

**DIRETORIA DE ENGENHARIA
GERÊNCIA DE SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SISTEMAS

**CARACTERÍSTICAS DO SATÉLITE STAR ONE C2
PARA PROJETO TÉCNICO
DE REDES DE COMUNICAÇÕES DIGITAIS EM BANDA C**

DOC.: CTS-ENGSI-21001/01

EMIÇÃO: 21/03/2025

CARACTERÍSTICAS DO SATÉLITE STAR ONE C2 PARA PROJETO TÉCNICO DE REDES DE COMUNICAÇÕES DIGITAIS EM BANDA C

ÍNDICE

Página

INTRODUÇÃO	3
1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SEGMENTO ESPACIAL	3
1.1. Faixas de Frequências	3
1.1.1. Transponders	3
1.1.2. <i>Beacons</i>	3
1.1.3. Frequência de Batimento	3
1.2. Polarização	3
1.3. Características de Cobertura	3
1.3.1. Subida BSAC	4
1.3.2. Descida BSAC	5
1.4. EIRP	6
1.5. G/T	6
1.6. Fluxo de Saturação	6
1.7. Recuos de Entrada e Saída Típicos e Densidade de Ruído de Intermodulação	6
1.8. Condições Operacionais	6
1.8.1. Coordenação Espacial	6
1.8.1.1. Densidade Máxima de Subida	6
1.8.1.2. Densidade Máxima de Descida	6
1.8.2. Margens de Enlace / Sistema	7
2. CARACTERÍSTICAS MANDATÓRIAS DAS ESTAÇÕES TERRENAS TRANSMISSORAS DE DADOS VIA SATÉLITE	7
2.1. Características das Emissões	7
2.1.1. Estabilidade de Frequência	7
2.1.2. Emissão Fora do Feixe	7
2.1.3. Emissão Fora da Banda Alocada	8
2.1.4. Estabilidade de EIRP	8
2.1.5. Densidade Espectral de Potência	8
2.1.5.1. Máscara de Densidade Espectral de Potência na Saída do Modulador	9
2.1.5.2. Máscara de Densidade Espectral de Potência na Saída do Transmissor	10
2.2. Características das Antenas	11
3. INFORMAÇÕES	11

INTRODUÇÃO

Este documento tem por finalidade divulgar as características técnicas necessárias ao projeto e dimensionamento de enlaces associados às redes de dados, voz e vídeo digitais via satélite, utilizando o satélite Star One C2 em Banda C.

1. Características Básicas do Segmento Espacial

O satélite Star One C2 está localizado na posição orbital de 65,0° W.

1.1. Faixas de Frequências

1.1.1. Transponders

O satélite Star One C2 opera, em Banda C, nas faixas de frequências de 5.850,0 MHz a 6.425,0 MHz na transmissão e 3.625,0 MHz a 4.200,0 MHz na recepção, utilizando transponders de largura de faixa de 33/36 MHz em ambas as polarizações horizontal (H) e vertical (V).

1.1.2. Beacons

Os *beacons* do satélite Star One C2, na Banda C, ocupam uma banda de 500,0 kHz nas frequências centrais de 4.199,0 MHz e 4.199,9 MHz (ambos na polarização H), com uma EIRP mínima de 13,0 dBW.

1.1.3. Frequência de Batimento

O batimento entre as frequências de subida e descida do satélite C2 na Banda C é de 2.225,0 MHz para os transponders.

1.2. Polarização

O Star One C2 opera com polarização linear. Uma vez que o Star One C2 faz reuso de frequências através da utilização de dupla polarização, a isolamento das antenas do satélite entre as duas polarizações ortogonais é da ordem de 33,0 dB dentro da área de cobertura, tanto na subida como na descida.

1.3. Características de Cobertura

O satélite Star One C2 opera em Banda C na cobertura Brasil (feixe BSAC).

As coberturas típicas estão apresentados na Figura 1 (feixe BSAC Subida) e Figura 2 (feixe BSAC Descida).

