ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações

ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO

Faixa de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz.

MARÇO/2018

ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO

Faixa de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz.

ELABORADO POR:

ADRIANA DA SILVA MENDES - ORER/SOR/ANATEL

ALEX PIRES DE AZEVEDO - ORER/SOR/ANATEL

MARCELO TAPAJÓZ DE ARRUDA - ORER/SOR/ANATEL

MARCOS VINÍCIUS RAMOS DA CRUZ - PRRE/SPR/ANATEL

RAFAEL ANDRADE REIS DE ARAUJO - PRRE/SPR/ANATEL

ELMANO RODRIGUES PINHEIRO FILHO - PRRE/SPR/ANATEL

Nota Importante:

Esse Relatório de Análise de Impacto Regulatório é um instrumento de análise técnica, cujas informações e conclusões são fundamentadas nas análises promovidas pelo grupo de trabalho responsável pelo tema e assim não reflete necessariamente a posição final e oficial da Agência, que somente se firma pela deliberação do Conselho Diretor da Anatel.

ÍNDICE

FAIXA DE RADIOFREQUÊNCIAS DE 3.400 A 3.600 MHZ 4

Qual o contexto do problema a ser solucionado? 10

Qual o problema a ser solucionado? 11

A Agência tem competência para atuar sobre o problema? 11

Quais os objetivos da ação? 12

Como o aspecto é tratado no cenário internacional? 12

Quais os grupos afetados? 19

Quais são as opções regulatórias consideradas para o tema? 19

ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS 20

Alternativa A 20

Alternativa C 37

Alternativa D 40

Alternativa E 51

CONCLUSÃO E ALTERNATIVA SUGERIDA 53

Qual a conclusão da análise realizada? 53

Como será operacionalizada a alternativa sugerida? 53

Como a alternativa sugerida será monitorada? 53

ANEXO – A 54

ANEXO – B 60

Faixa de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz

1.1. Qual é o Tema tratado no âmbito desta AIR?

O tema a ser tratado no âmbito desta AIR é a reavaliação das condições de uso da faixa de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz, atualmente aprovadas por meio da Resolução nº 537/2010, para o serviço fixo e móvel levando em conta os avanços das aplicações IMT (*International Mobile Telecommunications*).

1.2. Descrição introdutória

Diversos estudos estimam que o tráfego proveniente de dispositivos móveis crescerá exponencialmente nos próximos anos[1, 2]. Por isso, pesquisadores e organismos internacionais têm mostrado que mais faixas de frequências são necessárias para sistemas IMT (*International Mobile Telecommunications*)[3, 4]. No Brasil isso também é uma realidade. Em um estudo recente realizado pela Gerência de Espectro, Órbita e Radiodifusão da Anatel (ORER) [5], foi mostrado que mais faixas de frequências deverão estar em uso nos próximos cinco anos para suportar o tráfego crescente.

O progresso tecnológico é uma força motriz por trás do crescimento econômico, do envolvimento dos cidadãos e da criação de empregos. As tecnologias da informação e comunicação (TIC), em particular, estão reformulando muitos aspectos das economias, governos e sociedades do mundo[6].

Neste contexto, o acesso à Internet tornou-se uma ferramenta de desenvolvimento vital. A chamada quarta revolução industrial é uma revolução digital que requer acesso à internet universal e confiável; sem ele, muitos países em desenvolvimento não poderão participar plenamente de uma economia cada vez mais digital e móvel.

A sociedade civil, os funcionários públicos e as empresas dos países em desenvolvimento podem aproveitar o poder de transformação das TIC para fornecer serviços mais rápidos e eficientes, catalisar o crescimento econômico e fortalecer as redes sociais.

Há estimativas de que 95% da população global vive atualmente em uma área coberta por uma rede móvel-celular. Contudo, mesmo que a revolução digital seja um fenômeno global, ainda existem grandes disparidades dentro e entre os países no que diz respeito à penetração, acessibilidade e desempenho dos serviços de TIC. Enquanto quase metade da população mundial em 2016 tinha acesso à Internet, a taxa de penetração nos países menos desenvolvidos era de apenas 15%, ou seja, aproximadamente 1 em cada 7 indivíduos.

---

[1] Cisco, "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2015-2020". White paper, Cisco, Fevereiro de 2016.

[2] ITU, "Report ITU-R M. 2370-0: IMT traffic estimates for the years 2020 to 2030". Technical report, ITU-R, Julho de 2015.

[3] LS telcom, "Mobile Spectrum Requirements Estimate: Getting the Inputs Right". Technical report, LS telcom, Setembro de 2014.

[4] Federação Russa. "Documento 5D/118-E: Future IMT Spectrum Requirements Assessment for the Russian Federation". Technical report, ITU-R, 2012.

[5] Leandro Carísio Fernandes, Agostinho Linhares e Luciana Rabelo Novato Ferreira, "Spectrum forecasting for IMT-Advanced". Telecommunication Systems, 2017.

[6] http://www.worldbank.org/en/topic/ict/overview#1

Um fator de dificuldade é que o acesso à Internet por meio de banda larga móvel ou fixa continua a ser proibitivo em muitos países em desenvolvimento, onde a falta de infraestrutura de TIC e outras limitações, inclusive regulatórias, dificultam a evolução da banda larga.

No âmbito do SDG n.° 9 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável[7] n° 9), foi estabelecido um objetivo ambicioso para "aumentar significativamente o acesso às tecnologias da informação e das comunicações e procurar fornecer acesso universal e acessível à Internet nos países menos desenvolvidos até 2020". Os governos locais, o setor privado e a comunidade internacional têm muito a fazer para alcançar esse objetivo e superar a divisão digital. Esforços para popularização e aumento de oferta de serviços de banda larga tem impacto direto na redução da pobreza, na prosperidade compartilhada e no desenvolvimento econômico.

O desenvolvimento das TIC de hoje é impulsionado pela propagação de serviços banda larga móvel. Conforme se vê na figura abaixo, no mundo o crescimento da banda larga móvel superou amplamente o do serviço fixo de banda larga[8], provocando, em média, quedas de preços na ordem de 50%. Esse conjunto de fatores tornou *online* "metade" da população mundial e fez que os serviços de banda larga pudessem ser ofertados mais rapidamente.

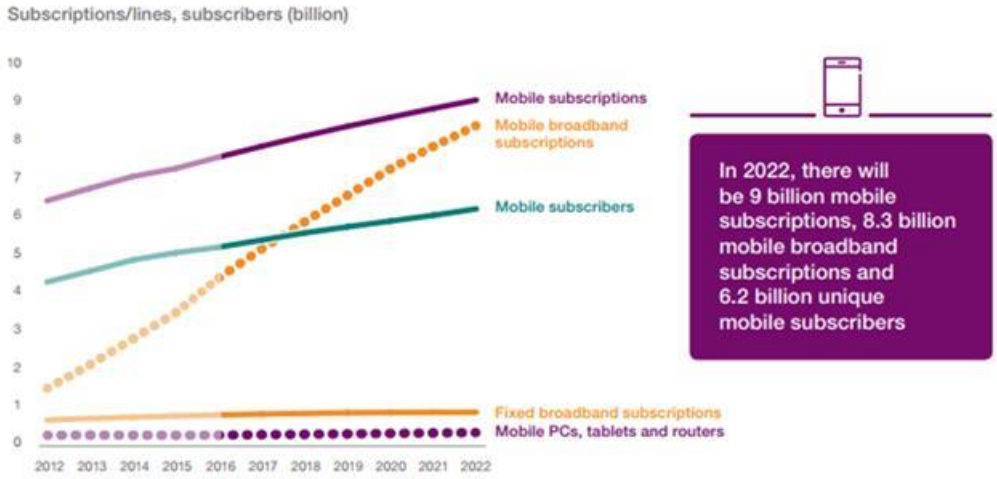

Figura 1 - Evolução do número de assinantes.

O número de assinaturas móveis continua a crescer em todas as regiões, alimentado por uma forte aceitação da banda larga móvel. Conforme ilustrado na figura 2, assinantes de banda larga compõem, em 5 das 6 regiões, entre 50% e 85% de todos os assinantes móveis. E levando em conta que muitos consumidores de países em desenvolvimento experimentam pela primeira vez o acesso à internet por meio do uso de *smartphones*, a importância e necessidade de expansão de serviços móveis é ainda maior.

[7] Agenda formulada no âmbito das Organizações das Nações Unidas – ONU.
[8] https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-june-2017.pdf

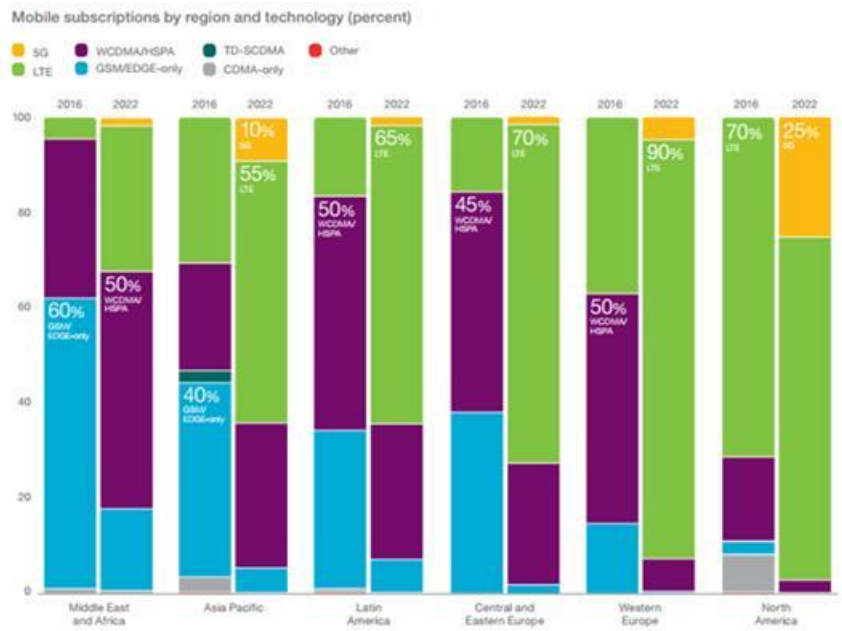

Figura 2 - Número de assinantes móveis por tecnologia[9].

Aspectos históricos relativos ao uso e à regulamentação da faixa de 3,5 GHz[10]

Desde 1999 o Brasil permite o uso da faixa de frequência de 3.400 a 3.600 MHz para aplicações de banda larga. A regulamentação atual já possibilita inclusive o uso de sistemas móveis IMT nessa faixa de frequência, de modo que espera-se que o LTE-A (*Long Term Evolution - Advanced*) e suas evoluções venham a ser futuramente implantados nela. Apesar disso, atualmente essa faixa é pouco utilizada, principalmente em razão de problemas de convivência com sistemas que utilizam a faixa de frequência adjacente superior (3.625 MHz a 4.200 MHz).

A faixa de frequência de 3.600 a 4.200 MHz é hoje atribuída para serviço fixo por satélite (os satélites operando na banda C no Brasil começam em 3.625 MHz ou em alguma outra frequência superior, faixa da banda C estendida). Os sinais transmitidos por esses satélites são recebidos por VSATs (*Very Small Aperture Terminal*), estações licenciadas que possuem uma localização geográfica definida, e por receptores TVRO (*Television Receive-Only*, ou seja, recepção direta de sinais abertos do satélite pelo público). Os receptores TVRO não são equipamentos certificados e, normalmente, são de baixo custo e baixa qualidade, sem filtros apropriados, aumentando-se a suscetibilidade a eventuais interferências provenientes de outros sistemas. Ressalta-se ainda que as estações de TVRO não têm direito a proteção de interferências causadas por outros sistemas. Todavia, atualmente, há discussão acerca dos potenciais usuários de TVRO afetados, na hipótese da operação de outro sistema em faixas adjacentes, de forma que deve-se ponderar o impacto social ao implementar um serviço nessa faixa sem se tomar algum cuidado com interferências prejudiciais em receptores de TVRO.

[9] https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2017/ericsson-mobility-report-june-2017.pdf
[10] Anatel, "Resolução nº 537". 17 de Fevereiro de 2010.

A figura 3 a seguir apresenta alguns marcos históricos da regulamentação da faixa de 3,5 GHz no Brasil. Informações mais detalhadas sobre os regulamentos podem ser vistas na tabela 1.

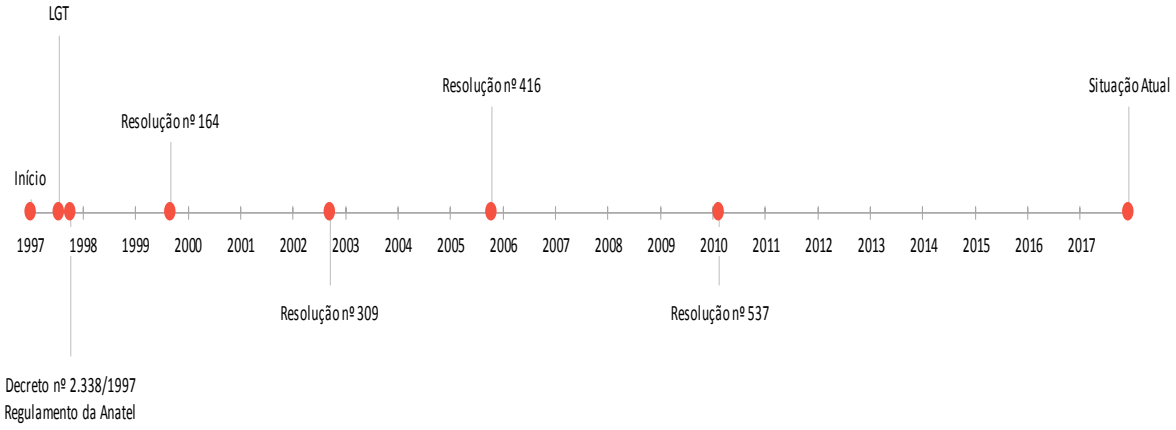

Figura 3 – Marcos históricos da regulamentação da faixa de 3.5 GHz no Brasil.

Tabela 1 – Informações sobre os regulamentos relacionados com a faixa de 3.5 GHz.

Regulamento	Destinação	Características Técnicas
Resolução nº 164/1999	STFC	Potência entregue à antena limitada a 2 W (33 dBm).
Resolução nº 309/2002	STFC e SCM	Potência entregue à antena limitada a 2 W (33 dBm).
Resolução nº 416/2005	STFC e SCM	Potência entregue à antena limitada a 2 W (33 dBm).
Resolução nº 537/2010	STFC, SCM e SMP	Potência entregue à antena limitada a 2 W (33 dBm) ou a 4 W (36 dBm) por 5 anos. Potência entregue à antena limitada a 30W (44,7 dBm).

Aspectos Históricos relativos à destinação da faixa de 3.5 GHz[11]

Conforme já citado essa faixa está destinada, pela Resolução nº 537[12], de 17 de fevereiro de 2010, ao Serviço Móvel Pessoal – SMP, em caráter primário, englobando por consequência serviços IMT. Essa mesma Resolução manteve a destinação para prestação do

[11] Administração de Recursos Escassos no Brasil Espectro, Canalização, Numeração e Órbita. EGON C. GUTERRES, MARCIO I. ARANHA. UNB, Série Manuais de Pesquisa em Direito Setorial e Regulatório Vol. 1 DIREITO DAS TELECOMUNICAÇÕES, 2014.

[12] http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2010/71-resolucao-537

Serviço de Comunicação Multimídia - SCM e do Serviço Telefônico Fixo Comutado – STFC, ambos em caráter primário. Adicionalmente, foi mantida a determinação de não mais outorgar autorização de uso de radiofrequência e de não licenciar nova estação ou consignar nova radiofrequência, a estações já licenciadas nesta faixa para sistemas do Serviço Auxiliar de Radiodifusão e Correlatos - SARC, Especial de Repetição de Televisão - RpTV e Especial de Circuito Fechado de Televisão com Utilização de Radioenlace – CFTV.

Em 2011, houve uma consulta pública (Consulta Pública nº 23/2011) sobre a proposta de Edital de Licitação para autorização de uso da faixa de 3,5 GHz, quando previu-se utilizar uma canalização com 40 blocos de 5 MHz para uso em TDD (*Time Division Duplex*), aderente ao que prevê a atual regulamentação da faixa. A Anatel indicou, na Consulta Pública, que poderia inclusive rever o estabelecido na proposta de canalização, de acordo com a evolução das tecnologias que operam nessa faixa, inclusive com a definição de blocos específicos para FDD (*Frequency Division Duplex*), respeitando um prazo adequado e razoável para adaptação, caso fosse necessário.

Os objetivos da Anatel, naquela Consulta Pública, foram:

- Possibilitar a entrada de novos competidores, respeitando assim o princípio da ampla, justa e livre competição constante na Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997 (Lei Geral de Telecomunicações - LGT);
- Disponibilizar novas subfaixas de radiofrequência para prestação de comunicações de voz ou de dados em ambiente fixo ou móvel;
- Massificação do acesso em banda larga, fixa ou móvel.

A referida Consulta Pública ficou disponível para comentários e contribuições pelo período de setenta e cinco dias (houve uma prorrogação) e foram realizadas duas Audiências Públicas, uma em Brasília/DF e outra em São Paulo/SP. As principais preocupações observadas, tanto nas contribuições recebidas por meio da Consulta Pública, quanto nos debates realizados durante as Audiências Públicas, estavam relacionadas às condições de convivência entre os sistemas terrestres na faixa sendo licitada (faixa de 3,5GHz) e os seus vizinhos da banda C estendida (faixa de 3.625 MHz a 4.200 MHz), em especial as aplicações de TVRO e redes corporativas.

Esse fato alertou a Anatel sobre a necessidade de aprofundar os estudos de maneira mais detalhada sobre as possíveis dificuldades de convivência, o que desencadeou a realização de diversas reuniões técnicas e a instituição de um grupo de trabalho específico para avaliar o caso.

Entre os documentos produzidos destacam-se a Nota Técnica nº 12/2011-RFCEE/RFCE, da Superintendência de Radiofrequência e Fiscalização, e o Relatório do Grupo de Trabalho de Convivência 3,5 GHz e Banda C – GT Convivência[13], sob orientação do Comitê de Uso do Espectro e Órbita da Anatel – CEO. Ambos os documentos estão anexados ao Informe nº 374/2013-PVCPR/PVCP/SPV, de 15 de março de 2013, da Superintendência de Serviços Privados.

Tais documentos ressaltavam que a convivência harmoniosa era possível do ponto de vista técnico, porém demandava uma série de ações e ajustes. Dentre as sugestões apresentadas pelo grupo de trabalho para viabilizar a convivência, citam-se: o emprego temporário de 25 MHz como banda de guarda adicional; o estabelecimento de limites de

[13] Processo SICAP nº 53500.006491/2012.

potência de operação; a inclusão dos dispositivos de TVRO no regime de certificação compulsória; a transformação da aplicação TVRO em um serviço próprio, de radiodifusão por satélite na banda C. O relatório do grupo de trabalho ressaltou ainda a necessidade de envolvimento de diversos atores, em ações como o compromisso dos fabricantes com a qualidade dos dispositivos de TVRO (uso de LNB com filtro interno de RF, o LNBF ou LNB *Feeder*), a elaboração de cartilhas para os técnicos instaladores e a realização de campanhas de conscientização das pessoas para que utilizassem equipamentos homologados, entre outras.

Assim, a partir da avaliação das contribuições apresentadas e dos estudos técnicos de convivência, bem como das perspectivas para o futuro da faixa de radiofrequência e dos serviços, entendeu a Agência que não se mostrava mais oportuna a realização da Licitação nos moldes originalmente previstos.

A proposta submetida à Consulta Pública foi descartada e, conforme deliberação tomada na 718ª Reunião do Conselho Diretor, de 24 de outubro de 2013, o processo foi restituído à área responsável com a orientação de que fosse revista a proposta.

Em decorrência da deliberação do Conselho Diretor, e com a motivação de otimização e uso racional dos recursos escassos do espectro de frequência, tendo em vista ser essa uma faixa subutilizada, ao longo dos últimos meses de 2016 e primeiros meses de 2017, a Gerência de Espectro, Órbita e Radiodifusão realizou estudos para verificar a convivência entre sistemas LTE-*Advanced* instalados na faixa de 3.400 a 3.600 MHz com a aplicação TVRO na faixa de 3.625a 4.200 MHz. Ao final desse trabalho, optou-se por submetê-lo para crítica da comunidade científica internacional. Dessa forma, foi elaborado o artigo "*Coexistence Conditions of LTE-Advanced at 3400-3600 MHz with TVRO at 3625-4200 MHz in Brazil*", que foi publicada na revista Wireless Networks, integrante do grupo Springer. Este trabalho também motivou a inserção da reavaliação das condições de uso da faixa de 3.400 a 3.600 MHz na Agenda Regulatória da Agência para o biênio 2017-2018, tema do presente relatório de Análise de Impacto Regulatório.

Durante o ano de 2017 foram feitas apresentações dos resultados desses estudos a representantes de alguns dos setores envolvidos, como pode ser visto a seguir:

- Apresentações para representantes do setor de satélites e para representantes do setor de IMT (operadores e fabricantes), ambas realizadas em 22 de agosto de 2017[14];
- Apresentação pública no painel Telebrasil 2017, na sessão temática 8, dos estudos sobre a coexistência entre o IMT com o TVRO intitulada “O caminho para o 5G”, realizada em 19 de setembro de 2017.

Adicionalmente, de forma a se ter uma visão atual sobre possíveis problemas de convivência de sistemas operantes na faixa de 3,5 GHz, foram demandadas algumas ações de fiscalização. Essas ações foram realizadas no primeiro semestre de 2017, nas seguintes capitais: São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Goiânia, Fortaleza, Salvador e Belém. Como pode ser visto na tabela 1 a seguir, a quantidade de estações atualmente ativas é muito inferior ao número de estações licenciadas na faixa de 3,5 GHz. A título de exemplo, em 2005, a Embratel possuía 43 estações ativas (em 38 cidades distintas), e, em 2012, o número de estações autorizadas atingiu o número de 608. Atualmente existem somente 10 estações ativas nas capitais verificadas.

