

PROCESSO N° 53500.011011/2021-83

INTERESSADO: PRESTADORAS DE SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES

1. ASSUNTO

1.1. Definição de requisitos técnicos e operacionais para estações do Serviço Móvel Pessoal (SMP), do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM) e do Serviço Limitado Privado (SLP), na faixa de radiofrequências de 1.427 MHz a 1.517 MHz.

2. REFERÊNCIAS

- 2.1. Lei n° 9.472, de 16 de julho de 1997, que aprova a Lei Geral de Telecomunicações.
- 2.2. Resolução n° 736, de 3 de novembro de 2020, que destina faixas de radiofrequências e aprova o Regulamento sobre Condições de Uso da Faixa de Radiofrequências em 1,5 GHz.
- 2.3. Resolução n° 671, de 3 de novembro de 2016, que aprova o Regulamento de Uso do Espectro (RUE).
- 2.4. Informe n° 153 (SEI n° 4671875), constante dos autos do processo SEI n° 53500.015486/2016-81.
- 2.5. Resolução 223 (Rev. WRC-19) do Regulamento de Rádio da UIT (RR) *Additional frequency bands identified for International Mobile Telecommunications*.
- 2.6. Resolução 750 (Rev. WRC-19) do Regulamento de Rádio da UIT (RR) *Compatibility between the Earth exploration-satellite service (passive) and relevant active services*.
- 2.7. ECC Decision (17)06: *The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL)*.
- 2.8. ECC Report 263: *Adjacent band compatibility studies between IMT operating in the frequency band 1492-1518 MHz and the MSS operating in the frequency band 1518-1525 MHz*.
- 2.9. ECC Report 299: *Measures to address potential blocking of MES operating in bands adjacent to 1518 MHz (including 1525-1559 MHz) at sea ports and airports*.
- 2.10. 3GPP TS 38.104 V16.5.0: *Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 16)*.
- 2.11. 3GPP TS 38.101-1 V16.5.0: *Technical Specification Group Radio Access Network; NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone (Release 16)*.
- 2.12. Recomendação ITU-R SM.329: *Unwanted emissions in the spurious domain*.
- 2.13. *European cooperation in the field of scientific and technical research: COST Action 231 - Digital mobile radio towards future generation systems, Final Report*.
- 2.14. Report ITU-R SM.2028-0: *Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems*.
- 2.15. Report ITU-R M.2412-0: *Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020*.
- 2.16. Recomendação F.1336-5: *Reference radiation patterns of omnidirectional, sectoral and other antennas for the fixed and mobile service for use in sharing studies in the frequency range from 400 MHz to about 70 GHz*.
- 2.17. Report ITU-R M.2292-0: *Characteristics of terrestrial IMT-Advanced systems for frequency sharing/ interference analyses*.

3. ANÁLISE

DO OBJETO

3.1. O Regulamento aprovado pela Resolução n° 736, de 3 de novembro de 2020, em seu artigo 5° estabelece:

Art. 5° As potências das estações devem ser as mínimas necessárias à realização do serviço com boa qualidade e adequada confiabilidade.

§ 1° Os limites de potência de estações serão estabelecidos por meio de Ato de Requisitos Técnicos e Operacionais, aprovado pela Superintendência responsável pela administração do uso do espectro de radiofrequências, que será submetido ao procedimento de Consulta Pública antes de sua expedição.

§ 2° Os requisitos técnicos também estabelecerão os limites para emissões fora de faixa e de espúrios, bem como condições técnicas adicionais para operação das estações.

3.2. Assim, este Informe tem por objetivo apresentar proposta de Ato contendo os limites de potência e demais requisitos técnicos e operacionais previstos pela Resolução n° 736, de 3 de novembro de 2020.

CONTEXTO INTERNACIONAL

3.3. As discussões a respeito da identificação da faixa de 1.427-1.518 MHz para aplicações IMT ocorreram na Conferência Mundial de Radiocomunicação de 2015 (WRC-15). Para a Região 2, a nota de rodapé 5.341B do Regulamento de Rádio (RR) da UIT trata dessa identificação, conforme

transcrito abaixo:

5.341B In Region 2, the frequency band 1 427-1 518 MHz is identified for use by administrations wishing to implement International Mobile Telecommunications (IMT) in accordance with Resolution 223 (Rev.WRC-15). This identification does not preclude the use of this frequency band by any application of the services to which they are allocated and does not establish priority in the Radio Regulations. (WRC-15)

3.4. No tocante a emissões indesejáveis, estudos de compatibilidade entre sistemas IMT nas faixas de frequência 1.375-1.400 MHz e 1.427-1.452 MHz com sistemas EESS (earth exploration-satellite service) passivos na faixa de frequência 1.400-1.427 MHz estão documentados no Report ITU-R RS.2336[1]. Este e outros estudos embasaram a Resolução 750[2] do RR, que foi atualizada na WRC-19[3]. A Resolução 750 do RR, entre outras coisas, estabelece que: "unwanted emissions of stations brought into use in the frequency bands and services listed in Table 1 below shall not exceed the corresponding limits in that table, subject to the specified conditions". Na figura abaixo consta trecho da tabela 1 com os valores máximos para emissões indesejáveis para a faixa adjacente inferior. Conforme nota da Resolução 750, o nível de potência de emissão indesejável abaixo especificado deve ser entendido aqui como o nível medido entregue à antena, já que não foi especificado em termos de TRP (do inglês, Total Radiated Power). Destaca-se que na minuta de Ato anexa consta item para esclarecer tal fato.

TABLE 1

EESS (passive) frequency band	Active service frequency band	Active service	Limits of unwanted emission power from active service stations in a specified bandwidth within the EESS (passive) frequency band ¹
1 400-1 427 MHz	1 427-1 452 MHz	Mobile	-72 dBW in the 27 MHz of the EESS (passive) band for IMT base stations -62 dBW in the 27 MHz of the EESS (passive) band for IMT mobile stations ^{2,3}

Figura 01 – Limites de emissões indesejáveis para a faixa adjacente inferior extraídos da Tabela 1 da Resolução 750 do RR.

