

ANEXO I

CENÁRIO DE OCUPAÇÃO DA BANDA C POR SISTEMAS SATELITAIS

Introdução

O presente Informe Técnico visa complementar o item II.1 da análise técnica elaborada por diferentes Superintendências (Informe nº 204/2020/PRRE/SPR, SEI nº 5071643) em resposta à diligência do Conselho Diretor (Memorando-Circular nº 2/2019/MM - SEI nº 5069582) sobre a proposta de Edital de Licitação serviços de telecomunicações por meio de redes ditas de quinta geração (5G).

O conteúdo a seguir apresenta maiores detalhes relativos aos temas tratados pela Gerência de Espectro, Órbita e Radiodifusão (ORER) da Superintendência de Outorga e Recursos à Prestação (SOR), especificamente quanto a informações técnicas relativas ao cenário de ocupação de satélites em Banda C no Brasil.

Neste sentido, e considerando que a restrição de acesso a diversos dados de capacidade e ocupação de satélites é formalmente requerida por operadoras de satélites com Direito de Exploração no Brasil, este documento será classificado como sendo de acesso restrito, motivo pelo qual segue em documento separado.

Estações Espaciais e Aplicações

Inicialmente, vale destacar que atualmente há no Brasil 31 (trinta e um) satélites, brasileiros e estrangeiros, autorizados a operar nas faixas de frequências denominadas banda C.

Dentre os satélites autorizados a operar em banda C no Brasil, 15 (quinze) satélites possuem a faixa de 3.625 MHz a 3.700 MHz entre aquelas associadas ao Direito de Exploração conferido pela Anatel, possuindo capacidade técnica para cobrir todo o território brasileiro, conforme informações da tabela abaixo.

Satélite	Posição Orbital	Bandas do Satélite	Tipo de Satélite	Autorizado na sub-faixa de 3.625 a 3.700 MHz	Autorizado na sub-faixa de 3.700 a 3.800 MHz	Autorizado na sub-faixa de 3.800 a 4.200 MHz	Validade do Direito de Exploração
AMAZONAS 3	61°O	C, Ku, Ka	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	31.12.2020*
BRASILSAT B4	92°O	C	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	05.11.2022
SES-14	47,5°O	C, Ku, Ka	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	08.08.2029
STARONE C1	65°O	C, Ku, X	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	31.12.2020*
STARONE C2	70°O	C, Ku, X	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	31.12.2020*
STARONE C3	75°O	C, Ku	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	01.02.2022
STARONE D1	84°O	C, Ku, Ka	Brasileiro	Sim	Sim	Sim	31.12.2020*
ABS-3ª	3°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	24.12.2020
AMC-12	37,5°O	C	Estrangeiro	Não	Não	Sim	06.04.2020
ANIK F1	107,3°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	21.11.2022
ANIK G1	107,3°O	C, Ku, X	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	03.07.2020

EUTELSAT 113 WEST A	113°O	C	Estrangeiro	Não	Não	Sim	14.04.2021
EUTELSAT 3B	3°L	C	Estrangeiro	Sim	Sim	Não	24.10.2029
EUTELSAT 8 WEST B	8°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	04.04.2023
EXPRESS AM8	14°O	C	Estrangeiro	Não	Não	Sim	18.06.2022
GALAXY 28	89°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	08.08.2020
HISPASAT 30W-6	30°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Não	Sim	11.07.2022
IS 10-02	1°O	C	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	31.12.2026
IS 905	24,5°O	C	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	31.03.2021
IS 907	27,5°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	30.11.2021
IS-11	43,1°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Não	Sim	14.01.2023
IS-14	45°O	C	Estrangeiro	Não	Sim	Sim	17.12.2024
IS-21	58°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Não	Sim	08.11.2020
IS-23	53°O	C	Estrangeiro	Não	Não	Sim	07.11.2020
IS-34	55,5°O	C, Ku	Estrangeiro	Não	Não	Sim	21.09.2023
IS-35e	34,5°O	C	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	11.08.2025
IS-37e	18°O	C, Ku	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	11.01.2026
NSS7	20°O	C, Ku	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	13.08.2034
SES-4	22°O	C, Ku	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	30.06.2029
SES-5	5°O	C	Estrangeiro	Não	Não	Sim	14.08.2022
SES-6	40,5°O	C, C (AP30B), Ku	Estrangeiro	Sim	Sim	Sim	12.06.2028

Tabela 1- Visão geral sobre a ocupação da banda C no Brasil.

