Sindi Telebrasil
Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal

Brasília, 02 de dezembro de 2019.

Nota Técnica: 002/2019

Assunto: Levantamento dos impactos (**prós e contras**) para adoção de solução de mitigação de interferência prejudicial do *International Mobile Telecommunications* (IMT) na recepção de *TeleVision Receive Only* (TVRO) e para a migração de todos os usuários da TVRO na Banda C para satélite operando na Banda Ku.

Resumo Executivo

Com objetivo de levantar subsídios para a escolha, pelo Governo e órgãos competentes, de alternativa para tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas dos sistemas *International Mobile Telecommunications* (IMT) em faixa adjacente na recepção de *TeleVision Receive Only* (TVRO) em Banda C, foi elaborado pelo setor de telecomunicações uma relação de vantagens e desvantagens a serem consideradas.
O levantamento deve subsidiar a decisão a ser tomada por esses órgãos.
Foram considerados os seguintes cenários neste levantamento:

- **Cenário 1**: Licitação da faixa de 3,5 GHz com restrições explícitas acerca do tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas do IMT na TVRO, **com a convivência entre os sistemas pela manutenção da TVRO na Banda C**.

- **Cenário 2**: Licitação da faixa de 3,5 GHz com restrições explícitas acerca do tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas do IMT na TVRO, com a **migração do ecossistema da TVRO para a Banda Ku**.

As vantagens e desvantagens de cada cenário indicado acima estão detalhadas na Análise de Cenários, descrita a seguir.

Em relação à valoração do impacto econômico na recepção de TVRO, para os cenários 1 e 2, ficou demonstrado que os custos por acesso para a mitigação na faixa de 3,5 GHz e para a migração para Banda Ku, foram os seguintes:

a) **Mitigação de interferência do IMT 2020, operando na faixa de 3.300 a 3.600 MHz, sobre a recepção de TVRO, operando na faixa de 3.700 a 4.200 MHz: R$ 455,7 milhões*.**
b) **Migração de 100 % dos usuários para Banda Ku: R$ 7.750 milhões**.**

NOTAS:

* Considera apenas custos com a recepção. Não estão considerados custos de mitigação dos sistemas profissionais, assim como custos de adequação dos canais de TVRO's na Banda C estendida (Estimativa de R$ 4,5 milhões). Também não estão considerados custos com comunicação, central de atendimento para registro de reclamações de interferência, montante para administração de Entidade Gestora da Mitigação.

**Considera apenas custos com a recepção. Não estão considerados custos de mitigação dos sistemas profissionais na Banda C, assim como custos de adequação da migração dos canais das radiodifusoras para a Banda Ku. Também não estão considerados custos com comunicação, central de atendimento para registro de reclamações de interferência, montante para administração de Entidade Gestora da Migração, ressarcimento e/ou remanejamento dos transmissores de TV para Banda Ku, ressarcimento de operadores de satélite com eventuais transponders de satélite em Banda C "inutilizados".

Feita a análise dos potenciais impactos decorrentes de uso dos cenários identificados avaliamos que a **melhor alternativa para consideração na definição das políticas associadas aos critérios a serem utilizados no Edital para uso da faixa de 3,5GHz é a convivência entre os sistemas do IMT 2020 e de recepção de TVRO**, utilizando a Banda C, na faixa de 3.700 a 4.200 MHz, com a utilização de LNBF's de nova geração, permitindo maior segurança jurídica para os proponentes e menor impacto técnico e social para a sociedade.

Análise de Cenários Possíveis para uso da faixa de 3,5 GHz.

Com objetivo de levantar subsídios para a escolha, pelo Governo e órgãos competentes, de alternativa para tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas dos sistemas *International Mobile Telecommunications* (IMT) em faixa adjacente na recepção de televisão por satélite (TVRO) em Banda C, foi elaborado pelo setor de telecomunicações uma relação de vantagens e desvantagens a serem consideradas.
O levantamento deve subsidiar a decisão a ser tomada por esses órgãos.

Dentre os cenários que estão sendo considerados, e que estão sendo colocadas pelos diversos agentes interessados acerca do tema em questão, identificamos 2 (dois) cenários que tomamos como ponto de partida para a análise de vantagens e desvantagens:

- **Cenário 1**: Licitação da faixa de 3,5 GHz com restrições explícitas acerca do tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas do IMT na TVRO, **com a convivência entre os sistemas pela manutenção da TVRO na Banda C**.

- **Cenário 2**: Licitação da faixa de 3,5 GHz com restrições explícitas acerca do tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas do IMT na TVRO, com a **migração do ecossistema da TVRO para a Banda Ku**.

Nesta Seção, serão apresentadas pelo setor de telecomunicações as análises e conclusões considerando prós e contras observados em cada um dos cenários, de maneira a endereçar a questão da convivência. Os custos e impactos econômicos serão

apresentados na Seção "Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados" mais adiante.

No Brasil, a faixa de 3.600 a 3.800 MHz é atribuída ao Serviço Fixo por Satélite (*FSS – Fixed Satellite Service*) – espaço para Terra, e a faixa de 3.800 a 4.200 MHz ao Serviço Fixo e ao FSS – espaço para Terra. Ambas as faixas estão destinadas a todos os serviços de telecomunicações.

O sinal proveniente do enlace de descida do satélite, embora a operação satelital em Banda C se inicie na prática em 3.625 MHz, é recebido tanto através de estações licenciadas com coordenadas geográficas conhecidas (*Hubs*), como por VSATs (*Very Small Aperture Terminal*), e sistemas de TVRO. A Banda C compreende os valores de subida e descida dos enlaces satelitais conforme Tabela abaixo.