3.5. Na Europa, a Decisão (17)06[4] do Comitê de Comunicações Eletrônicas (ECC) trouxe as especificações para o uso das faixas de 1.427-1.452 MHz e 1.492-1.518 MHz para sistemas IMT, notadamente para o suplemento de enlace de descida (supplementary downlink - SDL). Esta decisão, justamente para proteger os sistemas EESS passivos, adotou os mesmos limites de emissões indesejáveis da Resolução 750 do RR acima referenciada. Tais limites também constam do documento 3GPP 38.104, tabela 6.6.5.2.3-4. Assim sendo, buscando-se um alinhamento internacional e considerando os valores de referência do RR, optou-se na minuta de Ato anexa pela adoção dos mesmos valores da Resolução 750 do RR, para emissões indesejáveis na faixa adjacente inferior. Importante salientar que a faixa dos sistemas EESS passivos termina em 1.427 MHz, frequência em que se inicia a faixa do IMT, inexistindo assim uma faixa de guarda. Caso no futuro se identifique a necessidade de uma faixa de guarda, esta provavelmente será estabelecida dentro da faixa de operação do IMT.

3.6. Com relação à faixa adjacente superior (acima de 1.517 MHz), a Resolução 223 do RR, também atualizada na WRC-19, entre outras disposições, convida o setor de Radiocomunicações da UIT a: "to conduct compatibility studies in order to provide technical measures to ensure coexistence between the MSS in the frequency band 1 518-1 525 MHz and IMT in the frequency band 1 492-1 518 MHz, including guidance on the implementation of frequency arrangements for IMT deployment in the frequency band 1 427-1 518 MHz, taking into account the results of these studies". Os estudos mencionados na referida resolução estão sendo desenvolvidos no atual ciclo de estudos no âmbito do Working Party 5D, em conjunto com o Working Party 4C, não existindo ainda Relatórios (Reports) ou Recomendações publicados sobre o tema. Apesar de o Brasil não possuir sistemas no Serviço Móvel por Satélite (do inglês, Mobile-satellite service - MSS) em operação na faixa de 1.518 - 1.525 MHz os estudos sobre o tema estão sendo acompanhados ativamente pela delegação brasileira.

3.7. No Brasil, consultando a lista de satélites autorizados[5], pode-se concluir que os sistemas satelitais operando em banda L têm suas faixas autorizadas com início em 1.525 MHz, havendo assim uma faixa de guarda de 8 MHz, uma vez que no Brasil, até a atualidade, não há sistema operando entre 1.517 MHz a 1.525 MHz. Por outro lado, os equipamentos de recepção do MSS podem estar aptos para recepção a partir de 1.518 MHz, conforme será ilustrado subsequentemente neste Informe. Assim, a faixa de guarda de 8 MHz atualmente existente, decorrente das faixas autorizadas aos sistemas MSS no Brasil, corrobora com a convivência dos sistemas IMT e MSS no que tange a emissões indesejáveis. Entretanto, para minimizar a probabilidade de bloqueio da estação terrena móvel (do inglês, Mobile Earth Stations- MES) receptora, medidas adicionais podem ser necessárias, conforme será abordado posteriormente. A título de informação, em um documento elaborado pela GSMA, (L-Band: The 1.500 MHz IMT Range[6]), tem-se referências em relação à compatibilidade entre IMT e MSS, e o documento afirma que os sistemas podem conviver com faixas de guarda de apenas 3 MHz.

3.8. O estabelecimento de uma faixa de guarda com a faixa adjacente visando evitar interferências prejudiciais com outros sistemas é um fato preconizado pelo arcabouço normativo previsto no RR, conforme artigos 4.3 e 4.5 abaixo transcritos:

"4.3 Any new assignment or any change of frequency or other basic characteristic of an existing assignment (see Appendix 4) shall be made in such a way as to avoid causing harmful interference to services rendered by stations using frequencies assigned in accordance with the Table of Frequency Allocations in this Chapter and the other provisions of these Regulations, the characteristics of which assignments are recorded in the Master International Frequency Register."

"4.5 The frequency assigned to a station of a given service shall be separated from the

limits of the band allocated to this service in such a way that, taking account of the frequency band assigned to a station, no harmful interference is caused to services to which frequency bands immediately adjoining are allocated."

3.9. O RR também prevê em seus artigos 3.12 e 3.13 que os equipamentos receptores deveriam ter a seletividade apropriada:

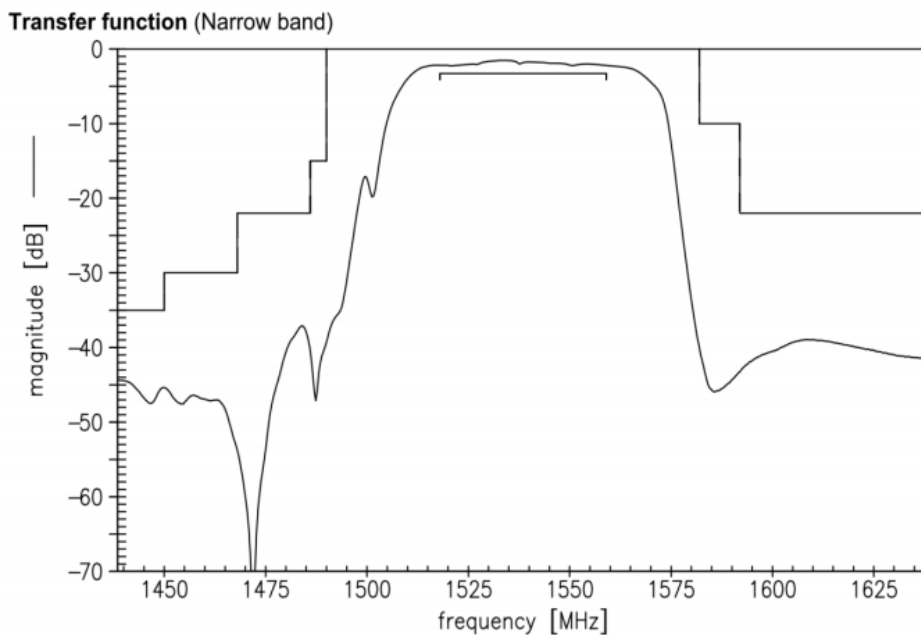
"3.12 Receiving stations should use equipment with technical characteristics appropriate for the class of emission concerned; in particular, selectivity should be appropriate having regard to No. 3.9 on the bandwidths of emissions."

