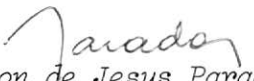


I

1. Publicação nº <i>INPE-2947-NTI/191</i>	2. Versão	3. Data <i>Nov., 1983</i>	5. Distribuição ☒ Interna ☐ Externa ☐ Restrita
4. Origem <i>DTL/DST</i>	Programa <i>ESTER2/ETCOMS</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ESTAÇÃO TERRENA SATÉLITE</i> <i>TELECOMUNICAÇÕES CÁLCULO DE ENLACES</i>			
7. C.D.U.: <i>621.391:629.783</i>			
8. Título <i>CÁLCULO DOS ENLACES SCPC ENTRE ESTAÇÕES TERRENAS DA REDE DAS FORÇAS ARMADAS, ATRAVÉS DO SATÉLITE DOMÉSTICO SBTS</i>		10. Páginas: <i>38</i>	
		11. Última página: <i>29</i>	
9. Autoria <i>Aydano B. Carleial</i>		12. Revisada por  <i>Carlos E. Santana</i>	
		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor Geral</i>	
Assinatura responsável <i>Aydano Carleial</i>			
14. Resumo/Notas <i>São apresentados cálculos de enlaces de comunicações SCPC entre pequenas estações terrenas com as características das estações desenhadas pelo INPE para uma futura rede das Forças Armadas, que usará o satélite doméstico do SBTS.</i>			
15. Observações			

ABSTRACT

Link budgets are presented for SCPC communication links between small earth stations having the characteristics of the stations developed by INPE for a future network of the Armed Forces, which will use the SBTS domestic satellite.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	<i>v</i>
LISTA DE TABELAS	<i>vii</i>
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REDE</u>	1
3. <u>CÁLCULOS DOS ENLACES</u>	8

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Contornos de cobertura típicos da recepção de um "transponder" do satélite SBTS	3
2 - Contornos de cobertura típicos da transmissão de um "transponder" do satélite SBTS	4
3 - Recuo de saída e relação $\Sigma C/N_0$ no centro da faixa para muitas portadoras, em função do recuo de entrada, para "transponder" típico de satélite de comunicações	7

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 1	9
2 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 2	11
3 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 3	13
4 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 4	15
5 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 5	17
6 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 6	19
7 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 7	21
8 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 8	23
9 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 9	25
10 - Orçamento do enlace SCPC no Caso 10	27

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta alguns cálculos de enlaces de comunicação entre estações terrenas, do tipo desenvolvido pelo INPE, para uma futura rede de comunicações das Forças Armadas, que funcionará com o satélite doméstico do Sistema Brasileiro de Telecomunicações por Satélite (SBTS). A rede empregará o método de múltiplo acesso ao satélite por divisão de frequência com um único canal (de voz ou equivalente) por portadora (SCPC). As estações terrenas, de pequeno porte, equipadas com antenas de 4,5 m de diâmetro, serão capazes de transmitir de um a oito canais, conforme a versão. As características técnicas das estações terrenas constam dos documentos "Requisitos de Sistema para Estação Terrena SCPC FM de Baixa Capacidade" (Carleial, 1983) e "Especificações de Estação Terrena SCPC FM de Baixa Capacidade" (Carleial et alii, 1983).

O conceito da rede de comunicações das Forças Armadas encontra-se apenas esboçado em suas linhas gerais, e as características técnicas do satélite, em particular seus diagramas de cobertura, ainda estão sujeitas a modificações. Não obstante, os elementos disponíveis são suficientes para confirmar a viabilidade da configuração atualmente especificada para as estações terrenas, no que se refere ao desempenho dos enlaces.

