

4

Resultados Numéricos

Neste capítulo, são apresentadas as estimativas dos valores dos parâmetros de desempenho de erro em dois cenários. No primeiro cenário, o enlace sofre apenas degradação devida a chuvas, enquanto que, no segundo, degradações devidas a chuvas e interferências externas são consideradas simultaneamente.

As metodologias apresentadas no Capítulo 3 foram utilizadas para estimar as taxas EBR, SER, SESR e BBER em enlaces do sistema fixo terrestre localizados em latitudes de $20^{\circ}S$, 0° e $20^{\circ}N$. Em cada uma dessas latitudes foi escolhido um valor de longitude correspondente à posição geográfica em terra, na qual as interferências externas (geradas por sistemas de satélite HEO) fossem significativas. As localizações consideradas são apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: *Localização dos receptores*

Pontos	P_1	P_2	P_3
Latitude	$20^{\circ}S$	0°	$20^{\circ}N$
Longitude	300°	310°	77°

As características dos enlaces do serviço fixo terrestre (enlaces vítimas) são apresentadas na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: *Características do enlace terrestre*

Características do enlace	
Frequência	18 GHz
Comprimento	8 km
Polarização	Vertical
Ângulo de elevação	0°
Ganho da antena receptora	48 dB
Número de bits por bloco	801
Número de blocos por segundo	192000
Modulação	QPSK e QAM-128

O comportamento estatístico da atenuação causada por chuvas, representado por sua FPDC $C_x(\chi)$, é calculada pelo procedimento descrito na Recomendação ITU-R P.530-11, apresentado no Apêndice C.

As interferências externas consideradas nos exemplos apresentados foram provenientes de três sistemas HEO de satélites, todos com os mesmos parâmetros técnicos e a mesma estrutura orbital. Duas diferentes estruturas orbitais foram utilizadas. Os detalhes de cada uma delas são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: *Características técnicas dos sistemas HEO*

	Estrutura A	Estrutura B
Altitude do apogeu (km)	39520	27288,3
Altitude do perigeu	950	517,4
Excentricidade	0,7247	0,66
Inclinação do plano orbital (graus)	63,4	63,435
Período orbital (h)	12	8
Número de planos orbitais	9	15 (9N, 6S)
Argumento do perigeu	-90°	-90° para N, 90° para S
Número de satélites por plano	1	1
Latitude ativa mínima	54	45

O comportamento estatístico da razão I/N correspondente à interferência agregada gerada por três sistemas HEO, todos com os mesmos parâmetros técnicos e com a mesma estrutura orbital, foi determinada em [13] para sistemas com as estruturas orbitais da Tabela 4.3. A partir desses resultados, foi possível obter o comportamento estatístico da degradação devida às interferências externas consideradas em cada um dos exemplos, uma vez que esta degradação se escreve

$$Y = 1 + \frac{I}{N} \quad (4-1)$$

ou, em dB,

$$y = 10 \log \left(1 + 10^{\frac{i/n}{10}} \right) \quad (4-2)$$

onde i/n é a razão I/N em dB.

Note que (4-2) permite escrever

$$\begin{aligned}
C_y(\gamma) &= 1 - F_y(\gamma) \\
&= 1 - P\left(10\log\left(1 + 10^{\frac{i/n}{10}}\right) \leq \gamma\right) \\
&= 1 - P\left(\frac{i}{n} \leq 10\log\left(10^{\gamma/10} - 1\right)\right) \\
&= 1 - F_{i/n}\left(10\log\left(10^{\gamma/10} - 1\right)\right) \\
&= C_{i/n}\left(10\log\left(10^{\gamma/10} - 1\right)\right)
\end{aligned} \tag{4-3}$$

Conforme mencionado anteriormente, as metodologias apresentadas no Capítulo 3 foram utilizadas para estimar os parâmetros de desempenho de erro em receptores do serviço fixo terrestre localizados em três latitudes distintas: $20^\circ S$, 0° e $20^\circ N$. Em cada uma dessas latitudes, duas estruturas orbitais foram consideradas para os satélites HEO responsáveis pelas interferências externas (ver Tabela 4.3). E ainda, em cada latitude e para cada estrutura orbital, foi determinado o valor de azimute de apontamento da antena receptora para o qual são atingidos valores significativos de atenuação. Os resultados para cada uma dessas latitudes são apresentados nas seções 4.1, 4.2 e 4.3 para $\alpha = 10$.