"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."

3.10. Nesta perspectiva, cabe salientar que sistemas com capacidade de recepção excedente à faixa de operação desejada (ausência de filtros ou filtros de baixa seletividade), tem como consequência uma maior susceptibilidade a interferências, conseqüentemente menor capacidade de coexistência com serviços em faixas adjacentes. No caso dos sistemas IMT e MSS, se os equipamentos de recepção do MSS possuísem capacidade de recepção apenas acima de 1.525 MHz, os problemas de convivência seriam minimizados.

DOS LIMITES DE POTÊNCIA E CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO DAS ESTAÇÕES DO MSS

3.11. Está exemplificado na figura a seguir a resposta em frequência de um filtro de uma estação de recepção típica do MSS, chamada de MES - Mobile Earth Stations.



Typical satellite receiver front-end SAW filter response

Figura 02 - Resposta em frequência de um filtro de recepção de uma MES típica (ECC Report 299)

3.12. A curva típica fornece alguma atenuação na região de 1.500-1.510 MHz, porém a máscara (linhas retas) se mantém constante em 0 dB (nenhuma atenuação) acima de 1.490 MHz. Essa grande folga entre a máscara e a curva de referência ocorre devido características do filtro que podem gerar variações em função de sua temperatura e construção, porém, sempre obedecendo a máscara. Ressalta-se que em alguns pontos existe uma variação superior a 30dB entre a máscara e a curva típica.

3.13. Examinando novamente a decisão ECC (17) 06 acima referenciada, nota-se que uma porção do bloco superior da faixa (1.512-1.517 MHz), visando garantir a convivência com o MSS (que opera acima de 1.518 MHz), teve sua e.i.r.p. limitada a 58dBm/5MHz. No restante da faixa, 1.427-1.452 MHz e 1.492-1.512 MHz, esse limite é de até 68 dBm/25 MHz.

3.14. No caso brasileiro, não obstante ao fato de existir uma faixa de guarda de 8 MHz entre IMT e MSS, julga-se conveniente adotar essa redução de potência, contudo abrangendo toda a subfaixa 1492-1517 MHz (correspondente aos blocos 14 a 18 da Tabela I da Res. 736/2020). Tal medida, além de buscar uma convivência harmônica entre IMT e MSS, visa adotar o mesmo nível de potência para a subfaixa que será sujeita a critério de separação espacial, conforme será ilustrado posteriormente.

3.15. Para os demais blocos da Tabela I da Res. 736/2020, por não existir limite pré-estabelecido nos documentos de referência do 3GPP para Estações Base de longo alcance (*Wide Area Base Station*), optou-se por adotar o limite de 68 dBm/25 MHz previsto na decisão ECC (17)06, que convertendo para blocos de 5 MHz resulta em 61 dBm/5 MHz. Tais valores de potência também são compatíveis aos previstos para esta faixa no *Report ITU-R M.2292*. Assim sendo, na Tabela I temos os limites de potência previstos na proposta de Ato.

Tabela I - Potência máxima transmitida pela estação base, nodal ou repetidora	
Faixa de frequências	e.i.r.p. máxima
1.427-1.492 MHz	61 dBm/5 MHz

3.16. A decisão do ECC (17) O6 também considerou os estudos efetuados no ECCReport 263, que por sua vez identificou que pode ser necessário fornecer medidas de proteção adicionais para as MESs em portos e aeroportos. Tais medidas também foram objeto de estudo no ECC Report 299.

3.17. Além da redução de potência na subfaixa 1.492-1.517 MHz acima citada, há que se pensar também em outros mecanismos para proteção das estações MES. No ECCReport 263 o problema é abordado e são calculados os valores de *Minimum Coupling Loss*(MCL) para vários valores de separação de frequência (faixa de guarda). Os cálculos consideraram I / N de -6 dB e -10 dB. Para o caso de bloqueio do receptor da MES os valores máximos toleráveis de sinal interferente são: -60 dBm para separação de frequência de 1 MHz, -52 dBm para separação de frequência de 3 MHz e -40 dBm para 6 MHz separação de frequência. Os resultados constam no Anexo 5 do ECCReport 263, que fornecem valores de distanciamento para proteção das estações MES, para as separações de frequências de 1MHz, 3MHz e 6MHz.

3.18. Das tabelas do Anexo 5 do ECCReport 263, tomando-se como referência a tabela 17, que corresponde a uma separação de frequências intermediária de 3 MHz, para a situação de bloqueio da estação MES, com 3 dBi de ganho da estação receptora, observa-se que: as distâncias de separação exigidas são de 280 m a 1.550 m para MES em ambientes terrestres; de 3.200 m para MES em embarcações e de 3.175 m para MES em aeronaves. Essas distâncias dão uma indicação da área em torno dos aeroportos e portos que pode ser necessária para proteger MES de aeronaves e navios nesses locais.

3.19. Quanto ao requisito de separação espacial é importante destacar ainda que na situação onde uma aeronave está no solo em um aeroporto é considerada coberta pelo cenário terrestre, conforme trecho do ECC Report 263 abaixo transcrito.

"The aeronautical scenario where an aircraft is on the ground in an airport is considered covered by the land scenario and is always a 'special case' where the Administration in corporation with the appropriate authorities would have to approve any IMT coverage in an airport to avoid harmful interference to the airport or any aircraft operating within the airport . The perimeter fencing around an airport will also provide a rather large separation distance and it is not normally allowed to erect 30 m towers anywhere in close vicinity of an airport without the prior approval of the airport or aviation authorities. Similarly, the protection of maritime MESs on vessels may also be treated as a 'special case' in that deployment restrictions in the vicinity of harbours can be envisaged to ensure that the MESs on vessels do not suffer from harmful interference from IMT base stations."