Os dados e as hipóteses que servem de base aos cálculos estão resumidos na Seção 2. A Seção 3 do relatório contém os orçamentos de potência de sinal e ruído dos enlaces, na forma de tabelas, com comentários e notas explicativas sobre os diversos casos considerados.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REDE

O segmento espacial da rede de comunicações das Forças Armadas será constituído por dois "transponders" do satélite. Cada "transponder" de 36 MHz comporta 1196 canais SCPC de 30 kHz. Um tom piloto é transmitido no centro do "transponder", com faixa de guarda de 120 kHz. Os "transponders" 1A e 2A do SBTS, adjacentes, com mesma polarização, transmitirão para a terra em faixas centradas em 3720 e 3760 MHz, respectivamente. Esses dois "transponders" poderão ser escolhidos, entre ou

tros motivos, porque a porção inferior (abaixo de 3800 MHz) da faixa de 3700-4200 MHz, utilizada pelo SBTS para transmissões no sentido espaço-terra, está reservada, nas radiocomunicações terrestres, à Correspondência Oficial (G), efetuada por órgãos do Governo Federal, primordialmente os responsáveis pela Segurança Nacional. A faixa 3800-4200 MHz, utilizada para Correspondência Pública nos sistemas terrestres, é menos imune a interferências e poderá impor mais restrições à localização de estações terrenas.

O sistema de consignação dos canais na rede não está definido, mas sabe-se que a consignação nem será totalmente prefixada, nem será feita automaticamente por demanda (DAMA). Considerando-se o caráter dinâmico, mas pouco ágil, das consignações, pode-se prever que, mesmo nas ocasiões de máxima demanda de tráfego, dificilmente serão empregados mais de 85% dos canais em um dado instante. Por outro lado, como a grande maioria dos canais será usada em circuitos duplex de telefonia, nos quais as portadoras são ativadas pela voz e desativadas nos intervalos de silêncio, o número de portadoras ativas em um dado instante dificilmente excederá a metade do número de canais consignados, quando esse número for grande. Quando a rede estiver totalmente instalada e funcionando a plena carga, estima-se que o número médio de portadoras transmitidas por cada "transponder" das Forças Armadas fique em torno de 400, durante a hora de maior movimento.

A cobertura do Brasil pelos diagramas da antena do satélite ainda está sujeita a pequenas modificações de projeto. Além disto, depende do "transponder" considerado. Entretanto, é certo que o território continental do País estará quase inteiramente incluído no contorno de $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$ (recepção) e no contorno de $\text{EIRP} = 34 \text{ dBW}$ (transmissão com "transponder" saturado). Para os fins deste relatório, estes dois contornos, ligeiramente modificados para descontar o efeito da variação da distância entre o satélite e a estação terrena com a localização geográfica, são designados "contornos de referência" de recepção e transmissão do satélite, respectivamente. Uma situação típica dos dois contornos de referência é apresentada nas Figuras 1 e 2, apenas a título de exemplo ilustrativo. Outros contornos típicos, correspondentes a outros níveis de G/T e EIRP (com a correção citada) foram também traçados nas duas figuras.

