDGE

Banda	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
GSM 710	698 a 716	728 a 746
GSM 750	747 a 763	777 a 793

Os sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) e HSPA (High Speed Packet Access), os quais fazem parte do sistema de acesso UTRA (Universal Terrestrial Radio Access), operando em modo FDD (Frequency Division Duplex) estão especificados para operação, dentro faixa de frequências de 698 a 806 MHz, nas faixas de frequências apresentadas na Tabela 4, de acordo com a especificação 3GPP TS 25.104 V10.2.0.

Tabela 4 – Faixas de frequência para operação dos sistemas UMTS, HSPA

Banda	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Separação entre frequência Tx – Rx (MHz)
XII	699 a 716	729 a 746	30
XIII	777 a 787	746 a 756	31
XIV	788 a 798	758 a 768	30

Não está especificada operação dos sistemas UMTS e HSPA em modo TDD (Time Division Duplex) na faixa de 700 MHz.

Os sistemas LTE e LTE – Advanced, estão especificados para operação em modo FDD, dentro faixa de frequências de 698 a 806 MHz, nas faixas de frequências apresentadas na Tabela 5, de acordo com a especificação 3GPP TS 36.104 V10.3.0. Esses sistemas fazem parte da rede de acesso rádio E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access).

Tabela 5 – Faixas de frequência para operação dos sistemas LTE e LTE-Advanced

Banda	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
12	699 a 716	729 a 746
13	777 a 787	746 a 756
14	788 a 798	758 a 768
17	704 a 716	734 a 746

Os sistemas E-UTRA podem operar com as seguintes larguras de canal: 1,4, 3, 5, 10, 15 e 20 MHz.

5.1.2 3GPP2

O Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2) é o organismo responsável pela elaboração de especificações técnicas para sistema móvel de terceira geração, e sua evolução, baseado na especificação ANSI-41 para a rede núcleo.

Os sistemas cdma2000 Spread Spectrum, CDMA High Rate Packet Data e Ultra Mobile Broadband foram especificados pelo 3GPP2.

Esses sistemas estão especificados para operação nas faixas de frequências, dentro da faixa de frequências de 698 a 806 MHz, apresentadas na Tabela 6, de acordo com a especificação 3GPP2 C.S0057-D, version 1.0.

Tabela 6 – Faixas de frequência para operação dos sistemas 3GPP2

Banda	Bloco	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
7 (Upper 700 MHz)	C	776 a 787	746 a 757
	A	787 a 788	757 a 758
18 (700 MHz Public Safety Band)	A	787 a 788	757 a 758
	D	788 a 793	758 a 763
	Public Safety Broadband	793 a 798	763 a 768
	Public Safety Guard Band	798 a 799	768 a 769
19 (Lower 700 MHz)	A	698 a 704	728 a 734
	B	704 a 710	734 a 740
	C	710 a 716	740 a 746

Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro.

O sistema cdma2000 pode operar com fator de espalhamento 1 ou 3. Quando operar com fator de espalhamento 1, a largura de canal é igual a 1,25 MHz. A largura de canal do sistema CDMA High Rate Packet Data também é igual a 1,25 MHz. A Tabela 7 apresenta os canais válidos para operação para esses sistemas.

Tabela 7 – Canais para operação dos sistemas cdma2000 com fator de espalhamento igual a 1 e CDMA High Rate Packet Data

Banda	Bloco	Canal	Faixa de frequência	
			Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
7	C	23 a 198	777,150 a 785,900	747,150 a 755,900
18	D	45 a 95	789,250 a 791,750	759,250 a 761,750
		96 a 119	791,800 a 792,950	761,800 a 762,950
	Public Safety Broadband	120 a 144	793,000 a 794,200	763,000 a 764,200
		145 a 195	794,250 a 796,750	764,250 a 766,750
19	A	23 a 98	699,150 a 702,900	729,150 a 732,900
		99 a 119	702,950 a 703,950	732,950 a 733,950
	B	120 a 142	704,000 a 705,100	734,000 a 735,100
		143 a 218	705,150 a 708,900	735,150 a 738,900
		219 a 239	708,950 a 709,950	738,950 a 739,950
	C	240 a 262	710,000 a 711,100	740,000 a 741,100
		263 a 338	711,150 a 714,900	741,150 a 744,900

Quando o sistema cdma2000 operar com fator de espalhamento 3, a largura de canal é igual a 3x1,25 MHz e operação poderá ocorrer nos canais mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 – Canais para operação do cdma2000 com fator de espalhamento igual a 3

Banda	Bloco	Canal	Faixa de frequência	
			Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
7	C	48 a 173	778,400 a 784,650	748,400 a 754,650
18	D	70	790,500	760,500

		71 a 119	790,550 a 792,950	760,550 a 762,950
	Public Safety Broadband	120 a 169	793,000 a 795,450	763,000 a 765,450
		170	795,500	765,500
19	A	48 a 73	700,400 a 701,650	730,400 a 731,650
		74 a 119	701,700 a 703,950	731,700 a 733,950
	B	120 a 167	704,000 a 706,350	734,000 a 736,350
		168 a 193	706,400 a 707,650	736,400 a 737,650
		194 a 239	707,700 a 709,950	737,700 a 739,950
	C	240–287	710,000 a 712,350	740,000 a 742,350
		288-313	712,400 a 713,650	742,400 a 743,650

A largura de canal do sistema Ultra Mobile Broadband pode variar entre 1,25 MHz e 20 MHz, baseada nas seguintes taxas 1,2288, 2,4576, 4,9152, 9,8304, e 19,6608 Mcps. A Tabela 9 apresenta os canais válidos para operação.

Tabela 9 – Frequências e canais para o sistema UWB

Banda	Uplink		Downlink	
	Frequência (MHz)	Canal	Frequência (MHz)	Canal
7	$776,0384 + ((0,050 (N - 8192))/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$8192 \leq N \leq 8432$	$746,0384 + ((0,050 N)/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$0 \leq N \leq 240$
18	$787,0384 + ((0,050 (N - 8192))/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$8192 \leq N \leq 8432$	$757,0384 + ((0,050 N)/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$0 \leq N \leq 240$
19	$698,0384 + ((0,050 (N - 8192))/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$8192 \leq N \leq 8552$	$728,0384 + ((0,050 N)/0,0096 + 0,5) * 0,0096$	$0 \leq N \leq 360$

5.1.3 IEEE

O IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) é uma instituição que desenvolve padrões para a indústria em uma grande área de tecnologias.