Tabela 1. Faixas de Enlace de Subida e Descida na Banda C para FSS

Banda	Enlace de subida – UL (MHz)	Enlace de descida – DL (MHz)
Banda C Padrão	5.925 – 6.425	3.700 – 4.200
Banda C Estendida	5.850 – 5.925	3.625 – 3.700
Banda C Super Estendida	6.725 – 7.025	4.500 – 4.800

Esquematicamente, o arranjo espectral de convivência entre os sistemas IMT operando na faixa de 3,5 GHz e os sistemas satelitais operando na Banda C adjacente pode ser visto na Figura abaixo.

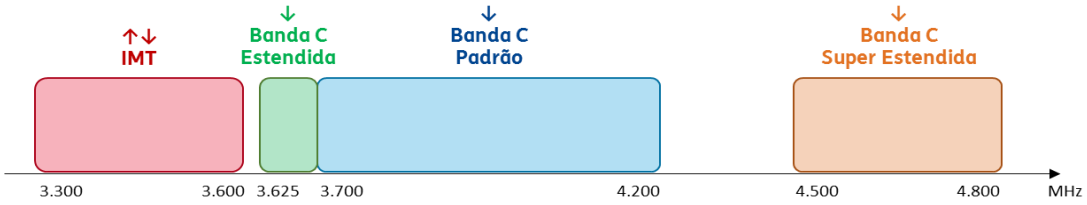

Figura 1. Esquemático do arranjo espectral na faixa de 3.300 a 4.800 MHz

Uma vez que os sistemas de TVRO não configuram um serviço de telecomunicações ou radiodifusão em si, por não serem regulamentados, poderia se entender que não possuem direitos de proteção contra interferências prejudiciais. Nesse sentido, o próprio usuário de TVRO seria o responsável pela mitigação de eventual interferência prejudicial que venha a experimentar na presença de redes móveis na faixa de 3,5 GHz implantadas futuramente.

Como regra geral, tais sistemas de recepção fazem uso de equipamentos de baixo custo e qualidade, sem certificação e cadastro obrigatório dessas estações na Anatel, que não possuem as características técnicas apropriadas para conviver com os sistemas devidamente regulamentados e com condições de uso previamente estabelecidas operando nas faixas adjacentes.

Adicionalmente, nota-se que a TVRO serve a um grupo de usuários que utilizam estações de recepção sem localização precisa, dificultando se estimar com exatidão a volumetria das estações existentes. Assim, por "melhores práticas", as estimativas para se dimensionar o quantitativo de TVRO's no país decorre da extrapolação dos resultados de uma abrangente pesquisa empreendida pela Entidade responsável pela migração para TV Digital (EAD), que contou com cerca de 44 milhões de domicílios (mais de 60% dos domicílios brasileiros). Em que pese o fato de a PNAD Contínua TIC 2017 do IBGE indicar volume superior de TVRO, é fundamental destacar que a pesquisa da EAD evidencia justamente a digitalização do aparato de recepção em significativa parcela dos domicílios.

Por essa perspectiva, em que por um lado se constata o volume de usuários e por outro a não classificação do TVRO como serviço, inclusive sem exigências mínimas de desempenho técnico e de qualidade, é importante endereçar a responsabilidade sobre a regularização desse tipo de prestação e sobre a mitigação de eventual interferência prejudicial, evitando-se, assim, obstaculizar os investimentos nas futuras redes 5G e assegurar segurança jurídica às proponentes vencedoras do futuro certame.

Nota-se que, um eventual terceiro cenário sem condições explícitas acerca do tratamento das eventuais interferências prejudiciais oriundas do IMT na TVRO, que não apontam as regras sobre a responsabilidade pela mitigação de eventual interferência ou que não endereça regras quanto ao tratamento das mesmas, é considerado de extremo risco regulatório e jurídico, não justificando a análise dos demais atributos técnicos e econômicos.

Cenário 1:Com a convivência entre os sistemas pela manutenção da TVRO na Banda C

Nesse cenário, privilegia-se a convivência entre os sistemas pela manutenção da TVRO a partir da Banda C, de 3.700 a 4.200 MHz (enlace de descida) e 5.925 a 6.425 MHz (enlace de subida).

Nessa sugestão não há prejuízos pois tanto a Banda C quanto a Banda C Estendida, de 3.625 a 3.700 MHz (enlace de descida) e 5.850 a 5.925 MHz (enlace de subida), continuariam em uso para FSS – *Fixed Satellite Services*, que possuem sistemas de recepção mais robustos que podem conviver de maneira harmoniosa somente com intervenções de boa engenharia com os sistemas IMT operando na faixa adjacente.

A possibilidade aventada acima permitiria que a atual banda de guarda de 25 MHz entre o IMT e a recepção de TVRO seja estendida para uma "banda de guarda virtual" de 100 MHz, com a manutenção de outros serviços suportados pelo FSS, a partir do remanejamento dos atuais canais de TV que ocupam a faixa da Banda C estendida para acima da faixa de 3.700 MHz, por exemplo.