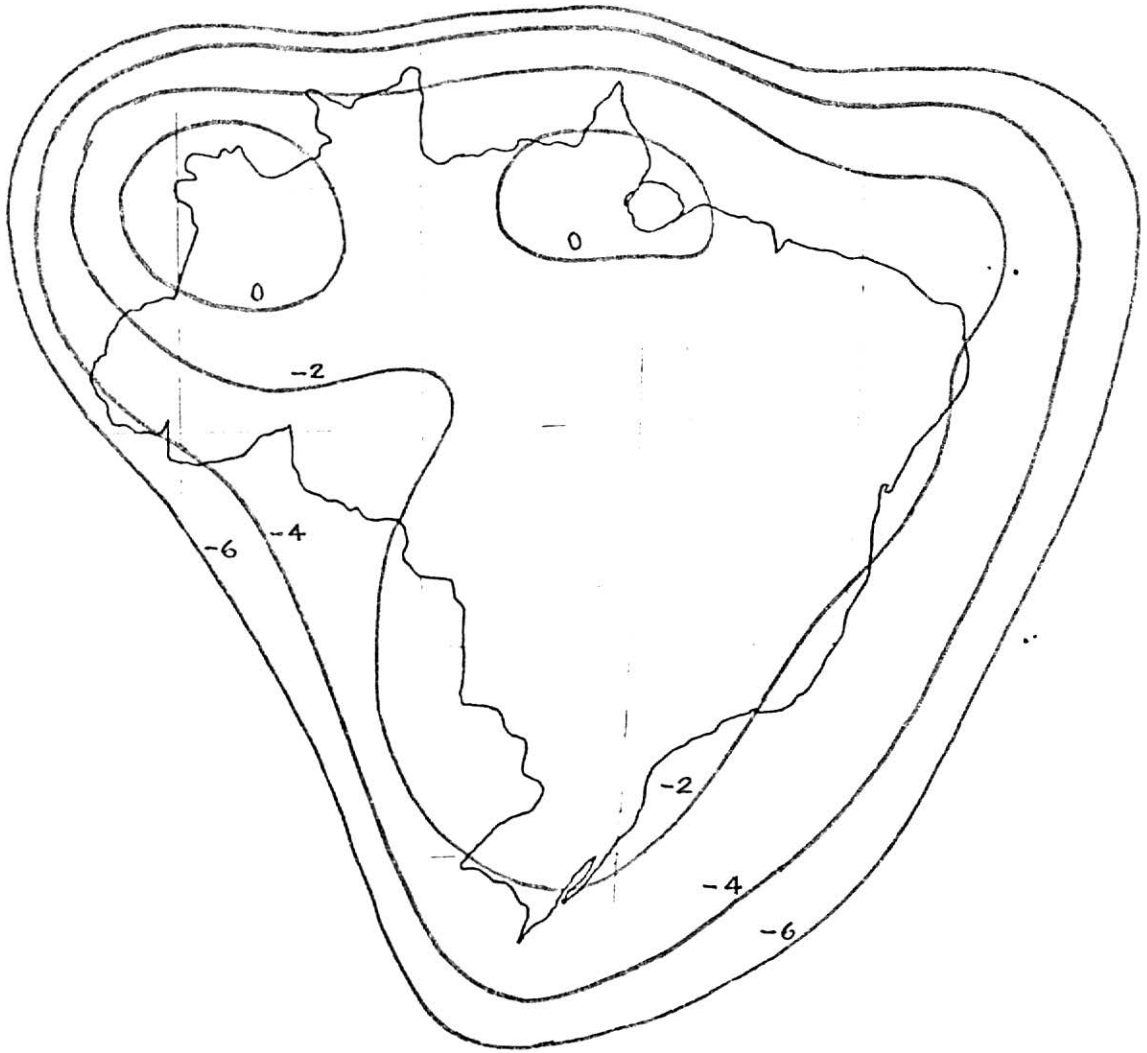


Fig. 1 - Contornos de cobertura típicos da recepção de um "transponder" do satélite SBTS.

- Os contornos representados contêm os pontos cobertos pelo satélite com o nível indicado de G/T corrigido (em dBK^{-1}). $\bar{0}$ G/T corrigido é igual ao G/T verdadeiro do satélite menos a perda de espaço livre adicional àquela correspondente à distância de 36300 km. O "contorno de referência" considerado neste trabalho é o de -4 dBK^{-1} .