Considerando as faixas de frequências de 698 a 806 MHz, alguns padrões estão sendo desenvolvidos pelo IEEE para operação nessa faixa e também estão sendo especificados mecanismos para permitir a coexistência entre os diferentes sistemas de comunicação sem fio.

Restringindo a análise aqui aos padrões aplicáveis à operação de serviços licenciados, a instituição desenvolveu o padrão 802.16 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems. Esse padrão define a camada física e a subcamada MAC de um sistema de comunicação sem fio ponto-multiponto, fixo e móvel, para acesso banda larga.

5.1.4 WiMAX Forum

O WiMAX Forum, é uma associação de indústrias interessadas em assegurar a interoperabilidade e compatibilidade dos equipamentos baseados no padrão IEEE 802.16.

Assim, foram definidos alguns conjuntos de características básicas que os equipamentos devem possuir. Esse conjunto de características é denominado perfil e entre as características definidas no perfil estão o tipo de camada física, faixa de frequências, largura do canal e classe de potência.

As características, referentes à faixa de frequência de operação, dos perfis especificados pelo WiMAX Forum para a faixa de frequências de 698 a 806 MHz, conforme o documento WiMAX Forum Air Interface Specifications WMF-T23-005-R015v05, estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Faixas de frequência para operação do padrão IEEE 802.16

Banda	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Largura do canal (MHz)	Duplexação
7.A	698 a 862	698 a 862	5, 7 e 10	TDD
7.B	776 a 787	746 a 757	5 e 10	FDD
7.C	788 a 793	758 a 763	5	FDD
	793 a 798	763 a 768		
7.D	788 a 798	758 a 768	10	FDD
7.E	698 a 862	698 a 862	5, 7 e 10	TDD/FDD
7.X	730 a 770	730 a 770	5 e 10	TDD

5.2 Considerações finais

O fato de apresentar uma menor perda de propagação é uma importante característica da faixa de frequências de 700 MHz, pois em cenários em que a cobertura das estações rádio-base é limitada pelas perdas de propagação, necessita-se de um menor número de estações para cobrir uma mesma área quando comparado com faixas de frequências mais altas e assim, os custos de implantação de redes comunicação sem fio são minimizados.

Devido à essa característica, os mais importantes organismos de padronização do mundo já especificaram sistemas de comunicação sem fio para operação na faixa de frequências de 700 MHz.

O emprego de sistemas de comunicação sem fio operando na faixa de frequências de 700 MHz é uma boa solução para oferecimento de acesso banda larga e assim, atender os requisitos do Plano Nacional de Banda Larga (PNBL).

6 O espectro de radiodifusão e o Dividendo Digital no Brasil

O quadro regulatório brasileiro apresenta uma separação rígida entre os serviços de radiodifusão e os serviços de telecomunicações. O setor de radiodifusão é regido principalmente por três instrumentos, sendo o principal deles o Código Brasileiro de Telecomunicações (CBT), instituído pela Lei nº 4.117, de 27 de agosto de 1962, que rege a prestação do serviço de radiodifusão. Além desse instrumento, a Lei Geral das Telecomunicações (LGT), Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997, administra o uso do espectro de frequências e o Decreto nº 5.820, de 29 de junho de 2006, define o padrão de sinais ISDB-T para a TV Digital terrestre e estabelece as diretrizes para o período de transição da televisão analógica para a digital.

A seguir se apresentam o panorama atual de ocupação do espectro de radiodifusão no Brasil e alguns aspectos do planejamento da transição para a TVD. A continuação se apontam os serviços que são aplicáveis ao uso do Dividendo Digital no Brasil.

6.1 Situação do espectro de radiodifusão no Brasil

O espectro de radiodifusão no Brasil é explorado em conformidade com os regulamentos, autorizações para uso de radiofrequências e planos de canalização elaborados, mantidos e atualizados pela ANATEL. As outorgas dos serviços de radiodifusão são expedidas pelo Ministério das Comunicações (MC).

A edição 2010 do Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequências no Brasil, publicado pela ANATEL, estabelece a destinação das faixas de 54-72 MHz (canais 2 a 4), de 76-88 MHz (canais 5 e 6) e de 174-216 MHz (canais 7 a 13) da banda de VHF e as faixas de 470-608 MHz (canais 14 a 36) e de 614-746 MHz (canais 38 a 59) da banda de UHF aos serviços de radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão em caráter primário e exclusivo. A faixa de 746-806 MHz (canais 60 a 69) da banda de UHF é destinada ao serviço de repetição de televisão (RpTV) em caráter primário e exclusivo. Essas informações são consolidadas na Tabela 11.

Tabela 11 – Destinação das faixas de frequência aos serviços de transmissão de TV

Faixa (MHz)	Canal	Destinação
54-72	2 a 4 (VHF)	Radiodifusão de sons e imagens e de retransmissão de televisão em caráter primário e exclusivo
76-88	5 e 6 (VHF)	
174-216	7 a 13 (VHF)	
470-608	14 a 36 (UHF)	
614-746	38 a 59 (UHF)	
746-806	60 a 69 (UHF)	Repetição de televisão (RpTV) em caráter primário e exclusivo

O serviço de repetição de televisão (RpTV) tem o objetivo de captar os sinais de sons e imagens oriundos de uma estação geradora, recebidos diretamente dessa geradora ou de outra repetidora, terrestre ou espacial, de forma a possibilitar seu transporte para outra repetidora, para uma retransmissora ou para outra geradora de televisão. Esse serviço não se confunde com o serviço de retransmissão de televisão, que retransmite sons e imagens para recepção pelo público em geral.