Salientamos que as coberturas reais podem apresentar algumas diferenças em função do transponder específico.

Salientamos também que os contornos de referência para fluxo de saturação, G/T do satélite e EIRP do satélite, mencionados ao longo deste documento, correspondem às curvas de vantagem geográfica de 0,0 dB.

1.3.1. Subida BSAC

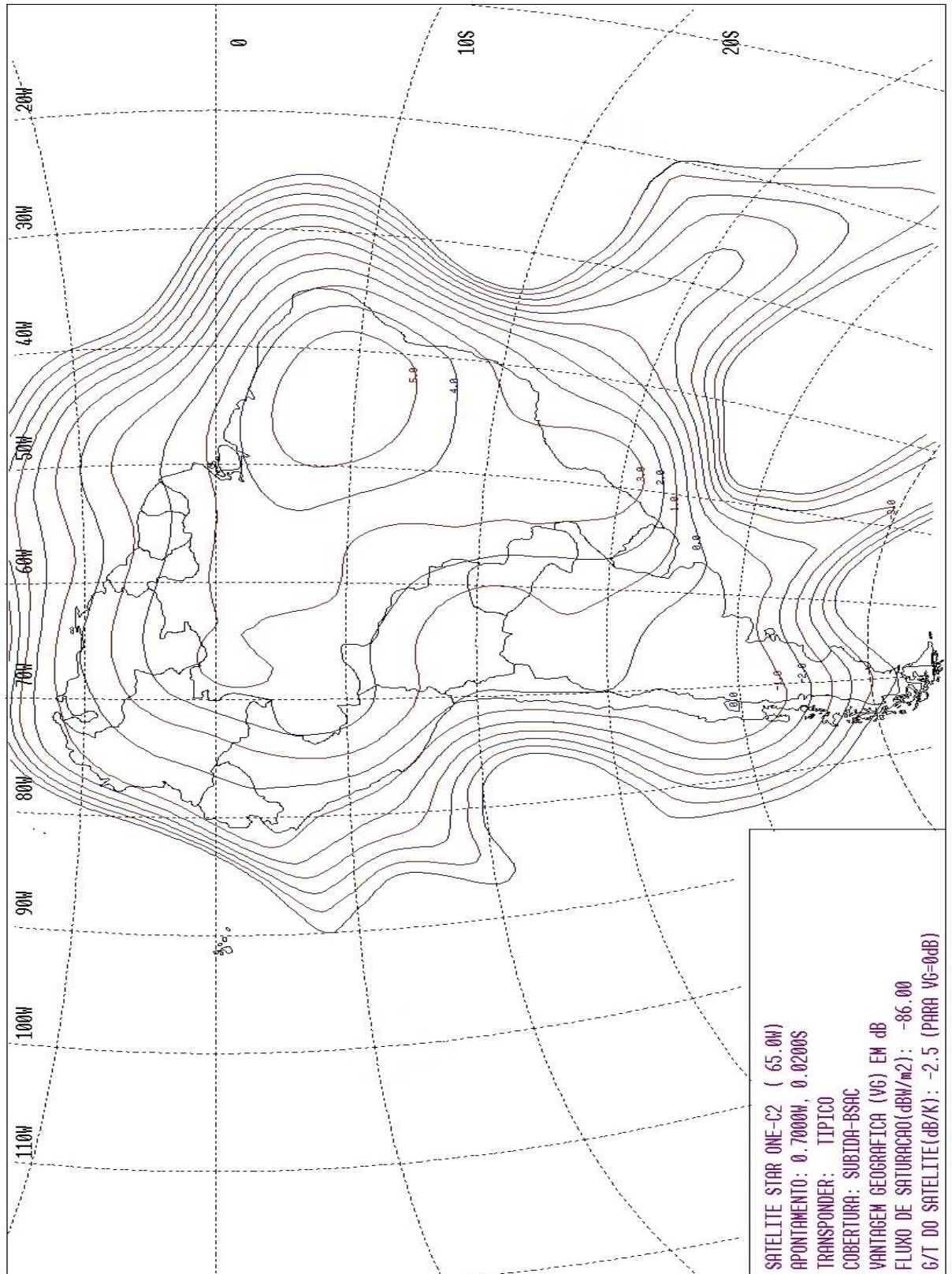


Figura 1 – Cobertura Típica de Subida do Feixe BSAC do Satélite Star One C2 (G/T)