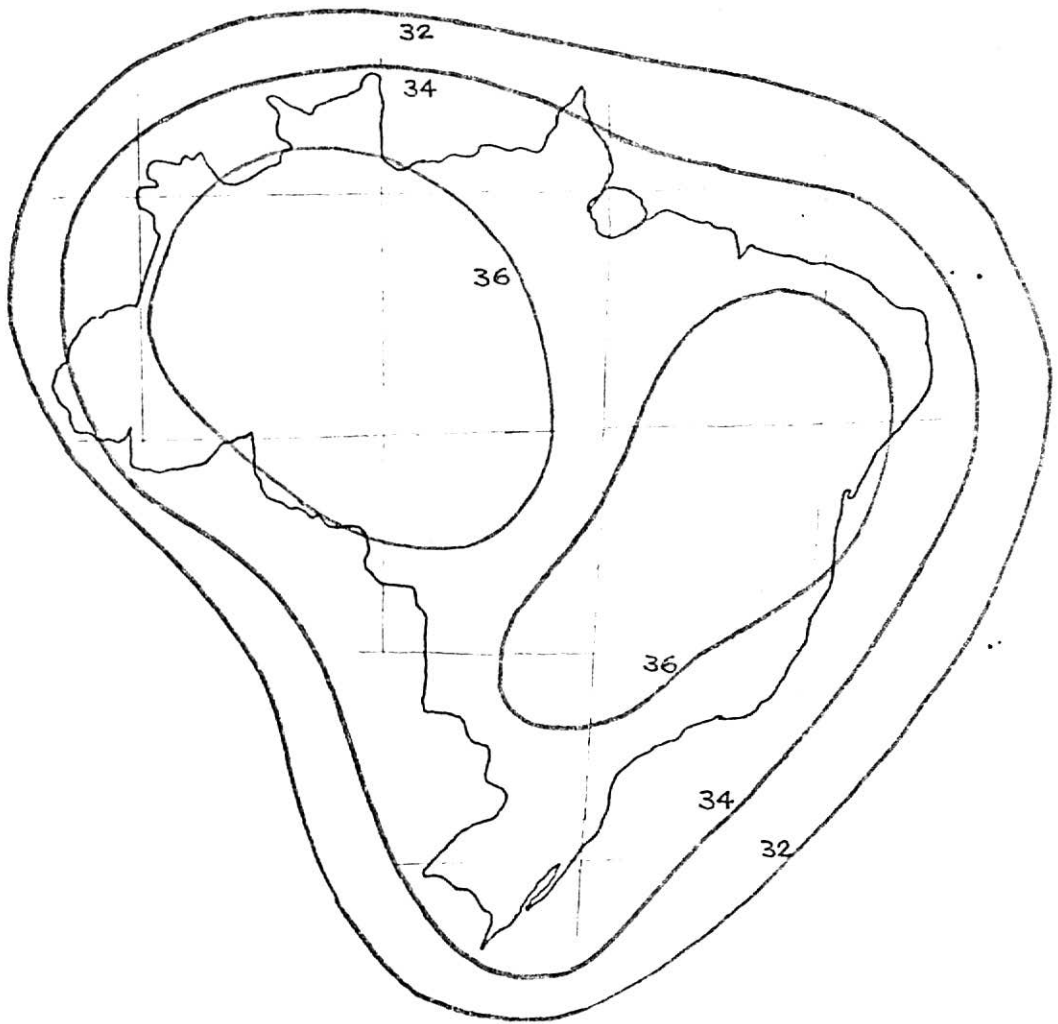


Fig. 2 - Contornos de cobertura típicos da transmissão de um "transponder" do satélite do SBTS.

- Os contornos representados contêm os pontos cobertos pelo satélite com o nível indicado de EIRP corrigida (em dBW). A EIRP corrigida é igual à EIRP verdadeira do satélite (com "transponder" saturado por uma única portadora) menos a perda de espaço livre adicional àquela correspondente à distância de 36300 km. O "contorno de referência" considerado neste trabalho é o de 34 dBW.

A rede operará com todas as portadoras SCPC passando pelo satélite no mesmo nível nominal de potência, o que requer um ajuste das potências de transmissão das estações terrenas, de acordo com a localização, de forma a compensar as variações ilustradas na Figura 1. As estações terrenas são capazes de fazer esse ajuste em passos discretos de 1 dB. Definiu-se a EIRP nominal de 46,5 dBW por canal SCPC para estações terrenas localizadas sobre o contorno de referência de recepção. A EIRP usada em pontos geograficamente mais privilegiados será progressivamente menor.