3.20. Os valores de separação espacial acima referenciados se aplicam ao intervalo de 1.492 MHz a 1.517 MHz, que foi o intervalo adotado nos cálculos feitos no ECCReport 263 (conforme item 3.1 do Report). Este intervalo de 25 MHz, inclusive, está previsto operar com potência reduzida no Brasil em relação aos demais blocos conforme ilustrado acima na Tabela I.

3.21. O ECCReport 263 concluiu que, para a próxima geração de receptores MES (fase 2), para minimizar qualquer potencial bloqueio de receptores MES, o nível máximo de um sinal IMT interferente operando abaixo de 1.518 MHz deve ser -30 dBm de 1.518 MHz a 1.559 MHz (tuning range da estação receptora MES). O ECCReport 263 também concluiu que medidas protetivas adicionais podem ser necessárias para estações MES operando em área de portos e aeroportos, que não atendam a esta exigência de bloqueio. A adoção de tais medidas é discutida no ECC Report 299, que aborda a questão dos limites PFD (*Power Flux Density*) do sinal oriundo de uma estação base IMT, para evitar o bloqueio das estações receptoras MES atuais (fase 1), operando em portos e aeroportos, que não atendem a esta exigência de bloqueio supramencionada. No Report é apresentada a metodologia de cálculo, em seu Anexo 2, que fornece exemplos de cálculos efetuados pela Comissão Federal de Comunicações (do inglês, *Federal Communications Commission* - FCC) e pelos fabricantes.

3.22. Dos exemplos de cálculos que constam no anexo 2 do ECCReport 299, aqueles efetuados pelos fabricantes possuem valores de PFD mais restritivos que os cálculos da FCC, conforme tabelas 12 e 13 extraídas do Report e abaixo ilustradas.

Table 12: PFD limits on MFCN BS transmitting a single channel

Phase	Phase 1			Phase 2		
	PFD limit for BS emissions in the band 1492-1502 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1502-1512 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1512-1517 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1492-1502 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1502-1512 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1512-1517 MHz (dBW/m ²)
Ports and waterways	-60.9	-75.9	-83.9	No limit required	-27.9	-37.9
Airports	-32.9	-42.9	-58.2	No limit required	-27.9	-37.9

Table 13: PFD limits on MFCN BS transmitting multiple channels

Phase	Phase 1		Phase 2	
	PFD limit for BS emissions in the band 1492-1512 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1512-1517 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1492-1512 MHz (dBW/m ²)	PFD limit for BS emissions in the band 1512-1517 MHz (dBW/m ²)
Ports and waterways	-74.9	-85.9	-30.9	-40.9
Airports	-53.5	-63.4	-30.9	-40.9

Figura 03 – Limites de PFD para proteção de estação MES (ECC Report 299)

3.23. Na carta da Inmarsat (SEI nº6927741) são endereçadas as preocupações da empresa envolvendo a proteção dos terminais de usuário MSS existentes em operação no Brasil, e são enviadas sugestões para elaboração da presente minuta de Ato. Ao se referir ao ECC Report 299, a Inmarsat cita que:

"Referindo-se ao Relatório 299 do ECC da CEPT – que é claramente o principal instrumento da CEPT focado na proteção do MSS contra a implantação futura do IMT – este contém uma série de opções que requerem consideração antes de sua aplicação no Brasil. Mais importante ainda, apenas os limites de PFD definidos nas Tabelas 12 e 13 garantiriam a proteção adequada dos MESs atualmente em operação no Brasil. Isso significa que, ao contrário, outros exemplos de limites de PFD (em particular aqueles nas Tabelas 10 e 11) não protegem adequadamente os terminais existentes em uso no Brasil e não devem ser adotados. Apenas os limites definidos nas Tabelas 12 e 13 são baseados em testes de laboratório realizados por fabricantes com uma ampla gama de terminais marítimos e aeronáuticos da Inmarsat e usando um sinal de interferência 4G / LTE. Os limites das Tabelas 12 e 13 contêm dois conjuntos de limites PFD ("Fase 1" e "Fase 2"). Os limites da Fase 1 nestas Tabelas devem ser aplicados por ora no Brasil, até que novos terminais que atendam aos novos requisitos de bloqueio sejam amplamente implantados por navios e aeronaves no país."(grifo nosso)

3.24. Assim, considera-se razoável adotar como base esses valores de PFD para balizar as medidas protetivas para as estações MES em operação em portos e aeroportos no Brasil.

3.25. Os limites de PFD, apesar de serem mensuráveis, não podem ser controlados de forma adequada no sistema de licenciamento no momento do cadastramento de determinada estação base IMT. Logo, considerando que na prática teremos um cenário de interferências similar ao ilustrado na Figura 04 abaixo, o meio mais factível de minimizar a probabilidade de interferências prejudiciais ou bloqueio das estações MES operando em portos e aeroportos é estabelecer uma distância a partir da qual a coordenação deverá ser realizada.

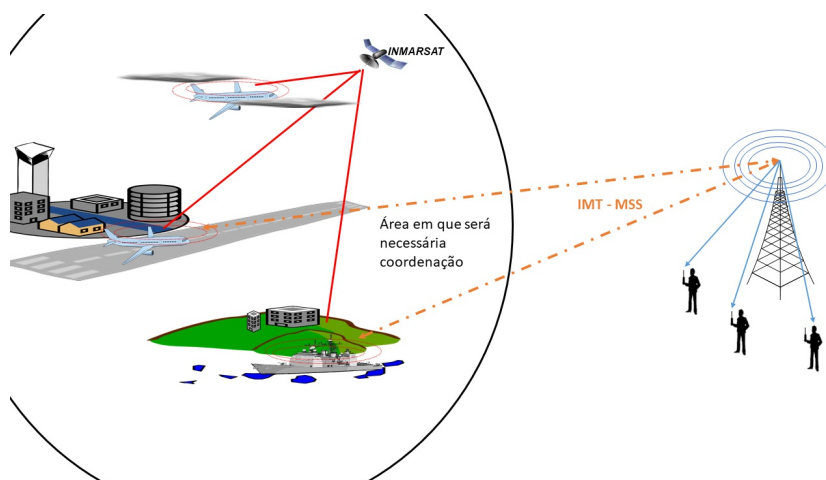


Figura 04 - Cenário de possíveis interferências em áreas em torno de portos e aeroportos

3.26. Das tabelas 12 e 13 do ECC Report 299 a situação mais restritiva corresponde à tabela 13 (multiple channels). Para o cálculo da distância para a coordenação deve-se considerar ainda o ganho das estações MES, que no ECC Report 263 está especificado na tabela 7, conforme figura abaixo. Nos cálculos considerou-se o ganho da estação receptora MES como 3 dBi por ser o valor em que a estação MES é mais susceptível a interferências.