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) foi instituído pelo Decreto nº 4.901 de 2003, que definiu as diretrizes para o uso do espectro de radiofrequências de radiodifusão e para viabilizar a transição da televisão analógica para a digital. O Plano Básico de Distribuição de Canais de Televisão Digital (PBTVD) foi publicado por meio da Resolução nº 407/05 da ANATEL. A definição do padrão de sinais do ISDB-T para o SBTVD-T foi oficializada pelo Decreto nº 5820/06, que também estabeleceu as diretrizes para o período de transição da televisão analógica para a digital e definiu quatro canais de TV Digital para exploração pela União, além de outras providências. A Portaria nº 652/06 do MC estabeleceu as condições para consignação de canal adicional para a transmissão simultânea em analógico e digital, e fixou o cronograma para a transição tecnológica.

O cronograma de consignação de canais digitais para cada município é baseado no prazo para apresentação de requerimento junto ao MC e segue as datas da Tabela 12.

Tabela 12 – Cronograma de envio de requerimento para consignação de canal digital

Tipo de permissão ou autorização	Municípios	Prazo
Geradoras	Capitais de Estados e D.F.	30.11.08
	Demais municípios	31.03.09
Retransmissoras	Capitais de Estados e D.F.	30.04.09
	Demais municípios	31.04.11

Após a aprovação do requerimento pelo MC, há um prazo de 6 meses para apresentação de projeto de instalação de estação. Uma vez aprovado o projeto, a emissora possui 18 meses para início de sua operação comercial. Dessa forma, o prazo final para entrada em operação digital é de meados de 2013 para os canais existentes. Esse prazo mostra-se alinhado com o Artigo 11 do Decreto nº 5820/06 que estabelece que a partir de 1º de julho de 2013, o MC somente concederá outorgas de TV para transmissão em tecnologia digital.

A Portaria MC nº. 276/2010 que aprova a Norma nº 01/2010 – Norma Técnica para Execução dos Serviços de Radiodifusão de Sons e Imagens e de Retransmissão de Televisão com utilização da tecnologia digital – modificou os prazos para apresentação de requerimento. Até 31 de dezembro de 2011 para as geradoras e até 31 de dezembro de 2012 para as retransmissoras.

As operações de transmissão digital foram iniciadas em São Paulo no final de 2007. Em junho de 2011, o cenário era de 103 emissoras em 46 municípios operando com tecnologia digital, cobrindo cerca de 480 municípios e 45% dos domicílios do país com pelo menos um canal digital.

Na fase atual do cronograma, as transmissões digitais ocorrem em paralelo às transmissões analógicas ocupando boa parte do espectro de TV em muitas regiões do país. Segundo a base de dados de junho de 2011 do Plano Básico de Distribuição de Canais de Televisão da ANATEL, o espectro alocado²² com transmissões de TV em cada município é apresentado na Figura 22.

²² A utilização do termo “alocado”, ou “alocação”, a partir deste ponto no documento, significa que canais de frequência aparecem no Plano Básico de Distribuição de Canais de Televisão para determinado município. Esses canais podem ser: analógicos ou digitais; para geradoras ou para

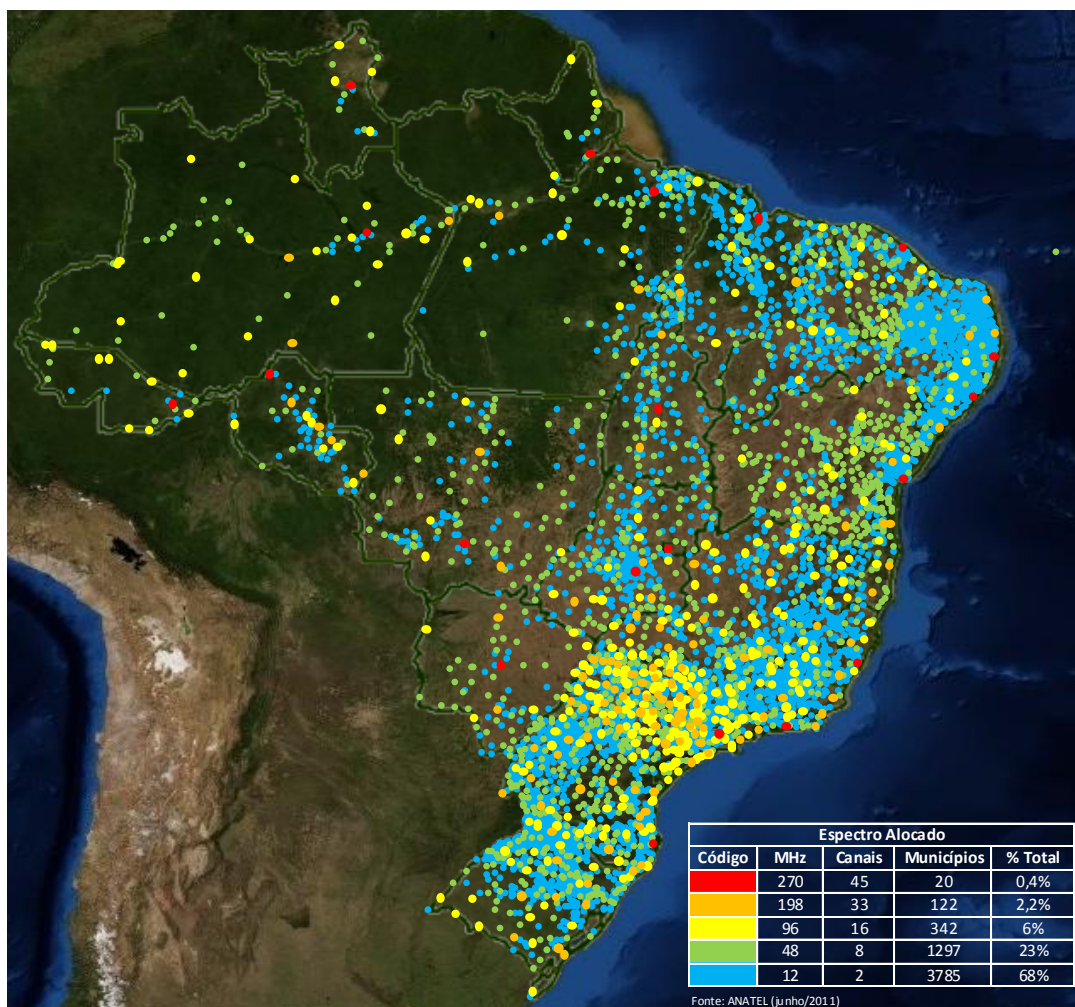


Figura 22 – Distribuição geográfica do espectro de TV alocado por município (Fonte: elaboração do CPqD a partir da base de dados da ANATEL de junho de 2011)

Observa-se que, mesmo na fase atual de transmissão simultânea analógica e digital, em 91% dos municípios são outorgados até 8 canais – pontos verdes e azuis– e que apenas 2,6% dos municípios possuem mais de 16 canais – pontos em vermelho e laranja (ocupando mais de 96 MHz). A título de comparação, uma ocupação de 96 MHz corresponde a 28% do espectro disponível para transmissão de TV.