Conforme se depreende do "Estudo de Convivência entre o Sistema de Recepção Residencial de TV via Satélite em banda C (TVRO) e o Sistema 5G na faixa de frequência de 3,5 GHz", realizado pelo CPqD e apresentado pelo setor de telecomunicações, vale destacar que não existem restrições técnicas à convivência entre os sistemas:

> *"Dos oito LNBF's, de quatro diferentes fornecedores, que foram disponibilizados para avaliação, três dos quais foram capazes de eliminar totalmente a interferência através de filtragem do sinal na banda adjacente, avaliados no Cenário Anatel, sem a necessidade de redução na potência transmitida pelo 5G.*
>
> *[...]*
>
> *Dos resultados dos ensaios e estudo, é possível afirmar a factibilidade da convivência entre gNodeB's 5G, transmitindo entre 3,3 GHz e 3,6 GHz com a recepção do TVRO, alocada na faixa de 3,7GHz a 4,2 GHz, com receptores TVRO nas proximidades da gNodeB.*
>
> *Da avaliação favorável de LNBF's e de sua conjunção com antenas de diâmetro de 1,5m e de 1,9m torna-se possível conceber um plano de mitigação, em casos de manifestação de interferências, adotando-se a substituição do LNBF." (grifos nossos)*

De fato, o Cenário 1 apresentado endereça bem a finalidade de administrar o espectro de radiofrequências, de sorte que as proponentes vencedoras do certame possam ter uma quantidade de espectro suficiente na faixa de 3,5 GHz para o correto desenvolvimento do 5G no país. Nesse sentido, seria possível que as operadoras estruturassem suas redes de maneira eficiente, dentro de um contexto tecnológico próprio que endereça melhor os padrões de qualidade e disponibilidade do serviço visando o desenvolvimento da ultra banda larga no país. Portanto, desde que a quantidade e a viabilidade técnica das radiofrequências estejam garantidas, a competição é mantida.

Ainda, como vantagens o Cenário 1 é aquele que possibilita tanto a convivência de sistemas de recepção de TVRO em Banda C, bem como o uso integral da largura de Banda em 3,5 GHz, que trará inúmeros benefícios à sociedade brasileira. Assim, não parece haver indicativos para a adoção de medidas mais custosas e desnecessárias, que acabariam apenas elevando os investimentos em mitigação, e desincentivando o poder de investimento das operadoras nas redes da futura geração de tecnologia móvel, o 5G, inibindo o desenvolvimento da infraestrutura de redes de telecomunicações no país como um todo.

A avaliação econômica do Cenário em tela será realizada mais adiante, na Seção "Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados". Entretanto, vale comentar que esse Cenário é, indubitavelmente, aquele com maior eficiência econômica: uma vez que a mitigação de eventual interferência prejudicial sobre recepções de TVRO com a adoção dos LNBF's de nova geração não é necessária para toda a base de TVRO's do

país, a mitigação pode ser operacionalizada de maneira gradual e paulatina, isto é, conforme a interferência se manifestar, o que vai ocorrer na medida da evolução da cobertura em 3,5 GHz no país.

Sendo economicamente mais eficiente, o Cenário privilegia a arrecadação do Edital, ou a troca da arrecadação por outros compromissos de investimento pelas proponentes vencedoras do certame, como a expansão da banda larga ao redor do país.

Uma desvantagem do Cenário 1 é a necessidade de eventual liberação futura de mais faixa na Banda C para uso do IMT, o que exigiria a coordenação de interferências em co-canal entre o IMT e serviços FSS. Além disso, como nessa proposta a sugestão colocada é do deslocamento da recepção de TVRO a partir de 3,7 GHz, os LNBF's de nova geração que serviriam para a mitigação estão sendo projetados para ter essa frequência de corte.

Assim, uma eventual liberação de faixa entre 3,6 GHz e 3,7 GHz para IMT, por exemplo, requer desde já outra possível solução tecnicamente viável, como o deslocamento dos canais transmitidos em TVRO para acima da faixa de 3,8 GHz, mantendo a banda de guarda virtual de 100 MHz entre os dois sistemas, por exemplo, pelo simples deslocamento de poucos canais analógicos redundantes para a porção inferior do espectro. Além disso, implicaria o projeto de outro modelo de LNBF, com frequência de corte em 3,8 GHz, o que é totalmente factível de ser realizado, uma vez que tal produto já está disponível em alguns países, sendo de fácil replicação para o contexto nacional.

Uma avaliação técnica e econômica desta iniciativa para liberar a faixa 3,6 GHz e 3,7 GHz imediatamente para o IMT, inclusive com a avaliação de eventuais mitigações e ressarcimentos, poderia ser realizada antes mesmo da colocação em consulta pública da proposta do edital, para que esses 100 MHz adicionais na faixa pudessem, eventualmente, já serem disponibilizados para o IMT.

De maneira resumida, as vantagens e desvantagens desse Cenário estão colocadas na Tabela abaixo.

Tabela 2. Vantagens e Desvantagens do Cenário 1

Aspectos	Vantagens	Desvantagens
Social	Esssolução de mitigação privilegia benefícios imediatos à sociedade brasileira, por: ▪ Trazer eficiência econômica: mitigação da interferência em TVROs com LNBFs de nova geração não é necessária para toda a base, de maneira gradual e paulatina ▪ Maximizar a arrecadação do Governo sobre o Edital ▪ Não inibir o desenvolvimento da infraestrutura de redes de telecomunicações no país, mantendo o poder de investimento nas redes da futura geração de tecnologia móvel, o 5G ▪ Não deixar de dar solução à interferência, mitigando o impacto social da TVRO	