Table 7: MES maximum antenna gain for the different scenarios

Scenario	Type	Value	Antenna gain	Inmarsat service	Antenna pattern
Land	Low gain	dBi	3	GSPS	Annex 3: Figure 13
	High gain	dBi	17.5	BGAN class 1	Annex 3: Figure 12
Sea (maritime)	Low gain	dBi	3	Inmarsat-C	Annex 3: Figure 13
	High gain	dBi	21	Fleet-77	Annex 3: Figure 11
Air (aeronautical)	Low gain	dBi	3	Aero-L	Annex 3: Figure 13
	High gain	dBi	17.5	Aero-H	Annex 3: Figure 12

Figura 05 - Ganhos das estações receptoras MES conforme cenários e modelos de equipamento

3.27. Os valores de PFD calculados no ECC Report 299 são efetuados pela seguinte fórmula:

$$PFD_{max} = I_{max} - Ae_{iso} - G_{MES}$$

onde:

PFD_{max} é o valor máximo para a Densidade de Fluxos de Potência admissível,

I_{max} é o nível máximo de interferência admissível,

Ae_{iso} é a abertura efetiva de uma antena isotrópica ($=\lambda^2/4\pi$), e

G_{MES} é o ganho da estação MES em direção a estação de base IMT.

3.28. Dados os valores de PFD da tabela 13 do ECC Report 299 e o ganho da antena receptora MES de 3 dBi, determinou-se o nível de máximo de interferência admissível (I_{max}). A partir de I_{max} foi calculado o *pathloss* correspondente, considerando-se uma potência máxima de 58dBm/5MHz na subfaixa de 1.492-1.517 MHz (tabela I acima). A tabela II abaixo contém os valores de *pathloss* para cada cenário considerando-se os canais e valores de PFD da tabela 13 do ECC Report 299.

	1.512-1.517MHz (Portos)	1.512-1.517MHz (Aeroportos)	1.492-1.512MHz (Portos)	1.492-1.512MHz (Aeroportos)
pfd_max(dBW/m2)	-85,9	-63,4	-74,9	-53,5
pfd_max(W/m2)	2,5704E-09	4,57088E-07	3,23594E-08	4,46684E-06
Freq. Central	1514,5	1514,5	1502	1502
Lambda(m)	0,198085177	0,198085177	0,199733688	0,199733688
Aeiso	0,00312244	0,00312244	0,003174628	0,003174628
GMES(dBi)	3	3	3	3
I _{max} (W)	1,60138E-11	2,8477E-09	2,04971E-10	2,82939E-08
I _{max} (dBm)	-77,9550591	-55,4550591	-66,8830722	-45,4830722
P _{max} IMT(dBm/largura em MHz)	58	58	64	64
Pathloss(dB)	135,9550591	113,4550591	130,8830722	109,4830722

3.29. Dado os valores de *pathloss* acima, o próximo passo seria determinar o valor de distância correspondente atendendo assim o valor de PFD requerido.

3.30. Como a localização de portos e aeroportos varia, podendo estar por vezes em ambiente urbano e por vezes em outros ambientes, como o suburbano, foram feitos cálculos de distância para dado *pathloss* utilizando-se 2 modelos distintos: COST - Hata Model (cenários urbano e suburbano) e cenário *Urban Macro* do Report ITU-R M.2412-0 (mesmo modelo adotado pelo 3GPP), que são modelos de referência para cenários gerais, mas que no caso concreto podem apresentar desvios em relação aos valores reais. Os resultados constam na planilha com a memória de cálculo em anexo (SEI 6927757). Os cálculos consideraram ainda o diagrama de radiação vertical de uma antena de uma estação IMT típica, com 16 dBi de ganho conforme ilustrado na Figura 06 abaixo (Recomendação F.1336-5).

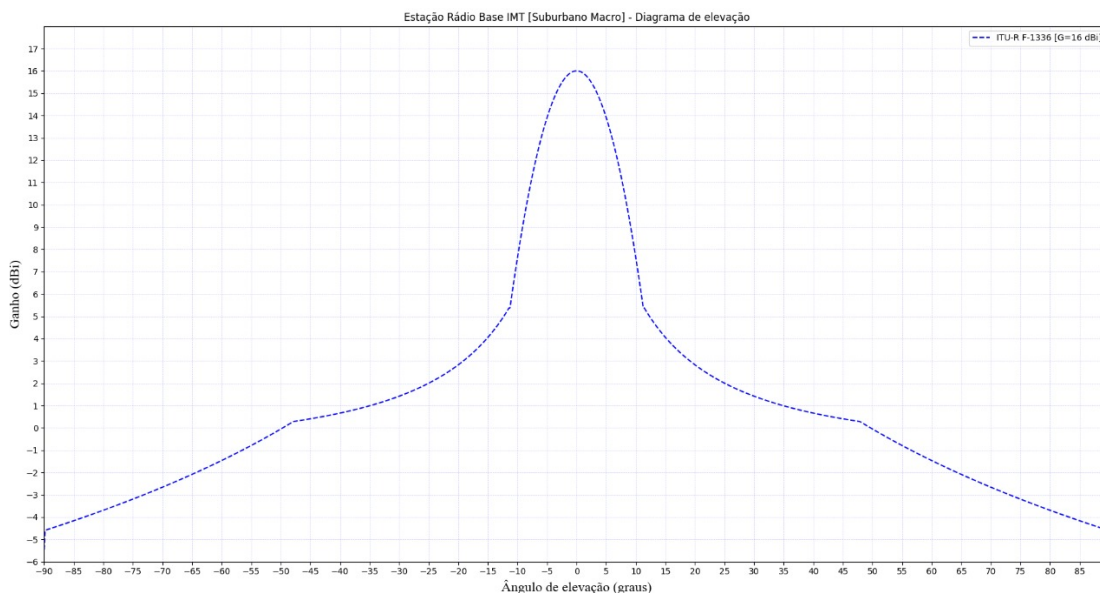


Figura 06 - Ganho em função do ângulo de elevação de uma antena de uma estação IMT típica com 16dB de ganho