Fora dos contornos de referência, onde a EIRP das estações terrenas deve ser maior do que 46,5 dBW por canal, admite-se equipar as estações terrenas com antenas maiores, de 6 m de diâmetro, que propiciariam ganho maior na transmissão e na recepção. Entretanto, considerando as margens identificadas nos cálculos de enlaces (Seção 3) e a possibilidade de incrementar um pouco a potência do transmissor, é possível que a utilização de antenas de diâmetro maior do que 4,5 m seja necessária apenas nas ilhas oceânicas de Trindade e Martim Vaz.

Na transmissão espaço-terra, as vantagens de localização geográfica, em princípio, não serão compensadas, mas serão desfrutadas pelas estações situadas em locais favorecidos, que disporão de maior margem na recepção.

O ganho dos "transponders" das Forças Armadas será ajustado para a posição em que uma densidade de fluxo de potência de -82 dBWm^{-2} , em uma única portadora proveniente de direção com $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$, leva à saturação. Como o fluxo de saturação admite uma tolerância de $\pm 2 \text{ dB}$, foram feitos cálculos também com -80 e -84 dBWm^{-2} .

O recuo ("back-off") de entrada do "transponder" foi calculado, em cada caso, admitindo para a EIRP das estações terrenas um valor equivalente médio 0,5 dB acima do valor nominal e uma perda média de 0,2 dB na transmissão (desapontamento da antena, etc.).

As estações terrenas que transmitirem mais de uma portadora SCPC gerarão intermodulação, devida principalmente à não-linearidade dos amplificadores de potência. Com base nas especificações atualmente adotadas para as estações terrenas e em certas hipóteses cautelosas sobre a distribuição de canais dentro da rede, adotou-se para os cálculos o valor de 23 dB para a relação entre a potência de RF do sinal desejado e a da intermodulação gerada nas estações terrenas. Na prática, esse valor será superado quase o tempo todo, mesmo nos canais mais afetados.

Quanto à não-linearidade de "transponder" do satélite, as curvas da Figura 3 foram usadas para estimar, nas diversas situações consideradas, o nível de intermodulação e a EIRP do satélite. Curvas específicas do SBTS ainda não foram levantadas, mas as curvas típicas aqui apresentadas devem ser uma boa aproximação.

Devido à concentração do espectro FM, o efeito do ruído de intermodulação em SCPC FM geralmente é um pouco mais deletério do que o do ruído térmico de mesma potência. Para os parâmetros do sistema em estudo, a diferença não é grande e foi desprezada neste trabalho.

Para a contribuição de ruído proveniente de interferências (de canais adjacentes, "transponders" adjacentes, "transponders" da polarização cruzada, outros satélites, fontes terrestres, etc.) foi estipulado um valor bastante arbitrário, igual ao do ruído térmico no satélite. Esta parcela deverá ser estimada em um estudo futuro.

A temperatura de ruído do amplificador de baixo ruído (LNA) da estação terrena é 110 K (máxima permitida na especificação). Admitiu-se uma temperatura de ruído de antena de 15 K na ausência de chuva. Considerou-se para a atenuação por chuva uma temperatura equivalente associada de 280 K. Para a atenuação no trajeto antena-LNA, considerou-se uma temperatura equivalente associada de 310 K.

Finalmente, as margens de enlace foram calculadas com respeito a uma relação portadora/ruído de 9 dB em uma faixa de 28 kHz.