Jurídico	⊕ Segurança jurídica para as proponentes vencedoras do certame se há responsabilidade do Governo em mitigar eventual interferência prejudicial em TVROs ⊕ Se houver a responsabilidade por parte do Governo na mitigação, possibilidade de repasse dos custos ao certame editalício, que podem ser dimensionados e subtraídos do custo total do espectro, trazendo previsibilidade financeira às proponentes vencedoras	⊖
Técnico	⊕ **Coordenação de interferências**: ▪ Apenas parte da base de TVROs precisará ser atendida com visita técnica (aqueles que necessitarem do LNBF de nova geração) ▪ Mitigação gradual de acordo com a evolução da cobertura 5G ⊕ **Uso do Espectro**: ▪ Criação de banda de guarda virtual de 100 MHz entre IMT e TVRO, migrando canais para faixa acima de 3,7 GHz, visando convivência pacífica entre sistemas ▪ Não há ineficiência espectral, visto que a faixa entre 3,6 e 3,7 GHz continuaria sendo utilizada por serviços de dados (VSATs) ⊕ **Qualidade e Cobertura**: ▪ Novo satélite Star One D2 facilitará a mitigação por permitir inclusive o uso de parabólicas de 1.5m teladas e demais sistemas de TVRO que já estejam deteriorados, porém em operação atualmente, devido à maior potência de transmissão ▪ Banda C possui recepção mais estável que Banda Ku para TVRO: não é afetada por chuvas, por exemplo ▪ Solução privilegia rápida implantação e adoção da tecnologia 5G no país, inibindo a adoção de medidas com pesadas restrições tecnológicas	⊖ **Coordenação de interferências**: ▪ Eventual liberação de mais faixa na Banda C (3,7 a 4,2 GHz) para uso do IMT exige coordenação de interferências em co-canal: mais de 40 satélites nacionais e estrangeiros operando com serviços de dados (VSATs)
Econômico	Serão trazidos na Seção "Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados"	

Cenário 2: Sem a convivência entre os sistemas através da realização da migração dos usuários de TVRO para a Banda Ku

O Cenário 2 é aquele em que não se admite a convivência entre a TVRO na Banda C e o IMT em faixa adjacente e opta-se pela migração da recepção de TVRO para outra faixa de espectro: a Banda Ku, de 10,95 a 12,2 GHz (enlace de descida) e 13,75 a 14,5 GHz (enlace de subida).

Um dos argumentos favoráveis é que a migração da recepção de TVRO para a Banda Ku desocupa a Banda C para que essa porção de espectro possa ser usada pelo IMT e pela tecnologia 5G.

Essa afirmação, contudo, é parcialmente verdadeira, mas o fato é que não se vislumbra um cenário de total desocupação da Banda C para uso total pelo IMT, mas apenas a desocupação por recepção de TVRO com a migração dos canais de TV para a Banda Ku.

Conforme se depreende da Tabela abaixo, cerca de 40 satélites nacionais e estrangeiros estão operando no país, com serviços de dados (VSAT) por exemplo.

Tabela 3 - Satélites nacionais e estrangeiros em operação no Brasil na Banda C[1]

OPERADOR DO SATÉLITE	NOME DO SATÉLITE	POSIÇÃO ORBITAL	ORIGEM	FAIXA		VIGÊNCIA
				UPLINK	DOWNLINK	
Eutelsat do Brasil Ltda	EUTELSAT 65 West A	65,0º W	Brasileiro	6.725 – 7.025	4.500– 4.800	05/06/2028
Eutelsat do Brasil Ltda	EUTELSAT 70 West A	69,45º W	Brasileiro	6.725 – 7.025	4.500– 4.800	01/10/2029
Hispamar Satélites S.A	AMAZONAS-3	61,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	31/12/2020
Star One S/A	BRASILSAT-B4	92,0° W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	13/11/2022
Claro S.A	STAR ONE C1	65,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	31/12/2020
Claro S.A	STAR ONE C2	70,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	31/12/2020
Claro S.A	STAR ONE C3	75,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	27/02/2022
Claro S.A	STAR ONE C5	92,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	13/11/2022
Claro S.A	STAR ONE D1	84,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	31/12/2020
Claro S.A	STAR ONE D2	70,0º W	Brasileiro	5.850 – 6.425	3.625– 4.200	31/12/2020
SES DTH do Brasil Ltda	SES-14	47,5º W	Brasileiro	5.850– 6.425	3.625– 4.200	13/08/2029
Hispasat S/A	AMAZONAS 2	61,0º W	Estrangeiro	6.728 – 7.022	4.505–4.799	04/10/2024
Eutelsat S/A	EUTELSAT 3B	3º E	Estrangeiro	5.890 – 5.924	3.665– 3.699	24/10/2029
Intelsat North América	GALAXY 28	89º W	Estrangeiro	5.929 – 6.401	3.704 - 4.176	08/08/2020
Intelsat License LCC	IS 10-02	1,0º W	Estrangeiro	5.854 –6.418	3.629– 4.193	31/12/2026
Intelsat License LCC	IS-11	43,1º W	Estrangeiro	6.048 – 6.422	3.823– 4.197	14/01/2023
Intelsat License LCC	IS-14	45,0º W	Estrangeiro	5.942 –6.338	3.717– 4.113	17/12/2024
Intelsat License LCC	IS-21	58,0º W	Estrangeiro	6.167 –6.403	3.942– 4.178	08/11/2020
Intelsat License LCC	IS-23	53,0º W	Estrangeiro	6.068 – 6.166	3.843– 3.941	07/11/2020
Intelsat License LCC	IS-901	18,0º W	Estrangeiro	5.854 – 6.378	3.629– 4.153	31/08/2019*
Intelsat License LCC	IS-905	24,5º W	Estrangeiro	5.854 – 6.298	3.629– 4.073	31/03/2021
Intelsat License LCC	IS-907	27,5º W	Estrangeiro	5.934 – 6.423	3.709– 4.198	30/11/2021
Intelsat License LCC	IS-29e	50,0º W	Estrangeiro	5.934 – 6.418	3.709– 4.193	11/04/2024
Intelsat License LCC	IS-34	55,5º W	Estrangeiro	6.092 – 6.378	3.867– 4.153	21/09/2023
Intelsat License LCC	IS-35e	34,5º W	Estrangeiro	5.862 – 6.276	3.637– 4.051	11/08/2025
Intelsat License LCC	IS-37e	18º W	Estrangeiro	5.857– 6.417	3.703– 4.192	11/01/2026
New Skies Satellites B.V	NSS-7	20,0º W	Estrangeiro	5.851 – 6.423	3.626–11.198	21/08/2034
New Skies Satellites B.V	SES-4	22,0º W	Estrangeiro	5851 – 14488	3.626– 12.188	30/06/2029