1.3.2. Descida BSAC

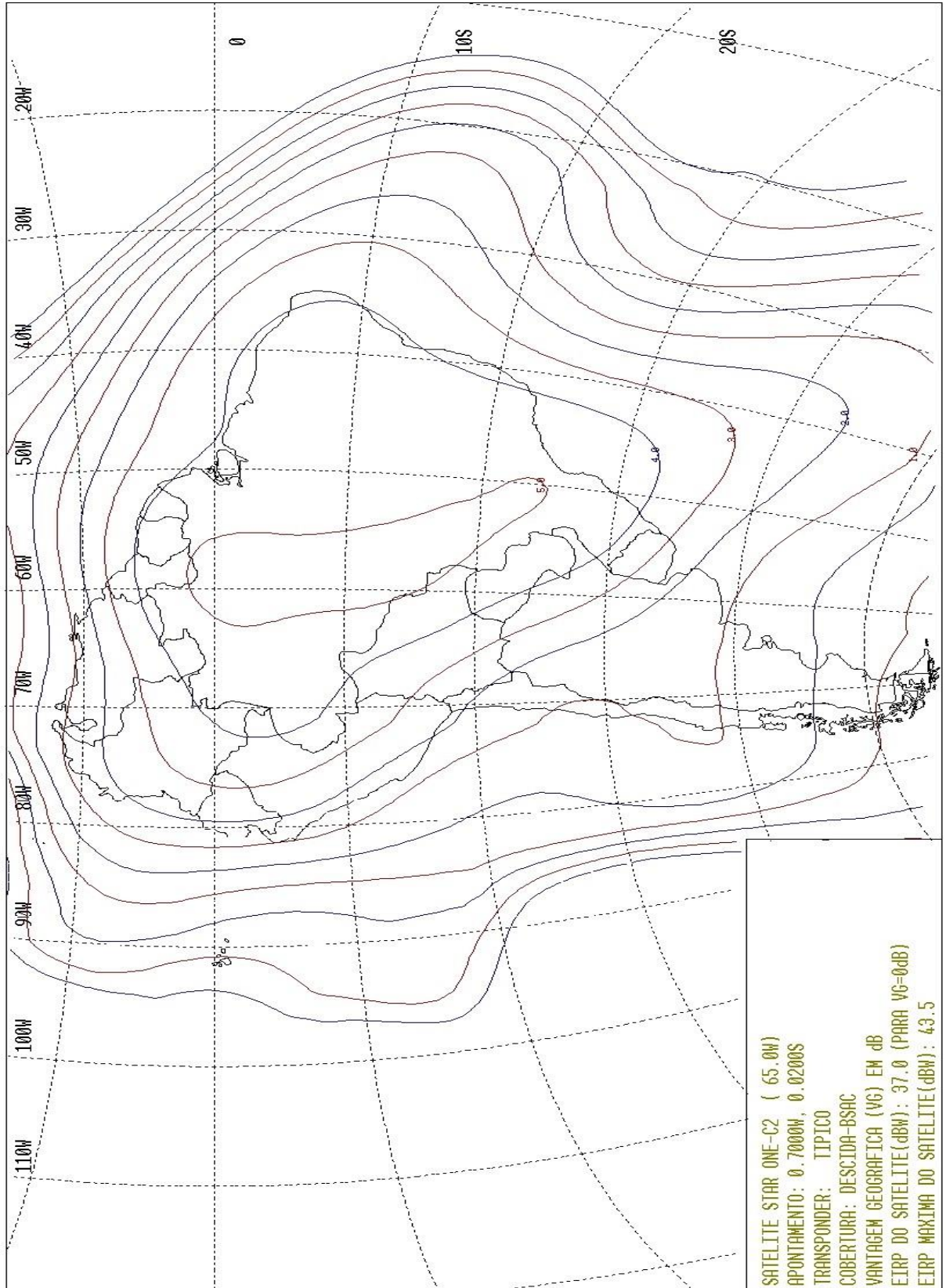


Figura 2 – Cobertura Típica de Descida do Feixe BSAC do Satélite Star One C2 (EIRP)