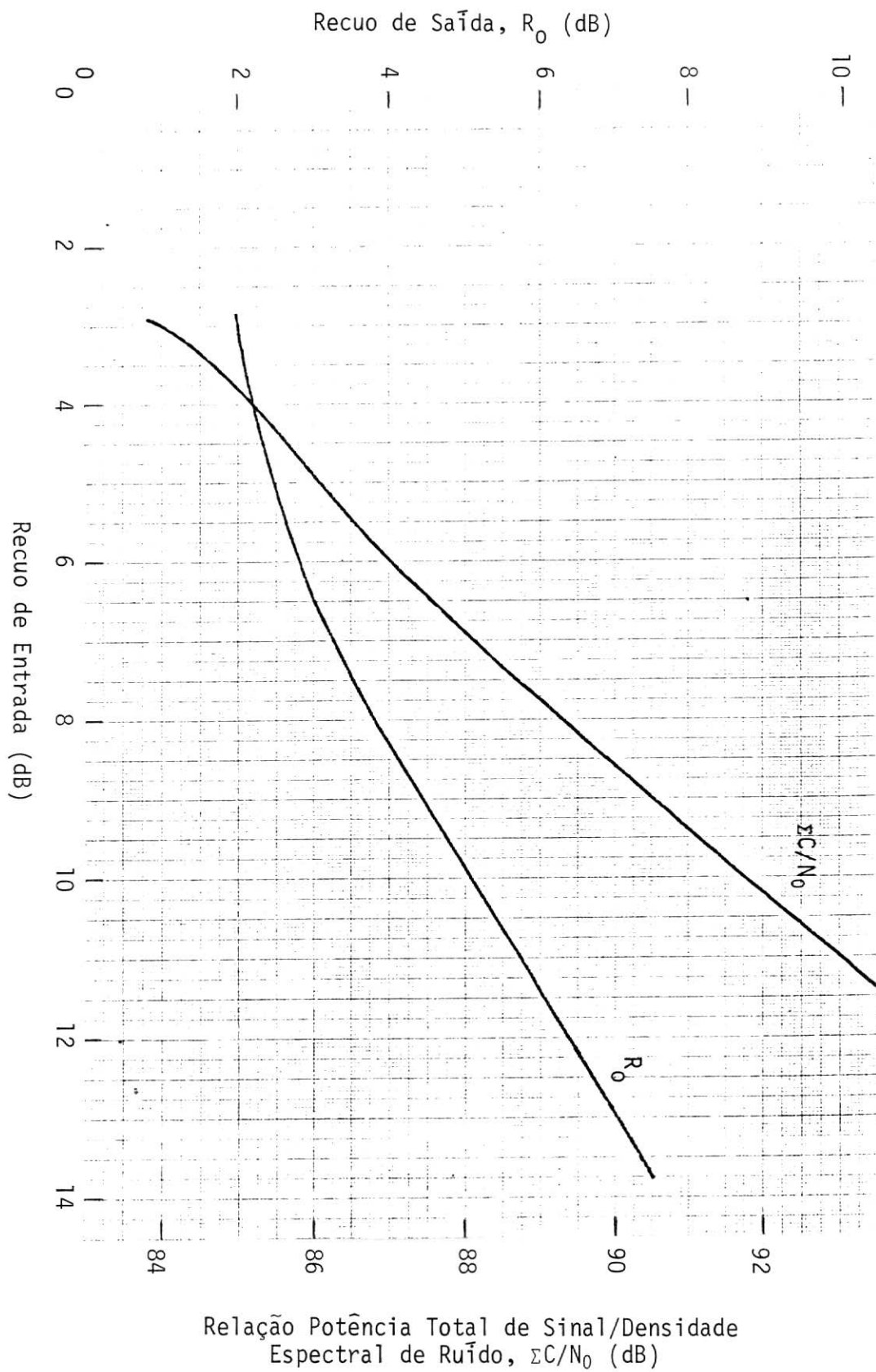


Fig. 3 - Recuo de saída e relação $\Sigma C/N_0$ no centro da faixa para muitas portadoras, em função do recuo de entrada, para "transponder" típico de satélite de comunicações.

3. CÁLCULOS DOS ENLACES

Apresentam-se nesta seção dez tabelas com orçamentos de potências de sinal e de ruído de enlaces SCPC entre estações terrenas da futura rede das Forças Armadas, cobrindo dez situações diferentes, resumidamente caracterizadas a seguir.

Caso 1: Estações transmissora e receptora localizadas sobre os respectivos contornos de referência. Frequências de 5945 MHz (subida) e 3720 MHz (descida). "Transponder" com 400 portadoras ativas. Ponto de saturação do "transponder" em -82 dBWm^{-2} para $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Caso 2: Idem, mas com as frequências de 6405 e 4180 MHz.