[14] Pretende-se realizar apresentação similar, no primeiro trimestre de 2018, para o setor de radiodifusão, além de reunião com fabricantes de dispositivos para sistemas TVRO.

Tabela 2 - Resumo do levantamento de estações autorizadas e ativas nas capitais verificadas.

cidade	estações autorizadas	estações ativas
São Paulo	17	5
Rio de Janeiro	5	1
Porto Alegre	5	1
Goiânia	1	1
Fortaleza	2	0
Salvador	3	1
Belém	2	1

Nas ações de fiscalização realizadas, não foram constatados, de uma maneira geral, relatos de problemas nos sistemas TVRO. Adicionalmente, foi observado que o número de estações com tecnologia Wimax era relativamente baixo, assim como o número de estações de recepção TVRO (avaliação visual do percurso de *drive-test* realizado em torno dos locais onde poderiam existir estações Wimax autorizadas a operar). Um breve resumo dos relatos das fiscalizações pode ser encontrado no anexo A.

Qual o contexto do problema a ser solucionado?

Com o intuito de estabelecer condições que possibilitem a adequada prestação dos serviços móveis de banda larga e de viabilizar o uso eficiente do espectro, pretende-se reavaliar as atuais condições de uso das faixas de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz de forma a viabilizar, de fato, os Serviços Móvel Pessoal, Telefônico Fixo Comutado e Comunicação Multimídia.

No cenário atual, diante dos fatos relatados acima, encontra-se prejudicado o uso das faixas de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz, de forma que o principal problema a ser equalizado é o estabelecimento de condições de coexistência entre o sistema IMT com os serviços TVRO operando no Brasil na faixa de 3.625 a 4.200 MHz.

A esse respeito, há que se destacar que, assim como no caso dos demais serviços de radiocomunicação, deve-se buscar, o tanto quanto possível, a padronização internacional das faixas de radiofrequências utilizadas[15]. Essa uniformidade é vantajosa tanto do ponto de vista da proteção contra interferências prejudiciais, como também para permitir ganhos de escala na indústria de equipamentos de telecomunicações.

Ainda, permitir o serviço IMT, deixando a regulamentação pronta para a adoção do 5G em 3,5 GHz (ação similar está sendo estudada na faixa de 2,3 GHz), pode viabilizar, no curto prazo, essa capacidade para novas aplicações móveis no Brasil, contribuindo para o atendimento da ampla demanda por serviços de telecomunicações de banda larga no País, uma vez que o 5G necessita de largura de faixa de dezenas de MHz para suportar a gama de aplicações e serviços pensados para esta nova geração de serviço móvel. Ainda, pode ser viabilizado o uso também por aplicações *off-shore* (como as de telecomunicações relacionadas com a prospecção de petróleo) por meio do Serviço Limitado Privado, em caráter primário.

[15] De acordo com o *Radio Regulations* (RR-2016) a faixa de 3400 a 3600 MHz, na Região 2, é identificada pelos administradores como uma faixa desejada para a implementação de serviços IMT.

Qual o problema a ser solucionado?

Ampliação das faixas de radiofrequências disponíveis para sistemas móveis IMT, garantindo o uso efetivo e eficiente da faixa de 3,5 GHz, minimizando os riscos de interferência, garantindo a convivência entre os serviços e a preparando para a implantação de redes 5G.

A Agência tem competência para atuar sobre o problema?

A competência da Agência para atuar sobre o tema advém do estabelecido na Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997 (Lei Geral de Telecomunicações - LGT), que dispõe de forma clara sobre a administração do espectro de radiofrequências em diversos artigos:

> *Art. 1° Compete à União, por intermédio do órgão regulador e nos termos das políticas estabelecidas pelos Poderes Executivo e Legislativo, organizar a exploração dos serviços de telecomunicações.*
>
> *Parágrafo único. A organização inclui, entre outros aspectos, o disciplinamento e a fiscalização da execução, comercialização e uso dos serviços e da implantação e funcionamento de redes de telecomunicações, bem como da utilização dos recursos de órbita e espectro de radiofrequências.*
>
> *.....*
>
> *Art. 19. À Agência compete adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento das telecomunicações brasileiras, atuando com independência, imparcialidade, legalidade, impessoalidade e publicidade, e especialmente:*
>
> *(...)*
>
> *VIII - administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas, expedindo as respectivas normas;*
>
> *.....*
>
> *Art. 157. O espectro de radiofrequências é um recurso limitado, constituindo-se em bem público, administrado pela Agência.*

No presente caso, cumpre ressaltar que, ao tratar a questão, a LGT impõe ainda à Agência a obrigação de observar tratados internacionais, como é o caso do Regulamento de Radiocomunicações da UIT, nos termos do que estabelecem os artigos 158 e 161:

> *Art. 158. Observadas as atribuições de faixas segundo tratados e acordos internacionais, a Agência manterá plano com a atribuição, distribuição e destinação de radiofrequências, e detalhamento necessário ao uso das radiofrequências associadas aos diversos serviços e atividades de telecomunicações, atendidas suas necessidades específicas e as de suas expansões.*
>
> *.....*
>
> *Art. 161. A qualquer tempo, poderá ser modificada a destinação de radiofrequências ou faixas, bem como ordenada a alteração de potências ou de outras características técnicas, desde que o interesse público ou o cumprimento de convenções ou tratados internacionais assim o determine.*

Nesse sentido, é bem clara a atribuição da Agência e os limites de seu poder-dever.

Quais os objetivos da ação?

O objetivo da Agência no âmbito do problema identificado é assegurar o uso adequado do espectro de radiofrequências para a exploração adequada dos serviços de telecomunicações envolvidos. Mais especificamente, objetiva-se ampliar as possibilidades de utilização de serviço móvel banda larga no Brasil incluindo o 5G na faixa de 3,5 GHz, mantendo o necessário alinhamento com as atribuições e destinações internacionais. Ainda, vise-se assegurar o uso desta faixa também por outras aplicações em caráter secundário, como aplicações *off-shore*.

Como o aspecto é tratado no cenário internacional?

Na União Internacional de Telecomunicações (UIT), as discussões para destinação da faixa de 2,3 GHz para o IMT iniciaram-se na WRC-7 (*World Radiocommunication Conference 2007*), sendo que um consenso mais amplo foi alcançado na WRC-15 (*World Radiocommunication Conference 2015*) por meio de uma proposta para harmonização IMT nas faixas entre 3.300 a 3.800 MHz, nas regiões 1 e 2 da UIT e em grande parte dos países da região 3, regiões estas que podem ser vistas na figura 4 a seguir.

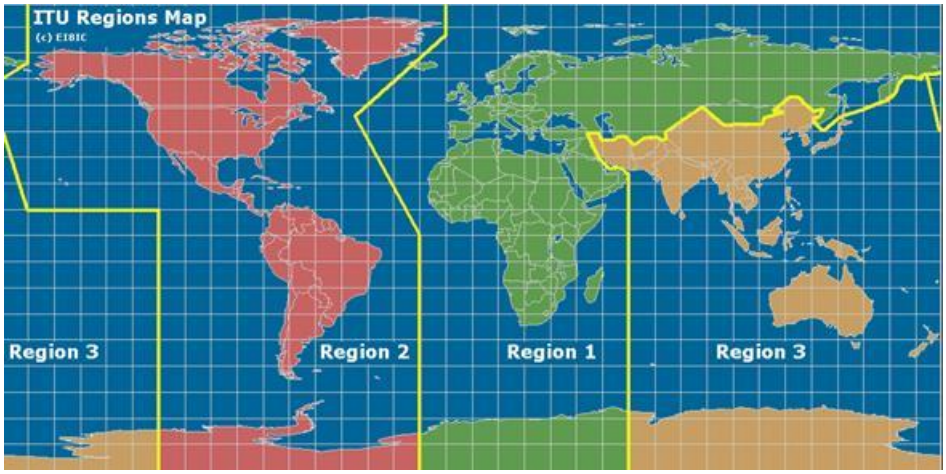

Figura 4 - Regiões UIT (União Internacional de Telecomunicações).

O Regulamento de Rádio da UIT identifica as faixas 3.300 a 3.400 MHz (nº 5.429D), 3.400 a 3.600 MHz (nº 5.431B) e 3.600 a 3.700 MHz (n.º 5.434) para uso pelas administrações que desejam implementar o IMT. As tabelas 2 e 3 mostram como a faixa de 3,5 GHz está sendo destinada para os diversos serviços de telecomunicações.

Tabela 3 - Faixas de 3,5 GHz - regiões no Mundo[16].

Faixas	Regiões
3.3-3.4 GHz	A maioria da África, alguns países nas Regiões 2 e 3
3.4-3.6 GHz	Região 1, Região 2 e grande parte da Região 3
3.6-3.7 GHz	Alguns países da Região 2. Alguns países da Região 3 (incluindo Austrália, Coréia, Japão e Nova Zelândia) também indicaram interesse.
3.6-3.8 GHz	Harmonizado para uso de banda larga móvel em toda a União Europeia.

[16] https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/06/Considerations-for-the-3.5-GHz-IMT-range-v2.pdf

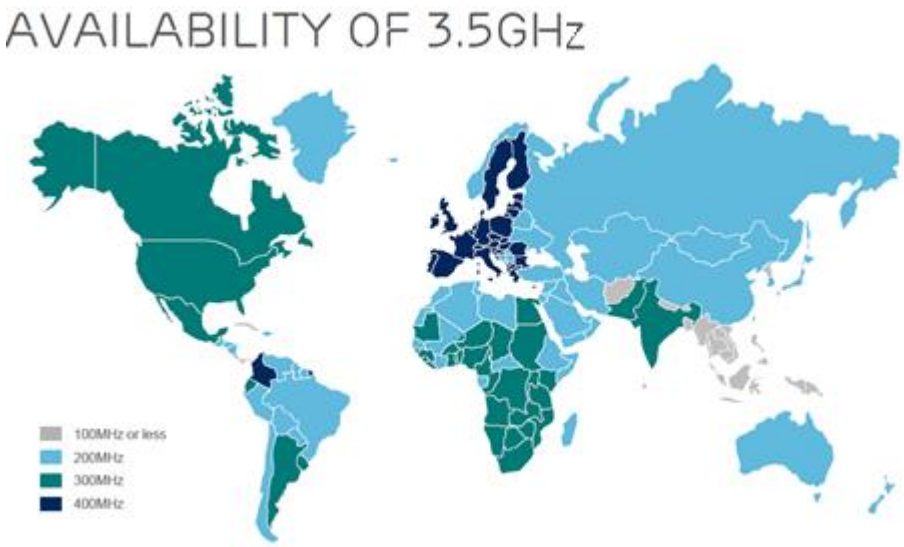

Figura 5 - Largura de faixa disponível, em 3,5 GHz, no Mundo para o IMT[17].

Tabela 4 - Destinação das faixas de 3,5 GHz - Regulamento de Radiocomunicações da UIT.

2 700-3 600 MHz

Allocation to services		
Region 1	**Region 2**	**Region 3**
3 300-3 400 RADIOLOCATION 5.149 5.429 5.429A 5.429B 5.430	**3 300-3 400** RADIOLOCATION Amateur Fixed Mobile 5.149 5.429C 5.429D	**3 300-3 400** RADIOLOCATION Amateur 5.149 5.429 5.429E 5.429F
3 400-3 600 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.430A Radiolocation	**3 400-3 500** FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.431A 5.431B Amateur Radiolocation 5.433 5.282	**3 400-3 500** FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) Amateur Mobile 5.432 5.432B Radiolocation 5.433 5.282 5.432A
5.431	**3 500-3 600** FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.431B Radiolocation 5.433	**3 500-3 600** FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.433A Radiolocation 5.433

[17] https://gsacom.com/paper/future-imt-3300-4200-mhz-frequency-range/

3 600-4 800 MHz

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
3 600-4 200 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) Mobile	3 600-3 700 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.434 Radiolocation 5.433	3 600-3 700 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile Radiolocation 5.435
	3 700-4 200 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile	

Seguem abaixo as principais notas do Regulamento de Radiocomunicação da UIT relacionadas ao uso dos serviços IMT entre 3300 MHz e 3800 MHz:

5.429B *In the following countries of Region 1 south of 30° parallel north: Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Congo (Rep. of the), Côte d'Ivoire, Egypt, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Malawi, Mauritania, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Uganda, the Dem. Rep. of the Congo, Rwanda, Sudan, South Sudan, South Africa, Swaziland, Tanzania, Chad, Togo, Zambia and Zimbabwe, the frequency band 3300-3400 MHz is identified for the implementation of International Mobile Telecommunications (IMT).*

5.429D *In the following countries in Region 2: Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico and Uruguay, the use of the frequency band 3300-3400 MHz is identified for the implementation of International Mobile Telecommunications (IMT).*

5.429F *In the following countries in Region 3: Cambodia, India, Lao P.D.R., Pakistan, the Philippines and Vietnam, the use of the frequency band 3300-3400 MHz is identified for the implementation of International Mobile Telecommunications (IMT).*

5.432A *In Korea (Rep. of), Japan and Pakistan, the band 3400-3500 MHz is identified for International Mobile Telecommunications (IMT).*

5.432B *Different category of service: in Australia, Bangladesh, China, French overseas communities of Region 3, India, Iran (Islamic Republic of), New Zealand, the Philippines and Singapore, the frequency band 3400-3500 MHz is allocated to the mobile, except aeronautical mobile, service on a primary basis, subject to agreement obtained under No. 9.21 with other administrations and is identified for International Mobile Telecommunications (IMT).*

5.433A *In Australia, Bangladesh, China, French overseas communities of Region 3, Korea (Rep. of), India, Iran (Islamic Republic of), Japan, New Zealand, Pakistan*

and the Philippines, the frequency band 3500-3600 MHz is identified for International Mobile Telecommunications (IMT).

5.434 *In Canada, Colombia, Costa Rica and the United States, the frequency band 3 600-3700 MHz, or portions thereof, is identified for use by these administrations wishing to implement International Mobile Telecommunications (IMT).*

A faixa de 3.400 a 3.800 MHz (largura de faixa de 400 MHz) já está harmonizada na Europa para redes móveis ou de comunicação fixa[18] (MFCN, Mobile/Fixed Communication Networks) por meio da Decisão ECC (11) 06. Atualmente estão em curso atividades para avaliar a adequação do 5G às condições técnicas de harmonização contidas nessa decisão. Também estão sendo feitas diretrizes para ajudar as administrações nacionais nas soluções para desfragmentar essa faixa, na hipótese de já existirem licenças, em especial de serviços de banda larga sem fio (Wimax) em muitos países da CEPT (*European Conference of Postal and Telecommunications Administrations*).

Por sua vez, nos Estados Unidos a FCC (*Federal Communications Commission*) destinou 150 MHz para uso do IMT na faixa de 3,5GHz (3.550 a 3.700 MHz). Naquele país, a Intelsat[19] está liderando um movimento para pedir permissão à FCC para que seja possível ceder a operadores IMT, a título oneroso, o uso do espectro, em banda C, outorgado à Intelsat e outras exploradoras de satélite, em áreas geográficas específicas. Esse movimento visa transformar uma potencial ameaça em uma oportunidade de receita, buscando "incentivos baseados no mercado" para que os operadores de satélites limpem as porções do espectro nas áreas geográficas especificadas.

No âmbito das Américas, a Comissão Interamericana de Telecomunicações (CITEL) recomenda que os Estados Membros considerem adotar em seus países uma parte ou uma combinação das faixas, com base nas identificações no Regulamento de Rádio e suas regulamentações nacionais, conforme ilustrado na figura 6:

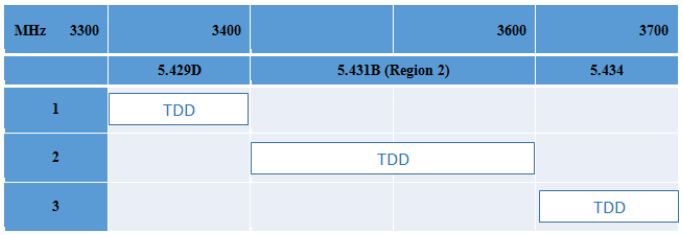

Figura 6 - Arranjos de frequências dentro da Região 2, âmbito CITEL[20].

[18] R15-TG5.1-C-0102!!MSW-E - INFORMATION ON CEPT´S ROADMAP FOR 5G / IMT-2020
[19] https://www.spaceintelreport.com/intelsat-allied-intel-proposes-cede-ground-c-band-return-terrestrial-operator-payment/
[20] CITEL DRAFT RECOMMENDATION- CCP.II-RADIO/doc. 4375/17 rev.2 - 29 June 2017.

Dessa forma, os países que optarem pelo uso da tecnologia TDD na faixa de 3.300 a 3.700 MHz, além da flexibilidade regional, podem se beneficiar de uma maior uniformidade de equipamentos e terminais de usuários, de economias de escala necessárias para diminuir custo dos terminais e de facilidades de roaming mundial.

A Atribuição e Destinação da faixa de 3,5 GHz no Brasil são apresentadas nas figuras 7 a 10 a seguir, de acordo com a edição 2017 do Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Frequências no Brasil (PDFF 2017). Como pode ser observado, a Atribuição vigente no território nacional, na faixa de 3.400 MHz a 3.600 MHz, está alinhada com a adotada pela Região 2 (Américas) da UIT.

Atribuição:

MHz

REGIÃO 2	BRASIL
3300-3400 RADIOLOCALIZAÇÃO Radioamador Fixo Móvel 5.149 5.429C 5.429D	3300-3400 FIXO RADIOLOCALIZAÇÃO Radioamador 5.149 5.429C 5.429D
3400-3500 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra) MÓVEL exceto móvel aeronáutico 5.431A 5.431B Radioamador Radiolocalização 5.433 5.282	3400-3600 FIXO MÓVEL 5.431A 5.431B Fixo por Satélite (espaço para Terra) Radioamador 5.282

Figura 7 - Atribuição de frequências, segundo o PDFF na faixa de 3,5 GHz.

Destinação:

MHz

DESTINAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	REGULAMENTAÇÃO
3300-3400 ESPECIAL CIRCUITO FECHADO DE TV REPETIÇÃO DE TV AUXILIAR À RADIODIFUSÃO E CORRELATOS	3300-3400	3300-3400 Resolução Anatel nº 584/12 (D.O.U. de 30.03.2012)
Radioamador		Resolução Anatel nº 452/06 (D.O.U. de 20.12.2006)
3400-3410 MÓVEL PESSOAL COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA TELEFÔNICO FIXO COMUTADO LIMITADO PRIVADO - Administração Pública Limitado Privado - Ambiente Marítimo	3400-3410	3400-3410 Resolução Anatel nº 78/98 (D.O.U. de 21.12.1998) Resolução Anatel nº 537/10 (D.O.U. de 18.02.2010)

Figura 8 - Destinação de frequências, segundo o PDFF na faixa de 3,5 GHz.

Atribuição:

MHz

REGIÃO 2	BRASIL
3400-3500 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra) MÓVEL exceto móvel aeronáutico 5.431A 5.431B Radionavegação Radiolocalização 5.433 5.282	3400-3600 FIXO Fixo por Satélite (espaço para Terra) MÓVEL 5.431A 5.431B Radionavegação
3500-3600 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra) MÓVEL exceto móvel aeronáutico 5.431B Radiolocalização 5.433	5.282
3600-3700 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra) MÓVEL exceto móvel aeronáutico 5.434 Radiolocalização 5.433	3600-3800 FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra)

MHz

REGIÃO 2	BRASIL
3700-4200 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra) MÓVEL exceto móvel aeronáutico	3600-3800 FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra)
	3800-4200 FIXO FIXO POR SATÉLITE (espaço para Terra)

Figura 9 - Atribuição de frequências, segundo o PDFF na faixa de 3,5 GHz.

Destinação:

MHz

DESTINAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	REGULAMENTAÇÃO
3410-3450 MÓVEL PESSOAL COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA TELEFÔNICO FIXO COMUTADO	3410-3450	3410-3450 Resolução Anatel nº 78/98 (D.O.U. de 21.12.1998) Resolução Anatel nº 537/10 (D.O.U. de 18.02.2010)
Radioamador		Resolução Anatel nº 452/06 (D.O.U. de 20.12.2006)
Todos os Serviços de Telecomunicações (Dentro da Faixa do Serviço Fixo por Satélite)		
3450-3500 MÓVEL PESSOAL COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA TELEFÔNICO FIXO COMUTADO	3450-3500	3450-3500 Resolução Anatel nº 295/02 (D.O.U. de 22.04.2002) Resolução Anatel nº 537/10 (D.O.U. de 18.02.2010)
Radioamador		Resolução Anatel nº 452/06 (D.O.U. de 20.12.2006)
Todos os Serviços de Telecomunicações (Dentro da Faixa do Serviço Fixo por Satélite)		
3500-3550 MÓVEL PESSOAL COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA TELEFÔNICO FIXO COMUTADO	3500-3550	3500-3550 Resolução Anatel nº 78/98 (D.O.U. de 21.12.1998) Resolução Anatel nº 537/10 (D.O.U. de 18.02.2010)
Radioamador		Resolução Anatel nº 452/06 (D.O.U. de 20.12.2006)
Todos os Serviços de Telecomunicações (Dentro da Faixa do Serviço Fixo por Satélite)		
3550-3600 MÓVEL PESSOAL COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA TELEFÔNICO FIXO COMUTADO	3550-3600	3550-3600 Resolução Anatel nº 295/02 (D.O.U. de 22.04.2002) Resolução Anatel nº 537/10 (D.O.U. de 18.02.2010)
Radioamador		Resolução Anatel nº 452/06 (D.O.U. de 20.12.2006)
Todos os Serviços de Telecomunicações (Dentro da Faixa do Serviço Fixo por Satélite)		
3600-3800 TODOS os SERVIÇOS de TELECOMUNICAÇÕES (Observada a atribuição da faixa)	3600-3800	3600-3800

MHz

DESTINAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO	REGULAMENTAÇÃO
3600-3800 TODOS os SERVIÇOS de TELECOMUNICAÇÕES (Observada a atribuição da faixa)	3600-3800	3600-3800
3800-4200	3800-4200	3800-4200 Resolução Anatel nº 103/99 (D.O.U. de 01.03.1999)

Figura 10 - Destinação de frequências, segundo o PDFF na faixa de 3,5 GHz.