Adicionalmente, deve-se levar em conta que o contorno de proteção de um canal de TV pode abranger áreas extensas, o que inviabiliza a utilização de um mesmo canal em municípios vizinhos para diferentes programações mesmo com a tecnologia digital. No caso de uma rede regional com a mesma programação, esse problema é atenuado com a utilização da funcionalidade do ISDB-T de permitir a implantação de redes de frequência única (Single Frequency Network – SFN) para a cobertura de áreas extensas. Pode-se até efetuar a cobertura de áreas de sombra com estações reforçadoras na mesma frequência. Este ponto voltará a ser abordado no segundo documento deste estudo.

retransmissoras; outorgados, consignados ou apenas planejados. De toda a forma, representam uma quantidade de espectro identificada como tecnicamente viável para o uso da radiodifusão de sons e imagens naquele município, e alinhada com a atribuição, destinação e distribuição daquela faixa.

A alocação atual dos canais entre os municípios ocorre de modo bastante distribuído pelo espectro, conforme apresentado na Figura 23. Há uma maior concentração na ocupação entre os canais 7 a 13 do VHF e uma redução na concentração em direção aos canais mais altos do UHF, em função da necessidade de maiores potências de transmissão para a mesma abrangência. Como explicado no início do capítulo anterior, frequências de operação mais baixas permitem a mesma cobertura geográfica utilizando uma potência menor de transmissão, o que implica em investimentos em equipamentos e custos de operação menores. Enquanto nessa faixa do VHF temos frequências em torno de 200 MHz, no UHF alto estamos na faixa de 700 a 800 MHz.

Com relação aos canais digitais, percebe-se a exclusão de toda a faixa de VHF atualmente e uma maior concentração nos canais baixos e médios do UHF. Observa-se uma baixa participação dos canais localizados na faixa de 700 MHz. A digitalização permite a utilização de potências de transmissão significativamente mais baixas que nas transmissões analógicas para uma mesma cobertura geográfica. A faixa dos canais 60 a 69 é destinada ao serviço analógico de Repetição de Televisão e aos serviços digitais de Televisão e de Retransmissão de Televisão Pública.

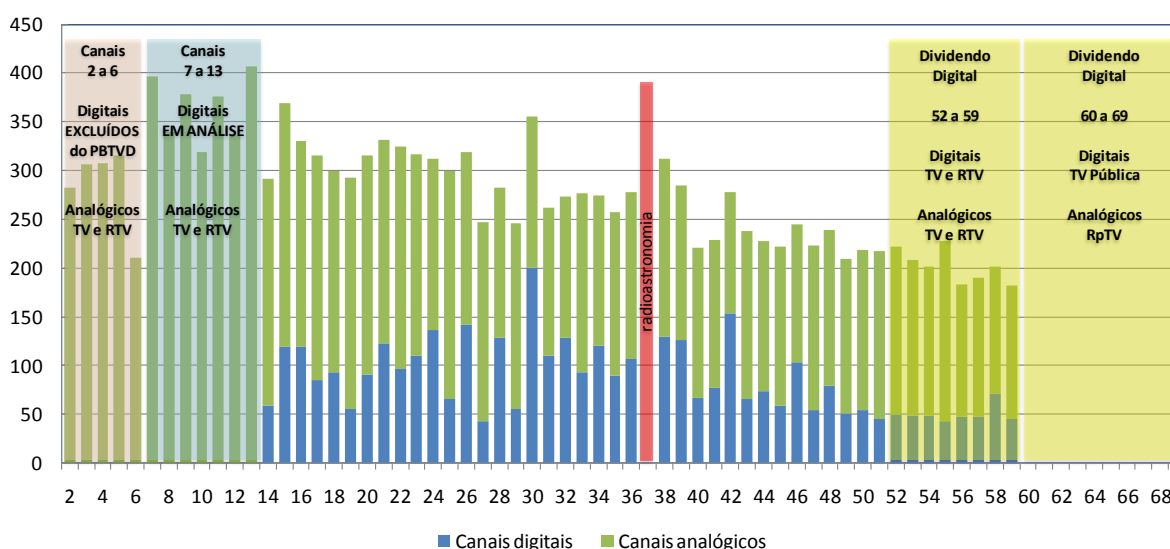


Figura 23 – Distribuição atual dos canais analógicos e digitais (Fonte: elaboração do CPQD a partir da base de dados da ANATEL)

A Figura 23 apresenta 15.827 canais do PBTVD assim distribuídos:

- 3.633 para geradoras (TV), 510 já consignados a entidades;
- 8.254 para retransmissoras (RTV), 5.664 já consignados a entidades;
- 24 para o Serviço Especial de Televisão por Assinatura (TVA), já destinados;
- 3.916 para TV Digital (TVD), 226 já consignados.

Segundo o Ministério das Comunicações²³ existem cerca de 6.500 outorgas para o serviço de radiodifusão (TV, RTV e TVE), e essas outorgas deverão receber um canal digital

²³ Informações disponíveis em: <http://www.mc.gov.br/radiodifusao/dados-de-outorga/23457-dados-gerais>

viabilizado no PBTVD. Até julho de 2011 já haviam sido incluídos 3.916 canais digitais no plano. Entretanto, até agosto cerca de 6.050 já haviam sido viabilizados e, assim, cerca de 2.000 aguardavam sua inclusão²⁴ pela ANATEL.

O grande desafio é a viabilização dos canais digitais em conjunto com os analógicos em operação, ou seja, a viabilização do *simulcast* para todos os outorgados.