4.1

Caso 1: Receptor localizado na latitude $20^\circ S$

Neste caso, a longitude escolhida foi 300° (ver Tabela 4.1). Para estas coordenadas, foram calculados os valores da taxa de chuva $R_{0,01}$ e da atenuação $A_{0,01}$ excedidos por 0,01% do período referente a um ano. Estes valores são iguais a

$$R_{0,01} = 60 \text{ mm/h} \tag{4-4}$$

$$A_{0,01} = 23,93 \text{ dB} \tag{4-5}$$

Com base nestes dados, são determinados os valores A_P (em dB) de atenuação excedidos durante a percentagem de tempo P (ou seja, com probabilidade $p = P/100$)

que, considerando-se (C-8), são dados por

$$A_P = 1,675P^{-(0,855+0,139\log_{10}(P))} \quad , 10^{-3} \leq P \leq 1 \quad (4-6)$$

O intervalo de validade dos valores de A_P calculados por (4-6) é dado por $[A_1 \quad , \quad A_{0,001}]$, ou seja, por $[1,7 \quad , \quad 34,5]$.

Na definição da FDPC da degradação x devida a chuvas, considera-se a probabilidade p_w da atenuação ser excedida no pior mês. Esta probabilidade é obtida a partir da percentagem de tempo P com que A_P é excedida no período de um ano, de acordo com a metodologia da Recomendação ITU-R P.841-4. O resultado desta metodologia é apresentado no Apêndice C.2. Tem-se assim

$$p_w = \frac{P_w}{100} \quad (4-7)$$

onde P_w é alculado a partir de P através de (C-8).

A FDPC de x é, então, obtida através da relação

$$C_x(\chi) \Big|_{\chi=A_P} = p_w \quad , \quad (4-8)$$

variando-se A_P de $-\infty$ a $+\infty$.

Note que essa FDPC só é válida para X no intervalo

$$I_x = [1,7 \quad , \quad 34,5] \text{ dB} \quad (4-9)$$

A Figura 4.1 apresenta a Função Distribuição de Probabilidade Cumulativa de x ($C_x(X)$) para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300° .

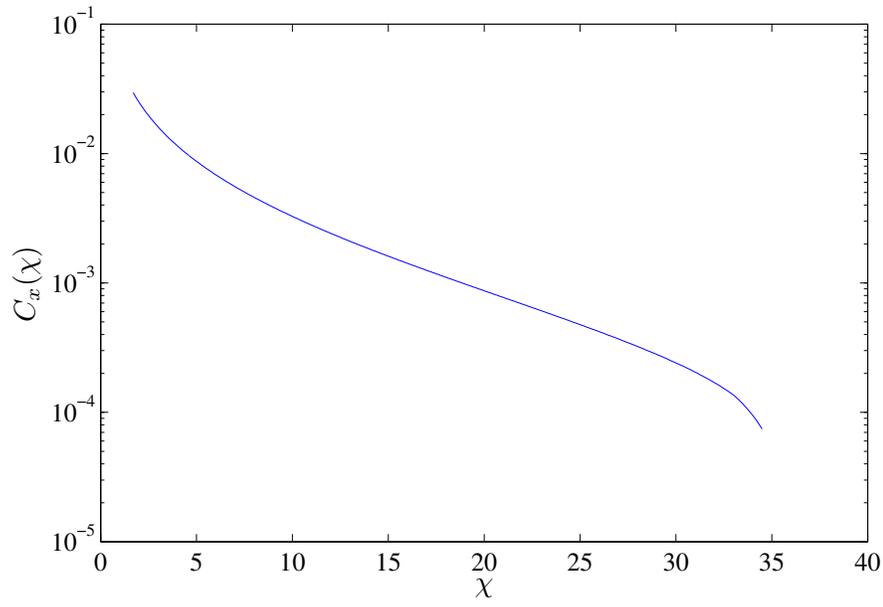


Figura 4.1: Função Distribuição Cumulativa de x para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300°