Quanto à Destinação, o SCM, o STFC e o SMP podem operar em caráter primário, conforme dispõe o "Regulamento sobre Condições de Uso da Faixa de Radiofrequências de 3,5 GHz" (aprovado por meio da Resolução nº 537/2010), indicado na coluna correspondente. Atualmente os primeiros 10 MHz da faixa de 3,5 GHz, (3.400 MHz a 3.410 MHz) podem ser

utilizados pela Administração Pública, direta ou indiretamente, em caráter primário, "com a finalidade de promover a inclusão digital, mediante autorização do SLP, não aberto à correspondência pública, de forma gratuita" (art. 4º, caput, da Resolução nº 537/2010).

A faixa seguinte, de 3.600 MHz a 3.800 MHz, está atribuída apenas ao Serviço Fixo por Satélite (sentido espaço para Terra). Ou seja, trata-se de uma faixa "não compartilhada", importante para compreender a relevância e o interesse despertado por essa porção do espectro.

Por fim, a faixa de 3.800 MHz a 4.200 MHz é compartilhada, para uso em caráter primário, entre os Serviços Fixo e Fixo por Satélite (espaço para Terra).

Quais os grupos afetados?

Identificam-se os seguintes grupos afetados no que tange à presente AIR:

- Anatel;
- Radiodifusores;
- Exploradoras de satélites;
- Prestadoras do Serviço Móvel Pessoal - SMP;
- Prestadoras do Serviço de Comunicação Multimídia - SCM e do Serviço Telefônico Fixo Comutado - STFC;
- Radioamadores
- Usuários de TV por satélite na banda C - TVRO;
- Usuários do Serviço Móvel Pessoal - SMP;
- Fabricantes de equipamentos.

Quais são as opções regulatórias consideradas para o tema?

Tendo em vista os aspectos abordados nos itens anteriores, foram identificadas algumas alternativas para viabilizar o uso da faixa de 3.400 a 3.600 MHz no Brasil, em alinhamento com a atribuição existente para o serviço fixo por satélite (satélites operando na banda C).

As alternativas analisadas foram as seguintes:

- *<u>Alternativa A</u> - Manutenção das condições de uso atuais, sem disponibilização da faixa;*
- *<u>Alternativa B</u> - Manutenção das condições de uso atuais, com disponibilização da faixa mediante licitação, deixando às partes a livre coordenação;*
- *<u>Alternativa C</u> – Disponibilização da faixa mediante licitação, estabelecendo-se as novas condições de uso no Edital;*
- *<u>Alternativa D</u> - Estabelecimento de novas condições de uso mediante ajuste na regulamentação vigente, com posterior disponibilização da faixa mediante licitação;*
- *<u>Alternativa E</u> - Alteração da destinação das faixas para permitir o convívio dos serviços.*

ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

Alternativa A

Manutenção das condições de uso atuais sem disponibilização da faixa

Trata-se de hipótese de não se realizar qualquer alteração nas condições de uso atuais das faixas de radiofrequências entre 3.400 e 3.600 MHz.

Essa alternativa evitaria a necessidade dos trâmites referentes a alterações regulamentares, haja vista que as condições atuais constam no normativo aprovado por meio da Resolução nº 537/2010. Porém mostra-se incoerente com a evolução da atribuição do Serviço Móvel atualmente desenhada em termos globais.

Assim, em não viabilizando a utilização da faixa, permanecerá subutilizada no Brasil uma porção do espectro radioelétrico mundialmente harmonizada para serviços móveis, conforme atribuição internacional constante do Regulamento de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações (UIT).

O tráfego crescente dos serviços móveis cria uma demanda por faixas de espectro mais altas que são efetivamente mais adequadas para utilização por células voltadas para fornecer capacidade (*Small Cells*). O uso de *Small Cells*, por exemplo, permite a utilização de um maior adensamento em áreas de concentração de tráfego, maior reuso do espectro, além de possibilitar uma condição de melhor convivência com os sistemas que compartilham faixas adjacentes, fazendo com que se tenha um uso mais eficiente do espectro eletromagnético.

Nesse cenário, tendo em vista os fatos relatados, entende-se que a adoção da Alternativa A somente seria justificável caso se mostrasse completamente inviável, em quaisquer arranjos de radiofrequências, a convivência dos sistemas fixo por satélites (inclusive o TVRO) com os demais serviços para os quais a faixa estiver destinada.

A fim de ilustrar a atual utilização de sistemas operando na faixa entre 3.300 e 4.200 MHz e para que se possa melhor visualizar a hipótese de convivência citada no parágrafo anterior, realizou-se uma pesquisa no banco de dados técnicos e administrativos da Agência (BDTA), repositório no qual se concentram as informações técnicas das estações de telecomunicações cadastradas por meio do Sistema de Serviços de Telecomunicações (STEL), verificando-se o quantitativo de estações licenciadas.

Tabela 5 - Tipos de Serviços dentro da faixa de frequências entre 3.300 e 3.400 MHz.

Serviço	Definição
50	Serviço Limitado Privado para Inclusão Digital nas faixas de 2.5 GHz e 3.5 GHz
251	Auxiliar Radiodifusão - Transmissão de Programas
256	Auxiliar de Radiodifusão e Correlatos
728	Especial de Repetição de Televisão
820	De Televisão em Circuito Fechado (Radioenlace)

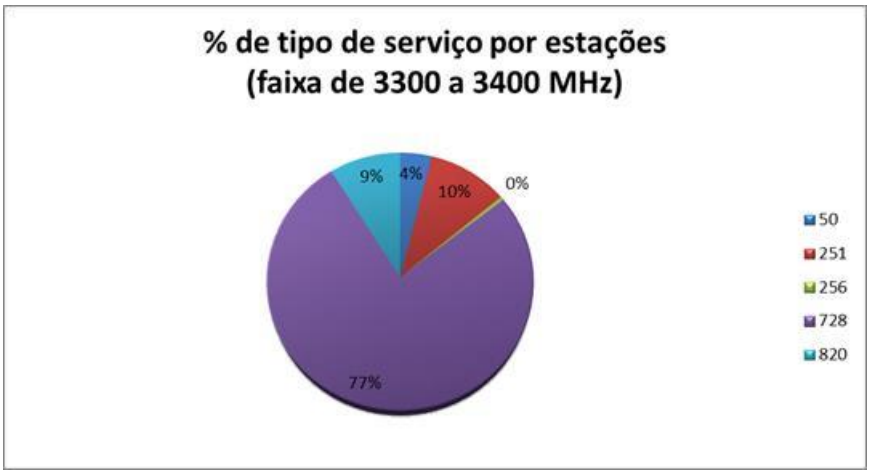

Figura 11 - Distribuição de tipo de serviços entre 3.300 e 3.400 MHz.

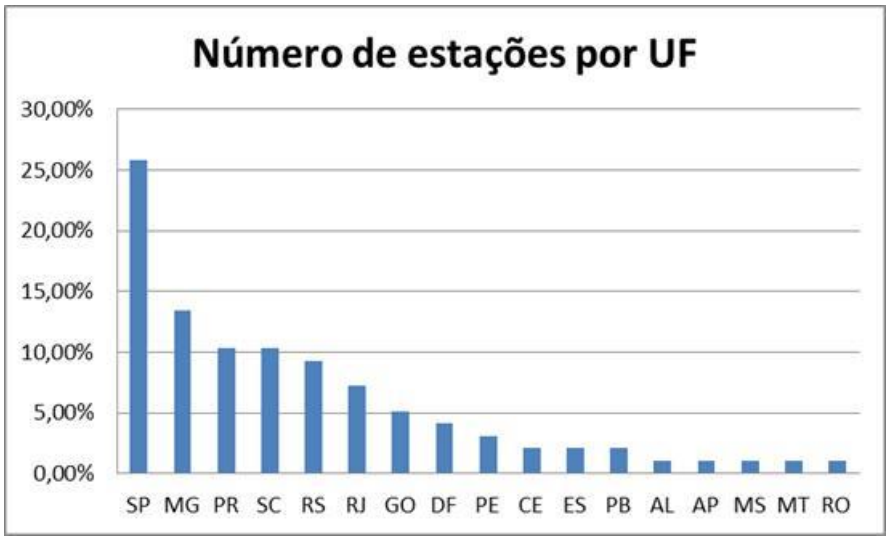

Figura 12 - Distribuição de estações pelas UFs entre 3.300 e 3.400 MHz.

Tabela 6 - Entidades e serviços utilizados entre 3.300 e 3.400 MHz.

entidades	número de estações	tipo de serviço
ASSOCIAÇÃO ANTÔNIO VIEIRA - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	4	820
Associação da TV Santa Maria	3	820
ASSOCIACAO DE ENTIDADES CANAL COMUNITARIO DE TVS POR ASSINATURA DE SETE LAGOAS	2	820
CAMARA MUNICIPAL DE CAXIAS DO SUL	9	820
CANAL E TRANSMISSOES INTERTV LTDA	2	251
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TELECOMUNICACOES DE MINAS GERAIS	7	728
DETELPE-DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACOES DE PERNAMBUCO	8	728
EMPRESA DE INFORMATICA E INFORMACAO DO MUN. DE BELO HORIZONTE S/A-PRODABEL	24	50
EMPRESA DE TELEVISAO JOAO PESSOA LTDA	10	728
FUND SETORIAL DE RADIODIFUSAO EDUC DE SONS E IMAGENS	2	728
FUNDACAO BRAGANTINA DE RADIO E TELEVISAO EDUCATIVA	2	251
FUNDACAO CASPER LIBERO	2	251
FUNDACAO CULTURAL OE UNAUTA	2	728
FUNDACAO CULTURAL DE RADIODIFUSAO EDUC DA REG DOS LAGOS	2	251
FUNDACAO CULTURAL E EDUCACIONAL DE TAJAI	2	251
FUNDACAO EDUCATIVA E CULTURAL ALTO PARANAIBA	2	251
FUNDACAO MINISTERIO COMUNIDA DE CRISTA	2	251
FUNDACAO NOSSA SENHORA APARECIDA	2	251
FUNDACAO OSNY JOSE GONCALVES	2	251
FUNDACAO PADRE ANCHIETA CENTRO PAULISTA DE RADIO E TVS EDUCATIVAS	42	251, 728
FUNDACAO PERCIVAL FARQUHAR	2	820
FUNDACAO TELEVISAO EDUCATIVA DE POCOS DE CALDAS	2	251
FUNDACAO UNIVERSIDADE DE BRASILIA	2	251
FUNDACAO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL	9	820
FUNDACAO WALPECAR - WALDEVINO PEREIRA DE CARVALHO	2	251
GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S/A	2	251
J.B. WORLD ENTRETENIMENTOS S/A	11	820
NASSAU EDITORA RADIO E TV LTDA	17	728
ORGANIZACAO RADIO E TELEVISAO EDUC MATONENSE LTDA	2	251
PLANUS PROMOCOES E MERCHANDISING LTDA	2	820
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARCOS	2	50
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES LTDA	15	728
RADIO E TELEVISAO EDUCATIVA DO PARANA TVE	4	251, 728
RADIO E TELEVISAO IGUACU SA	5	728
RADIO E TELEVISAO RECORD S.A	11	251, 728
RADIO E TELEVISAO TAROBA LTDA	4	728
RADIO E TELEVISAO TAUBATE LTDA	17	728
RADIO E TV BANDEIRANTES DE CAMPINAS LTDA	8	728
RADIO JORNAL FLUMINENSE DE CAMPOS LTDA	3	728
RADIO TELEVISAO DE UBERLANDIA LTDA	8	728
RÁDIO TV DO AMAZONAS LTDA.	4	251, 256
RBC-REDE BRASILIENSE DE COMUNICAÇÃO S/S	2	251
RBS PARTICIPAÇÕES S.A.	2	251
REDE FAMILIA DE COMUNICACAO LTDA	6	251
REDE GOIANIA DE RADIO E TELEVISAO LTDA	2	251
REDE MULHER DE TELEVISAO LTDA	34	728
REDE VITORIOSA DE COMUNICACOES LTDA	4	728
SETE LAGOAS CAMARA MUNICIPAL	2	820
SISTEMA ARACA DE COMUNICACAO LTDA	2	251
SISTEMA CLUBE DE COMUNICAÇÃO LTDA	2	251
SOCIEDADE CULTURAL EDUCACIONAL OSASCO S/C LTDA	3	251
SOCIEDADE DE TELEVISAO SUL FLUMINENSE LTDA	3	728
SOCIEDADE PELOTENSE DE ASSISTENCIA E CULTURA	8	820
SOCIEDADE RADIO EDUCACIONAL GRANDE SAO PAULO LTDA	2	728
SOCIEDADE RADIO EMISSORA PARANAENSE SA	2	251
TELEVISAO ANHANGUERA S.A.	24	728
TELEVISAO BANDEIRANTES DE PRESIDENTE PRUDENTE LTDA	11	251, 728
TELEVISAO CACHOEIRA DO SUL LTDA	2	251
TELEVISAO CENTRO AMERICA LTDA	4	728
TELEVISAO LAGES LTDA	27	728
TELEVISAO LONDRINA LTDA	3	251
TELEVISAO NAIPI LTDA	4	251
TELEVISAO RIO GRANDE SA	2	251
TELEVISAO TAMBAU LTDA	2	728
TELEVISAO TIBAGI LTDA	10	251, 728
TELEVISAO VERDES MARES LTDA	19	728
TELEVISAO VITORIA S/A	8	728
TERENOS PREFEITURA	9	50
TEVECAP BRASIL RADIOENLACES LTDA	3	251
TV CIDADE DOS PRINOPES S/C LTDA	10	251, 728
TV DIARIO LTDA	2	251
TV E RADIO JORNAL DO COMMERCIO LTDA	4	728
TV LUZIANIA LTDA	7	728
TV MINAS SUL LTDA	6	728
TV O ESTADO FLORIANOPOLIS LTDA	19	728
TV O ESTADO LTDA	9	728
TV OMEGA LTDA	8	728
TV PAJUCARA LTDA	4	728
TV RECORD DE BAURU LTDA	10	728
TV RECORD DE FRANCA S/A	4	728
TV RECORD DE RIO PRETO S/A	10	728
TV SERRA DOURADA LTDA	2	251
TV STUDIOS DE JAU S/A	10	728
TV STUDIOS DE RIBEIRAO PRETO LTDA	9	728
TV UNIAO DE MINAS LTDA	3	728
TVSBT CANAL 6 DE NOVA FRIBURGO LTDA.	19	728
TVSBT CANAL 11 DO RIO DE JANEIRO LTDA	3	251, 728
TVSBT CANAL 4 DE SAO PAULO S/A	4	251, 728
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	2	256
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG	8	820
VIDEOCOM BRASIL LTDA	4	820
Z SISTEMA EQUATORIAL DE COMUNICACOES LTDA	2	251
Total Geral	624	

Tabela 7 - Tipos de Serviços dentro da faixa de frequências entre 3.400 e 3.600 MHz.

Serviço	Definição
19	Serviço Limitado Privado
35	Espc. p fins Científicos Experimentais
45	Serviço de Comunicação Multimídia
50	Serviço Limitado Privado para Inclusão Digital nas faixas de 2.5 GHz e 3.5 GHz
176	STFC/Radiotelefônico - Estações Terrenas
251	Auxiliar Radiodifusão - Transmissão de Programas
252	Auxiliar Radiodifusão - Reportagem Externa
253	Auxiliar Radiodifusão - Comunicação de Ordens Internas
254	Auxiliar Radiodifusão - Telecomando
255	Auxiliar Radiodifusão - Telemedição
256	Auxiliar de Radiodifusão e Correlatos
728	Especial de Repetição de Televisão
820	De Televisão em Circuito Fechado (Radioenlace)

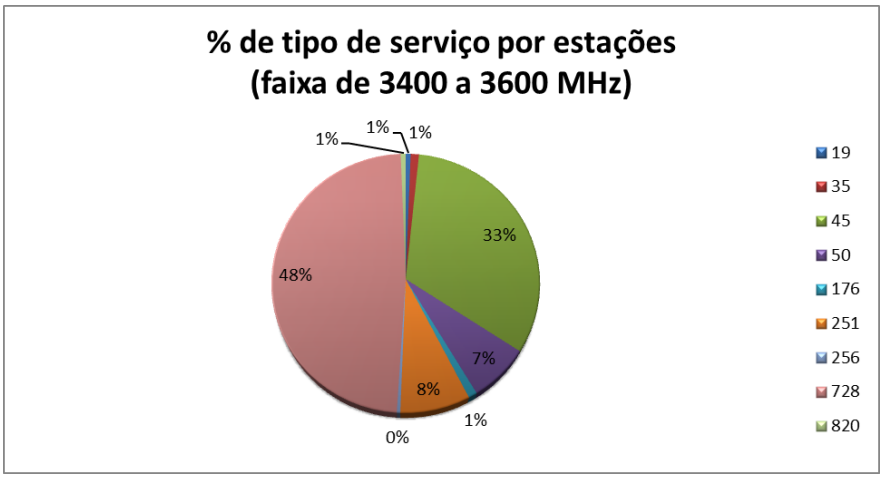

Figura 13 - Distribuição de tipo de serviços entre 3.400 e 3.600 MHz.

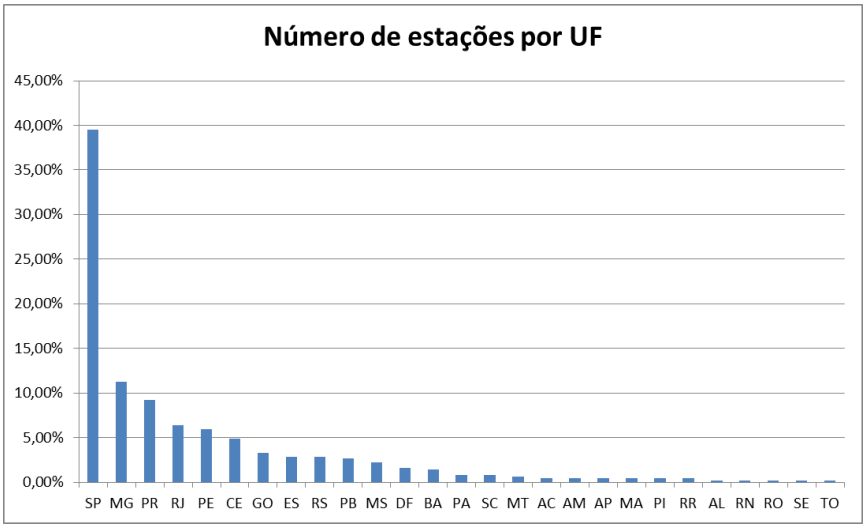

Figura 14 - Distribuição de estações pelas UFs entre 3.400 e 3.600 MHz.

Tabela 8 - Entidades e serviços utilizados entre 3.400 e 3.600 MHz.

entidades	número de estações	tipo de serviço
AGENCIA BRASIL CENTRAL	2	251
BRASIL TELECOM COMUNICACAO MULTIMIDIA LTDA	27	45
CLARO S.A.	94	45
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TELECOMUNICACOES DE MINAS GERAIS	4	728
DETELPE-DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACOESDE PERNAMBUCO	4	728
DIRECTNET PRESTACAO DE SERVICOS LTDA.	28	45
ELETROPAULO METROPOLITANA ELETRICIDADE DE SAO PAULO S.A.	3	19
EMPRESA BRASILEIRA DE TELECOMUNICACOES S. A.	2	35
EMPRESA DE INFORMATICA E INFORMACAO DO MUN. DE BELO HORIZONTE S/A-PRODABEL	24	50
EMPRESA DE TELEVISAO JOAO PESSOA LTDA	12	728
EMPRESA PORTOALEGRENSE DE COMUNICACAO LTDA	2	251
FUNDACAO CRISTIANO VARELLA	2	251
FUNDACAO PADRE ANCHIETA CENTRO PAULISTA DE RADIO E TVS EDUCATIVAS	27	251
GRUPO EDITORIAL SINOS SA	4	45
INTELIG TELECOMUNICACOES LTDA	5	176
JOCKEY CLUB DE SAO PAULO	2	820
KEY TV COMUNICACOES S/A	2	256
NASSAU EDITORA RADIO E TV LTDA	18	728
PETROLEO BRASILEIRO S A PETROBRAS	3	35
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARCOS	2	50
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES DO RIO DE JANEIRO LTDA	3	728
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES LTDA	7	728
RADIO E TELEVISAO EDUCATIVA DO PARANA TVE	4	728
RADIO E TELEVISAO IGUACU SA	3	728
RADIO E TELEVISAO RECORD S.A	12	251, 728
RADIO E TELEVISAO TAUBATE LTDA	4	728
RADIO JORNAL FLUMINENSE DE CAMPOS LTDA	4	728
RANDON ADMINISTRACOES E PARTICIPACOESSOCIEDADE CIVIL LTDA	1	820
REDE FAMILIA DE COMUNICACAO LTDA	9	728
REDE MULHER DE TELEVISAO LTDA	23	251, 728
REDE VITORIOSA DE COMUNICACOES LTDA	7	728
SOCIEDADE CULTURAL EDUCACIONAL OSASCO S/C LTDA	2	251
TELEVISAO ANHANGUERA S.A.	4	728
TELEVISAO BANDEIRANTES DE PRESIDENTE PRUDENTE LTDA	6	728
TELEVISAO CIDADE LTDA	2	251
TELEVISAO GOYA LTDA	2	251
TELEVISAO INDEPENDENTE DE SAO JOSE DO RIO PRETO LTDA	2	251
TELEVISAO LONDRINA LTDA	2	251
TELEVISAO NAIPI LTDA	6	251
TELEVISÃO SHOW TIME LTDA.	2	251
TELEVISAO TIBAGI LTDA	11	251, 728
TELEVISAO VERDES MARES LTDA	21	728
TELEVISAO VITORIA S/A	9	728
TERENOS PREFEITURA	9	50
TV INDEPENDENCIA LTDA	2	728
TV INDEPENDENCIA NORTE DO PARANA LTDA	3	728
TV INDEPENDENCIA OESTE DO PARANA LTDA	2	728
TV LUZIANIA LTDA	11	728
TV OMEGA LTDA	21	728
TV RECORD DE BAURU LTDA	9	728
TV RECORD DE RIO PRETO S/A	8	728
TV STUDIOS DE JAU S/A	2	728
TVSBT CANAL 4 DE SAO PAULO S/A	2	215
WKVE ASSESSORIA EM SERVICOS DE INFORMATICA E TELECOMUNICACOES LTDA	6	45
Total Geral	**488**	

Tabela 9 - Tipos de Serviços dentro da faixa de frequências entre 3.600 e 3.800 MHz.