1.4. EIRP

A EIRP típica do satélite Star One C2 no contorno de referência é de 37,0 dBW na Banda C.

1.5. G/T

O G/T típico do satélite Star One C2 no contorno de referência é de -2,5 dB/K na Banda C.

1.6. Fluxo de Saturação

Deverá ser considerado, em Banda C, um fluxo de saturação típico de -86 dBW/m² no contorno de referência do satélite Star One C2.

O fluxo de saturação poderá ser ajustado em uma faixa de -4,0 dB a +4,0 dB em passos de 0,5 dB a partir da referência, a ser designado pela Embratel Star One em função da demanda do serviço e do transponder escolhido.

1.7. Recuos de Entrada e Saída Típicos e Densidade de Ruído de Intermodulação

Os recuos de entrada e saída totais típicos, para o caso de portadoras alocadas em transponders multiportadoras (*multicarrier mode*), são 5,5 dB e 4,0 dB, respectivamente. A densidade de ruído de intermodulação, para este caso, referida à potência de saturação de saída, é de -97,0 dB/Hz, correspondendo a -24,0 dBW/4KHz, no contorno de referência do satélite Star One C2.

Os recuos de entrada e saída totais típicos, para o caso de portadoras alocadas em transponders com 2 (duas) portadoras (*dual carrier mode*), são 3,0 dB e 2,0 dB, respectivamente. A densidade de ruído de intermodulação, para este caso, pode ser desprezada pois a sua parcela preponderante cairá fora dos limites do transponder.

Os recuos de entrada e saída típicos, para o caso de portadoras alocadas em transponders com 1 (uma) portadora (*single carrier mode*), são 1,0 dB e 0,5 dB, respectivamente. Para portadoras 16APSK utilizar 3,0 dB e 1,5 dB respectivamente.

1.8. Condições Operacionais

As portadoras alocadas no satélite Star One C2 estão sujeitas às condições operacionais descritas nos sub-itens a seguir.

1.8.1. Coordenação Espacial

Em virtude dos acordos de coordenação espacial com os operadores de satélites vizinhos compartilhando a mesma faixa de frequências no arco orbital geoestacionário, o diâmetro mínimo das antenas transmissoras das estações terrenas operando no feixe BSAC do satélite Star One C2 é de 1,8 m, e as portadoras estão sujeitas às densidades máximas abaixo.

Nota: as densidades devem ser calculadas em uma banda de referência de 1,0 Hz dentro da largura de faixa da portadora digital equivalente à sua taxa de símbolos.

1.8.1.1. Densidade Máxima de Subida

A densidade máxima de potência de subida das portadoras operando no feixe BSAC do satélite Star One C2 é de -45,0 dBW/Hz, referida à entrada da antena. Densidades superiores somente poderão ser empregadas com **autorização por escrito da Embratel Star One**.

1.8.1.2. Densidade Máxima de Descida

A densidade máxima de EIRP de descida das portadoras operando no feixe BSAC do satélite Star One C2 é de -31,0 dBW/Hz, referida ao centro do feixe.

Densidades superiores somente poderão ser empregadas com **autorização por escrito da Embratel Star One.**

Nota: a EIRP máxima de saturação do feixe BSAC do satélite Star One C2 é da ordem de 43,5 dBW.