6.2 Serviços aplicáveis ao uso do Dividendo Digital no Brasil

O Brasil ainda não possui um posicionamento de qual será o seu Dividendo Digital, nem das aplicações e serviços que serão destinados ao espectro disponibilizado com a desativação das transmissões terrestres analógicas de televisão em 2016.

De modo geral, a definição do Dividendo Digital brasileiro depende das propostas de atribuição e destinação para as subfaixas de 54-72 MHz, 76-88 MHz e 174-216 MHz do VHF e das subfaixas de 698-746 MHz e de 746-806 MHz do UHF.

As **subfaixas de 54-72 MHz e de 76-88 MHz**, representadas pelos canais de 2 a 6 do VHF, mostram-se tecnicamente inadequadas para as transmissões digitais de TV. O padrão ISDB-T, e portanto os receptores já comercializados, não contempla essas frequências em suas especificações. Seguindo a iniciativa do Japão, pode-se considerar a atribuição dessa subfaixa em caráter primário para serviços de radiodifusão e móveis, e sua destinação a serviços como transmissão de rádio digital, transmissão de TV móvel ou para sistemas de segurança pública.

A **subfaixa de 174-216 MHz**, equivalente aos canais de 7 a 13 do VHF, foi preterida pela ANATEL para o período de transmissões simultâneas em modo digital e analógico. Em recentes consultas públicas sobre o tema, a Agência tem reiterado a posição de que a atual utilização de canais para transmissão terrestre digital de televisão nessa subfaixa é considerada inadequada nos grandes centros urbanos, devido a possíveis dificuldades de sua recepção, em conjunto com a faixa de UHF, por terminais portáteis e por receptores domésticos que utilizam antena interna. Contudo, a Agência pretende submeter o assunto ao Fórum do SBTVD para avaliação da conveniência e das condições em que poderá ser realizada a re-inclusão desses canais no PBTVD após a desativação das transmissões analógicas de TV. Seguindo a intenção da ANATEL e o exemplo da iniciativa japonesa, pode-se considerar a destinação dessa subfaixa aos seguintes serviços:

- Transmissão de canais digitais de televisão pública ou privada – considerando ainda que essa subfaixa possui condições superiores de propagação e de consumo reduzido de energia se comparada à faixa de UHF;
- Transmissão de TV móvel;
- Sistemas de segurança pública.

Vale lembrar que a norma brasileira para receptores do ISDB-T, ABNT NBR 15604, ao contrário da japonesa ARIB STD-B21, prevê a utilização do VHF alto para a televisão digital.²⁵

A **subfaixa de 698-746 MHz**, correspondente aos canais 52 a 59 do UHF, é parte integrante do PBTVD e atualmente possui canais digitais e analógicos destinados à transmissão de TV. Considerando que o Brasil atenda às recomendações do UIT para a Região 2 referentes à Resolução nº 224/2007 e à recomendação nº 18/2006 da CITELE,

²⁴ Mondino, 2011.

²⁵ Disponível em: http://www.dtv.org.br/download/novo/090918_Harmonization_volume8_Receivers.pdf

será necessário remanejar os canais digitais dessa subfaixa para canais de frequências inferiores após a desativação das transmissões analógicas por meio de uma operação de *refarming*.

Como exemplos de operação de *refarming*, é possível simular a operação em três municípios com perfis distintos de ocupação do espectro de 700 MHz: Barreirinhas no estado do Maranhão; Araçatuba e São Paulo, ambos no estado de São Paulo.

- Barreirinhas – MA: município com cerca de 55 mil habitantes que representa aqueles que tem poucos canais (analógicos ou digitais) alocados, e com um entorno de amplas áreas com baixa densidade populacional. Não há impactos de um eventual *refarming*, pois não há até o momento canais digitais alocados entre 52 e 59. No PBTVD o município possui apenas uma geradora e duas retransmissoras analógicas, e dois canais digitais planejados para o pareamento.
- Araçatuba – SP: município com cerca de 182 mil habitantes que representa aqueles que tem vários canais (analógicos e digitais) alocados, e com um entorno de média densidade populacional. No PBTVD o município possui 2 geradoras e 11 retransmissoras analógicas, e 12 canais digitais planejados (um já consignado para pareamento da única geradora em operação). A quase totalidade dos canais analógicos já está pareada e o impacto de um *refarming* se restringe ao deslocamento de 3 canais digitais planejados acima do canal 52. De modo conservador, sem uma análise de viabilidade técnica de inclusão de um novo canal digital no atual PBTVD e considerando apenas a liberação dos atuais canais analógicos do UHF que serão desativados (na faixa correspondente aos canais 14 a 51), estima-se que com o *switch-off*²⁶ existirão ao menos 5 canais livres para receber os 3 canais realocados em 2016. Eventualmente, o único canal analógico planejado e não pareado também seria contemplado.
- São Paulo – SP: município com mais de 11 milhões de habitantes que representa as capitais com esgotamento de canais devido a conurbações de alta densidade populacional. No PBTVD o município possui 16 geradoras (4 delas de TVA) e 4 retransmissoras analógicas, e 13 canais digitais (12 já consignados e em operação). Os impactos de um eventual *refarming*, se restringem ao deslocamento de 1 canal (canal 53). Considerando apenas a liberação dos canais analógicos do UHF (entre 14 e 51) que serão desativados em 2016 e já possuem canais digitais consignados, estima-se que existirão pelo menos 4 canais livres para receber o canal realocado.

No caso de São Paulo não se deve menosprezar o impacto das transmissões nas cidades pertencentes a área metropolitana e cercanias. Existem 11 canais digitais alocados na faixa dos canais 52 a 59 em cidades como Mogi das Cruzes, São Caetano do Sul, Guararema, Guarulhos, etc. Portanto, embora o *refarming* da faixa pareça ser viável é necessário um estudo cuidadoso nos grandes centros urbanos com um cronograma que envolva o remanejamento dos canais digitais após o desligamento dos canais analógicos operados em *simulcast*.

Além do que, como observado ao final do capítulo anterior, o PBTVD encontra-se em constante atualização para a inclusão de novos canais digitais viabilizados. Uma análise definitiva da viabilidade e do número de canais a remanejar depende da estabilização do plano atendendo às cerca de 6.500 outorgas de serviços existentes.