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital A

Neste caso, a função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y , obtidas a partir dos resultados de [13], são as apresentadas na Figura 4.2. O azimute escolhido tem valor igual a 359° .

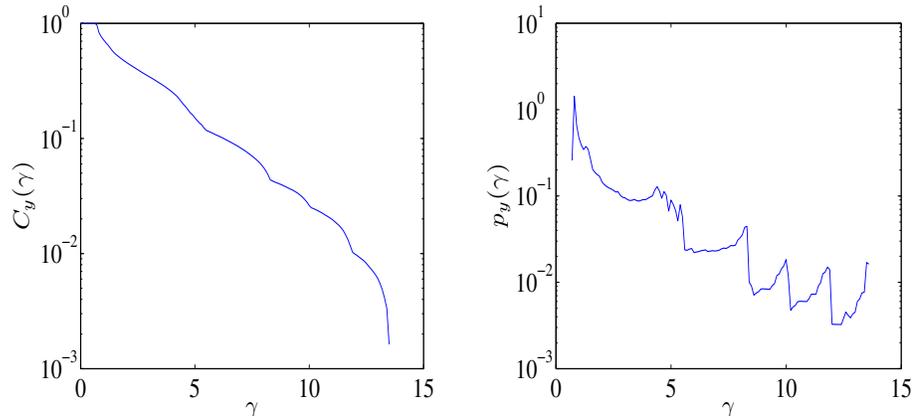


Figura 4.2: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição de Probabilidade Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300° (Estrutura orbital A)

O comportamento estatístico da degradação z , representado por sua FDPC é determinado por (3-56). Como mencionado no Capítulo 3, pelo conhecimento parcial da FDPC da variável x , a FDPC de z $C_z(\Gamma)$ é conhecido apenas no intervalo I_z . Para o caso específico destas coordenadas e da interferência gerada por satélites com Estrutura A, tal intervalo é igual a

$$I_z = [15,3 \quad , \quad 35,2] \text{ dB} \tag{4-10}$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.3