1.8.2. Margens de Enlace / Sistema

- ❖ Margem de enlace de 3,6 dB para cobrir interferências espacial, terrestre, co-transponder e de estação terrena;
- ❖ Margem de enlace adicional, para cobrir desapontamentos, de 0,5 dB em TX e 0,5 dB em RX para antenas maiores que 10,0 m, equipadas com sistema de rastreo. Para antenas não dotadas de rastreo, recomenda-se as seguintes margens para cobrir desapontamentos devidos ao movimento do satélite em seu *Box* de controle (+/- 0,05°):

Diâmetro (m)	Margem para TX (dB)	Margem para RX (dB)
$D \leq 4,5$	0,3	0,2
$D > 4,5$	1,0	0,5

Tabela 1 – Margem Típica de Desapontamento de Antenas sem Rastreo

- ❖ Recomenda-se que seja utilizada uma margem de 2,0 dB, no sistema de transmissão (HPA, Linearizador), para cobrir: diferenças entre as coberturas, chaveamento para caminhos redundantes e possíveis degradações ao longo da vida útil do satélite.

2. Características Mandatórias das Estações Terrenas Transmissoras de Dados Via Satélite

2.1. Características das Emissões

2.1.1. Estabilidade de Frequência

A tolerância de frequência em RF (máxima incerteza de ajuste inicial mais deslocamento ao longo do tempo) não deve exceder $\pm 800,0$ Hz em um dia e $\pm 3500,0$ Hz em um mês, para estações terrenas equipadas com equipamentos instalados em ambiente com controle de temperatura ou com equipamentos instalados ao relento.

2.1.2. Emissão Fora do Feixe

A emissão fora do feixe para qualquer ângulo maior que ϕ_{\min} (maior ângulo entre $1,0^\circ$ e $100^\circ \lambda/D$) fora do eixo do lóbulo principal da antena da estação terrena, dentro da órbita de satélites geostacionários, não deverá exceder os valores da tabela a seguir.

Emissão Fora do Feixe (dBW/Hz)	Ângulo
$-45 + 29 - 25 \log \phi$	$\phi_{\min} \leq \phi < 20^\circ$
$-45 - 3,5$	$20^\circ \leq \phi < 26,3^\circ$
$-45 + 32 - 25 \log \phi$	$26,3^\circ \leq \phi < 48^\circ$
$-45 - 10$	$48^\circ \leq \phi \leq 180^\circ$

Tabela 2– Emissão Fora do Feixe

Notas:

1. as densidades devem ser calculadas em uma banda de referência de 1,0 Hz dentro da largura de faixa da portadora digital equivalente à sua taxa de símbolos;
2. as antenas com emissão fora do feixe superior ao apresentado na Tabela 2 somente poderão ser utilizadas para transmissão (enlaces de subida) se na sua entrada a potência for reduzida de maneira a eliminar o excesso, ainda assim com **autorização por escrito da Embratel Star One.**

2.1.3. Emissão Fora da Banda Alocada

A densidade de EIRP transmitida fora da banda alocada da portadora não deve exceder o valor de 10,0 dBW/4 kHz para intermodulação e 0,0 dBW/4 kHz para espúrios, resultando em um agregado de 10,4 dBW/4 kHz.

Os limites apresentados acima deverão ser reduzidos do valor correspondente ao aumento do ganho de recepção da antena do satélite relativo ao contorno de referência.

Em qualquer caso, quando uma emissão fora da faixa autorizada causar interferência prejudicial, poderá ser exigida uma redução adicional aos limites acima estabelecidos.