²⁶ *Switch-off* é o termo empregado no setor para designar o processo de desligamento das transmissões de TV aberta analógica, após um período de transmissão simultânea das emissoras com seus canais digitais. Ao final do processo de *switch-off* restarão no país, para a radiodifusão da TV aberta, apenas as transmissões no padrão digital.

As recomendações do UIT e da CITELE também incluem o *refarming* da **subfaixa de 746-806 MHz**, equivalente aos canais de 60 a 69 do UHF. No Brasil, esse espectro é ocupado atualmente pelo serviço de repetição de TV (RpTV), que deve ser desativado junto com as transmissões analógicas em 2016.

Existe uma iniciativa do MC para empregar parte dessa faixa, especificamente entre os canais 60 e 68, exclusivamente para os Serviços de Televisão e de Retransmissão de Televisão Pública Digital, conforme explicitado na Norma nº 01/2009 – Norma Geral para Execução dos Serviços de Televisão Pública Digital.

A ANATEL, por sua vez, lançou em outubro de 2007 a Consulta Pública nº 835 – que propõe a incorporação dos canais 60 a 69 para uso nos serviços de televisão e de retransmissão de televisão – e a Consulta Pública nº 833 que, entre outras propostas de alterações, considera:

“... x. destinar a subfaixa de radiofrequências de 746 MHz a 806 MHz, para uso até 29 de junho de 2016, pelo Serviço de Radiodifusão de Sons e Imagens - TV e pelo Serviço de Retransmissão de Sons e Imagens – RTV, ambos em caráter primário e sem exclusividade e, adicionalmente, destinar as subfaixas de radiofrequências de 752 MHz a 764 MHz e de 782 MHz a 794 MHz, excetuando-se as Capitais dos Estados, o Distrito Federal e as localidades constantes no Anexo III do Regulamento, para o Serviço de Comunicação Multimídia - SCM, para o Serviço Telefônico Fixo Comutado – STFC e para o Serviço Especial de Televisão por Assinatura – TVA, todos em caráter primário e sem exclusividade.”

Considerando as visões do MC e da ANATEL e as iniciativas da CITELE, da FCC e da AWG, pode-se avaliar a destinação da **subfaixa de 698-806 MHz**, de modo exclusivo ou compartilhado, aos seguintes serviços:

- Serviços de acesso banda larga sem fio, móveis ou fixos, para áreas rurais e urbanas – considerando o alinhamento da canalização às definições de outras regiões do mundo visando a obtenção de ganhos de escala em equipamentos e componentes;
- Transmissão de canais digitais de televisão pública ou privada;
- Sistemas de segurança pública.

A exemplo da proposta da Consulta Pública nº 833/2007, cabe ainda avaliar a adoção de regras de destinação diferenciadas para diferentes classes de localidades conforme suas necessidades de espectro para transmissão de TV e para acesso à banda larga sem fio.

6.3 Considerações finais

O serviço de radiodifusão de TV aberta no Brasil dispõe atualmente de 402 MHz em faixas de frequência do VHF e UHF com excelentes características de propagação. A eliminação dos canais de VHF 2 a 6 do PBTVD reduzirá essa atribuição para 372 MHz. O SMP tem 84 MHz destinados em faixas próximas do espectro (450 MHz e 800/900 MHz), com características semelhantes de propagação.

As faixas do espectro em discussão no debate do Dividendo Digital – canais 52 a 59 e 60 a 69 – representam 108 MHz que mudariam de atribuição, segundo as propostas do CITELE e UIT em estudo, deixando a radiodifusão de TV com até 264 MHz. Como visto neste capítulo e na Figura 23, a maioria dos canais digitais do PBTVD tem sido planejada para a faixa dos canais 14 a 51 e, com exceção de algumas grandes metrópoles, que merecem um estudo mais detalhado, o número de emissoras em operação por município é menor que o limite de canais permitidos por essa largura de faixa.

Do ponto de vista das previsões de demanda futura por capacidade para as redes móveis, o espectro total destinado e outorgado atualmente para os serviços móveis²⁷ no Brasil é de cerca de 355 MHz, ocupando partes das faixas de 800/900 MHz (70 MHz), de 1800 MHz (150 MHz) e de 1900/2100 MHz (135 MHz, 120 MHz FDD e 15 MHz TDD). Como comparação, em 2009 os Estados Unidos já tinham licenciado 547 MHz para os operadores de serviços móveis²⁸ em seu mercado, 54% a mais que o Brasil.

A ANATEL planeja disponibilizar outros 404 MHz até junho de 2013, o que aparentemente deixaria o Brasil em situação mais confortável:

- 140 MHz na faixa de 2,5 GHz para a quarta geração da telefonia móvel;
- 50 MHz na faixa de 2,5 GHz e 200 MHz na faixa de 3,5 GHz para serviços de comunicação multimídia;
- 14 MHz na faixa de 450 MHz para os serviços móveis em áreas rurais.

Seguindo esse planejamento, há a expectativa de que o espectro disponível possa acompanhar a evolução da demanda por acessos móveis em áreas urbanas no curto prazo, alcançando 759 MHz. Entretanto ao se considerar as áreas rurais, o espectro planejado para a faixa de 450 MHz é bastante limitado quando se considera que o mesmo deveria ser capaz de atender cerca de 8 milhões de domicílios rurais (14% dos domicílios do país), 80 mil escolas rurais (57% das escolas), empresas do agronegócio, entre outros possíveis usuários. Estudo realizado pela ANATEL, baseado em metodologia da UIT, indicava, ainda em 2009, que o país precisaria de um total 780 MHz em 2010, 980 MHz em 2015 e 1060 MHz em 2020²⁹.

Estudo semelhante realizado por um grupo técnico da agência reguladora dos Estados Unidos³⁰, Federal Communications Commission (FCC), alerta que, em função do forte incremento no tráfego de dados nas redes móveis, haverá um déficit de 275 MHz para os serviços móveis de banda larga nos Estados Unidos já em 2014. Esse estudo estima a demanda por espectro nesse país em 822 MHz no ano de 2014, muito acima dos 547 MHz atualmente licenciados. Por isso, no capítulo 5 de seu Plano Nacional de Banda Larga³¹, o governo dos Estados Unidos propõe um conjunto de ações a serem tomadas entre 2010 e 2015 com a finalidade de liberar cerca de 300 MHz adicionais na faixa compreendida entre 225 MHz e 3,7 GHz.