Serviço	Definição
47	Serviço de Comunicação Multimídia _ Est Terrena
175	STFC/Radiotelefônico - Estações Terrestres
176	STFC/Radiotelefônico - Estações Terrenas
181	Limitado Privado por Satélite
182	Limitado Especializado por Satélite
185	Exploração por Satélite e Estações de Acesso
187	Serviço Especializado por Satélite
188	Serviço de Circuito Especializado por Satélite
735	Distribuição de Sinais TV/Aúdio p/ Assinatura via Satélite

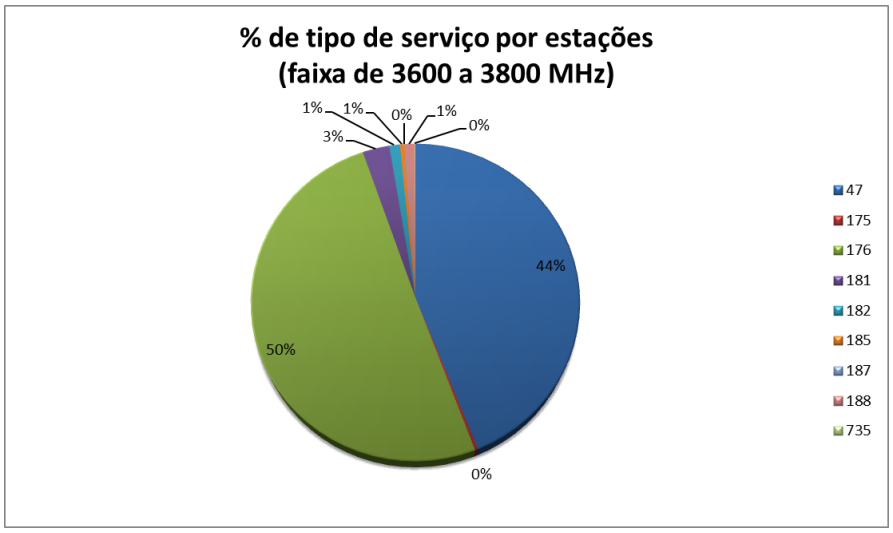

Figura 15 - Distribuição de tipo de serviços entre 3.600 e 3.800 MHz.

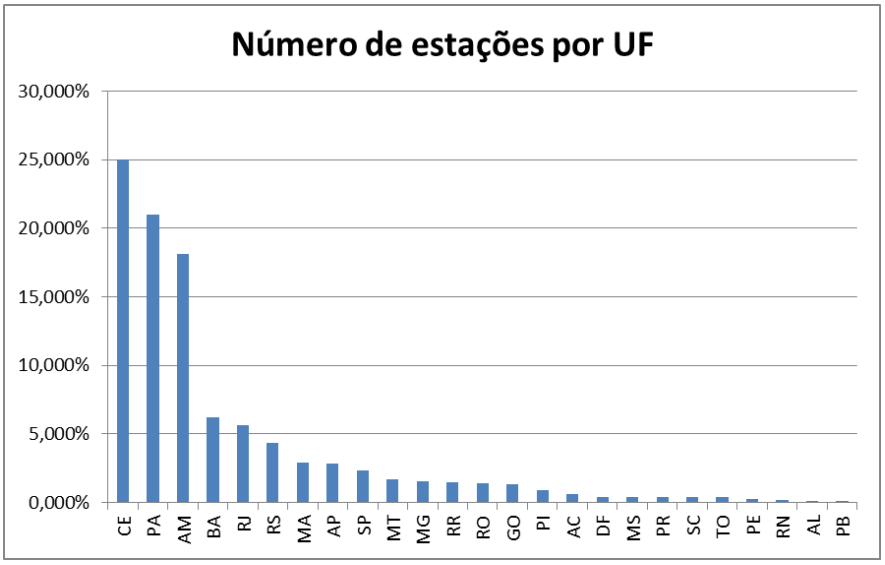

Figura 16 - Distribuição de estações pelas UFs entre 3.600 e 3.800 MHz.

Tabela 10 - Entidades e serviços utilizados entre 3.600 e 3.800 MHz.

entidades	número de estações	tipo de serviço
A. TELECOM S.A.	5	47
AGROMIX TELEVISAO LTDA	1	181
BT LATAM BRASIL LTDA	8	47
C.B. LEILÕES, EVENTOS E PUBLICIDADE LTDA.	1	181
CAPROCK COMUNICAÇÕES DO BRASIL LTDA.	39	47, 182
CLARO S.A.	466	47, 175
D F F DIANA FOTO FILME E TELECOMUNICACOES LTDA	1	187
EQUANT BRASIL LTDA	6	47
FUNDACAO CULTURAL JOAO PAULO II	1	181
FUNDACAO NAZARE DE COMUNICACAO	1	181
GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S/A	1	181
HISPAMAR SATELITES S.A.	1	185
HUGHES TELECOMUNICACOES DO BRASIL LTDA	46	47
IGREJA MUNDIAL DO PODER DE DEUS	2	181
INTELIG TELECOMUNICACOES LTDA	14	176
INTERTEVÊ SERVIÇOS LTDA.	1	735
INTERTRADE BRASIL, TELECOMUNICACOES, MULTIMIDIA E REPRESENTACOES LTDA.	3	47
INTERVISAO EMISSORAS DE RADIO E TELEVISAO LTDA	2	181
MINISTERIO DA DEFESA	2	181
NEWCO PROGRAMADORA E PRODUTORA DE COMUNICAÇÃO LTDA.	1	181
PETROLEO BRASILEIRO S A PETROBRAS	2	181
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES DE MINAS GERAIS LTDA	1	181
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES LTDA	2	181
RADIO E TV PORTOVISÃO LTDA	1	181
RÁDIO TV DO AMAZONAS LTDA.	1	181
REDE CENTRAL DE COMUNICACAO LTDA	1	181
REDE FAMILIA DE COMUNICACAO LTDA	1	181
REDE KEROTV DE TELEVISAO LTDA	1	181
REDE MINEIRA DE RADIO E TELEVISAO LTDA	1	181
REDE TV + ABC LTDA	1	181
Rignet Serviços de Telecomunicações Brasil Ltda.	10	182
SISTEMA ADVENTISTA DE COMUNICACAO	2	181
SOCIEDADE MINEIRA DE CULTURA	1	181
SOMZOOM GRAVACOES E EDICOES MUSICAIS LTDA	1	181
SPEEDCAST SERVICOS MULTIMIDIA LTDA	1	47
STAR ONE S.A.	5	185
TELEMAR NORTE LESTE S.A.	633	176
TELEMAR NORTE LESTE S.A. EM RECUPERAÇÃO JUDICIAL	3	176
TELESPAZIO BRASIL S/A	12	188
TELEVISAO BANDEIRANTES DE PRESIDENTE PRUDENTE LTDA	1	181
TELEVISAO CENTRO AMERICA LTDA	1	181
TELEVISAO LIBERAL LTDA	1	181
TELEVISÃO PRINCESA D'OESTE DE CAMPINAS LTDA	1	181
TV Studios de Teofilo Otoni Ltda.	1	181
TV VALE DO ACO LTDA	1	181
TVSBT CANAL 5 DE BELEM S/A	1	181
VIA DIRETA TELECOMUNICACOES VIA SATELITE E INTERNET LTDA - EPP	1	47
Total Geral	**1290**	

Tabela 11 - Tipos de Serviços dentro da faixa de frequências entre 3.800 e 4.200 MHz.

Serviço	Definição
19	Serviço Limitado Privado
46	Radioenlaces associada ao SCM
47	Serviço de Comunicação Multimídia - Estação Terrena
53	Radioenlaces associada ao SMP
175	STFC/Radiotelefônico - Estações Terrestres
176	STFC/Radiotelefônico - Estações Terrenas
181	Limitado Privado por Satélite
182	Limitado Especializado por Satélite
185	Exploração de Satelite e Estações de Acesso
187	Serviço de Rede Especializado por Satélite
188	Serviço de Circuito Especializado por Satélite
735	Distribuição de Sinais de TV/Audio p/ Assinatura via Satelite

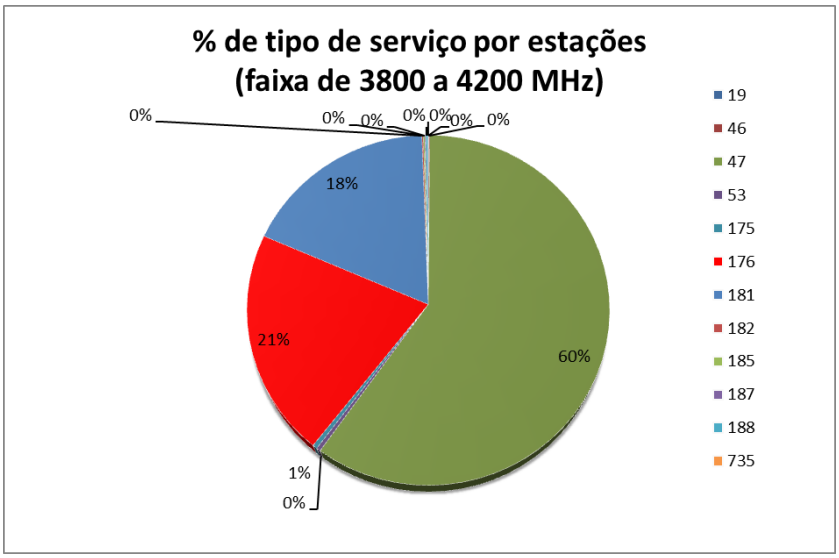

Figura 17 - Distribuição de tipo de serviços entre 3.800 e 4.200 MHz.

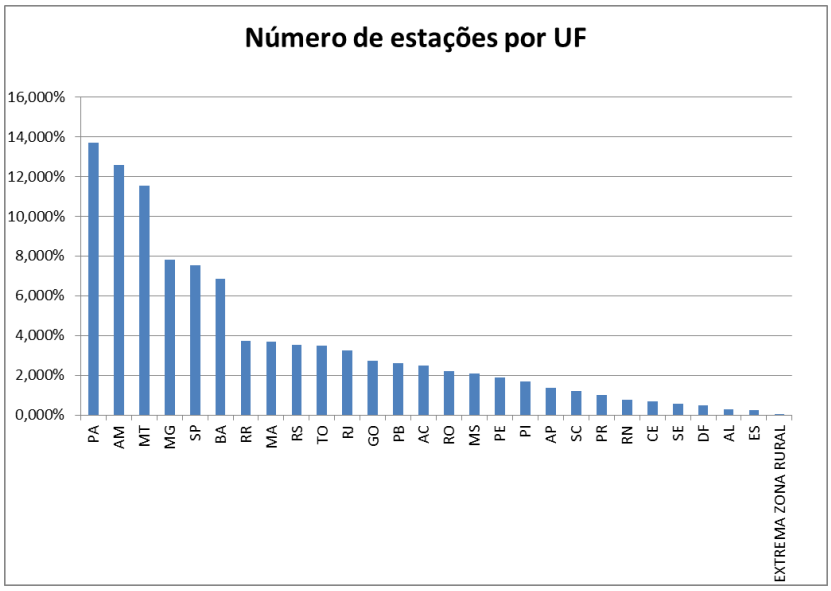

Figura 18 - Distribuição de estações pelas UFs entre 3.800 e 4.200 MHz.

Tabela 12 - Entidades e serviços utilizados entre 3.800 e 4.200 MHz.

entidades	número de estações	tipo de serviço
A. TELECOM S.A.	42	47
ANTENA UM RADIODIFUSAO LTDA	3	181
ASSOCIACAO PRO-VIDA	2	181
AUTOTRAC COMERCIO E TELECOMUNICACOES S.A.	1	182
BT BRASIL SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA.	210	47
BT LATAM BRASIL LTDA	299	47
C.B. LEILÕES, EVENTOS E PUBLICIDADE LTDA.	4	181
CAPROCK COMUNICAÇÕES DO BRASIL LTDA.	22	47, 182
CBED CENTRO BRASILEIRO DE EDUCACAO A DISTANCIA LTDA	1	47
CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTECAO DA AMAZONIA	532	181
CLARO S.A.	2656	47, 53, 175, 176
COMANDO DA AERONAUTICA	116	181
COMISSAO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR	1	181
CONCESSIONARIA DA RODOVIA PRESIDENTE DUTRA S/A	1	181
EMPRESA PAULISTA DE TELEVISAO S/A	1	181
ESPN DO BRASIL EVENTOS ESPORTIVOS LTDA.	2	181
FUNDACAO GETULIO VARGAS	1	181
FUNDACAO JOAO PAULO II	6	181
FUNDACAO SECULO VINTE E UM	2	181
FUNDACAO UNIVERSIDADE DE BRASILIA	4	181
GERACAO AUDIO E VIDEO LTDA	1	188
GI GOLD JÓIAS LTDA.	1	181
GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S.A.	2	19
GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S/A	11	181
HISPAMAR SATELITES S.A.	11	47, 185
HUGHES TELECOMUNICACOES DO BRASIL LTDA	12	47
IGREJA CRISTA MARANATA	2	181
IGREJA MUNDIAL DO PODER DE DEUS	3	181
INTELIG TELECOMUNICACOES LTDA	92	176
INTERTRADE BRASIL, TELECOMUNICACOES, MULTIMIDIA E REPRESENTACOES LTDA.	8	47
LEVEL 3 COMUNICACOES DO BRASIL LTDA.	141	47
MINISTERIO DA DEFESA	1	181
NEWCO PROGRAMADORA E PRODUTORA DE COMUNICAÇÃO LTDA.	1	181
PBI - PROGRAMADORA BRASILEIRA INDEPENDENTE S.A	1	181
PETROLEO BRASILEIRO S A PETROBRAS	57	181
RADIO BEL LTDA	1	181
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES DO RIO DE JANEIRO LTDA	1	181
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES LTDA	6	181
RADIO E TELEVISAO PONTA NEGRA LTDA	1	181
RADIO E TELEVISAO TAUBATE LTDA	1	181
RADIO JORNAL FLUMINENSE DE CAMPOS LTDA	1	181
RÁDIO TV DO AMAZONAS LTDA.	4	181, 735
RBN REDE BRASIL NORTE DE TELEVISAO LTDA	1	181
REDE 21 COMUNICACOES S.A.	1	181
REDE SUCESSO DE RADIO E TELEVISÃO LTDA	1	181
REDE TV + ABC LTDA	1	181
REGIONAL CENTRO SUL DE COMUNICACOES S/A	1	181
Rignet Serviços de Telecomunicações Brasil Ltda.	3	182
RURALWEB TELECOMUNICAÇÕES LTDA	8	47
SISTEMA ADVENTISTA DE COMUNICACAO	1	181
SOCIEDADE RADIO E TELEVISAO ALTEROSA LTDA	2	181
SOMPUR SAO PAULO RADIODIFUSAO LTDA	1	181
SPC- SISTEMA PERNAMBUCANO DE COMUNICACOES LTDA	1	188
SPRING TELEVISAO S.A.	1	181
STAR ONE S.A.	5	185
TELEFÔNICA BRASIL S.A.	2	175
TELEMAR NORTE LESTE S.A.	92	175, 176
TELEMAR NORTE LESTE S.A. EM RECUPERAÇÃO JUDICIAL	2	176
TELESPAZIO BRASIL S/A	8	187, 188
TELEVISAO CABUGI LTDA	1	181
TELEVISAO CENTRO AMERICA LTDA	2	181
TELEVISAO GUAIBA LTDA	1	181
TELEVISAO MORENA LTDA	1	181
TELEVISAO NOVOS TEMPOS LTDA	1	181
TELEVISAO PONTA PORA LTDA	1	181
TELEVISAO RECORD DO RIO DE JANEIRO LTDA	1	181
TELEVISAO SOCIEDADE LIMITADA	1	181
TELEVISAO SUL DE MINAS S/A	1	181
TIM CELULAR S.A.	4	46
TV BARRIGA VERDE SA	1	187
TV LESTE LTDA	1	181
TV MAR LTDA	1	181
TV RECORD DE BAURU LTDA	1	181
TV RECORD DE FRANCA S/A	1	181
TV RECORD DE RIO PRETO S/A	1	181
TV VALE DO ACO LTDA	1	181
UNINTER EDUCACIONAL S/A	4	47, 181
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	1	181
VIDEOCOM BRASIL LTDA	2	187
VIVO S.A.	8	47
Total Geral	4432	

Tabela 13 - Entidades e serviços utilizados entre 3.300 e 4.200 MHz.

3.300-3.400 MHz

entidades	número de estaçõ	tipo de servi	%
FUNDACAO PADRE ANCHIETA CENTRO PAULISTA DE RADIO E TVS EDUCATIVAS	42	251, 728	6,73%
REDE MULHER DE TELEVISAO LTDA	34	728	5,45%
TELEVISAO LAGES LTDA	27	728	4,33%
EMPRESA DE INFORMATICA E INFORMACAO DO MUN. DE BELO HORIZONTE S/A-PRODABEL	24	50	3,85%
TELEVISAO ANHANGUERA S.A.	24	728	3,85%
TELEVISAO VERDES MARES LTDA	19	728	3,04%
TV O ESTADO FLORIANOPOLIS LTDA	19	728	3,04%
TVSBT CANAL 03 DE NOVA FRIBURGO LTDA.	19	728	3,04%
NASSAU EDITORA RADIO E TV LTDA	17	728	2,72%
RADIO E TELEVISAO TAUBATE LTDA	17	728	2,72%
RADIO E TELEVISAO BANDEIRANTES LTDA	15	728	2,40%
J.B.WORLD ENTRETENIMENTOS S/A	11	820	1,76%
RADIO E TELEVISAO RECORD S.A	11	251, 728	1,76%
TELEVISAO BANDEIRANTES DE PRESIDENTE PRUDENTE LTDA	11	251, 728	1,76%
EMPRESA DE TELEVISAO JOAO PESSOA LTDA	10	728	1,60%
TELEVISAO TIBAGI LTDA	10	251, 728	1,60%
TV CIDADE DOS PRINCIPES S/C LTDA	10	251, 728	1,60%
TV RECORD DE BAURU LTDA	10	728	1,60%
TV RECORD DE RIO PRETO S/A	10	728	1,60%
TV STUDIOS DE JAU S/A	10	728	1,60%

3.400-3.600 MHz

entidades	número de estações	tipo de serviço	%
CLARO S.A.	94	45	19,26%
DIRECTNET PRESTACAO DE SERVICOS LTDA.	28	45	5,74%
BRASIL TELECOM COMUNICACAO MULTIMIDIA LTDA	27	45	5,53%
FUNDACAO PADRE ANCHIETA CENTRO PAULISTA DE RADIO E TVS EDUCATIVAS	27	251	5,53%
EMPRESA DE INFORMATICA E INFORMACAO DO MUN. DE BELO HORIZONTE S/A-PRODABEL	24	50	4,92%
REDE MULHER DE TELEVISAO LTDA	23	251, 728	4,71%
TELEVISAO VERDES MARES LTDA	21	728	4,30%
TV OMEGA LTDA	21	728	4,30%
NASSAU EDITORA RADIO E TV LTDA	18	728	3,69%
EMPRESA DE TELEVISAO JOAO PESSOA LTDA	12	728	2,46%
RADIO E TELEVISAO RECORD S.A	12	251, 728	2,46%
TELEVISAO TIBAGI LTDA	11	251, 728	2,25%

3.600-3.800 MHz

entidades	número de estações	tipo de serviço	%
TELEMAR NORTE LESTE S.A.	633	176	49,07%
CLARO S.A.	466	47, 175	36,12%
HUGHES TELECOMUNICACOES DO BRASIL LTDA	46	47	3,57%
CAPROCK COMUNICAÇÕES DO BRASIL LTDA.	39	47, 182	3,02%
INTELIG TELECOMUNICACOES LTDA	14	176	1,09%
TELESPAZIO BRASIL S/A	12	188	0,93%
Rignet Serviços de Telecomunicações Brasil Ltda.	10	182	0,78%
BT LATAM BRASIL LTDA	8	47	0,62%
EQUANT BRASIL LTDA	6	47	0,47%
A. TELECOM S.A.	5	47	0,39%
STAR ONE S.A.	5	185	0,39%

3.800-4.200 MHz

entidades	número de estações	tipo de serviço	%
CLARO S.A.	2656	47, 53, 175, 176	59,928%
CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTECAO DA AMAZONIA	532	181	12,004%
BT LATAM BRASIL LTDA	299	47	6,746%
BT BRASIL SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA.	210	47	4,738%
LEVEL 3 COMUNICACOES DO BRASIL LTDA.	141	47	3,181%
COMANDO DA AERONAUTICA	116	181	2,617%
INTELIG TELECOMUNICACOES LTDA	92	176	2,076%
TELEMAR NORTE LESTE S.A.	92	175, 176	2,076%
PETROLEO BRASILEIRO S A PETROBRAS	57	181	1,286%
A. TELECOM S.A.	42	47	0,948%
CAPROCK COMUNICAÇÕES DO BRASIL LTDA.	22	47, 182	0,496%
HUGHES TELECOMUNICACOES DO BRASIL LTDA	12	47	0,271%
GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S/A	11	181	0,248%
HISPAMAR SATELITES S.A.	11	47, 185	0,248%
INTERTRADE BRASIL, TELECOMUNICACOES, MULTIMIDIA E REPRESENTACOES LTDA.	8	47	0,181%
RURALWEB TELECOMUNICAÇÕES LTDA	8	47	0,181%
TELESPAZIO BRASIL S/A	8	187, 188	0,181%

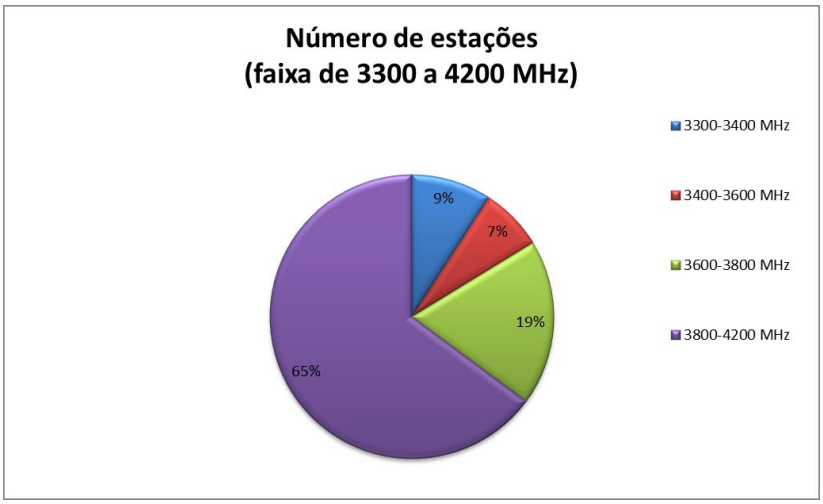

Figura 19 - Distribuição de estações entre 3.300 e 4.200 MHz.