3.31. Da tabela 3 do Report ITU-R M.2292-0 tem-se que *odowntilt* das antenas é de 6 graus em cenários suburbanos e 10 graus em cenários urbanos. Observando-se a figura 05 acima, isso se traduz em uma atenuação adicional de 3dB para cenários suburbanos e de 8,5dB para cenários urbanos. Tais atenuações adicionais resultantes do diagrama de radiação das antenas, considerando os *downtilts* utilizados no respectivo ambiente, foram também considerados nos cálculos (SEI 6927757). Além disso considerou-se uma perda de 3dB devido a discriminação de polarização.

3.32. A tabela III abaixo mostra um resumo dos valores resultantes dos cálculos, feitas estas considerações.

Tabela III - Valores de distância de coordenação em km conforme cenário e modelo.					
		1.512-1.517MHz Portos	1.512-1.517MHz Aeroportos	1.492-1.512MHz Portos	1.492-1.512MHz Aeroportos
Pathloss(dB)		135,9550591	113,4550591	130,8830722	109,4830722
Distância(km) correspondente ao Pathloss pelo modelo de HATA	URBANO	2,2	0,5	1,6	0,3
	SUBURBANO	3,7	0,8	2,6	0,6
Distância(km) correspondente ao Pathloss pelo modelo do Report ITU-R M.2412-0	URBAN MACRO	0,7	0,2	0,5	0,1

3.33. Conforme se depreende da tabela acima as distâncias para coordenação variam de 100 m a 500 m em Aeroportos e de 500 m a 3700 m em Portos. Observando-se os maiores valores nota-se que são compatíveis aos calculados por outra metodologia no ECC Report 263 conforme comentado acima no item 3.18. Tal fato de certa forma confirma os cálculos e modelamentos efetuados. Contudo, considerando-se a sensibilidade do problema de convivência entre IMT e MSS, e ainda para maior facilidade de controle por parte da Anatel, optou-se por se adotar um valor único tanto para portos como para aeroportos. Tomando-se o caso mais conservador (maiores valores) chegou-se na tabela IV abaixo com os valores de referência a serem previstos na proposta de Ato.

Tabela IV - Valores de distância de coordenação em metros conforme cenário.		
	1.512-1.517MHz	1.492-1.512MHz
PORTOS E AEROPORTOS	3.700	2.600

3.34. A minuta de Ato anexa prevê ainda que, caso as distâncias de coordenação da tabela IV não sejam suficientes para garantir a convivência entre IMT e MSS, medidas adicionais devem ser adotadas para resolver a interferência prejudicial, de acordo com o caso concreto, sendo estabelecidos como referência os limites de PFD das tabelas 12 e 13 do ECC Report 299. Para o cálculo da distância para realização de coordenação considerou-se os valores mais conservadores da tabela 13 do ECC Report 299, mas para solução de interferência prejudicial, de acordo com o caso concreto, a proposta de Ato prevê referências de limites PFD tanto para situações com uma única portadora de 5 MHz ou 10 MHz, como situações com mais de uma portadora ou portadoras de largura de faixa superior a 10 MHz. Assim, propõe-se a adoção dos limites de referência das tabelas 12 e 13 do ECC Report 299, pois conforme discorrido no capítulo 2 do ECC Report 299, a "Blocking performance" medida em laboratório possui valores diferentes conforme a situação que se configura *single channel* ou *multiple channel*.

3.35. Quando da realização de coordenação prévia para verificar o atendimento dos limites de PFD, para os casos em que se pretenda instalar uma estação radiobase em distâncias inferiores àquelas da Tabela IV, espera-se que as partes interessadas utilizem modelos de propagação adequados que representem bem o cenário do caso concreto, como aqueles modelos previstos nas Recomendações ITU-R P.452 e a P.1812, que possuem bons resultados em comparação com as medições reais, podendo inclusive considerar dados reais do terreno, como topografia e morfologia, e em alguns casos até o *building height*.

3.36. Ao contrário de portos e aeroportos, em ambientes terrestres não há um ponto de

referência ou uma instalação física específica a ser mencionada, logo na minuta de Ato anexa não são previstos critérios de separação espacial para terminais MSS terrestres.

3.37. O ECCReport 263 também concluiu, por meio de cálculos de MCL para MESs de aeronaves para quando a aeronave está em voo, que para todos os casos em que a aeronave excede uma altitude de 600 m a perda de acoplamento atende ao MCL exigido, considerando-se 1 MHz de separação de frequência. Tal constatação em parte é explicada pela alta diretividade das antenas, tanto da estação base IMT, quanto das MES de aeronaves. No Brasil não se tem até o momento nenhum sistema operando entre 1.517 MHz a 1.525 MHz, o que se traduz em 8 MHz de separação de frequências, e assim, não se considera necessário que a proposta de Ato tenha previsão de proteção para MESs em aeronaves em voo. Ressalta-se que cálculos do ECCReport 263 desconsideraram a perda adicional pela fuselagem do avião, fato que corrobora adicionalmente para a proteção de estações MES em aeronaves em voo.

DAS EMISSÕES INDESEJÁVEIS

3.38. No âmbito do 3GPP, no documento de referência dos sistemas 4G (3GPP TS 36.104) a banda L corresponde às seguintes E-UTRA Operating Bands: 45 (1.447 - 1.467 MHz), 50 (1.432 - 1.517 MHz) e 51 (1.427 - 1.432 MHz) para sistemas TDD, 74 (1.427 - 1.470 MHz/1.475 - 1.518 MHz) para sistemas FDD, e 75 (1.432 - 1.517 MHz) e 76 (1.427 - 1.432 MHz) para SDL. Já no documento de referência dos sistemas 5G (3GPP TS 38.104), a banda L corresponde as bandas n50 (1.432 - 1.517 MHz) e n51 (1.427 - 1.432 MHz) para sistemas TDD, n74 (1.427 - 1.470 MHz/1.475 - 1.518 MHz) para sistemas FDD, e n75 (1.432 - 1.517 MHz) e n76 (1.427 - 1.432 MHz) para SDL.