Adicionalmente, estudos realizados no âmbito da UIT (UIT-R M1768, M.2072 e M.2078) apresentam resultados mais agressivos e concluem que em 2020 será necessário um valor total de espectro entre cerca de 1280 MHz e 1720 MHz para suportar as comunicações móveis terrestres em áreas de menor demanda (baixa densidade urbana) ou maior demanda (alta densidade urbana), respectivamente.

²⁷ Apenas SMP, não considerado o SME.

²⁸ Não considerado o espectro destinado ao SMR (*Specialized Mobile Radio*), equivalente norte-americano do SME (Serviço Móvel Especializado) brasileiro.

²⁹ Conforme apresentação da ANATEL na Câmara dos Deputados, disponível em: <http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cctci/Eventos/apresentacoes/apresentacoes-2009/ap-14-4-09-certificados-de-mmds/Edilson%20Ribeiro%20-%20Anatel.pdf>

³⁰ FCC, 2010a.

³¹ FCC, 2010b.

7 Considerações finais

A demanda brasileira por serviços de telecomunicações sem fio cresce consistentemente a taxas elevadas. O número de aparelhos celulares superou o número de habitantes no país em 2010, mesmo ano em que o número de acessos móveis de banda larga ultrapassou o número de acessos fixos de banda larga. A evolução dessa demanda tem sido acompanhada pela evolução tecnológica, que permite uma maior eficiência do uso do espectro, e pela disponibilização de novas faixas de frequência pela ANATEL. No entanto, o perfil de uso dos serviços móveis também está mudando, em direção ao consumo prioritário de aplicações de dados e multimídia que requerem mais banda passante.

O espectro destinado atualmente para os serviços móveis é de cerca de 355 MHz. De modo a atender a evolução da demanda no curto prazo, a ANATEL planeja disponibilizar 140 MHz adicionais na faixa de 2,5 GHz para a quarta geração da telefonia móvel e de 14 MHz na faixa de 450 MHz para atendimento de áreas rurais. Como parte do mesmo planejamento, os prestadores de serviços de comunicação multimídia contam com a previsão de 250 MHz distribuídos entre as faixas de 2,5 GHz e 3,5 GHz. Ainda assim, o total atribuído seria de 759 MHz, abaixo da previsão de demanda da própria ANATEL de 980 MHz em 2015, e mesmo da demanda de 780 MHz para 2010.

Em paralelo à evolução dos serviços móveis, o setor de radiodifusão nacional atravessa um momento de avanço tecnológico em que o processo de digitalização das transmissões terrestres de TV se encontra próximo da sua fase final, que culminará com a desativação das transmissões analógicas em 2016. O grau de ocupação dos 57 canais disponíveis do espectro de TV está distribuído de modo bastante heterogêneo entre os municípios do país. Enquanto apenas 2,6% dos municípios (capitais e municípios populosos) possuem mais de 16 canais alocados, cerca de 91% dos municípios possui até 8 canais.

Os Estados Unidos, Canadá, Coréia do Sul, Japão e a grande maioria dos países europeus já concluíram ou planejam desativar suas transmissões analógicas até o final de 2012. Rússia, Índia, China e México, entre outros países, planejam desativar suas TVs analógicas entre 2013 e 2015. Os demais países latino-americanos, incluindo o Brasil, africanos e asiáticos devem manter as transmissões analógicas pelo menos até 2016.

A grande maioria dos países já estuda a nova atribuição do espectro de TV que será liberado (Dividendo Digital) pelo desligamento das transmissões analógicas e da maior eficiência espectral das transmissões digitais. Cada país tem buscado segregar faixas contínuas do espectro para operação do Dividendo Digital em sinergia com experiências de outros países, visando a obtenção de ganhos de escala nos preços dos equipamentos envolvidos. A faixa de transmissão de TV é de especial interesse para operação dos serviços móveis pelas excelentes condições de propagação que permitem uma melhor qualidade em transmissões a usuários mais distantes ou que estejam no interior de edificações.

A UIT e a CITEEL recomendam a adoção da faixa de 698-806 MHz para o Dividendo Digital da Região 2, que abrange as Américas. A CITEEL criou um grupo de estudos Ad Hoc sobre o Dividendo Digital que apontará ao final de 2012, usos possíveis para esta faixa de espectro, bem como apresentará opções de canalização buscando a harmonização dos países da Região 2 com as recomendações existentes na UIT, visando o alcance de economias de escala que favoreçam a implementação de novos serviços ao menor custo possível à sociedade.

Para os países da Região 3 que planejam seus dividendos digitais na faixa de 698-806 MHz, a AWG propõe a destinação exclusiva a serviços IMT em uma versão FDD com duas subfaixas de 45 MHz ou em uma versão TDD com uma única faixa de 100 MHz. A Austrália tomou a decisão de alinhar-se com a proposta da versão FDD para a Região 3 e

o Japão, por sua vez, considera o seu Dividendo Digital como a faixa completa de VHF e a faixa de 710-770 MHz do UHF.

A atual regulamentação da ANATEL destina as faixas de VHF e de UHF até a frequência de 746 MHz (canais de 2 a 59) para geração ou retransmissão de TV. A parte alta da faixa de UHF de 746-806 MHz (canais de 60 a 69) é destinada atualmente ao serviço de repetição de TV (RpTV), que deverá ser descontinuado com a desativação das transmissões analógicas.

A faixa de VHF (canais 2 a 13) não está atualmente destinada à consignação de canais de TV Digital e, portanto, estará livre após a desativação das transmissões analógicas e poderá ser integrada ao Dividendo Digital. A ANATEL estuda a possibilidade de incluir as transmissões digitais de TV em parte do VHF, nos canais de 7 a 13 (174-216 MHz) após 2016, sendo o restante dessa faixa tecnicamente inviável para esse fim.