[1] Fonte: ANATEL, disponível em https://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=349310&pub=original&filtro=1&documentoPath=349310.pdf

New Skies Satellites B.V	SES-6	40,5º W	Estrangeiro	5.850 – 6.423	3.625– 4.198	11/06/2028
Satélites Mexicanos S.A de C.V	EUTELSAT 113 WEST A	113ºW	Estrangeiro	6.047 – 6.065	3.822– 3.840	14/04/2021
SES Astra AB	SES-5	5,0º E	Estrangeiro	6187 – 6343	3.962 – 4.118	14/08/2022
SES Americom Inc	AMC - 12	37,5º W	Estrangeiro	6.207 – 6.363	3.982– 4.138	06/04/2020
Telesat Canada	ANIK F1	107,3ºW	Estrangeiro	5927 – 6403	3.702 – 4.178	22/11/2022
Telesat Canada	ANIK G1	107,3ºW	Estrangeiro	5.927 – 6.423	3.702– 4.198	03/07/2020
ABS Global, Ltd	ABS-3A	3º W	Estrangeiro	5.934- 6.409	3.709 - 4.184	24/12/2020
Russian Satellite Communications Company (RSCC)	EXPRESS AM8	14° W	Estrangeiro	6.400 – 6.420	4.075 - 4.095	18/06/2022
Globalstar Licensee LLC	Sistema Globalstar	Não informado	Estrangeiro	1.610 – 5.250	2.483 - 7.055	30/09/2024

O Cenário 2 - traz um impacto sobre **todo** o ecossistema da TVRO. Em particular, no caso dos usuários, 100% da base teria que ser migrada, uma vez que a migração de porção espectral requer a necessidade da troca de todos os equipamentos que compõem a recepção de TVRO:

- Antenas parabólicas (cujos diâmetros – e preços – em Banda Ku variam de acordo com o *footprint*[2] do satélite);
- LNBF's em Banda KU, e;
- Conversores, uma vez que a Banda Ku não receberia canais analógicos, seria necessária a troca de conversores que ainda são analógicos. Estima-se, atualmente, que apenas 6 milhões dos conversores da base de TVRO sejam digitais.

Como esse Cenário traz impacto sobre todo o sistema de recepção, será imprescindível a visita técnica para todos os casos, para realizar a instalação dos equipamentos e o apontamento da antena parabólica para eventual novo satélite em Banda Ku. Cumpre comentar que a recepção em Banda Ku é mais suscetível a interferências por chuva, especialmente na região Norte do país.

O Cenário de migração da TVRO para a Banda Ku não traz impactos apenas na recepção do usuário, mas também na transmissão dos sinais de TV para o satélite. Serão necessários novos equipamentos de transmissão e antenas parabólicas (que podem chegar a 11 m ou 15 m de diâmetro) no enlace de subida do sinal de TV para os satélites em Banda Ku.

Nesse sentido, o Cenário 2 poderia trazer insegurança jurídica sobre a responsabilidade do Governo em ressarcir os investimentos em Banda C e/ou remanejar para Banda Ku os transmissores de TV.

A avaliação econômica desse Cenário será realizada mais adiante, na Seção "Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados". Entretanto, vale comentar que

[2] *Footprint*: a área de cobertura de um satélite de comunicação; a área do terreno onde seus transponders oferecem cobertura, e determina o diâmetro da antena parabólica necessária para receber o sinal de cada *transponder*.

esse Cenário é aquele com menores eficiências econômicas, uma vez que a migração da TVRO para a Banda Ku traz impactos sobre toda a base de recepção de TVRO's do país, bem como sobre todos os transmissores de TV (que precisarão ser trocados para Banda Ku), com eventuais prejuízos a operadores de satélite nacionais e estrangeiros outorgados a operar no país em Banda C. A migração seria complexa e precisaria ser operacionalizada numa única etapa.

Sendo economicamente menos eficiente, o Cenário 2 certamente reduzirá a arrecadação do Edital, ou afetará negativamente a possibilidade de troca da arrecadação por outros compromissos de investimento pelas proponentes vencedoras do certame, como a expansão da banda larga ao redor do país.

De maneira resumida, as vantagens e desvantagens desse Cenário estão colocadas na Tabela a seguir.