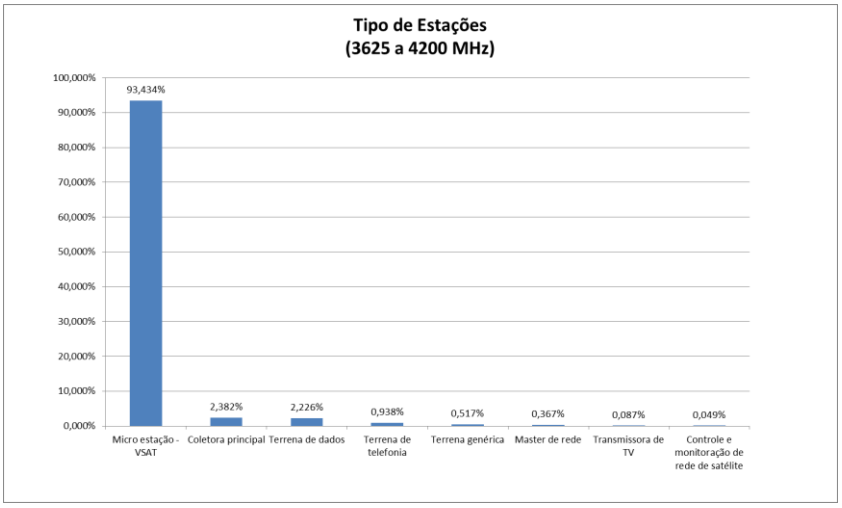

Figura 20 - Distribuição de tipo estações entre 3.625 e 4.200 MHz.

Como se vê, existem, em todo o Brasil, 159 estações autorizadas SCM em 3,5 GHz (sendo que havia 676 estações em 2012), sendo 58% destas estações associadas à entidade Claro. As ações fiscalizatórias, nas capitais consideradas, mostraram que apenas 29% das estações autorizadas estavam "ativas".

Ademais, dos dados levantados acima percebe-se que boa parte das estações utilizam a faixa entre 3.800 a 4.200 MHz, e que a faixa entre 3.400 e 3.600 MHz é realmente subutilizada, ao se considerar que atualmente parte dos sistemas dedicados a serviço SCM/Wimax encontram-se desativados (tomando-se por base as informações de fiscalização realizadas em algumas capitais). Adicionalmente, nota-se que grande parte dos sistemas registrados são relacionados a estações VSATs das seguintes entidades: Claro, Telemar (atualmente Oi) e Intelig (atualmente Tim).

Cenário A1 - Interferência entre sistemas BWA e receptores TVRO

O principal cenário de interferência relacionado com a utilização desta faixa de radiofrequências envolve sistemas LTE-A e receptores TVRO. Estimativas sobre a probabilidade de ocorrência de casos de interferências são de difícil estimativa, tendo em vista que as estações receptoras de TV não são cadastradas nas bases de dados da Anatel e, consequentemente, o serviço de recepção de TV via satélite não é fiscalizado pela Agência. Assim, não há índices oficiais que identificam quantidade de sistemas instalados no território nacional.

O problema de interferência acontece principalmente porque a maior parte dos receptores de TVRO comercializados no Brasil não possuem um filtro passa-faixa na banda C. Dessa forma, o sistema de recepção possui resposta relevante sobre toda a faixa de frequência de 3.400 a 4.200 MHz. Outro ponto que merece destaque é que o limiar de saturação (Oth, do inglês *overload threshold*) do sistema de recepção do TVRO (o primeiro LNA – *Low Noise Amplifier*) é muito baixo (na ordem de Oth = -60 dBm). Assim, dependendo das características do sistema LTE-A implantado na faixa adjacente (potência transmitida, altura da antena, ganho da antena, entre outros parâmetros), o sinal interferente na entrada do primeiro LNA pode ser maior do que o seu limiar de saturação, bloqueando-o. A figura a seguir ilustra este problema de convivência.

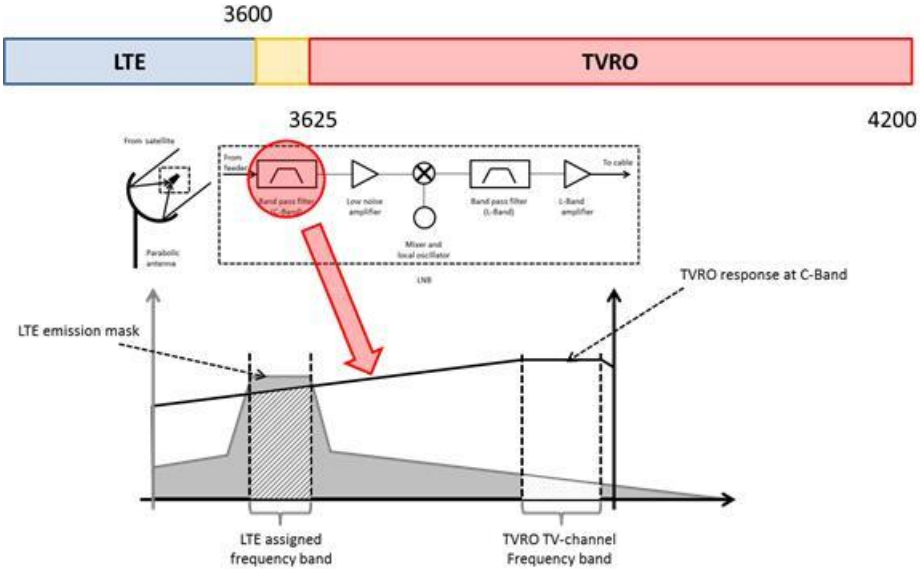

Figura 21 - Ilustração do problema da convivência IMT x TVRO.

Um sistema TVRO recebe a sua transmissão nas faixas de 3.625 a 4.200 MHz (adjacentes), também chamada de banda C estendida. No sistema de recepção de TVRO, o sinal é recebido por uma antena parabólica, passando por um LNB (*low noise block downconverter*). No LNB, o sinal recebido é "filtrado" na banda C usando um filtro passa-faixa e amplificado por um LNA. O sinal resultante é transladado para uma frequência intermediária na Banda L (1 a 2 GHz), quando é filtrado e amplificado novamente, sendo encaminhado para a TV. O problema desse cenário de interferência está relacionado à falta de um filtro adequado na entrada do LNB.

O comportamento típico do LNBF sem um filtro adequado na entrada do LNA colide frontalmente com o que preconiza o Radio Regulations (RR) da UIT-R:

> 3.12 Receiving stations should use equipment with technical characteristics appropriate for the class of emission concerned; in particular, selectivity should be appropriate having regard to No. 3.9 on the bandwidths of emissions.
>
> 3.13 The performance characteristics of receivers should be adequate to ensure that they do not suffer from interference due to transmitters situated at a reasonable distance and which operate in accordance with these Regulations.

Dessa forma salientamos a importância de a Anatel atue também sobre a questão do uso de sistemas com capacidade de recepção excedente à faixa de operação de destinada, pois isso tem como consequência uma baixa resistência a interferências e capacidade de coexistência com serviços adjacentes.

Entre 2011 e 2012 foram feitos diversos estudos de investigação da interferência entre os sistemas Wimax e receptores TVRO (a exemplo dos realizados pela Fundação CPqD[21, 22], Orion Consultores Associados[23] e Instituto Nacional de Tecnologia[24]), de forma que o problema foi exaustivamente examinado e soluções foram propostas. Desde então, já existem no mercado diversas soluções de LNB que possuem filtro integrado (LNBF, normalmente filtro em banda L), soluções estas que apresentam custo baixo e boas características técnicas, o que permitiria a coexistência com sistemas operando na faixa de 3.400 a 3.600 MHz. No anexo B são apresentadas algumas dessas soluções de mercado.

Importância da recepção de TV via satélite

O Brasil, em função de suas dimensões geográficas, vem utilizando as comunicações por satélite na faixa de 3.625 a 4.200 MHz (banda C) como infraestrutura para implementação de políticas públicas de comunicação e informação desde o ano de 1974. As condições de propagação favoráveis nessa faixa de frequências, especialmente em locais com climas como o do Brasil, garantem uma alta confiabilidade e disponibilidade dos serviços prestados e justificam uma demanda constante por mais segmento espacial. Essa faixa de frequências não é compartilhada com o Serviço Fixo, razão pela qual é muito utilizada por redes corporativas empregando estações VSATs e para a distribuição de sinais de TV e rádio. Nesse último caso, contudo, a transmissão deveria ser codificada de modo a diferenciar-se de um serviço de radiodifusão por satélite (BSS), que no Brasil não é regulamentado, e conforme determinam os respectivos Termos de Autorização celebrados entre a Anatel e seus prestadores.

Considerando as estações fixas que possuem pelo menos uma portadora de transmissão cadastrada na base STEL da Anatel (e que têm direito à proteção), o número de estações terrenas na banda C é apresentado na tabela 14.

Tabela 14 - Número de estações terrenas banda C.

Situação	Banda de frequencia	Total de Estacoes	Total de Entidades
Licenciadas	Banda C	6.008	236
	Banda C (AP30B)	3	3
	Banda C ext	6	1

Se for considerado o número de estações transmissoras que, além das portadoras de transmissão (TX), também possuem faixa de recepção cadastrada (por exemplo, operadoras que possuem uma cadeia de recepção (RX) para monitoração de sinal de descida do satélite, ou uma VSAT de dados que é bidirecional por natureza), o número de estações é de cerca de 5.100 estações terrenas com frequências de recepção cadastradas no sistema STEL.

Em sua grande maioria, conforme citado anteriormente, as estações cadastradas estão relacionadas ao serviço VSAT e relacionadas à entidade Claro.

[21] Relatório Técnico PD.33.10.91A.0040A/RT-01-AA
[22] Relatório Técnico PD.33.10.91A.0040A/RT-02-AA
[23] Relatório Orion Consultores Associados, feito a pedido da Star One – CT. DAE –s/n/2011.
[24] Relatório Técnico n°036/2011 – Instituto Nacional de Tecnologia.

Esta quantidade expressiva de estações corrobora com a preocupação sobre a necessidade de convivência entre os sistemas operando na faixa de 3.400 a 3.600 MHz.

Resumo da Análise de Custos e Benefícios

Grupos Afetados	Benefícios	Custos
Anatel	Menores custos administrativos resultantes da ausência de mudança regulamentar.	Desalinhamento do uso do serviço móvel na faixa de 3,5 GHz, em relação às atribuições internacionais. Impossibilidade de uso de faixa já destinada ao SMP em virtude da dificuldade de convivência com outros serviços mediante as condições de uso atuais. Prejuízos relativos aos objetivos legais da Anatel em relação ao uso eficiente do espectro. Desalinhamento ao objetivo estratégico da Agência de ampliação ao acesso de serviços de telecomunicações, neste caso aqueles que possibilitam acesso em banda larga com mobilidade
Radiodifusores	Manutenção do *status quo.*	Não foram identificados custos.
Exploradoras de satélites	Manutenção do *status quo*.	Não foram identificados custos.
Prestadoras do SMP	Não foram identificados benefícios.	Restrição na expansão da capacidade de transmissão, dificultando a oferta de maiores taxas de transmissão aos usuários.
Prestadoras do SCM e STFC	Não foram identificados benefícios.	Não foram identificados custos.
Radioamadores	Manutenção do *status quo*.	Não foram identificados custos.
Usuários de TVRO	Manutenção do *status quo*.	Não foram identificados custos.
Usuários de SMP	Não foram identificados benefícios	Menor disponibilidade de ofertas aderentes às suas necessidades (de taxas de transmissão crescentes), dada à inviabilidade de utilização de uma parte do espectro de radiofrequências.
Fabricantes de equipamentos	Manutenção do *status quo.*	Não foram identificados custos.

Alternativa B

Manutenção das condições de uso atuais, com disponibilização da faixa mediante licitação, deixando às partes a livre coordenação

Neste cenário, a faixa seria licitada sem ocorrer alteração das condições de uso previstas na regulamentação atual. Isso evitaria a necessidade dos trâmites referentes a alterações regulamentares.

A disponibilização da faixa permitiria maior oferta de capacidade nos serviços móveis, aderente às necessidades cada vez maiores dos usuários destes serviços. Contudo, a manutenção das condições de uso previstas na atual regulamentação representaria uma perda de oportunidade de estabelecer novas regras que facilitariam a coexistência dos sistemas e definir, em especial no caso da TVRO, um padrão mais adequado de qualidade para equipamentos com uso não regulado e não protegido.

Outro impacto da manutenção das condições de uso prevista na regulamentação, endereçando a situação de convivência para um cenário de livre coordenação, seria um aumento de demanda à Anatel para arbitragem dos conflitos. O aumento no número de casos de interferências impactaria estações terrenas que desempenham papel importante no fornecimento de serviços de dados, científicos, experimentais ou de distribuição de sinais de TV, e que possuem autorização e localizações bem conhecidas, além de terem um custo alto relativo às suas instalações físicas e de equipamentos.

Com relação aos sistemas TVRO, conforme já apontado anteriormente, estes não são regulados e normalmente utilizam equipamentos de baixo custo e baixa qualidade, sem filtros apropriados. Estações de TVRO não têm direito à proteção em relação à interferência causada por outros sistemas, e, na ocorrência de interferências detectadas pelos usuários, deveriam ser utilizados LNBFs com filtros já integrados. Não há números oficiais sobre o uso de sistemas TVRO. Entretanto, algumas pesquisas demonstram que o censo comum sobre o grande uso destes sistemas não reflete a realidade das grandes e médias cidades brasileiras, onde seria o principal ponto de interesse de utilização da faixa de 3,5 GHz pelo 5G. De acordo com o levantamento do *Pantry Check* (Ibope em 2016 e 2017[25]), realizado em Brasília/DF e Recife/PE no processo de desligamento da TV Analógica, menos de 2% dos domicílios utilizavam exclusivamente a parabólica em banda C como meio de recepção de televisão. Dados similares foram observados nas pesquisas realizadas nos agrupamentos de São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Goiânia/GO, Fortaleza/CE, Salvador/BA e Vitória/ES. Contudo, nas pesquisas de Juazeiro do Norte/CE e Sobral/CE, esse número ficou em torno de 30%, demonstrando que a situação no interior do País é diferente daquela nas capitais, principalmente em locais não atendidos adequadamente pelos Serviços de Radiodifusão de Sons e Imagens e de Retransmissão de Televisão. Considerando, então, os 67 milhões[2] de domicílios existentes no Brasil, não é razoável considerar que aproximadamente 1/3 dos domicílios tenham TVRO.

Tabela 15 - *Pantry Check* em Brasília e Recife.

Sinal das TV.s	Declarado		Técnico	
	abs	%	abs	%
Exclusivo Parabólica	19	1,54%	22	1,78%
Exclusivo Parabólica e TV Paga	28	2,26%	3	0,24%
Exclusivo TV Paga	246	19,89%	281	22,72%
Exclusivo Sinal Terrestre	731	59,09%	747	60,39%
Sinal Terrestre e Parabólica	54	4,37%	34	2,75%
Sinal Terrestre, Parabólica e Paga	33	2,67%	3	0,24%
Sinal Terrestre e TV Paga	126	10,19%	147	11,88%
Total	1237	100,00%	1237	100,00%

[25] Dados Anatel de acordo item 12-V do Anexo II-B do EDITAL N 002/2014/SOR-SPR/CD/Anatel
[2] http://www.teleco.com.br/pnad.asp - Valor aproximado de 2014

A despeito da realidade nas capitais e grandes centros, é fato que a TVRO tornou-se ao longo dos anos um importante instrumento de integração nacional, levando informação, cultura e entretenimento para regiões distantes que muitas vezes carecem da oferta de outras formas de comunicação. Por outro lado, o emprego do IMT na faixa de 3,5 GHz tem como principal foco o aumento da capacidade disponível de serviços de banda larga em cidades grandes e médias, localidades que normalmente são cobertas por sinais terrestres de televisão[26] e que pouco dependem da recepção por satélite em banda C. Essa última afirmação é corroborada tanto pelos dados levantados na ação fiscalizatória da Anatel como pelas pesquisas realizadas pelo Ibope.

Resumo da Análise de Custos e Benefícios

Grupos Afetados	Benefícios	Custos
Anatel	Emprego mais efetivo de uma faixa subutilizada do espectro, permitindo a ampliação da gama de serviços de banda larga no país. Alinhamento ao objetivo estratégico da Agência de ampliação ao acesso de serviços de telecomunicações, neste caso aqueles que possibilitam acesso em banda larga com mobilidade.	Custo administrativo do processo de licitação. Grande possibilidade de ocorrência de casos de interferência, que ensejariam atuação (arbitragem) posterior da Agência.
Radiodifusores	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto no Edital de Licitação.	A eventual ocorrência de interferências nos terminais TVRO poderia afetar o percentual de telespectadores. Custos de coordenação.
Exploradoras de satélites	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto no Edital de Licitação.	A eventual ocorrência de interferências nas estações terrenas de serviços satelitais (gateways/hubs) poderia afetar a qualidade desses serviços,causando impactos diretos na receita, qualidade, confiabilidade, entre outros aspectos, dos serviços prestados. Custos de coordenação.
Prestadoras do SMP	Expansão da capacidade de transmissão, dificultando a oferta de maiores taxas de	Custos de coordenação.

[26] Nas cidades que atualmente não são cobertas adequadamente espera-se que venham a ser atendidas, principalmente, por estações retransmissoras auxiliares de televisão digital.

	transmissão aos usuários.	
Prestadoras do SCM e STFC	Não foram identificados benefícios, uma vez que as larguras de banda atualmente destinadas para estes serviços não as tornam atrativas para uso.	Possibilidade que as atuais autorizações sejam prorrogadas somente em caráter secundário, de forma a permitir uma harmonização no uso da faixa.
Radioamadores	Não foram identificados benefícios.	Possíveis impactos na prestação do serviço, que opera em caráter secundário na faixa.
Usuários de TVRO	A necessidade de coordenação mitigaria situações de potencial interferência na recepção de TVRO.	Eventuais interferências afetariam a qualidade da recepção do sinal de TV via satélite. Custos decorrentes da necessidade de aquisição de filtros de mitigação de interferências.
Usuários de SMP	Maior disponibilidade de ofertas aderentes às suas necessidades (de taxas de transmissão crescentes), dada a inviabilidade de utilização de uma parte do espectro de radiofrequências.	Não foram identificados custos.
Fabricantes de equipamentos	Receitas provenientes das soluções necessárias para a convivência.	Necessidade de aprimoramento dos receptores disponibilizados (LNBFs com filtros já integrados), em razão das interferências que possam surgir.

Alternativa C

Disponibilização da faixa mediante licitação, estabelecendo-se novas condições de uso no Edital

Esta alternativa é similar à anterior, mas procura resolver algumas das fraquezas apontadas na alternativa B ao estabelecer restrições e condições mínimas no Edital de Licitação que facilitariam a convivência entre os diversos sistemas operando na faixa (IMT, sistemas FSS (*Fixed-Satellite Service*), TVRO, entre outros).