* Em relação ao prazo de validade dos Direitos de Exploração dos Satélites Amazonas-3 e Star One C1, C2 e D1, conforme Acórdão Nº 607, de 11 de novembro de 2019 (SEI 4876900), o Conselho Diretor já decidiu pela alteração dos Atos nº 54.923 e nº 54.924, ambos de 20 de dezembro de 2005, e os Termos de Direito de Exploração de Satélite Brasileiro PVSS/SPV nº 007/2006-ANATEL e PVSS/SPV nº 006/2006-ANATEL, ambos de 6 de abril de 2006, para fazer constar a data de 1º de janeiro de 2011 como de início da vigência dos Direitos de Exploração de Satélite e a data de 31 de dezembro de 2025 como seu prazo final.

Vale frisar que as subfaixas compreendidas entre 3.625 MHz e 3.700 MHz e entre 3.700 MHz e 3.800 MHz são utilizadas atualmente nesses satélites para diversas aplicações, tais como:

- Redes VSAT usadas para transmissão de dados corporativos e voz (ex: Serviço Telefônico Fixo Comutado — STFC). As radiofrequências são usadas tanto em remotas quanto em estações gateway (concentradoras);
- Distribuição de sinais digitais de conteúdo de radiodifusão (TV e rádio) transmitidos por geradoras para afiliadas, que por sua vez retransmitem regionalmente esses conteúdos por meio de canais de TV Digital Terrestre;
- Distribuição de sinais analógicos e digitais de canais abertos à população em geral do tipo TV Receive Only (TVRO), principalmente no satélite Star One C2, posicionado em 70°O;
- Contribuição de sinais transmitidos por estações terrenas transportáveis de emissoras de TV em eventos (ex: Satellite News Gathering, SNG ou Fly Aways);
- Distribuição de sinais de radiodifusão (TV e rádio) para Headends, ou Teleportos de TV por Assinatura que eventualmente podem receber,

empacotar os sinais e redistribuir localmente aos seus assinantes através de redes de Serviço de Acesso Condicional (SeAC) em tecnologias terrestres, ou via satélite (DTH) em Banda Ku.

- Centros de Controle e Monitoração do Satélite – Verificou-se o uso de radiofrequências desta subfaixa para aplicações relacionadas a Centros de Controle de Satélites especificamente em dois satélites brasileiros, SES-14 e Amazonas-3. Uma forma de mitigar riscos a estas aplicações poderia ser a criação de zonas de exclusão ao redor dos centros de controle desses satélites, prevenindo o uso por estações de serviços terrestres mais próximas, ou a mudança dos canais utilizados para essas aplicações, caso o satélite permita. Além disso, será necessário manter a Atribuição e Destinação correspondentes.

Em atenção à questão acima exposta, considerando a operação de satélites no Brasil, solicitou-se às operadoras de satélites informações técnicas relativas a capacidade e a ocupação dos satélites autorizados.

As informações técnicas, incluindo aquelas cuja confidencialidade foi solicitada pelas operadoras de maneira explícita, foram compiladas na Tabela 2 e na Tabela 3, a seguir, e listam apenas os satélites autorizados a operar nas subfaixas de frequências de 3.625 MHz a 3.700 MHz.

Satélite	Posição Orbital	Ocupação da faixa de 3.625 a 3.700 MHz	Disponibilidade de transponders na faixa de 3.700 a 4200 MHz
Amazonas-3	61° Oeste	127,00 MHz	0 MHz
Brasilsat B4*	92° Oeste	0,00 MHz	882 MHz
SES-14	47.5° Oeste	0,00 MHz	224,60 MHz
Star One C1	65° Oeste	63,51 MHz	350,33 MHz
Star One C2	70° Oeste	113,79 MHz	131,15 MHz
Star One C3	75° Oeste	87,33 MHz	152,31 MHz
Star one D1	84° Oeste	82,95 MHz	465,24 MHz

Tabela 2 - Ocupação dos satélites brasileiros.

* O satélite Brasilsat B4 encontra-se em final de vida útil (órbita inclinada).