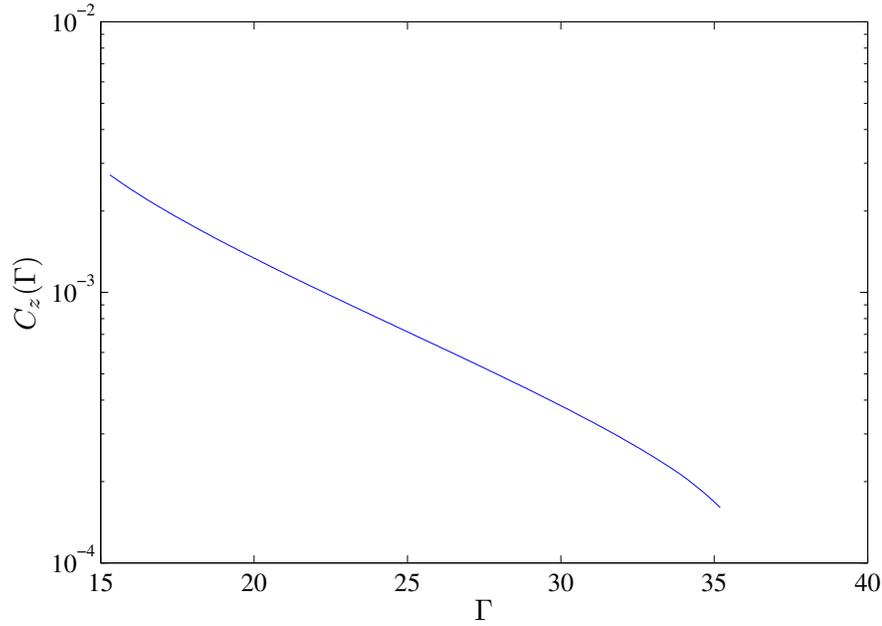


Figura 4.3: Função Distribuição Cumulativa de z para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300° (Estrutura orbital A)

As FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} foram determinadas a partir dos relacionamentos em (3-22), (3-11), (3-12) e (3-14) para os dois cenários aqui considerados (chuva e chuva com interferência). Em cada cenário, foram consideradas as modulações QPSK e QAM-128. Essas FDPCs foram determinadas para diferentes valores de $(E_b/N_0)_{cs[dB]}$. As FDPCs correspondentes aos valores $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB são ilustradas nas Figuras 4.4 e 4.5, respectivamente.

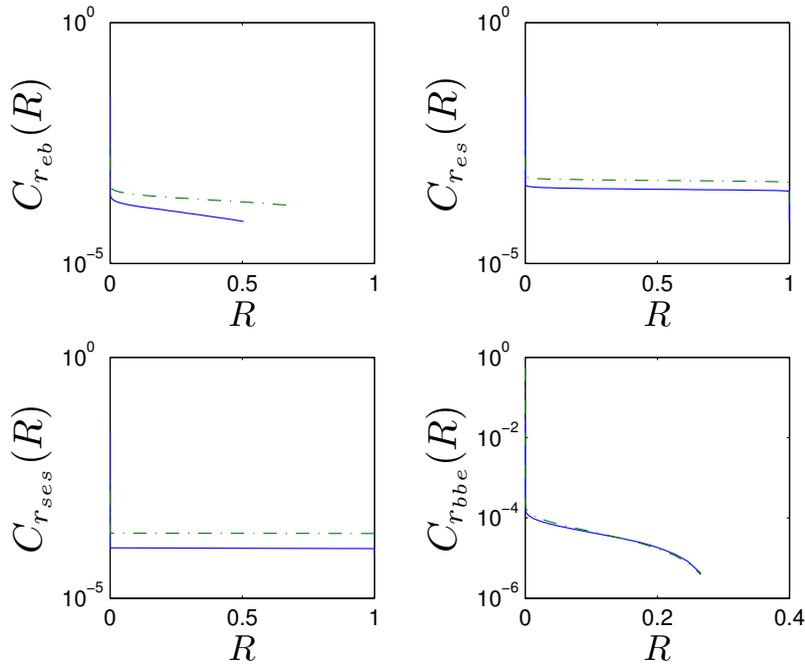


Figura 4.4: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude de $20^\circ S$, longitude de 300° (Estrutura orbital A e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