Um dos problemas desta alternativa seria a dificuldade de vincular restrições a terceiros (exploradoras de satélites e radiodifusores), além de uma incerteza em relação ao tratamento das possíveis situações de interferência prejudicial que venham a surgir envolvendo os agentes que não estejam fazendo uso da faixa mediante autorização no referido Edital de Licitação.

Neste cenário, em uma eventual licitação promovida pela Agência, condições de uso ou ações de mitigação de interferência deverão ser impostas aos prestadores do SMP, como contrapartida da aquisição da faixa, de forma a permitir a convivência entre os serviços. Apesar de esta alternativa endereçar o problema, observa-se a continuidade de um certo grau de ineficiência do uso de espectro, uma vez que um serviço (TVRO) limita o uso do SMP na faixa em virtude das restrições e condições a serem impostas.

Há que reforçar ainda que, conforme o Informe nº 59/2017/SEI/ORER/SOR[27], a coexistência entre os sistemas é possível em todos os cenários analisados, utilizando uma filtragem adequada na recepção dos sistemas TVRO. Assim, o objetivo é buscar uma situação de minimização de interferências para estes sistemas. Neste sentido, dependendo do decaimento do filtro, o *gap* de 25 MHz entre o fim da faixa de frequência utilizada por sistemas IMT e o início da faixa de operação do TVRO pode não ser suficiente com a utilização de filtros de baixo custo. Nesse caso, um conjunto de medidas de condições de uso pode ser adotado (por exemplo, uso de melhores antenas, LNB mais robustos, diminuição da EIRP das estações rádio Base, entre outras). Situações pontuais de interferência podem ocorrer e devem ser analisados caso a caso. Ainda, técnicas de mitigação adicionais podem (e não estão restritas a) incluir filtros mais robustos, alteração da posição da antena, *shielding* da antena, entre outras possibilidades. As conclusões do referido Informe se aplicam não apenas para as TVROs, mas também para as demais estações terrenas em banda C (estações licenciadas e reguladas), sendo que, por se tratarem de equipamentos mais sofisticados, já possuem características mais robustas.

Resumo da Análise de Custos e Benefícios

Grupos Afetados	Benefícios	Custos
Anatel	Emprego mais efetivo de uma faixa subutilizada do espectro, permitindo a ampliação da gama de serviços de banda larga no país. Alinhamento ao objetivo estratégico da Agência de ampliação ao acesso de serviços de telecomunicações, neste caso	Custo administrativo do processo de licitação, que já indicariam quais seriam as condições de uso que facilitariam a coexistência dos sistemas, e minimizariam problemas nos sistemas TVRO. Possibilidade de ocorrência de casos de interferência, que ensejariam atuação (arbitragem)

[27] Processo SEI nº 53500.060856/2017-16.

	aqueles que possibilitam acesso em banda larga com mobilidade.	posterior da Agência, em quantidade menor que a alternativa anterior. Ineficiência, ainda que menor em relação à situação atual, de uso de espectro devido à utilização limitada do espectro destinado ao SMP. Insegurança relacionada aos limites de aplicação das condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação, que somente vinculariam os proponentes vencedores, mas não os demais operadores de sistemas nesta faixa.
Radiodifusores	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto no Edital de Licitação. Menor probabilidade de ocorrência de interferências frente às novas condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação.	Eventuais custos de coordenação com adequação de instalações, porém o estabelecimento de condições de uso minimizariam casos de interferências prejudiciais.
Exploradoras de satélites	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto no Edital de Licitação. Menor probabilidade de ocorrência de interferências frente às novas condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação.	Eventuais custos de coordenação com adequação de instalações, porém o estabelecimento de condições de uso minimizariam casos de interferências prejudiciais.
Prestadoras do SMP	Expansão da capacidade de transmissão, dificultando a oferta de maiores taxas de transmissão aos usuários.	Custos de coordenação. Ineficiência, ainda que menor em relação à situação atual, de uso de espectro devido à utilização limitada do espectro destinado ao SMP. Eventuais custos decorrentes de mitigação de interferência.
Prestadoras do SCM e STFC	Não foram identificados benefícios, uma vez que as larguras de banda atualmente destinadas para estes serviços não as tornam atrativas para	Possibilidade que as atuais autorizações sejam prorrogadas somente em caráter secundário, de forma a permitir uma harmonização no uso da faixa.

	uso.	
Radioamadores	Não foram identificados benefícios.	Possíveis impactos na prestação do serviço, que opera em caráter secundário na faixa.
Usuários de TVRO	A necessidade de coordenação mitigaria situações de potencial interferência na recepção de TVRO, somada às novas condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação.	Eventuais interferências afetariam a qualidade da recepção do sinal de TV via satélite. Custos decorrentes da necessidade de aquisição de filtros de mitigação de interferências.
Usuários de SMP	Maior disponibilidade de ofertas aderentes às suas necessidades (de taxas de transmissão crescentes), dada a inviabilidade de utilização de uma parte do espectro de radiofrequências.	Custos decorrentes da menor eficiência de uso da faixa para prestação de SMP, o que limitaria características do serviço como capacidade e cobertura.
Fabricantes de equipamentos	Receitas provenientes das soluções necessárias para a convivência.	Necessidade de aprimoramento dos receptores disponibilizados (LNBFs com filtros já integrados), em razão das interferências que possam surgir.

Alternativa D

Estabelecimento de novas condições de uso mediante ajuste na regulamentação vigente, com posterior disponibilização da faixa mediante licitação

Esta alternativa é similar à anterior, com a diferença que as condições de uso seriam estabelecidas na regulamentação, e não no Edital de Licitação em si.

A definição de condições de uso na regulamentação facilitaria a coexistência dos sistemas e estabeleceria, em especial no caso do TVRO, um padrão mais adequado de qualidade para equipamentos com uso não regulado e não protegido. Ainda, diminui-se a insegurança jurídica sobre os limites da aplicação das condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação, que somente vinculariam os proponentes vencedores, mas não os demais operadores de sistemas nesta faixa.

Podem ser elencadas como possíveis alterações regulamentares para permitir o convívio dos sistemas:

- Instalação de *Small cells* na parte superior da faixa (3.560-3.600 MHz);
- Definição de níveis mínimos para certificação de antenas e LNBs na faixa de 3,5 GHz;
- Início do uso do espectro de forma escalonada (a começar pelas grandes cidades, seguidas pelas médias e pequenas);
- Imposição de limites de potência (em termos de EIRP) por faixa de frequência (p.e. 50 dBm/10 MHz para a faixa de 3.400 a 3.560 MHz, EIRP 37 dBm/10 MHz para a faixa de 3.560 a 3.600 MHz).

Um tema de suma importância para a convivência de um sistema TDD operando em uma mesma região é a sincronização de redes. Sobre esse assunto a Resolução nº 537/2010, que atualmente destina a faixa de 3,5 GHz, assim estabelece:

> *Art. 17. A Anatel somente fará a consignação das radiofrequências à prestadora de serviços de telecomunicações que operar sistemas em conformidade com o Capítulo II deste Regulamento, quando essa prestadora apresentar documento comprovando a coordenação prévia com as demais que operem:*
>
> *I - em um mesmo bloco ou em blocos adjacentes em área geográfica limítrofes; e*
>
> *II - em blocos adjacentes em uma mesma área geográfica.*
>
> *§ 1º Para efeito deste Regulamento, entende-se como coordenação prévia a atividade que consiste em acordar valores para parâmetros considerados necessários para garantir a convivência entre sistemas operando nas formas dispostas nos incisos I e II do caput deste artigo.*
>
> *§ 2º Os sistemas que estejam operando de acordo com os incisos I e II do caput deste artigo deverão estar sincronizados na mesma referência de relógio.*

Uma análise detalhada sobre a questão da sincronização de redes "utilizando uma mesma referência de relógio" pode ser vista nos cenários D1 a D4 abaixo listados, e que contemplam diversas hipóteses de ocorrência de interferências.

Cenário D1 - Interferência adjacente de sistemas IMT operando TDD em uma mesma região[28,29,30]

A coexistência entre sistemas TDD implica que ao menos dois operadores atuem na mesma área geográfica utilizando subfaixas de frequência adjacentes[31], ou em regiões distintas, mas próximas, utilizando as mesmas subfaixas (co-canais). Esse tipo de operação deve ser feito com cautela de modo a prevenir a ocorrência de interferências mútuas. A sincronização de rede oferece uma solução mais eficiente em termos de coexistência quando operando em modo TDD. A operação assíncrona, em uma mesma área geográfica, leva a uma situação de altas interferências se não for utilizada banda de guarda ou se for usada banda de guarda insuficiente (por exemplo, 2,5 MHz).

A figura 22 mostra os cenários de interferência de canal adjacente para os vários cenários TDD.

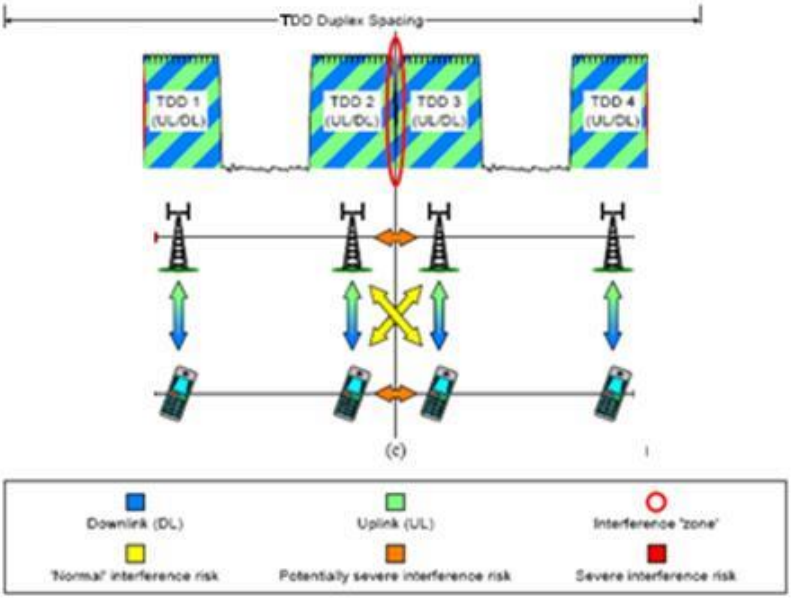

Figura 22 - Cenários de Interferência TDD.

O cenário mais crítico no caso de redes assíncronas é o caso de interferência BS->BS (*Base Station to Base Station,* estação rádio base para estação rádio base), uma vez que a condição de interferência é persistente ao longo do tempo. Nesse tipo de cenário a interferência tem um impacto sobre todos os usuários, em ambos os sistemas, visto que ocorre uma situação de interferência mútua.

O cenário de interferência MS->BS (*Mobile Station to Base Station*, estação móvel para estação rádio base) é considerado menos crítico, já que tem um comportamento mais transiente (ocorreria somente quando a estação móvel estiver próxima da estação rádio base vítima), mas mesmo assim tem um potencial de afetar um grande número de usuários que são servidos pela estação rádio base vítima.

Na situação de interferência BS->MS (*Base Station to Mobile Station*, estação rádio base para estação móvel), a quantidade de usuários afetados é relativamente pequena (uma vez que somente impacta aqueles usuários localizados próximos da estação rádio base ofensora). Porém o efeito é persistente nesse caso, pois na região próxima a esta estação base existiria uma zona de sombra que afetaria os terminais móveis da outra operadora.

[28] Nokia Siemens Networks Coexistence of asynchronous TDD networks - White Paper.
[29] http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2374
[30] Ecc Rep 216 - Practical guidance for TDD networks synchronisation
[31] Section 8 - https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/68337/Public_Sector_Spectrum_Release_statement.pdf

Por fim, tem-se o cenário MS->MS (*Mobile Station to Mobile Station*, estação móvel para estação móvel), que é o mais aleatório e imprevisível, cujo impacto é dependente da densidade de usuários ativos em uma dada região.

As figuras 23 e 24 ilustram como duas estações rádio base, operando em TDD, podem interagir entre si. Na hipótese de não sincronização, transmissões de uma estação têm potencial de provocar o bloqueio do *uplink* da outra estação rádio base. A sincronização, no tempo-fase, da estrutura de quadros de ambos os sistemas elimina esse problema. No entanto, isso só funciona se todos os sistemas que coexistem na mesma área geográfica utilizem a mesma estrutura de tamanho de quadro. Se o tamanho dos quadros (tempo dos quadros de *downlink* e *uplink*) for adaptado para requisitos específicos de largura de faixa (requisitos de razão entre *downlink* e *uplink* forem diferentes entre os diferentes operadores), torna-se praticamente impossível evitar a colisão dos quadros sem a adoção de bandas de guarda, sem o estabelecimento de valores de TTG e RTG únicos (*Transmit-to Receive e Receive-to-Transmit Transition Gap*), e sem o estabelecimento de limites de emissão fora do bloco de frequência assinalado.

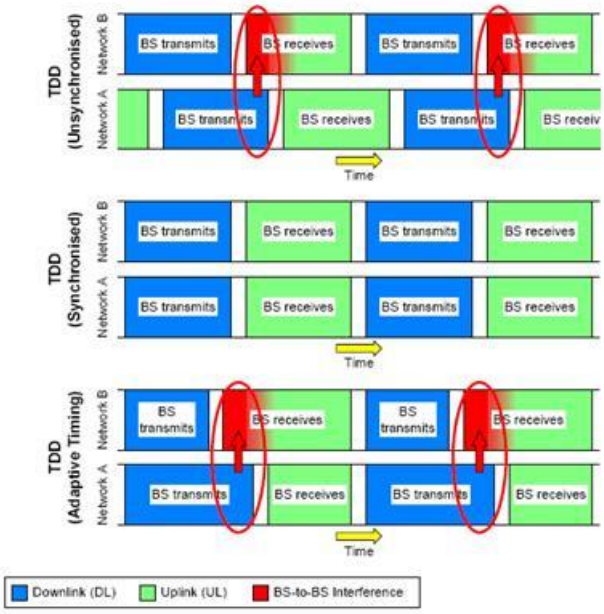

Figura 23 - Sincronização de redes para evitar bloqueio de redes TDD.

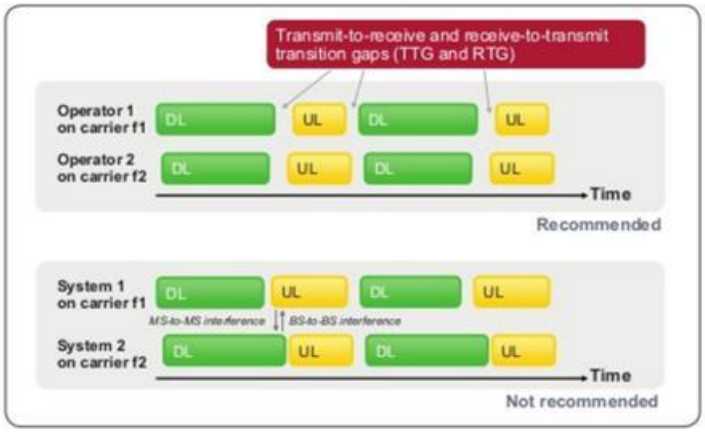

Figura 24 - Sincronização de Redes para evitar bloqueio de redes TDD.

Na situação de plena sincronização não é necessário a utilização de bandas de guarda entre os diferentes operadores que compartilham a faixa, como pode ser visto na figura 25 a seguir. Essa situação é a ideal, pois proporciona um melhor uso do espectro eletromagnético.

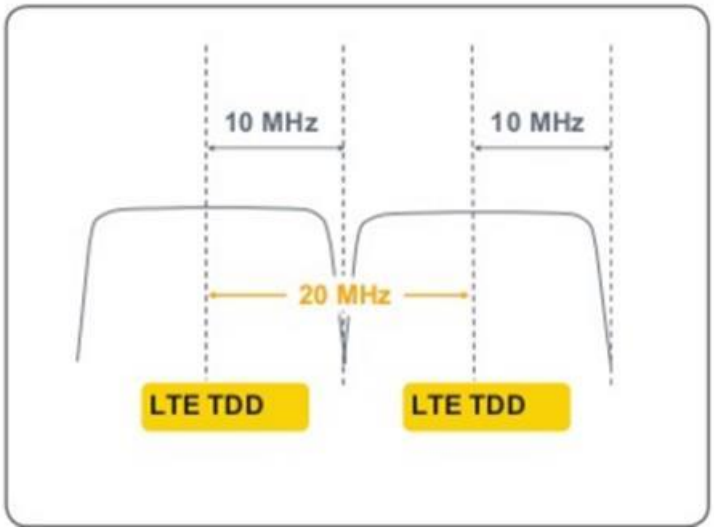

Figura 25 - Redes TDD sem banda de guarda.

Como a interferência tem um impacto negativo na capacidade do sistema, há um forte incentivo para que os diversos operadores sincronizem suas redes, garantindo, assim, uma manutenção da capacidade para todos. Essa opção é particularmente válida para casos de redes TDD que não são coordenadas e que possuem estruturas assimétricas de quadros de transmissão e recepção. A figura 26 apresenta as diversas configurações TDD com tamanho de quadros de 5 ms e 10 ms, de acordo com o 3GPP[32].

Uplink-downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Figura 26 - Tamanhos de quadros TDD 3 GPP - Caso LTE TDD.

Das diversas opções disponíveis a que possui solução mais eficiente e simples é a sincronização dos operadores de rede TDD por meio de um acordo que defina a relação UL (*Uplink*) : DL (*Downlink*) e a harmonização dos parâmetros RTG e TTG. Atualmente mais de 90 % das redes comerciais TDD adotam uma relação UL / DL = 1 : 3 [33], mas no futuro espera-se uma maior assimetria nas redes TDD. Nesse cenário a Agência, em princípio, não deveria necessariamente estabelecer o modo de sincronização (dependendo da largura de faixa disponível, uso indoor x outdoor, entre outros aspectos), pois isto causaria algum impacto no modelo de negócios. Assim, a Anatel deve sinalizar a necessidade de se buscar a situação de sincronização de modo a minimizar problemas de interferência em diversas situações de uso (*outdoor*, *indoor*, compartilhado, entre outras), sem, contudo, enrijecer esta dinâmica de evolução das redes.

[32] 3GPP TS 36.211
[33] lte-tdd.org/d/file/.../f77725a7c845e452ae7834311dd00912.pdf

Por fim, sugere-se que seja avaliada, na implementação desta alternativa, a situação de convivência em regiões de fronteira, estabelecendo parâmetros (como, por exemplo, a definição de PCIs, *Unique Physical-layer Cell-Identity Groups*) e condições que permitam a coordenação dos operadores nacionais com os estrangeiros por meio de acordos bilaterais ou regionais.

Cenário D2 - Interferência de sistemas operando nas faixas adjacentes de 3.400 e 3.600 MHz

Outra possibilidade de interferência que poderia ocorrer seria entre os sistemas IMT TDDs e eventuais sistemas FDD ou mesmo unidirecionais, como o SARC móvel, nas bordas das faixas de 3.400 a 3.600 MHz. Nesta região de transição poderia ser necessária a utilização de banda de guarda e/ou filtros no transmissor (para limitar as emissões fora de banda e espúrias na faixa de operação do receptor), como pode ser visto nas figuras 27 e 28. No caso concreto, na avaliação das faixas de 3.300 a 3.400 MHz e de 3.600 a 3.800 MHz, não existem sistemas que operam de forma distribuída e que poderiam representar um problema grave de coexistência. Contudo, não há informações sobre a operação desses sistemas nos países de fronteira. Naturalmente, casos pontuais de interferência podem ocorrer envolvendo, por exemplo, algum sistema ponto a ponto e os sistemas IMT, devendo esses casos serem tratados de forma pontual por meio do uso de técnicas de mitigação (tais como desapontamento das antenas do IMT, aplicação de *tilting*[34], uso de filtro no transmissor ofensor para limitação de emissões, uso de banda de guarda, entre outras). Algo similar também poderia ocorrer dentro da própria faixa de operação de 3.400 a 3.600 MHz, onde uma subfaixa poderia estar sendo usada por outro sistema ponto a ponto, o que levaria a uma situação similar a anterior e que exigiria, em princípio, o mesmo tipo de solução.

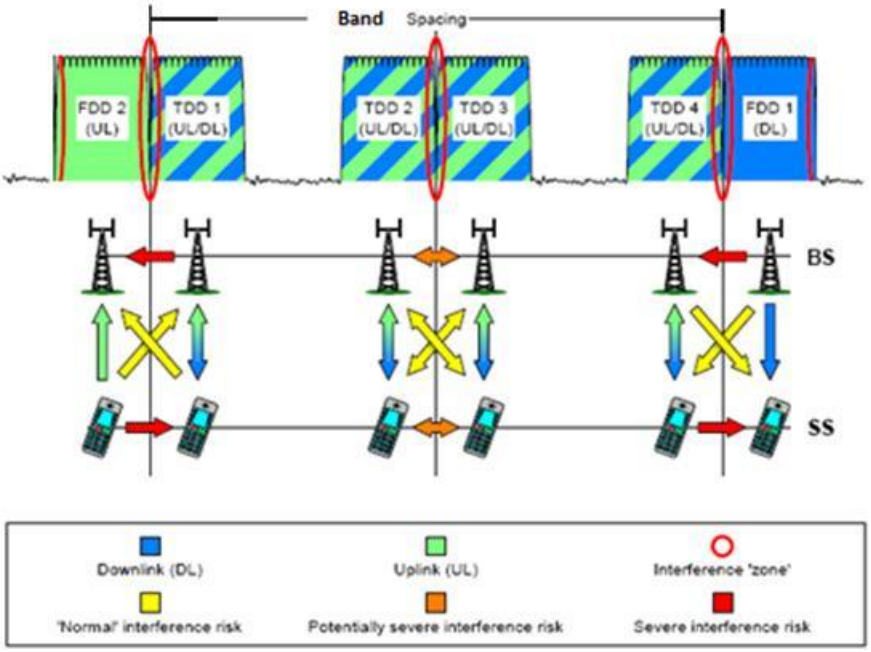

Figura 27 - Faixas Adjacentes ao IMT TDD .