Satélite	Posição Orbital	Ocupação da faixa de 3.625 a 3.700 MHz	Disponibilidade de transponders na faixa de 3.700 a 4200 MHz
Eutelsat 3B	3° Leste	41,65 MHz	73,78 MHz
IS 10-02	1° Oeste	71 MHz	408,16 MHz
IS 905	24.5° Oeste	71 MHz	212,68 MHz
IS-35e	34.5° Oeste	40,56 MHz	429,03 MHz
IS-37e	18° Oeste	38,98 MHz	429,03 MHz
NSS-7	20° Oeste	0 MHz	312 MHz

SES-4	22° Oeste	34,20 MHz	396,27 MHz
SES-6	40.5° Oeste	45,77 MHz	223,17 MHz

Tabela 3 - Ocupação dos satélites estrangeiros.

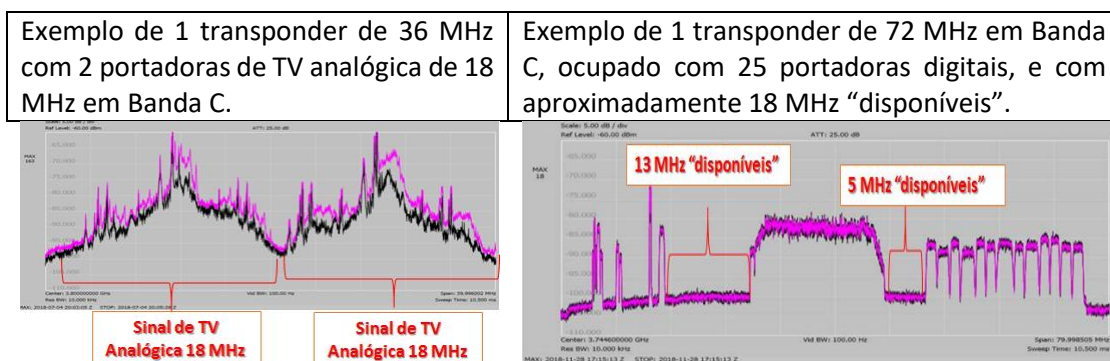
Considerando o quadro geral de ocupação de *transponders* em banda C no Brasil, as informações disponibilizadas pelas operadoras de satélite apresentam evidências técnicas de que há capacidade espectral para uma realocação das aplicações atualmente alocadas na faixa de frequências de 3.625 a 3.700 MHz, por parte do espectro disponível na faixa de frequências de 3.700 MHz a 4.200 MHz. Entretanto, deve-se ressaltar que o fato de haver quantidade de espectro disponível numericamente suficiente para cobrir a realocação das emissões que atualmente ocupam a faixa de 3.625 MHz a 3.700 MHz não significa necessariamente que esses rearranjos sejam possíveis no mesmo satélite.

Um exemplo dos desafios para tal avaliação deve-se ao fato de que o espectro em faixa acima de 3.700 MHz pode estar disponível em pequenas porções, enquanto as emissões na porção de 3.625 MHz a 3.700 MHz pode ser de portadoras com largura de faixa maior que os espaços no espectro disponível, de 3.700 MHz a 4.200 MHz.

Assim, mesmo que o espectro disponível agregado seja numericamente suficiente, a realocação pode não ser possível se o espectro disponível estiver fragmentado em pequenas porções. A realocação de canais em diferentes *transponders* pode vir a ser a solução para casos desse tipo.

Além de limitações de ordem de espectro, também há aspectos de limitação de potência do *transponder*, bem como de planejamento de uso de frequências dentro do *transponder* que devem ser observadas com cuidado para evitar saturação, intermodulação e/ou problemas de batimento de frequência entre diferentes portadoras. A solução deste depende de análise do caso concreto.

A figura abaixo apresenta um exemplo (fictício) ilustrativo.



Na situação acima, embora haja 18 MHz disponíveis, é necessária análise detalhada do caso concreto para resolução do problema.

Figura 1- Exemplo de dificuldades para migração entre *transponders*.

Ocupação do Satélite Amazonas-3 (61° Oeste)

Um outro ponto relevante remete à situação de ocupação do satélite Amazonas-3. A fim de verificar a consistência dos dados apresentados, especialmente diante do caso mais crítico de ocupação apresentado pela operadora Hispamar, foram avaliados também os relatórios de radiomonitoração do referido satélite, gerados pela Superintendência de Fiscalização (SFI) com o uso da Estação de Monitoração de Satélites da Anatel (EMSAT) nos anos de 2018 e 2019, e que indicaram valores de ocupação menores do que os apresentados pela operadora, levantando dúvidas a respeito da real ocupação do referido satélite.