Tabela 4. Vantagens e Desvantagens do Cenário 2

Aspectos	Vantagens	Desvantagens
Social	Elimina a possibilidade de interferência da recepção de TVRO com os sistemas operando 3,5 GHz	Essa solução de mitigação: ▪ Traz ineficiência econômica: impacto em 100% da base de TVRO's do país ▪ Reduz a arrecadação do Governo sobre o Edital ▪ Inibe o desenvolvimento da infraestrutura de redes de telecomunicações no país, reduzindo o poder de investimento nas redes 5G ▪ Reduz a estabilidade de recepção para o usuário de TVRO: Banda Ku mais suscetível a interferências por chuvas, especialmente na região Norte do Brasil
Jurídico	Segurança jurídica para as proponentes vencedoras do certame sobre a responsabilidade de mitigar eventual interferência prejudicial em TVRO's Se houver a responsabilidade de mitigação, os custos são deduzidos do preço total do espectro, trazendo previsibilidade financeira às proponentes vencedoras	Insegurança jurídica para as proponentes vencedoras do certame sobre a responsabilidade de ressarcir os investimentos em Banda C e/ou remanejar para Banda Ku os transmissores de TV Insegurança jurídica para as proponentes vencedoras do certame sobre a responsabilidade de ressarcir os investimentos em Banda C de eventuais Transponders inutilizados nos satélites nacionais e estrangeiros outorgados a operar no Brasil Se houver a responsabilidade por ressarcimentos, insegurança jurídica se os custos serão repassados ao certame editalício
Técnico	**Coordenação de interferências**: ▪ Elimina a possibilidade de interferência da recepção de TVRO com os sistemas operando 3,5 GHz	**Coordenação de interferências**: ▪ Eventual liberação de mais faixa na Banda C (3,7 a 4,2 GHz) para uso do IMT exige coordenação de interferências em co-canal: mais de 40 satélites nacionais e estrangeiros operando com serviços de dados (VSAT's)

		▪ Necessária a troca de todos os equipamentos na recepção de TVRO (antena parabólica e LNBF em todos os casos, e conversor para alguns casos) em uma única etapa ▪ Banda Ku não receberia canais analógicos: necessária troca de conversores que ainda são analógicos (apenas 6 MM já são digitais) ▪ 100% da base de TVRO's do país precisará ser atendida com visita técnica ▪ Operacionalização muito complexa por ser simultânea em todo o país ▪ Alta complexidade em obter volume de equipamentos e disponibilidade de técnicos para operação em uma única etapa **Uso do Espectro**: ▪ Outros serviços de telecomunicações atribuídos na Banda C (3,7 a 4,2 GHz) no país continuarão a operar nessa faixa: mais de 40 satélites nacionais e estrangeiros operando com serviços de dados (VSAT's) → Uso do IMT na Banda C exige coordenação de interferências em co-canal ▪ Transmissoras de TV precisarão trocar todo seu parque e equipamentos de transmissão no enlace de subida ao satélite **Qualidade e Cobertura**: ▪ Banda Ku possui recepção menos estável que Banda C para TVRO: suscetível a interferências por chuvas, por exemplo ▪ Riscos de atraso na implementação do 5G no país, pela adoção de medidas com pesadas restrições tecnológicas e alta complexidade de operacionalização
Econômico	Serão trazidos na Seção "Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados"	

Análise dos Impactos Econômicos para os Cenários Identificados.

O levantamento a seguir deve permitir o conhecimento dos **custos para cada um dos Cenários** apresentados acima, quais sejam: 1) **custos para mitigação** de interferência prejudicial do Serviço IMT na recepção por satélite de televisão (TVRO), usuária da Banda C, e 2) **custos para a migração** do ecossistema do TVRO operando na Banda C para satélite operando na Banda Ku.

Cenário 1: Custos para mitigação com a convivência entre os sistemas pela manutenção da TVRO na Banda C

Observa-se que a maior complexidade na indicação dos impactos econômicos derivados do Cenário 1 reside na inexistência de um cadastro consistente sobre o número de TVRO

existentes no Brasil. Deste modo, a presente estimativa adota um conjunto de premissas e outros dados disponíveis, descritos a seguir.

a) Características unitárias de cobertura e de interferência

Inicialmente, é necessário delimitar parâmetros médios de cobertura e de interferência para uma Estação Rádio Base (ERB) típica operando em 3,5 GHz.

Estima-se que uma ERB nestas condições proporcione um **raio de cobertura de 600 (seiscentos) metros**. Tal parâmetro é aderente ao planejamento de redes móveis e considera uma portadora com 100 MHz de largura de banda na faixa de 3,5 GHz, com a adoção de antenas com a técnica MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) no formato 64T64R, entregando *throughput* médio de 100 Mbps para um único usuário (*single user*) em ambientes outdoor.

Em função do referido raio de cobertura, a presente estimativa considera que cada ERB seja capaz de cobrir uma área de aproximadamente 1,13 km².

Não obstante, seria incorreto inferir que a totalidade dessa área estaria sujeita a eventos de interferências prejudiciais em TVRO. Para efeito da presente estimativa, **considera-se que a largura do feixe interferente corresponda a 40º**, pois uma vez que as parabólicas das TVROs estão apontadas para a mesma direção a diferença angular entre a TVRO e ERB 3,5 GHz reduz o potencial interferente da célula (apenas TVRO na condição de alinhamento com os feixes das antenas 3,5 GHz serão impactados). Tal largura de feixe representa 11,11% da área de cobertura da ERB (ou 0,13 km²).

Em suma, cada ERB operando em 3,5 GHz representa:

- Uma cobertura de 1,13 km²;
- Uma área efetivamente sujeita a eventos de interferência de 0,13 km².

b) Delimitação da quantidade de TVRO objeto da estimativa

Em virtude de suas características de propagação, **a efetiva implantação de redes sobre a faixa de 3,5 GHz ocorrerá nas áreas urbanas das cidades**. É preciso, portanto, estimar a quantidade de receptores TVRO situados nessas regiões.