[34] Técnica de otimização de sistemas irradiantes baseada no ajuste da inclinação da antena em relação a um eixo.

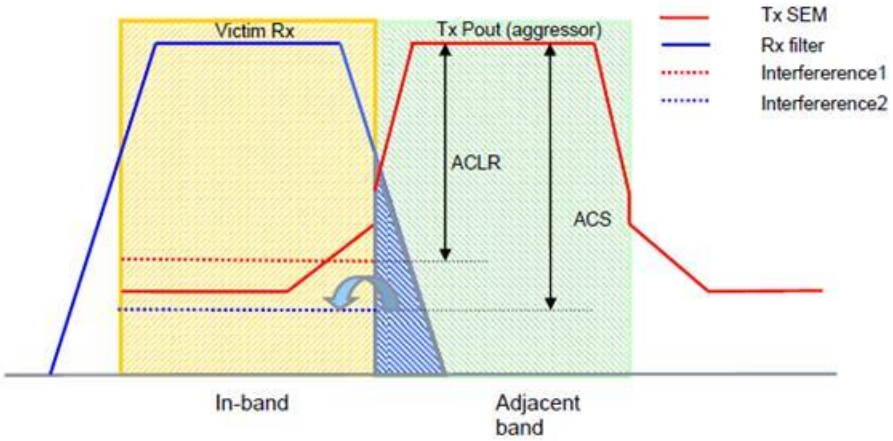

Figura 28 - Faixas Adjacentes ao IMT TDD.

De forma similar ao cenário D1, deveria ser avaliada a situação de convivência em regiões de fronteira, estabelecendo parâmetros e condições que permitam a coordenação dos operadores nacionais com os estrangeiros por meio de acordos bilaterais ou regionais.

Cenário D3 - Interferência de sistemas Radar afetando a faixa de 3.400 MHz

O objetivo de se destacar esse caso é ilustrar um caso concreto que ocorreu no passado e que, apesar de se constituir como algo pontual, exigiu uma atenção da Anatel em termos de investigação e auxílio em fornecer elementos para a coordenação entre as partes envolvidas. Por não se tratar de um caso óbvio de interferência e por apresentar níveis absolutos baixos, porém problemáticos quando se considera o sistema interferido, um cuidado especial na questão da medida e pesquisa do problema faz com que seja relevante mencioná-lo aqui.

Em 2005 durante instalações de sistemas ponto multiponto para aplicações SCM (banda larga fixa *wireless*) pela Embratel[35][36] foi verificada a existência de interferências provenientes de sistemas de Radar relacionados a aeroportos. Posteriormente, esta interferência foi detectada em diversas localidades do país como, por exemplo, Curitiba, Porto Alegre, Florianópolis.

Foi feita uma denúncia pela Embratel e, na ocasião, a Anatel fez uma verificação e foi informada que o Radar do aeroporto de Curitiba, emitia duas frequências: Radar Primário 2.780 MHz e Radar Secundário 1.030 MHz.

Como uma forma de contextualizar o problema mostra-se algumas das medidas realizadas que confirmam a origem da interferência como sendo provenientes do Radar Primário.

A figura 29 mostra a frequência de operação do Radar Primário – 2.780 MHz. A imagem foi gravada no modo *Max Hold* por um período de 30 segundos, uma vez que o sinal do Radar é gerado por meio de pulsos.

[35] Carta Embratel CT. REG-11 - 147/05 de 20 de abril de 2005.
[36] RADARER03FT2005000143 Verificar e confirmar interferência no serviço da Embratel, em 3,5 GHz. As atividades realizadas em conjunto com a Aeronáutica e a Embratel, inclusive com o desligamento do radar do aeroporto Afonso Pena em Curitiba/PR.

Figura 29 - Faixas Adjacentes ao IMT TDD.

A figura 30 apresenta o espectro da faixa de frequência de recepção (50 MHz em torno da frequência autorizada de operação da Embratel). Aqui pode ser percebida a presença de sinais interferentes com o Radar Primário em operação. A faixa toda sofria de interferência, conforme pode ser observado nessa figura, os níveis interferentes eram da ordem de -70 dBm e a distância do aeroporto era de cerca de 16 km.

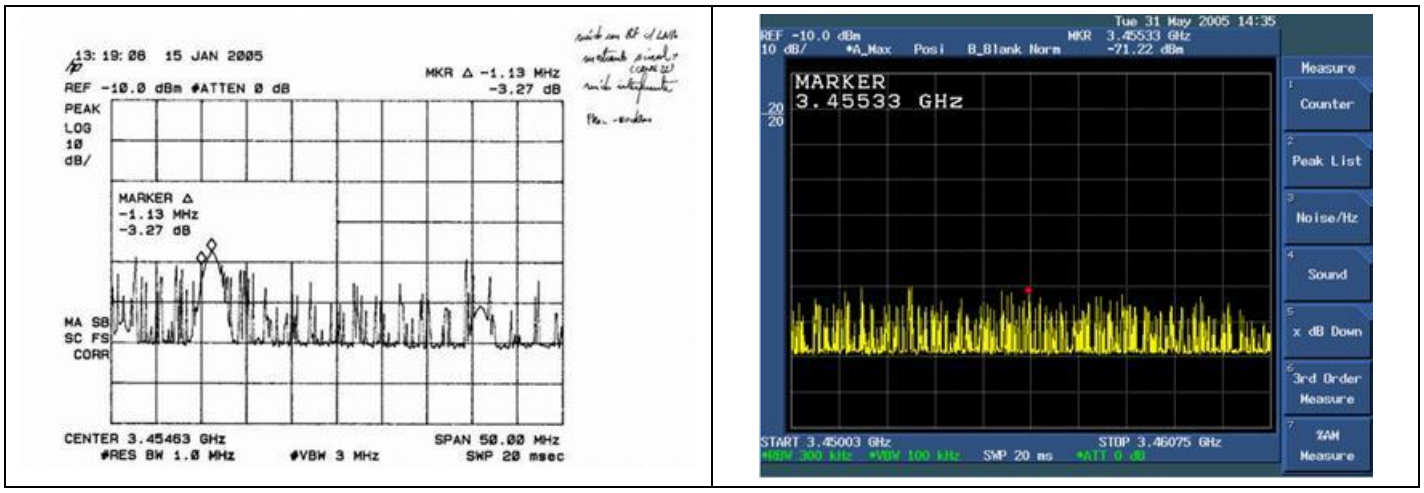

Figura 30 - Interferências provenientes do Radar Primário.

A figura 31 ilustra o espectro ao ser desligado o Radar Primário (no momento da medição). Não foi registrada a presença de sinais interferentes após o desligamento do Radar Primário.

Figura 31 - Radar Primário desligado.

Realizando a medida modo *Max Hold* e com um tempo de exposição de alguns minutos (Figura 32), com a portadora do sistema da Embratel desligada, pode-se verificar que toda a banda de recepção do sistema Embratel era atingida pela interferência.

Figura 32 - Interferência medida com Radar Primário ligado.

Com base nos testes realizados e nos resultados obtidos[37], constatou-se que a denúncia feita pela Embratel era procedente, uma vez que foi confirmada a existência da interferência na recepção do equipamento da estação nodal da Embratel (SCM). Esta interferência era causada por sinais espúrios gerados pela transmissão do sistema de Radionavegação Aeronáutica (Radar Primário) instalado no Aeroporto Internacional de Curitiba, localizado no município de São José dos Pinhais/PR, e que operava na frequência de 2.780 MHz. O problema dos espúrios gerados só foi resolvido após ações de coordenação do

[37] RELATÓRIO TÉCNICO Nº 005/2005 – Anatel, Curitiba.

DCEA (Departamento de Controle de Espaço Aéreo) com a Embratel, quando foram corrigidos problemas observados nos sistemas de radar.

Como pode ser constatado do caso ilustrado, este tipo de problema, caso ocorra, deverá ser tratado de forma pontual.

Cenário B4 - Interferência entre IMT operando TDD e Radioamador

O radioamador, por ser um serviço secundário nesta faixa, não deve causar interferência prejudicial ou reivindicar a proteção de outros serviços primários. A convivência entre o IMT e o radioamador deve ser melhor investigada, de modo a se estabelecer condições de mitigação possíveis, limites de potências máximas ou realocação de estações para outras faixas.

Resumo da Análise de Custos e Benefícios

Grupos Afetados	Benefícios	Custos
Anatel	Emprego mais efetivo de uma faixa subutilizada do espectro, permitindo a ampliação da gama de serviços de banda larga no país. Alinhamento ao objetivo estratégico da Agência de ampliação ao acesso de serviços de telecomunicações, neste caso aqueles que possibilitam acesso em banda larga com mobilidade.Promoção do alinhamento e harmonização com as faixas identificadas para utilização do 5G para a Região 2 da UIT. Menor insegurança jurídica do que em relação ao cenário anterior, uma vez que as condições estabelecidas em regulamentação valeriam para todos os sistemas operando na faixa, e não somente àqueles provenientes do Edital de Licitação.	Custo administrativo do processo de licitação e de alteração das condições de uso dispostas na regulamentação da faixa. Ineficiência, ainda que menor em relação à situação atual, de uso de espectro devido à utilização limitada do espectro destinado ao SMP.
Radiodifusores	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto na nova regulamentação. Menor probabilidade de	Necessidade de adequar seus equipamentos à nova regulamentação, com a possível inclusão de filtros, para permitir a coexistência entre sistemas.

	ocorrência de interferências frente às novas condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação.	
Exploradoras de satélites	Garantia de coordenação pelos prestadores de SMP, conforme previsto na nova regulamentação. Menor probabilidade de ocorrência de interferências frente às novas condições de uso estabelecidas no Edital de Licitação.	Necessidade de adequar seus equipamentos à nova regulamentação, com a possível inclusão de filtros, para permitir a coexistência entre sistemas.
Prestadoras do SMP	Expansão da capacidade de transmissão, dificultando a oferta de maiores taxas de transmissão aos usuários.	Custos eventuais de coordenação. Ineficiência, ainda que menor em relação à situação atual, de uso de espectro devido à utilização limitada do espectro destinado ao SMP. Eventuais custos decorrentes de mitigação de interferência.
Prestadoras do SCM e STFC	Não foram identificados benefícios, uma vez que as larguras de banda atualmente destinadas para estes serviços não as tornam atrativas para uso.	Possibilidade que as atuais autorizações sejam prorrogadas somente em caráter secundário, de forma a permitir uma harmonização no uso da faixa.
Radioamadores	Não foram identificados benefícios.	Possíveis impactos na prestação do serviço, que opera em caráter secundário na faixa.
Usuários de TVRO	A necessidade de coordenação mitigaria situações de potencial interferência na recepção de TVRO, somada às novas condições de uso estabelecidas na nova regulamentação.	Eventuais interferências afetariam a qualidade da recepção do sinal de TV via satélite. Custos decorrentes da necessidade de aquisição de filtros de mitigação de interferências.
Usuários de SMP	Maior disponibilidade de ofertas aderentes às suas necessidades (de taxas de transmissão crescentes), dada a inviabilidade de utilização de uma parte do espectro de radiofrequências.	Custos decorrentes da menor eficiência de uso da faixa para prestação de SMP, o que limitaria características do serviço como capacidade e cobertura.

Fabricantes de equipamentos	Receitas provenientes das soluções necessárias para a convivência.	Necessidade de aprimoramento dos receptores disponibilizados (LNBFs com filtros já integrados), em razão das interferências que possam surgir.

Alternativa E

Alteração da destinação das faixas para permitir o convívio dos serviços

Esta alternativa reflete o cenário de alteração da atual destinação do SMP de 3.400 a 3.600 MHz para 3.300 a 3.500 MHz.

Inicialmente, cumpre salientar que esta alternativa já foi estudada pelo Subgrupo de Destinação do GT Convivência, que no Informe Anatel n° 374/2013 expressou o seguinte posicionamento:

> *Dentre as faixas candidatas a serem identificadas para o IMT, o potencial uso da faixa de 3.5 GHz está principalmente no arranjo entre 3400 - 3600 MHz e não entre 3300 - 3500 MHz. Deve-se destacar que há demandas para identificação de novas faixas para IMT e estão sendo realizados estudos para identificar mais faixas. Portanto, é razoável considerar que não é adequada uma modificação em uma faixa já identificada para o IMT, exceto se o país, por alguma razão particular, optar por não seguir uma tendência mundial.*

A alternativa em tela endereça os problemas de interferência entre os sistemas IMT e os receptores TVRO, limitando a destinação da faixa ao SMP até 3.500 MHz, resultando em uma separação maior da faixa de frequências de recepção do TVRO (3.625 a 4.200 MHz, lembrando que a atribuição ao serviço fixo por satélite em caráter primário inclui a faixa de 3.600 a 3.625 MHz, mas, atualmente, não há sinal do TVRO nessa faixa).

Assim, considerando que em grande parte dos países da Região 2 da UIT está destinada a faixa de 3.400 a 3.600 MHz para uso de IMT, não parece ser razoável um desalinhamento do Brasil, ao considerar a utilização do serviço iniciando em 3.300 MHz e terminando em 3.500 MHz.

Resumo da Análise de Custos e Benefícios

Grupos Afetados	Benefícios	Custos
Anatel	Emprego mais efetivo de uma faixa subutilizada do espectro, permitindo a ampliação da gama de serviços de banda larga no país. Alinhamento ao objetivo estratégico da Agência de ampliação ao acesso de serviços de telecomunicações, neste caso aqueles que possibilitam acesso em banda larga com mobilidade.	Custo administrativo do processo de licitação e de alteração das condições de uso dispostas na regulamentação da faixa. Desalinhamento e falta de harmonização com as faixas identificadas para a utilização de serviços IMT para a Região 2 da UIT.
Radiodifusores	Maior espaçamento na frequência entre os sistemas, facilitando a convivência entre eles.	Não foram identificados custos.
Exploradoras de satélites	Maior espaçamento na frequência entre os sistemas, facilitando a convivência entre	Não foram identificados custos.

	eles.	
Prestadoras do SMP	Expansão da capacidade de transmissão, dificultando a oferta de maiores taxas de transmissão aos usuários.	Destinação da faixa desalinhada com dos demais países da Região 2 da UIT, o que pode acarretar em maiores custos dos equipamentos (tanto de rede quanto terminais).
Prestadoras do SCM e STFC	Não foram identificados benefícios, uma vez que as larguras de banda atualmente destinadas para estes serviços não as tornam atrativas para uso.	Possibilidade que as atuais autorizações sejam prorrogadas somente em caráter secundário, de forma a permitir uma harmonização no uso da faixa.
Radioamadores	Não foram identificados benefícios.	Possíveis impactos na prestação do serviço, que opera em caráter secundário na faixa.
Usuários de TVRO	O maior espaçamento na frequência entre os sistemas mitigaria situações de potencial interferência na recepção de TVRO, somada às novas condições de uso estabelecidas na nova regulamentação.	Eventuais interferências afetariam a qualidade da recepção do sinal de TV via satélite. Custos decorrentes da necessidade de aquisição de filtros de mitigação de interferências.
Usuários de SMP	Maior disponibilidade de ofertas aderentes às suas necessidades (de taxas de transmissão crescentes), dada a inviabilidade de utilização de uma parte do espectro de radiofrequências.	Maiores custos do serviço e dos terminais em virtude do desalinhamento da destinação da faixa com os demais países da Região 2 da UIT.
Fabricantes de equipamentos	Receitas provenientes das soluções necessárias para a convivência.	Necessidade de aprimoramento dos receptores disponibilizados (LNBFs com filtros já integrados), em razão das interferências que possam surgir.

CONCLUSÃO E ALTERNATIVA SUGERIDA

Qual a conclusão da análise realizada?

A partir da análise realizada, há que se notar que, dentre as alternativas estudadas, a alternativa A (não realização de qualquer alteração do *status quo*) se mostra totalmente incompatível com a solução do problema identificado e com o atingimento do objetivo de uso eficiente de espectro. Nesse sentido, a referida alternativa somente seria adequada na hipótese de que o uso de sistemas do Serviço Móvel nas faixas de 3.400 a 3.600 MHz acarretasse custos maiores que os benefícios que seriam obtidos, o que definitivamente não é o caso. Ainda, tal alternativa seria aceitável se não fosse possível estabelecer condições de uso que permitam a convivência de sistemas IMT na faixa de 3.400 a 3.600 MHz com outros sistemas nesta faixa ou em faixas adjacentes, o que também não é caso, conforme mostrado na análise das demais alternativas.

Na alternativa B, a faixa seria licitada sem ocorrer alteração das condições de uso previstas na regulamentação atual. Apesar deste cenário dispensar a necessidade de alterações regulamentares, a manutenção das condições de uso atualmente previstas representaria uma perda de oportunidade de estabelecer novas regras que facilitariam a coexistência dos sistemas, além de um cenário de livre coordenação implicar num aumento de demanda à Anatel para arbitragem dos conflitos.

A alternativa C é similar à anterior, porém propõe o estabelecimento de restrições e condições para facilitar a convivência entre os diversos sistemas operando na faixa no Edital de Licitação. No entanto, neste proposta ainda existiria a dificuldade de se vincular restrições a terceiros, e tratamento de interferências envolvendo agentes que não estejam fazendo uso da faixa mediante autorização no referido Edital.

Por sua vez, a alternativa E (alteração da destinação das faixas para permitir o convívio dos serviços) resultaria em desarmonizarão com relação à destinação internacional da faixa na Região 2 da UIT (Américas), razão pela qual não deveria ser considerada.

Consequentemente, dentre as alternativas remanescentes, ao se avaliar os custos e os benefícios apresentados e à luz das premissas definidas para a intervenção regulatória, concluiu-se que aquela preferencial na presente análise é a **ALTERNATIVA D**, uma vez que favorece uma maior convivência dos sistemas atuais com os novos sistemas IMT que deverão ser implementados.

Como será operacionalizada a alternativa sugerida?

A alternativa será operacionalizada por meio da edição de Resolução que aprove regulamento estabelecendo as condições de uso para essa faixa de radiofrequências, uma vez realizados previamente os necessários procedimentos administrativos concernentes ao processo de regulamentação (tais como Consulta Interna e Consulta Pública, além de opinativo jurídico da Procuradoria Federal Especializada junto à Anatel e aprovação pelo Conselho Diretor). Como consequência, será revogada a atual regulamentação atualmente aprovada por meio da Resolução nº 537, de 17 de fevereiro de 2010.

Como a alternativa sugerida será monitorada?

O monitoramento da alternativa sugerida será feito por meio do acompanhamento da evolução da prestação do serviço móvel nas faixas de radiofrequências de 3.400 a 3.600 MHz..

Além disso, a Gerência de Espectro, Órbita e Radiodifusão acompanhará os efeitos da adequação regulatória prevista, identificando as situações em que a presente proposta acarretará em casos de interferência e necessidade de coordenação.

ANEXO – A

Ações Fiscalizatórias Realizadas para avaliação do cenário atual e eventuais problemas existentes

a) Relatório de fiscalização na cidade de São Paulo

A ação de fiscalização foi executada no período de 12/06/2017 à 28/06/2017 com o intuito de fornecer subsídios à regulamentação na faixa de 3.5 GHz (3400 MHz a 3600 MHz). No *drive-test* foram utilizados um analisador de espectro e a ETM R&ampS, diversos percursos foram realizados ao longo de pelo menos três dias nas proximidades das estações licenciadas no município de São Paulo para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações licenciadas.

Conclusões:

A fiscalização observou que somente a operadora Claro mantém algumas das estações licenciadas em operação. Nos percursos de drive teste a inspeção visual ilustrou que não é prática usual dos cidadãos moradores da capital de São Paulo o uso de sistemas TVRO em banda C, o que, segundo o escritório regional explicaria a baixa (ou inexistente) incidência das reclamações de interferência.