Diante desse cenário e seguindo a iniciativa do Japão, pode-se considerar a destinação dos canais VHF alto (7 a 13) aos serviços de transmissão de canais digitais de TV pública ou privada, TV móvel ou para sistemas de segurança pública.

Na faixa de UHF – o Dividendo Digital em 700 MHz – caso o Brasil siga as atuais recomendações da UIT e da CITELE, será necessário remanejar os canais digitais entre 52 e 59 para canais vagos após a desativação das transmissões analógicas por meio de uma operação de *refarming*. De modo geral, essa operação poderia ser realizada sem maior dificuldade na grande maioria dos municípios, que possuem poucos canais ocupados. Uma análise particular das condições atuais para o município de São Paulo, que possui uma alta ocupação dos canais, permite a simulação de uma operação de *refarming* para a qual é estimado apenas um canal digital para remanejar e que haveria pelo menos 4 canais vagos na faixa entre os canais 14 a 51 para recebê-lo. Seus impactos sobre os municípios vizinhos demandam análises mais detalhadas.

Em paralelo, a destinação dos canais 60 a 68 está sendo avaliada pela ANATEL desde 2007, quando esta apresentou uma proposta preliminar na Consulta Pública nº 833. Pela proposta, a faixa seria atribuída aos serviços de geração e retransmissão de TV em caráter primário e sem exclusividade para as Capitais dos Estados, o Distrito Federal e outras localidades definidas. Adicionalmente, para os demais municípios, as subfaixas de 752-764 MHz e de 782-794 MHz seriam atribuídas ao SCM, ao STFC e ao Serviço Especial de Televisão por Assinatura, todos em caráter primário e sem exclusividade. O Ministério das Comunicações, por sua vez, editou a Norma nº 01/2009 que propõe a destinação dos canais de 60 a 68 aos Serviços de Televisão e de Retransmissão de Televisão Pública Digital.

Considerando as visões do MC e da ANATEL e as iniciativas da CITELE, da FCC e da AWG, pode-se considerar a atribuição da subfaixa de 698-806 MHz, de modo exclusivo ou compartilhado, aos serviços móveis banda larga, à transmissão de canais digitais de televisão pública ou privada ou a sistemas de segurança pública. Há possibilidade de reatribuir essa faixa para os serviços móveis banda larga sem prejuízo da operação da radiodifusão digital.

8 Referência bibliográfica

3GPP TS 45.005 V10.1.0 Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio transmission and reception (Release 10)

3GPP TS 25.104 V10.2.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Base Station (BS) radio transmission and reception (FDD) (Release 10)

3GPP TS 36.104 V10.3.0 Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 10)

3GPP2 C.S0057-D, version 1.0 Band Class Specification for cdma2000 Spread Spectrum Systems Revision D

ABERT – Tudo o que você precisa saber sobre rádio e televisão – licenças, outorgas, taxa de penetração, receitas e receptores – 2010

ACMA - Five Year Spectrum Outlook 2011-2015, The ACMA's spectrum demand analysis and indicative work programs for the next five years, March 2011.

Analysys Mason, DotEcon, Hogan & Hartson – 'Exploiting the digital dividend' – a European approach. Report for the European Commission. Final Report – 2009

ANATEL – Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequências no Brasil – 2010

Australian Communications and Media Authority – Draft spectrum reallocation recommendations for the 700 MHz digital dividend and 2.5 GHz bands – 2011

Cisco – Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010 – 2015. White Paper de Fevereiro de 2011. Disponível em: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.pdf

CITEL – Informe Final – VII Reunión del Comité Consultivo Permanente II: radiocomunicaciones incluyendo radiodifusion, Lima, Perú – 2006

Comitê Gestor da Internet no Brasil – Pesquisa TIC Domicílios 2010 – Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Brasil – 2011

FCC – OBI Technical Paper Series, N° 6, Mobile Broadband: The Benefits of Additional Spectrum, October 2010a.

FCC – Connecting America: The National Broadband Plan, 2010b.

FEBRABAN – Apresentação “A Tecnologia Além da Web” na CIAB 2011.

Ibarra, Dante (International Bureau Federal Communications Commission) – DTV Transition – Digital Dividend Seminar, Bogotá, Colombia – 2010

IDATE – Mobile traffic forecasts 2010-2020. Relatório do UMTS Forum preparado por IDATE Consulting & Research em Maio de 2011. Disponível em: http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,cat_view/gid,485/Itemid,213/

IEEE 802.16 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems

ITU – FINAL ACTS of the World Radiocommunication Conference (WRC-2007), Geneva – 2007

ITU – Guidelines for the Transition from Analogue to Digital Broadcasting, Geneva – 2010.

Ministério das Comunicações - O Brasil em alta velocidade - um plano nacional para banda larga – 2009

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Peru – Documento de Trabajo "Alternativas de Canalización de las Bandas de 700 MHz y 1.7 / 2.1 GHz", 14 de marzo de 2011.

MPEG Industry Forum – Understanding MPEG-4: Technologies, Advantages, and Markets. A MPEGIF White Paper, 2005.

MONDINO, Tereza. Migrando da TV Analógica para a TV Digital – Aspectos Regulatórios. Congresso SET 2011. 23 de Agosto de 2011.

SAKANAKA, Yasushi (Director for Land Mobile Communications Radio Department, Telecommunications Bureau Ministry of Internal Affairs and Communications) - ITS Radio Systems in Japan – 2010

Thuresson, Michael. Compression technology immerses NGN consumer in HD, NTT Electronics Corporation. COMPUTEX Taipei Forum, 2008.

Yamada, Hajime. Developments in Television Band Frequency Sharing Technology – 2009 WIMAX Forum Air Interface Specifications WMF-T23-005-R015v05

9 Histórico de versões deste documento

Data de emissão	Versão	Descrições das alterações realizadas
28/09/2011	AA	Estudo sobre a utilização do espectro de 700 MHz no mundo e no Brasil.

10 Execução e aprovação

Executado por:
Rodrigo Alves Hodgson José Antonio Martins José Manuel Martin Rios
Aprovado por:
_____ Fernando Basseto

Data da emissão: 28/setembro/2011

Este relatório só deve ser reproduzido por inteiro.