A presente estimativa considera que **existam, ao todo, 12,5 milhões de TVRO no Brasil**. Tal quantidade decorre da extrapolação dos resultados de uma abrangente pesquisa empreendida pela Entidade responsável pela migração para TV Digital (EAD), que contou com cerca de 44 milhões de domicílios (mais de 60% dos domicílios brasileiros). Em que pese o fato de a PNAD Contínua TIC 2017 do IBGE indicar volume superior de TVRO, é fundamental destacar que a pesquisa da EAD evidencia justamente a digitalização do aparato de recepção em significativa parcela dos domicílios. Ademais, mesmo sob a hipótese de que fossem consideradas as quantidades indicadas pela PNAD, as diferenças de eficiência econômica entre os cenários 1 e 2 seriam apenas mais acentuadas.

Para estimar a parcela desses receptores que estão localizados nas áreas urbanas, a presente estimativa recorre também à PNAD Contínua TIC (a qual indica 72,09% de presença de TVRO em área urbana). Com base nesta premissa, **estima-se que existem 9.011.851 TVRO em áreas nas quais a faixa de 3,5 GHz possa, de fato, vir a ser utilizada por IMT**.

Conforme mencionado preliminarmente, inexistem cadastros consistentes de TVRO no país – o que, evidentemente, inviabiliza um dado primário e granular que detalhe a distribuição dos receptores em cada município. Como cálculo de aproximação, **a presente estimativa distribui os cerca de 9 milhões de receptores na mesma proporção da Estimativa de População 2019 elaborada pelo IBGE**.

c) Delimitação da área urbana e sua correlação com TVRO

A presente estimativa adota, como premissa, **que existem 117.751,74 km² de área urbana no Brasil**. Tal conclusão deriva do agrupamento dos setores censitários considerados pelo Censo 2010 do IBGE, com os seguintes "códigos de situação" de setor:

Código de situação	Descrição
1	Área urbanizada de cidade ou vila
2	Área não-urbanizada de cidade ou vila
3	Área urbana isolada

Deste modo, a presente estimativa pôde estabelecer, para cada município, a relação TVRO/Km². Em outros termos, tal premissa considera **uma distribuição uniforme dos receptores ao longo da área urbana** (reitera-se, em virtude da ausência de dados primários granulares).

d) Estimativa da quantidade de ERBs em 3,5 GHz

É esperado que inexistam compromissos de abrangência por cobertura para a faixa de 3,5 GHz, devido as suas características intrínsecas de propagação aderentes à provimento de capacidade. Portanto, o percentual da área urbana efetivamente coberta dependerá de outros fatores, tais como:

- A demanda potencial pelos serviços;
- Da diversidade na oferta de conectividade, em termos de quantidade de prestadoras e de variações de serviços;
- Da facilidade (ou dificuldade) na implantação de infraestrutura irradiante (o que inclui aspectos como licenciamento e atendimento às legislações municipais específicas).

Espera-se, portanto, grande variação neste parâmetro, entre as diversas localidades. De todo modo, a presente estimativa simulou três cenários, com objetivo de estabelecer uma análise de sensibilidade (na qual, como patamar máximo estritamente hipotético,

adotou-se o parâmetro comumente empregado nas metas de cobertura de radiofrequências de outras naturezas):

- Cobertura de 70% da área urbana;
- Cobertura de 75% da área urbana;
- Cobertura de 80% da área urbana.

A presente estimativa considera, ainda**, a presença média de 3 (três) prestadoras por município**. Tal premissa decorre de dois elementos:

- A grande probabilidade de compartilhamento de infraestruturas entre as prestadoras concentra ERBs em um único ponto geográfico, o que reduz a mancha territorial sujeita a interferências e;
- A dinâmica regular de mercado, pela qual uma ou mais prestadoras possam não implantar redes na localidade.

Para, enfim, estimar a quantidade de ERBs implantadas, a presente estimativa divide a área urbana a ser coberta em cada município (conforme os cenários de percentual de cobertura) pela área de cobertura unitária de uma única ERB, cuja estimativa foi descrita na alínea "a" desta seção do presente documento.

Em volume consolidado, as seguintes quantidade de ERB foram estimadas para cada cenário de cobertura:

% de cobertura da área urbana	ERBs instaladas no Brasil
70%	219.426
75%	234.939
80%	250.563

e) Estimativa da área de potencial interferência

A partir da quantidade de ERBs detalhada na alínea "d" desta seção do presente documento, estima-se a área urbana do município, em km², na qual efetivamente podem ocorrer eventos de interferência.

Para tanto, basta multiplicar a quantidade de ERB pelo parâmetro unitário detalhado na alínea "a" (cada ERB, unitariamente, representa uma área de interferência de 0,13 km²). Caso esta área calculada exceda a própria área urbana do município, a estimativa limita o cálculo a esta última.

f) Estimativa da quantidade de TVRO efetivamente interferidas

Conforme detalhado na alínea "c", a presente estimativa determina, para cada município, a relação de receptores TVRO/km².

Para estimar a quantidade de receptores efetivamente sujeitos a interferências, divide-se a área de interferência (detalhada na alínea "e") pela relação de TVRO/Km².

Conforme a variação da premissa de percentual da área urbana a ser coberta, estas seriam as quantidades de TVRO sujeitas à interferência:

% de cobertura da área urbana	TVRO interferidas
70%	2.131.644
75%	2.278.694
80%	2.426.789

Repisa-se que o percentual de cobertura das áreas urbanas, em condições realistas de implantação, não será pautado por metas de abrangência geográfica – de outro modo, a iniciativa de implantação poderia ser economicamente inviável.