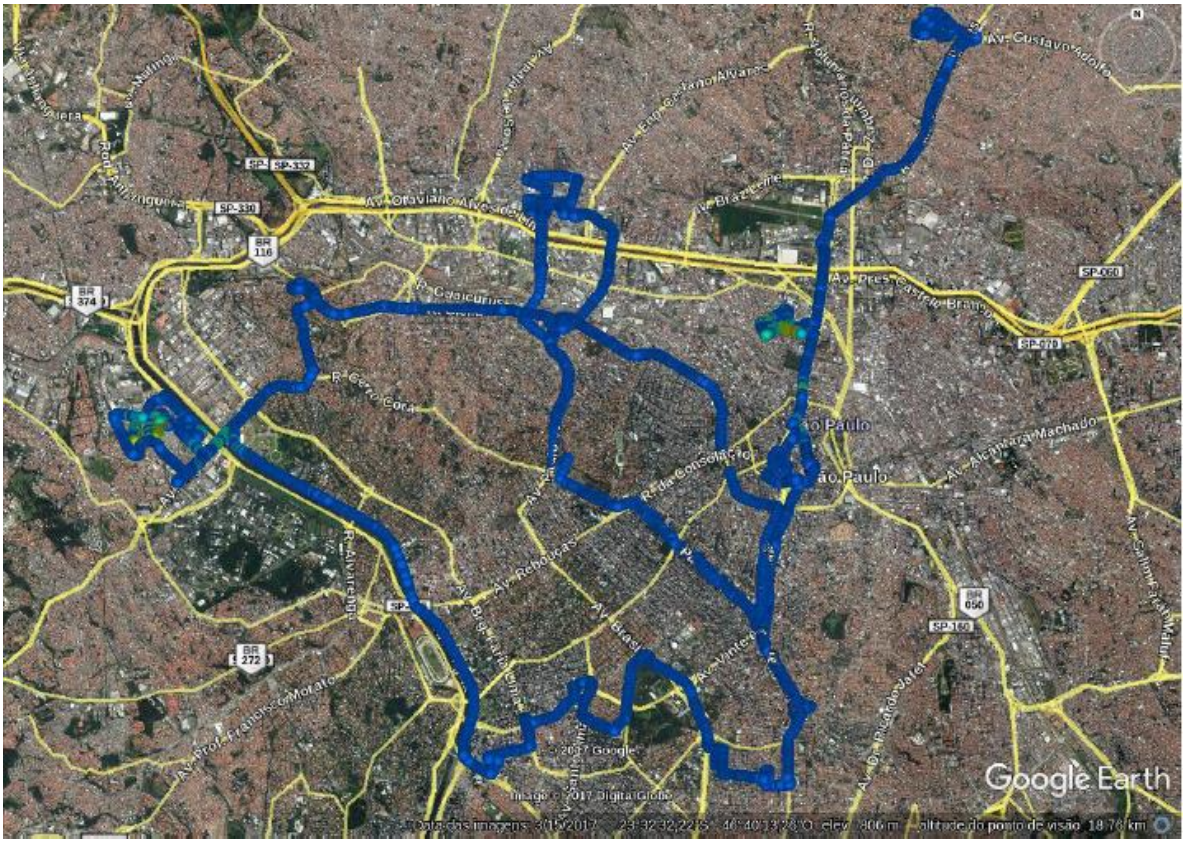

Figura A1 - Visão total dos trajetos de drive teste efetuados em São Paulo.

b) Relatório de fiscalização na cidade do Rio de Janeiro

A ação de fiscalização foi executada no período de 01/06/2017 à 30/06/2017. No *drive-test* foram utilizados um analisador de espectro e a ETM R&ampS, foi realizado *drive-test* nas proximidades das

estações autorizadas no município do Rio de Janeiro para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

A fiscalização observou, através do monitoramento o espectro nas proximidades das estações autorizadas a operar dentro da faixa de 3400 MHz a 3500 MHz, que somente uma estação, localizada na Avenida Presidente Vargas, 1012, Centro, Rio de Janeiro/RJ, estava em funcionamento. Somente nesta localidade foi realizada a análise de cobertura na região. Não foram identificados sistemas de TVRO na localidade, não sendo possível verificar a ocorrência de interferência prejudicial.

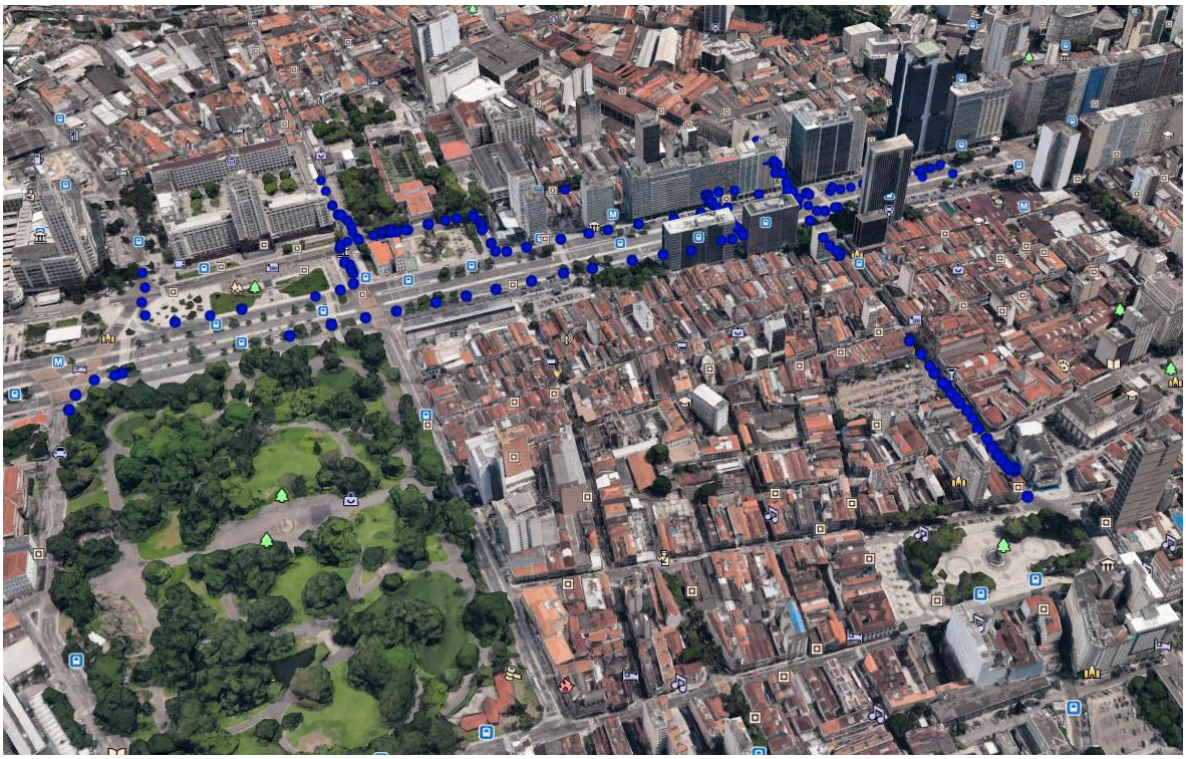

Figura A2 - Visão do trajeto de drive teste efetuado no Rio de Janeiro.

c) Relatório de fiscalização na cidade de Porto Alegre

A ação de fiscalização foi executada no período de 10/04/2017 à 02/06/2017. Foi utilizado um analisador de espectro e a ETM R&ampS, o *drive-test* foi realizado nas proximidades das estações autorizadas no município de Porto Alegre para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

Dos resultados obtidos na fiscalização, verificou-se que apenas duas portadoras ocupam a faixa de 3.5 GHz para serviços Wimax, com cobertura restrita às imediações da região central de Porto Alegre. Não foram detectados sinais significativos em outras frequências ou regiões da cidade. Não foi verificada interferência em TVRO durante as monitorações ou em consulta ao histórico de fiscalização na cidade.

Figura A3 - Visão do trajeto de drive teste efetuado em Porto Alegre.

d) Relatório de fiscalização na cidade de Fortaleza

A ação de fiscalização foi executada no período de 11/04/2017 à 26/05/2017. No *drive-test* foram utilizados os equipamentos Rfeye e ETM e a análise de sinais foi realizada nas proximidades das estações autorizadas no município de Fortaleza para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

Dos resultados obtidos na fiscalização, verificou-se que:

- ✓ Foram identificadas estações licenciadas para uso da faixa do Wimax das operadoras Brasil Telecom e Claro S.A em Fortaleza, após a análise dos registros no STEL. Mas não foram identificadas emissões de sinais na faixa do Wimax no entorno das estações licenciadas utilizando os sistemas de monitoramento Rfeye e ETM;
- ✓ Não foram identificados sistemas de recepção TVRO na banda C nas proximidades das estações licenciadas. E também não foram encontrados registros de interferência de sistemas TVRO em banda C no sistema Focus-RADAR;
- ✓ Foram identificados sistemas de TVRO na banda Ku nas proximidades das estações licenciadas.

e) Relatório de fiscalização na cidade de Salvador

A ação de fiscalização de drive teste foi executada no período de 04/04/2017 à 24/05/2017. No *drive-test* foram utilizados o equipamento Rfey e a análise de sinais foi realizada nas proximidades das estações autorizadas no município de Salvador para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

Dos resultados obtidos na fiscalização, verificou-se que:

- ✓ A cidade de Salvador possui duas estações licenciadas na faixa de 3,5 GHz: estação nº 691290563 pertencente a entidade CLARO S.A., e estação nº 684881632 pertencente a entidade BRASIL TELECOM COMUNICACOES MULTIMÍDIA LTDA. Ambas as estações possuem endereço de instalação distante a aproximadamente 350 m do GR08.
- ✓ A estação, que pertence à entidade CLARO S.A., possui duas bandas licenciadas: 3450,25 a 3460,75 MHz, e 3550.25 a 3560.75 MHz.
- ✓ A estação, que pertence à entidade BRASIL TELECOM COMUNICACOES MULTIMÍDIA LTDA possui uma banda licenciada: 3569.5 a 3571.25 MHz.

Da análise dos dados obtidos nos monitoramentos com “RFeye” e mapas de cobertura dos *drive-test* conclui-se que ambas as bandas licenciadas pela CLARO S.A, apresentaram evidencias de uso da faixa licenciada. As demais frequências monitoradas não apresentaram valores que pudessem comprovar que as mesmas estavam ativas ou que faziam uso da faixa monitorada.

Quanto ao levantamento de possíveis radio interferências em sistemas TVRO, verificou-se que as antenas de recepção de TV ao longo do percurso realizado eram na sua maioria de sistemas DTH situadas no topo dos prédios o que impossibilitou a identificação dos proprietários para maiores averiguações. Não foi verificado sistemas de TVRO em banda C no percurso realizado. No escritório da Anatel foi perguntado ao fiscal que trata as denúncias do Focus e o mesmo informou que não havia denuncias ou reclamações de interferência em sistemas de TVRO.

f) Relatório de fiscalização na cidade de Goiânia

A ação de fiscalização de drive teste foi executada no período de 24/02/2017 à 20/03/2017. No *drive-test* foram utilizados o equipamento ETM e a análise de sinais foi realizada nas proximidades das estações autorizadas no município de Goiânia para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

Dos resultados obtidos na fiscalização, verificou-se que:

- ✓ Foi encontrada apenas uma estação transmitindo na faixa de 3,5 GHz na cidade de Goiânia/GO. A estação n° 690963734 encontrava-se, durante o período da fiscalização, com o status "não licenciada" no STEL. A grande maioria das estações que operavam nesta faixa foram excluídas no sistema STEL.

- ✓ Não foram identificados sistemas de TVRO instalados na rota do *drive-test*, não sendo possível verificar a ocorrência de interferência prejudicial.

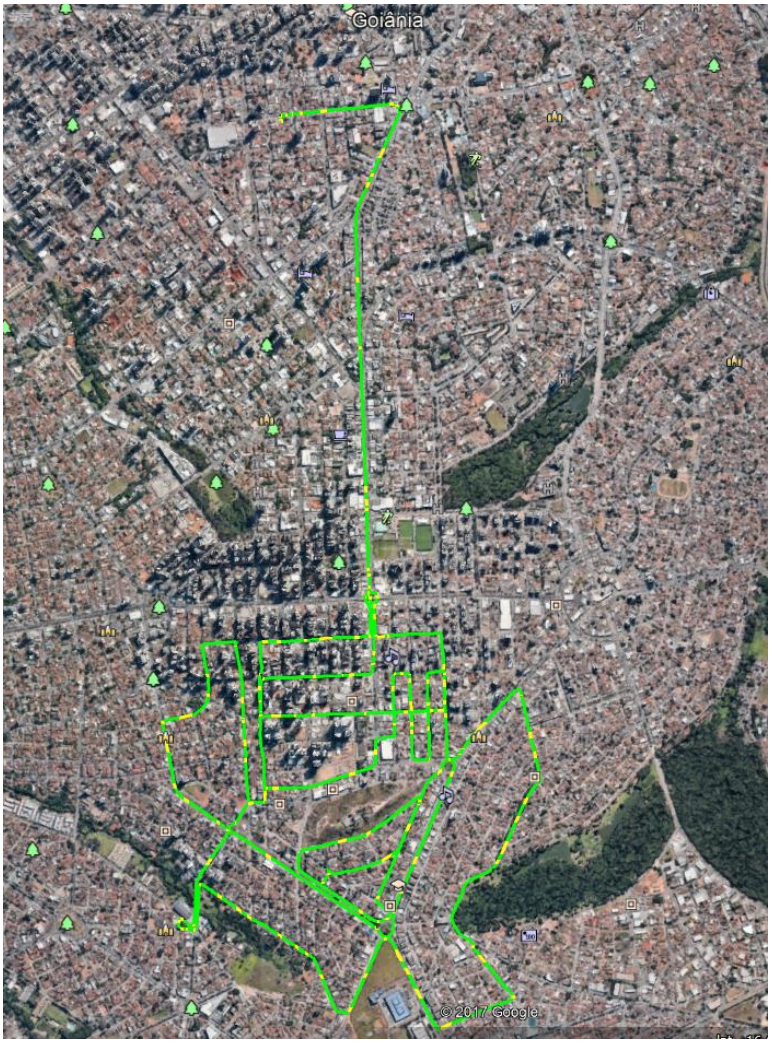

Figura A4 - Visão do trajeto de drive teste efetuado em Goiânia.

g) Relatório de fiscalização na cidade de Belém

A ação de fiscalização de drive teste foi executada no período de 23/03/2017 à 25/04/2017. No drive-test foram utilizados o equipamento ETM e a análise de sinais foi realizada nas proximidades das estações autorizadas no município de Belém para verificar a cobertura dos sinais Wimax e a operação ou não destas estações.

Conclusões:

Dos resultados obtidos na fiscalização, verificou-se que:

- ✓ Após a realização do monitoramento do espectro nas proximidades das duas estações pertencentes a CLARO SA, que somente a de n° 690798997 encontra-se em operação.
- ✓ Realizou-se, também, uma pesquisa, com o responsável técnico de entidades de Permissionárias de Radiodifusão (FUNDAÇÃO NAZARÉ DE COMUNICAÇÃO e da TV LIBERAL LTDA) a respeito de ocorrências de interferências radioelétricas prejudiciais, dentro da faixa de recepção dos satélites em banda C, que porventura estivessem trazendo prejuízos às emissoras e ambos afirmaram que a recepção encontra-se sem anormalidades, que no passado tiveram problemas com determinados fabricantes de LNB's, mas que com a substituição destes equipamentos por outros de melhor performance em termos de seletividade, estes problemas foram solucionados.

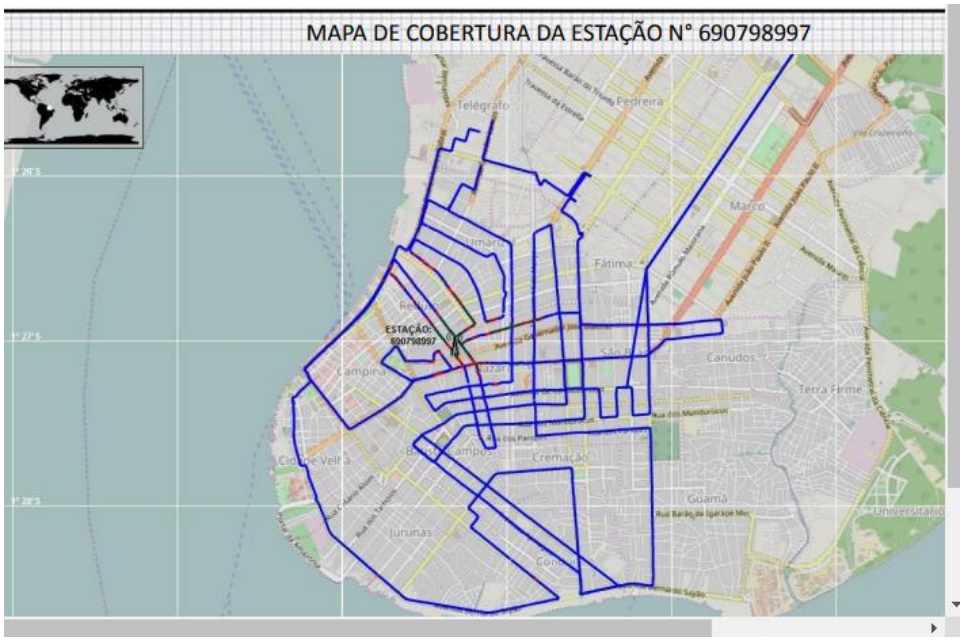

Figura A5 - Visão do trajeto de drive teste efetuado em Belém.

ANEXO – B

Abaixo são apresentadas algumas soluções de mercado para sistemas LNBF e LNB.

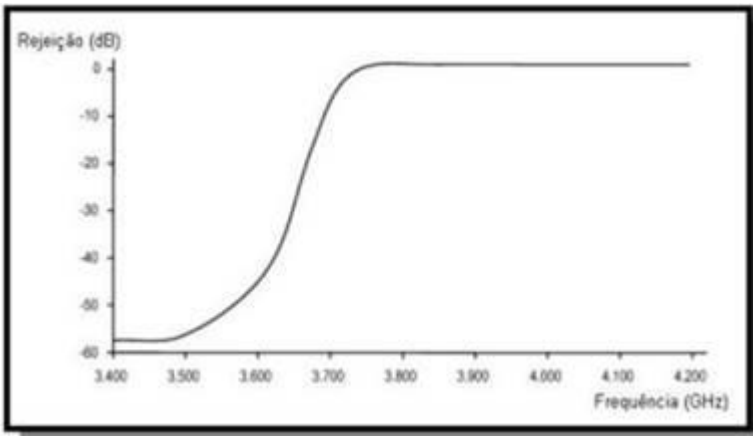

Figura B1 - Exemplo de limitação da faixa passante no serviço TVRO.

Link http://www.buscape.com.br/outros-acessorios-para-audio-video/lnbf-multiponto-gardiner-greatek-r-97 (consultado em 28/09/2017 às 17h31min)

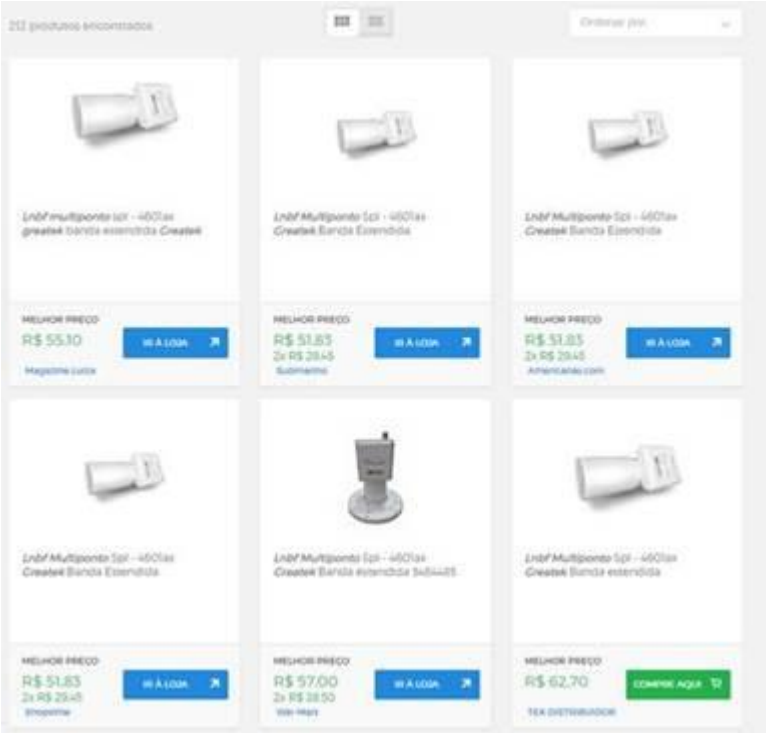

Figura B2 - Exemplos de LNBFs Greatek semiprofissionais.

Link:

https://www.antenasmundosat.com.br/listaprodutos.asp?idloja=3547&idproduto=3284402&q=LNB+PROFISSIONAL+Banda+C+PRO-2100+Greatek (consultado em 28/09/2017 às 17h35min)

Figura B3 - Exemplo de LNB Greatek profissional.

Link
https://www.google.com.br/search?q=greatek+SPL2100&sa=N&source=univ&tbm=shop&tbo=u&ved=0ahUKEwi_ooDh3cjWAhVJF5AKHbh8C_g4ChCzGAhd&biw=1920&bih=950 (consultado em 28/09/2017 às 17h40min)

Figura B4 - Exemplo de LNBs Greatek profissional.

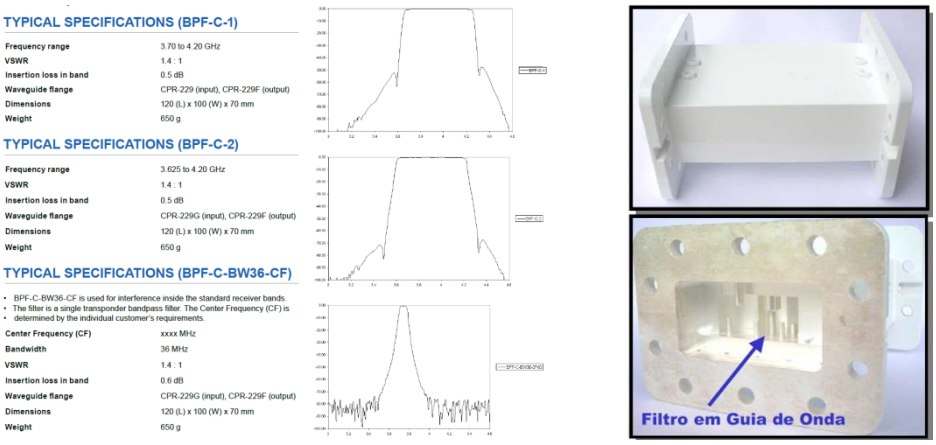

Figura B5 - Exemplo de filtros em guia de onda para soluções profissionais[1].

Essas são apenas algumas das soluções que já se encontram no mercado, a Anatel poderia verificar junto aos fabricantes de produtos eventuais evoluções dos produtos e inclusive "fomentar" o desenvolvimento caso se verifique a necessidade. Cabe aqui lembrar que o a qualidade dos dispositivos está relacionada entre outras características a localização do filtro pré-seletor (recomendável na frente do

[1] http://www.norsat.com/wp-content/uploads/bpf_c_mc1.pdf

LNA do dispositivo), ponto de saturação dos transistores utilizados, etc, sendo dessa forma um importante item de controle no caso do estabelecimento de critérios de certificação desses dispositivos.