Caso 3: Igual ao Caso 1, mas com saturação em -80 dBWm^{-2} .

Caso 4: Idem, mas com saturação em -84 dBWm^{-2} .

Caso 5: Igual ao Caso 1, mas com 200 portadoras ativas no "transponder".

Caso 6: Idem, mas com 600 portadoras ativas no "transponder".

Caso 7: Igual ao Caso 1, mas com perdas de radiopropagação (causadas essencialmente por chuvas) de 1 dB no lance de subida e 0,4 dB no de descida. A probabilidade de ocorrer esta combinação de atenuações, ou outra equivalente ou mais severa, é bem menor do que a ditada pelo requisito de disponibilidade especificado para a rede das Forças Armadas (99% para um circuito no pior mês).

Caso 8: Idem, mas com 600 portadoras ativas no "transponder".

Caso 9: Igual ao Caso 1, mas com a estação terrena receptora localizada em um ponto onde o sinal do satélite chega 4 dB mais forte do que no contorno de referência de transmissão.

Caso 10: Idem, mas com a estação terrena receptora localizada em um ponto onde o sinal do satélite chega 3 dB mais fraco do que no contorno de referência de transmissão.

TABELA 1

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 1

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBw
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	38,8 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	40,5 dBK
Relação C/N_0 , subida	60,22 dBHz

(continua)

Tabela 1 - Conclusão.

EIRP do satélite, cortorno de referência de transmissão	4,6 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-147,60 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N_0 , descida	59,49 dBHz
Relação C/N_0 final	56,8 dBHz
Relação C/N final	12,4 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	3,4 dB

TABELA 2

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 2

Frequências: 6405 e 4180 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,77 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência na recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-128,57 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	37,4 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	39,6 dBK
Relação C/N_0 , subida	60,47 dBHz

(continua)

Tabela 2 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	4,6 dBW
Perda no espaço livre, descida	196,06 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	44,1 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-147,81 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N_0 , descida	59,28 dBHz
Relação C/N_0 final	56,8 dBHz
Relação C/N final	12,4 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	3,4 dB

TABELA 3

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 3

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -80 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	36,3 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	38,9 dBK
Relação C/N_0 , subida	61,76 dBHz

(continua)

Tabela 3 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	3,3 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-148,90 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
• Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N_0 , descida	58,19 dBHz
Relação C/N_0 final	56,6 dBHz
Relação C/N final	12,1 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	3,1 dB

TABELA 4

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC DO CASO 4

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -84 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferência intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	40,9 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	42,0 dBK
Relação C/N , subida	58,68 dBHz

(continua)

Tabela 4 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	5,4 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-146,80 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N_0 , descida	60,29 dBHz
Relação C/N_0 final	56,4 dBHz
Relação C/N final	11,9 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	2,9 dB

Nota: No presente caso, com o ponto de saturação do satélite bem abaixo do valor nominal de -82 dBWm^{-2} para $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$, o desempenho final do enlace indicado na tabela pode ser melhorado, com economia de potência, reduzindo a EIRP nominal das estações terrenas. Por exemplo, adotando-se a EIRP nominal de 44,5 dBW em lugar de 46,5 dBW, a relação C/N final passa de 11,9 dB para 12,2 dB, sem levar em conta a redução do nível relativo de produtos de intermodulação gerados nas estações terrenas.

TABELA 5

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 5

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

200 portadoras ativas

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência na recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	31,9 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	37,1 dBK
Relação C/N_0 , subida	63,62 dBHz

(continua)

Tabela 5 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	5,7 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-146,50 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N , descida	60,59 dBHz
Relação C/N final	58,8 dBHz
Relação C/N final	14,4 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	5,4 dB

TABELA 6

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 6

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

600 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	42,5 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	43,3 dBK
Relação C/N_0 , subida	57,39 dBHz

(continua)

Tabela 6 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	3,5 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-148,70 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N , descida	58,39 dBHz
Relação C/N final	54,9 dBHz
Relação C/N final	10,4 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	1,4 dB

TABELA 7

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 7

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Atenuações de 1,0 dB (subida) e 0,4 dB (descida).