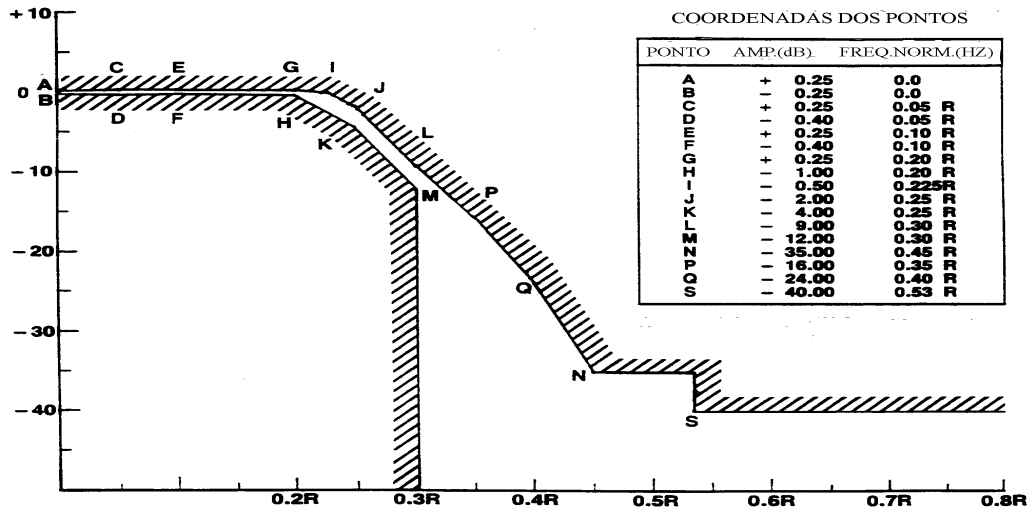
2.1.4. Estabilidade de EIRP

A variação de EIRP da estação terrena ao longo de um dia deve ser inferior a 2,0 dBpp, descontando-se as contribuições da variação da posição do satélite e das condições adversas de tempo, para estações equipadas com equipamentos instalados em ambiente com controle de temperatura ou com equipamentos instalados ao relento.

2.1.5. Densidade Espectral de Potência

A densidade espectral de potência da portadora modulada na saída do modulador e na saída do transmissor da estação terrena, deverão estar em conformidade com as máscaras apresentadas nos itens a seguir.

2.1.5.1. Máscara de Densidade Espectral de Potência na Saída do Modulador

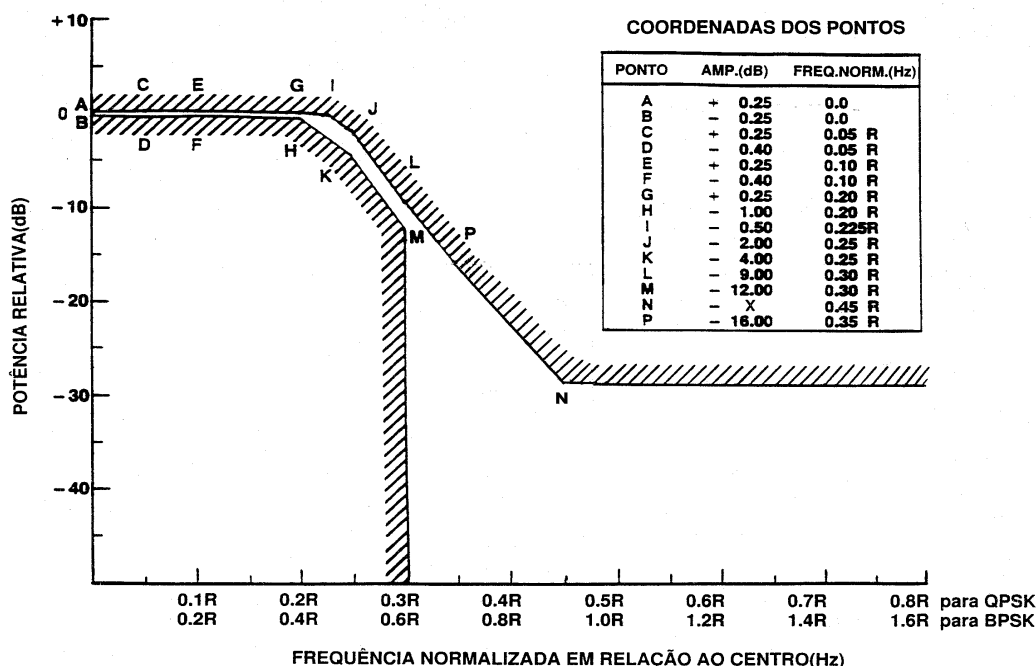


Notas :