Não obstante, é prudente que sejam adotados parâmetros tão razoáveis quanto conservadores, com vistas a assegurar que os esforços aqui calculados sejam seguramente suficientes para empreender as ações de mitigação necessárias.

Sob esta perspectiva, **a presente estimativa indica que o cenário a ser considerado como referência de custos considere uma cobertura de 75% da área urbana do Brasil**. Tal patamar é pouco inferior às metas comumente estipuladas para radiofrequências de outra natureza, quando o objetivo é a maximização da área de cobertura, o que não é o caso da faixa de 3,5 GHz, cuja principal característica é a capacidade e que por suas características de propagação não é indicada para a cobertura de áreas rurais e áreas urbanas de baixa densidade populacional. Assim, o volume de TVRO efetivamente interferidos pode ser, inclusive, inferior ao aqui apresentado.

As 2.278.694 TVRO consideradas representam 18,2% da base total de TVRO do Brasil.

g) Custos de mitigação

Para definir o custo por acesso para a mitigação da base elegível da TVRO, temos:

1. Troca do LNBF (nova geração).....R$ 80,00
2. Mão de obra (visita Técnica).....R$ 80,00
3. Deslocamento urbano.....R$ 40,00

Total.....R$ 200,00*

*NOTA: Considera apenas custos com a recepção. Não estão considerados custos de mitigação dos sistemas profissionais, assim como custos de adequação dos canais de TVROs na Banda C estendida (Estimativa de R$ 4,5 milhões). Também não estão considerados custos com comunicação, central de atendimento para registro de reclamações de interferência, montante para administração de Entidade Gestora da Mitigação.

Deste modo, o custo total de mitigação para 2.278.694 TVRO é de R$ 455.7 milhões.

Cenário 2: Custos sem a convivência entre os sistemas através da realização da migração dos usuários de TVRO para a Banda Ku

Conforme se depreende da Seção anterior, esse Cenário traz um impacto sobre 100% da base de usuários de TVRO, uma vez que a migração de porção espectral requer a necessidade da troca de todos os equipamentos que compõem a recepção de TVRO:

- Antenas parabólicas (cujos diâmetros – e preços – em Banda Ku variam de acordo com o *footprint*[3] do satélite);
- LNBF's em Banda KU, e;
- Conversores, uma vez que a Banda Ku não receberia canais analógicos, seria necessária a troca de conversores que ainda são analógicos. Estima-se que apenas 6 milhões dos conversores da base de TVRO sejam digitais atualmente.

Dessa forma, os 12,5 milhões de usuários de TVRO em Banda C seriam impactados e necessitariam migrar para a Banda Ku.

Para definir o custo por acesso para à migração para a Banda Ku, temos:

1. Kit Banda Ku[4] (antena parabólica + LNBF Banda Ku).....R$ 120,00
2. Troca de receptor.....R$ 200,00
3. Mão de obra (visita técnica).....R$ 200,00
4. Deslocamento urbano e rural.....R$ 100,00

   Total.....R$ 620,00*

*NOTA: Considera apenas custos com a recepção. Não estão considerados custos de mitigação dos sistemas profissionais na Banda C, assim como custos de adequação da migração dos canais das radiodifusoras para a Banda Ku. Também não estão considerados custos com comunicação, central de atendimento para registro de reclamações de interferência, montante para administração de Entidade Gestora da Migração, ressarcimento e/ou remanejamento dos transmissores de TV para Banda Ku, ressarcimento de operadores de satélite com eventuais transponders de satélite em Banda C "inutilizados".

Deste modo, o custo total da migração para 12,5 milhões de usuários de TVRO é de R$ 7.750 milhões.

Considerando as premissas e os custos por acesso para a mitigação e para a migração, teremos os seguintes impactos econômicos na recepção de TVRO:

a) **Mitigação de interferência do IMT 2020, operando na faixa de 3.300 a 3.600 MHz, sobre a recepção de TVRO, operando na faixa de 3.700 a 4.200 MHz: R$ 455,7 milhões.**
b) **Migração de 100 % dos usuários para Banda Ku : R$ 7.750 milhões.**

[3] *Footprint*: a área de cobertura de um satélite de comunicação; a área do terreno onde seus transponders oferecem cobertura, e determina o diâmetro da antena parabólica necessária para receber o sinal de cada *transponder*.
[4] O preço médio da antena Ku de R$120,00 varia de R$80,00 (60cm) a R$250,00 (1.3m) de acordo com o footprint satelital no território brasileiro (60cm é praticamente só na região costeira)

Conclusão

Feita a análise dos potenciais impactos decorrentes de uso dos cenários identificados avaliamos que a **melhor alternativa para consideração na definição das políticas associadas aos critérios a serem utilizados no Edital para uso da faixa de 3,5GHz é a convivência entre os sistemas do IMT 2020 e de recepção de TVRO**, utilizando a Banda C, na faixa de 3.700 a 4.200 MHz, com a utilização de LNBF's de nova geração, permitindo maior segurança jurídica para os proponentes e menor impacto técnico e social para a sociedade.

Nota elaborada por:

Sérgio Kern/ SindiTelebrasil

Murilo Henrique Duarte/ AlgarTelecom

Carlos Camardella e Raul Lara Campos/ Claro

Alberto Boaventura e Jorge Luiz da Silva Correia/ Oi

Alex Carvalho e Raphael Andrade de Oliveira / Telefonica

Ana Carolina Pedreira e Halley Gomes/ TIM

De acordo,

José Bicalho

Diretor de Regulação e Autorregulação do SindiTelebrasil

De acordo,

Marcos Ferrari

Presidente Executivo do SindiTelebrasil