3.39. As Características técnicas de ACLR *Adjacent Channel Leakage Ratio*, de OBUE (*Operating Band Unwanted Emission*) e de emissões espúrias foram definidas com base nos padrões 3GPP TS 38.104 *Base Station*, TS 38.101 (*User Equipment*), na Recomendação ITU-R SM.329 (*Unwanted emissions in the spurious domain*), nos relatórios CEPT e adaptando-se aos arranjos de frequência utilizados no Brasil, de forma a garantir a compatibilidade com padrão internacional definido para o IMT 5G NR. Além disso, fixou-se um nível de emissão indesejável de -30 dBm/MHz de 1.525 MHz a 1.559 MHz, pois foi o valor adotado nos cálculos do ECCReport 263 (conforme item 3.1 do Report) em alinhamento com os equipamentos Categoria B da ITU-R SM.329 documentos de referência do 3GPP. Cumpre ressaltar que uma emissão indesejável de -30dBm/MHz é o limite máximo de referência normativo e que os equipamentos quando chegam ao mercado possuem níveis melhores, pois possuem uma margem para cobrir incertezas nas medições em laboratório, envelhecimento e variação de temperatura.

3.40. Também em relação a emissões indesejáveis, para a faixa imediatamente adjacente superior, manteve-se o valor de referência de 10 MHz de afastamento da faixa de operação, indo até 1527 MHz, que corresponde ao offset máximo para o OBUE, estabelecido nas tabelas 6.6.1-1 e 9.7.1-1 do documento 3GPP 38.104. Contudo, devido aos motivos expostos no item anterior, acima de 1.525 MHz aplica-se o limite de -30 dBm. Emissões indesejáveis em frequências inferiores a 1.400MHz ou superiores a 1.527 MHz foram consideradas como emissões espúrias, sendo também adotados os valores de referência do 3GPP 38.104, combinados com os limites supracitados de -30 dBm/MHz de 1.525 MHz a 1.559 MHz.

3.41. Ainda com relação aos limites de OBUE, cabe esclarecer que basicamente os limites são divididos em conduzidos (tipicamente sistemas não AAS) e radiados (tipicamente sistema AAS), de acordo com a 3GPP 38.104. Esclarece-se, também, que os limites conduzidos são aplicáveis para os sistemas não AAS (BStype 1-C na 3GPP 38.104) e AAS (BStype 1-H na 3GPP 38.104) com possibilidade de realização de medições conduzidas. Com isso, os valores indicados na tabela para os sistemas não AAS se referem ao valor conduzido por porta para antena não integrada. Para os sistemas AAS (do tipo BStype 1-O na 3GPP 38.104), que só permitem medidas *over the air* e que empregam o conceito de TRP (*Total Radiated Power*), o limite definido equivale ao valor de especificação do sistema não AAS por porta + 9 dB. No caso de um sistema AAS (BStype 1-H na 3GPP 38.104), que permite a realização de medidas conduzidas por portas de transmissão, o valor do limite por porta será igual ao valor $TRP-10 \cdot \log_{10}$ (Nportas de transmissão). Tal diferenciação de + 9 dB aplica-se até 1.525 MHz, acima disso aplica-se o limite de -30 dBm/MHz, conforme justificado acima. Cabe esclarecer, ainda, que para a aplicação dos limites de ACLR adotados com base na 3GPP 38.104, foi incluída uma nota no Ato mostrando quais são os limites absolutos aplicáveis seguindo essa mesma regra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

3.42. A carta da Inmarsat (SEI nº6927741), enviada com sugestões para elaboração da presente minuta de Ato, além das considerações acima, feitas no item 3.23, também contem outras argumentações e encaminha dois anexos: o primeiro trata-se de uma carta enviada ao Gabinete do Conselheiro Emmanoel Campelo de Souza Pereira, em 13 de maio de 2020 (SEI nº7031187); e uma cópia da contribuição enviada pela Inmarsat à Consulta Pública nº 14, em junho de 2019 (SEI nº 7031198), consulta esta que originou a Resolução nº 736, de 3 de novembro de 2020.

3.43. Na carta enviada ao Gabinete do Conselheiro Emmanoel é apresentada uma longa argumentação sobre a necessidade de proteção das estações do MSS dos sistemas IMT operando abaixo de 1.518 MHz, citando a contribuição da própria Inmarsat na Consulta Pública nº 14/2019, manifestação do DECEA e de representantes do setor de satélites. São mencionados ainda os estudos em andamento no âmbito da UIT, em função da atualização da Resolução 223 do RR (conforme também mencionado no item 3.6 deste Informe). Como sugestão, a carta da Inmarsat afirma inicialmente que: "A melhor maneira de proteger operações MSS acima de 1518 MHz seria não autorizar, desde logo, novas operações móveis na faixa de 1492-1518 MHz. Essa seria a abordagem mais simples para a Anatel, pois não exigiria o desenvolvimento de regulamentos técnicos detalhados para as operações do IMT." Tal sugestão trata de assunto político regulatório, que foi tratado no âmbito da elaboração da Res. 736/2020 e extrapola os objetivos da presente minuta de Ato, que deve

tratar unicamente da definição dos requisitos técnicos e operacionais da faixa, conforme previsão do Art. 5º da Res. 736/2020. Como sugestão técnica que pode ser avaliada para a elaboração da presente minuta de Ato a Inmarsat sugere: "limites de EIRP da estação base na faixa de 1492-1518 MHz para proteger terminais MSS terrestres e limites de PFD em torno de aeroportos, portos marítimos, áreas costeiras e vias navegáveis interiores para proteger o MES que opera nessas áreas". Os limites de PFD sugeridos são exatamente os mesmos da tabela 13 do ECCReport 299 e que foram adotados nos estudos do presente Informe, conforme discorrido nos itens 3.21 a 3.33, para adoção de uma distância de proteção para que a realização de coordenação seja necessária. Já com relação aos limites EIRP da estação IMT, para a fase 1 (correspondentes as estações MES atuais), para ambientes urbanos chegam a ser sugeridos níveis que variam de 5,5dBm (3,55mW) a 27,5dBm (562,34mW) que são notadamente baixos e que tornam impraticável o funcionamento de sistemas IMT outdoor nestes níveis de potência. Os limites de EIRP da estação base bem como limites de PFD sugeridos nesta carta enviada ao Gabinete do Conselheiro Emmanoel são os mesmos sugeridos na contribuição enviada pela Inmarsat à Consulta Pública nº 14/2020.