Neste sentido, e a fim de proceder uma averiguação mais precisa, foi realizada em 10/01/2020 nova ação de radiomonitoração deste satélite pela SFI que confirmou o resultado anterior. Desta forma, a operadora será instada a apresentar novos esclarecimentos.

Ainda que o satélite Amazonas-3 não possua capacidade suficiente entre 3.700 MHz e 4.200 MHz para acomodar eventual migração de usuários que estejam operando hoje entre 3.625 MHz e 3.700 MHz, percebe-se que há capacidade (em MHz) disponível em outros satélites em banda C, e compatível com a capacidade ocupada hoje no Amazonas-3 na subfaixa inferior (3.625 MHz a 3.700 MHz), inclusive de operadora estrangeira pertencente ao mesmo grupo econômico Hispasat (ex: satélite HISPASAT 30W-6 em 30° Oeste) bem como em outras bandas, como a banda Ku por exemplo.

Por fim, cabe ressaltar um outro aspecto relacionado à não utilização da faixa de 3.625 MHz a 3.700 MHz pelos sistemas satelitais. A carga útil em banda C, tipicamente, possui apenas um oscilador local para transladar as frequências do enlace de subida para o enlace de descida. Assim, a não utilização da faixa de frequências de 3.625 MHz a 3700 MHz (enlace de descida) pelos sistemas satelitais implica na inutilização da faixa correspondente no enlace de subida.

Ocupação do Satélite Star One C2 (70° Oeste)

Ressalta-se a relevância deste satélite para o sucesso do cenário proposto, em função da complexidade adicional inserida pelo cenário da TVRO e por ser o principal satélite em termos de quantidade de canais. Considerando a possibilidade de não haver capacidade suficiente para migração completa de todos os sinais de TV (analógicos e digitais) para transponders acima de 3.800 MHz do mesmo satélite, algumas alternativas contribuiriam de maneira relevante à ampliação da eficiência no uso da capacidade disponível, em linha com os preceitos do uso mais eficiente dos recursos de espectro e órbita, e que favoreceriam fortemente para o sucesso da solução vislumbrada:

- Digitalização de canais analógicos de TV e aplicação de técnicas de compressão digital (ex: MPEG-4), reduzindo consideravelmente a ocupação espectral de cada sinal;
- Multiplexação de diferentes canais digitais em um mesmo *transport stream*, encapsulados em uma mesma portadora, e aplicação de técnicas de modulação e codificação de canal (ex: FEC e *Reed Solomon*), inclusive por meio de modelos de

compartilhamento de infraestruturas através de um mesmo operador de *uplink* digital¹. Além de tornar o sinal mais robusto a fontes de interferências, a multiplexação traria benefícios de redução de inutilização de capacidade útil do satélite com utilização de bandas de guarda e emissões espúrias típicas de sinais analógicos. Ademais, também promoveria redução de custos de equipamentos da cadeia de transmissão;

- O estabelecimento de data limite para continuidade das transmissões analógicas no satélite seria também uma alternativa a catalisar esse processo de realocação..

Alternativa futura ao uso da capacidade 3.625 MHz a 3.700 MHz

Entende-se também como alternativa permitir um uso “transitório” da capacidade de 3.625 MHz a 3.700 MHz já implementada em satélites atualmente em órbita, alguns com mais de 10 anos de vida útil ainda pela frente, pelo Serviço Fixo por Satélite (FSS), porém sem direito a proteção contra radiointerferências, ou seja, em caráter secundário.

Isto estimularia o aproveitamento da capacidade já embarcada nos satélites, para uso em estações terrenas instaladas em regiões rurais e remotas, bem como plataformas *Offshore* em regiões costeiras, onde o IMT não será implantado em suas fases iniciais.

Além de permitir uma oportunidade de receitas pelos operadores de satélites, favoreceria um uso mais eficiente dos recursos de espectro e órbita, tanto pelo IMT nos grandes centros, quanto pelo FSS em regiões afastadas, onde não haveria risco de interferência co-canal até a chegada do IMT.

¹ *Speedcast* (<https://www.speedcast.com.br/>) e *Globecast* (<http://www.globecast.com/>) são exemplos de operadores de *uplink* de distribuição de sinal de tv digital via satélite.