1. R = Taxa de Transmissão em bits por segundo;
2. A frequência normalizada do eixo das abcissas corresponde à modulação QPSK; para obter as frequências para a modulação BPSK, multiplicar os valores constantes da abcissa por 2; para obter as frequências para a modulação 8PSK, dividir os valores constantes da abcissa por 1,5;
3. A potência relativa de 0,0 dB, para a modulação QPSK, corresponde a $-10 \log (R/2)$ dB/Hz em relação à potência da portadora sem modulação; para obter a potência relativa para a modulação BPSK, utilizar R no lugar de R/2; para obter a potência relativa para a modulação 8PSK, utilizar $3R/2$ no lugar de R/2.

2.1.5.2. Máscara de Densidade Espectral de Potência na Saída do Transmissor

MÁSCARA DE DENSIDADE ESPECTRAL DE POTÊNCIA, ESPÚRIOS E INTERMODULAÇÃO NA SAÍDA DO TRANSMISSOR



Notas:

1. R = Taxa de Transmissão em BITS por segundo;
2. NBPS = Número de BITS por símbolo (1 para BPSK, 2 para QPSK);
3. A potência relativa de 0,0 dB corresponde a $-10 \log (R / NBPS)$ dB/Hz em relação à potência da portadora sem modulação;
4. $X(\text{dB}) = \text{EIRP}_{\text{TX}}(\text{dBW}) + \text{VG}_{\text{UP}}(\text{dB}) + 25,6 \text{ dB} - 10 \log (R / NBPS)$;
5. O valor de X plotado refere-se a uma portadora BPSK de 512KBPS+FEC1/2 com uma típica $\text{EIRP}_{\text{TX}} = 56,0\text{dBW}$ num contorno de subida de 7,0dB;
6. O lóbulo secundário não pode ter amplitude relativa (X) maior que -26,0 dB na frequência normalizada em relação ao centro de 0,75R para QPSK e 1,5R para BPSK;
7. Nota 6. pode sobrepor à nota 5.);
8. Espúrios independentes deverão atender ao critério de 0,0 dBW/4KHz.

2.2. Características das Antenas

As principais características técnicas mínimas de radiação de antenas de estações terrenas, utilizadas nos enlaces de comunicações via satélite geoestacionários no território brasileiro, estão indicadas a seguir:

- $G = 29 - 25 \log \varphi$ dBi para φ entre 1° ou $100 \lambda/D$ (o que for maior) e 20°
- $G = -3,5$ dBi para $20^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ$
- $G = 32 - 25 \log \varphi$ dBi para $26,3^\circ < \varphi < 48^\circ$
- $G = -10$ dBi para $48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$

Onde G é o ganho da antena, φ o ângulo entre a direção considerada e o eixo da antena, D o maior diâmetro de sua área de abertura e λ o comprimento de onda.

- Isolação de polarização cruzada no eixo
 - 27 dB para $D \leq 2,4$ m
 - 30 dB para $2,4 \text{ m} < D \leq 7 \text{ m}$
 - 35 dB para $7 \text{ m} < D$

Nota: Como a “Norma para Certificação e Homologação de Antenas para Estações Terrenas Operando com Satélites Geoestacionários” (Anexo à Resolução nº 572 da Anatel, de 28/09/2011) foi revogada, a Embratel Star One passou a adotar como referência a Recomendação ITU-R S.580-6 “*Radiation Diagrams for Use as Design Objectives for Antennas of Earth Stations Operating with Geostationary Satellites*” com destaque para os itens 1 e 2.

3. Informações

Dúvidas , sugestões e esclarecimentos , contate ou envie correspondência para :

Claro – Gerência de Sistemas de Comunicações

End. : Avenida Presidente Vargas 1012 – 6º andar Centro

CEP : 20071-910 Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Contato: <https://www.claro.com.br/empresas/satelites>