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	1,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-128,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	38,8 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	40,5 dBK
Relação C/N_0 , subida	59,22 dBHz

(continua)

Tabela 7 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	3,6 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,4 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-149,00 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
• Ruído térmico, descida	22,16 dBK
Relação C/N ₀ , descida	57,44 dBHz
Relação C/N ₀ final	55,2 dBHz
Relação C/N final	10,8 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	1,8 dB

TABELA 8

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 8

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

600 portadoras ativas

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Atenuações de 1,0 dB (subida) e 0,4 dB (descida).

Recepção no contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	1,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-128,92 dB
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	42,5 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	43,3 dBK
Relação C/N_0 , subida	56,39 dBHz

(continua)

Tabela 8 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão	2,5 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,4 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-150,10 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	22,16 dBK
Relação C/N_0 , descida	56,34 dBHz
Relação C/N_0 final	53,35 dBHz
Relação C/N final	8,9 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	-0,1 dB

TABELA 9

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 9

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção 4 dB acima do nível de contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dB
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	38,8 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	40,5 dBK
Relação C/N_0 , subida	60,22 dBHz
	(continua)

Tabela 9 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão +4 dB	8,6 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-143,60 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N ₀ , descida	63,49 dBHz
Relação C/N ₀ final	58,5 dBHz
Relação C/N final	14,1 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	5,1 dB

TABELA 10

ORÇAMENTO DO ENLACE SCPC NO CASO 10

Frequências: 5945 e 3720 MHz.

400 portadoras ativas.

Saturação com -82 dBWm^{-2} em $G/T = -4 \text{ dBK}^{-1}$.

Ausência de atenuações por chuvas.

Recepção 3 dB abaixo do nível do contorno de referência.

EIRP da estação terrena	46,5 dBW
Perda no espaço livre, subida	199,12 dB
Perda por desvanecimento, subida	0,0 dB
Outras perdas, subida	0,3 dB
Ganho líquido da antena do satélite na recepção, contorno de referência de recepção	25,0 dB
Nível do sinal recebido pelo satélite	-127,92 dBW
Temperaturas de ruído referidas à entrada do "transponder" do satélite:	
● Intermodulação proveniente das estações terrenas	32,9 dBK
● Agregado de interferências intra e extra-sistema	29,0 dBK
● Ruído térmico, subida	29,0 dBK
● Intermodulação no "transponder"	38,8 dBK
● Temperatura de ruído total, subida	40,5 dBK
Relação C/N_0 , subida	60,22 dBHz

(continua)

Tabela 10 - Conclusão.

EIRP do satélite, contorno de referência de transmissão -3 dB	1,6 dBW
Perda no espaço livre, descida	195,05 dB
Perda por desvanecimento, descida	0,0 dB
Outras perdas diversas, descida	0,2 dB
Ganho líquido da antena da estação terrena, recepção	43,3 dB
Perda entre a antena e o LNA da estação terrena	0,25 dB
Nível do sinal à entrada do LNA da estação terrena	-150,60 dBW
Temperatura de ruído referida à entrada do LNA da estação terrena:	
● Ruído térmico, descida	21,51 dBK
Relação C/N_0 , descida	56,49 dBHz
Relação C/N_0 final	55,0 dBHz
Relação C/N final	10,5 dB
Relação C/N requerida	9,0 dB
Margem	1,5 dB

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARLEIAL, A.B. *Requisitos de sistema para estação terrena SCPC FM de baixa capacidade*. São José dos Campos, INPE, nov. 1983 (INPE-2943-NTE/207).

CARLEIAL, A.B.; KONO, J.; RODRIGUES, J.A.; ARAKAKI, Y.; COLLA, N.H. *Especificações de estação terrena SCPC FM de baixa capacidade*. São José dos Campos, INPE, nov. 1983 (INPE-2944-NTE/208).