3.44. Nesta esteira, a carta da Inmarsat (SEI nº6927741) cita ainda que alguns países decidiram adiar qualquer leilão de espectro e uso da banda 1.492-1.517 MHz (banda L IMT superior) e limitar o uso da faixa 1.427-1.492 MHz a enlaces de descida suplementares (SDL) - apenas estações base macro. Novamente, tal sugestão trata de assunto político regulatório, que foi tratado no âmbito da elaboração da Res. 736/2020 e extrapola os objetivos da presente minuta de Ato. Na carta, é afirmado ainda que em função de futuro lançamento de satélite da Inmarsat (meados de 2022), serão apresentados pedidos de direitos de exploração de satélite aos reguladores para operação do MSS em 1.518-1.525 MHz no Oriente Médio, Ásia e nas Américas, incluindo o Brasil. A esse respeito cumpre esclarecer que, conforme já mencionado em outras partes deste Informe, na conjuntura atual os sistemas do MSS no Brasil tem suas faixas autorizadas somente acima de 1.525 MHz (8 MHz de faixa de guarda) e assim observa-se uma vantagem em prol da convivência harmônica entre IMT e MSS.

3.45. É importante mencionar que a decisão do Conselho Diretor da Anatel, consubstanciada no art. 1º da Resolução nº 736, de 3 de novembro de 2020, foi que os últimos 30 MHz (1.487 MHz a 1.517 MHz) da banda L sejam autorizados, prioritariamente, à exploração do Serviço Limitado Privado (SLP). Neste sentido, as redes serão tipicamente privadas com operação em localidades bem delimitadas e por vezes até remotas, sendo caracterizada ainda por uma densidade de terminais baixa em comparação aos primeiros 60 MHz (1.427 MHz a 1.487 MHz), que além do SLP também serão autorizados para exploração de serviços de interesse coletivo (Serviço Móvel Pessoal - SMP, Serviço Telefônico Fixo Comutado - STFC e Serviço de Comunicação Multimídia - SCM).

3.46. Por fim, cumpre esclarecer que está em desenvolvimento, no âmbito da Gerência de Espectro, Órbita e Radiodifusão/SOR, em conjunto com equipes da SGI, o Sistema de Gestão do Espectro (SGE). Este é um importante sistema para administração do espectro de radiofrequências, que pretende incluir os locais com aeroportos e portos para controle da distância de coordenação, com base na interação com os autorizados do MSS no Brasil. Por meio do SGE, serão disponibilizados no site da Anatel as coordenadas e/ou contornos dos locais com aeroportos e portos, em que a coordenação deverá ser realizada.

[1] *Consideration of the frequency bands 1 375-1 400 MHz and 1 427-1 452 MHz for the mobile service – Compatibility with systems of the Earth exploration-satellite service (EESS) within the 1 400-1 427 MHz frequency band* (https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/otp/rep/R-REP-RS.2336-2014-PDF-E.pdf).

[2] *Compatibility between the Earth exploration-satellite service (passive) and relevant active services.*

[3] *World Radiocommunication Conference (Sharm el-Sheikh, 2019).*

[4] *The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL).* Link: <https://docdb.cept.org/download/4f052b0b-2c6c/ECCDEC1706.pdf>.

[5] <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/satelite/satelites-autorizados>.

[6] https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/06/L-band-1500-MHz-IMT-Range.pdf_071217.

4. DOCUMENTOS RELACIONADOS/ANEXOS

- 4.1. Anexo I - Minuta de Ato (SEI 6576133).
- 4.2. Anexo II - Minuta de Consulta Pública (SEI 6576134).
- 4.3. Anexo III - Carta com sugestões da Inmarsat à Consulta Pública (6927741)
- 4.4. Anexo IV - Planilha com os cálculos do Pathloss (6927757)

5. CONCLUSÃO

5.1. Considerando o exposto, cabe submeter à deliberação do Superintendente de Outorga e Recursos à Prestação, a proposta de Ato estabelecendo requisitos técnicos e operacionais para estações do Serviço Móvel Pessoal (SMP), do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM) e do Serviço Limitado Privado (SLP), na faixa de radiofrequências de 1.427 MHz a 1.517 MHz, para aprovação de Consulta Pública, ao que se seguirá o procedimento administrativo necessário à sua publicação para comentários da sociedade.



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Oliveira Caram Guimarães, Superintendente de Outorga e Recursos à Prestação**, em 15/07/2021, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 23, inciso II, da [Portaria nº 912/2017](#) da Anatel.



Documento assinado eletronicamente por **Agostinho Linhares de Souza Filho, Gerente de Espectro, Órbita e Radiodifusão**, em 15/07/2021, às 17:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 23, inciso II, da [Portaria nº 912/2017](#) da Anatel.



Documento assinado eletronicamente por **Kim Moraes Mota, Coordenador de Processo, Substituto(a)**, em 15/07/2021, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 23, inciso II, da [Portaria nº 912/2017](#) da Anatel.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Aparecida Muniz Fidelis da Silva, Coordenador de Processo**, em 15/07/2021, às 20:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 23, inciso II, da [Portaria nº 912/2017](#) da Anatel.



A autenticidade deste documento pode ser conferida em <http://www.anatel.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **6576124** e o código CRC **7B45D102**.