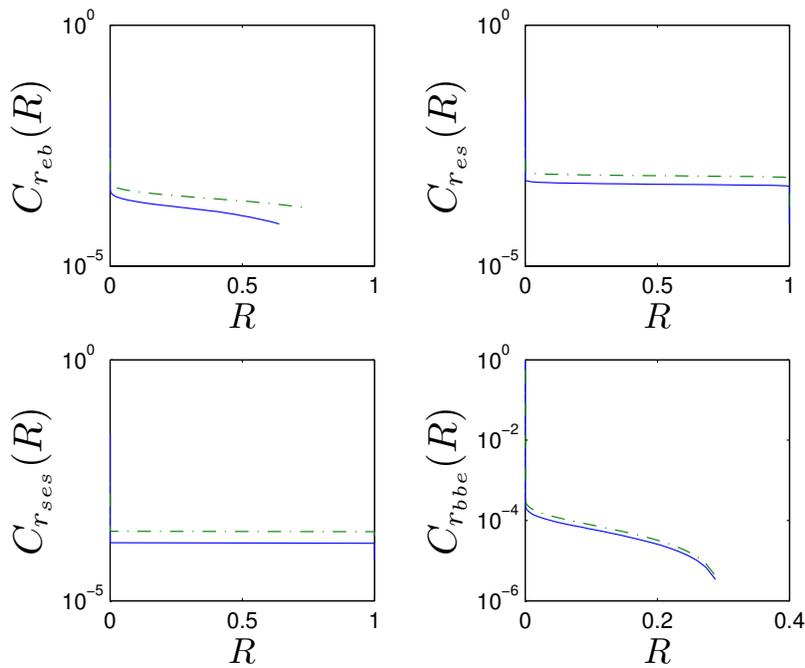


Figura 4.5: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude de $20^\circ S$, longitude de 300° (Estrutura orbital A e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras 4.6 a 4.9 apresentam curvas dos limitantes inferiores e superiores para as estimativas dos parâmetros de desempenho de erro, em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$ para as modulações QPSK e QAM-128. Estas figuras permitem uma avaliação da folga entre os limitantes de cada estimativa, bem como uma comparação entre os valores dos diferentes parâmetros de desempenho de erro.

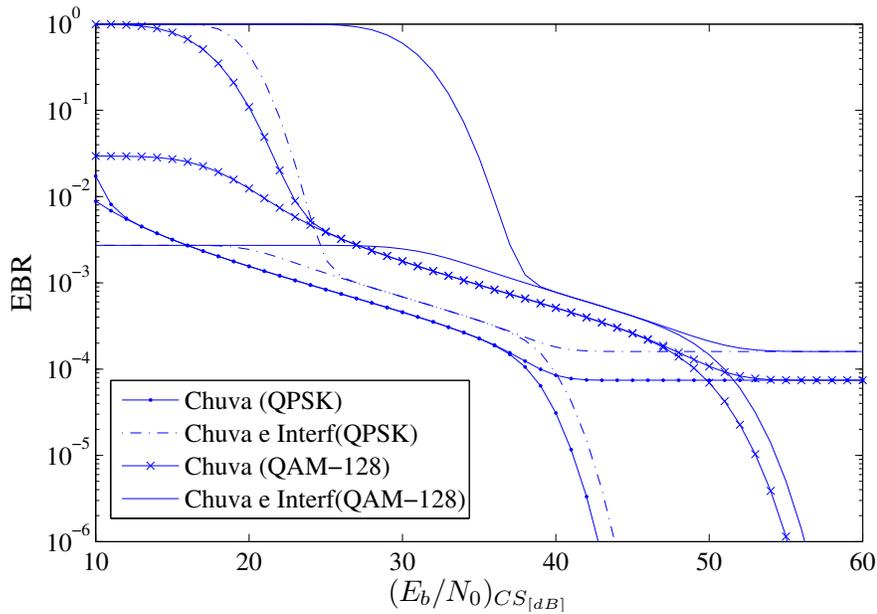


Figura 4.6: Taxa de bloco errado para latitude de 20°S e longitude de 300° e Estrutura orbital A

Pela Figura 4.7 observa-se que, para garantir um valor de $ESR=2 \times 10^{-3}$, a margem de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$ na presença de chuva e interferência deve ser 4 dB acima da margem referente a situação onde a chuva é a única fonte de degradação do sinal e observa-se ainda que a margem para modulação QAM-128 deve ser 13 dB acima da margem para modulação QPSK. Da mesma forma, pela Figura (4.8), é possível verificar que, para manter um valor de $SESR=2 \times 10^{-4}$, o acréscimo na margem de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$ é de 3 dB quando se comparam os cenários na presença de chuva e na presença de chuva e interferência. Quando são consideradas as modulações QPSK e QAM-128, esta diferença de margem é de 11 dB.

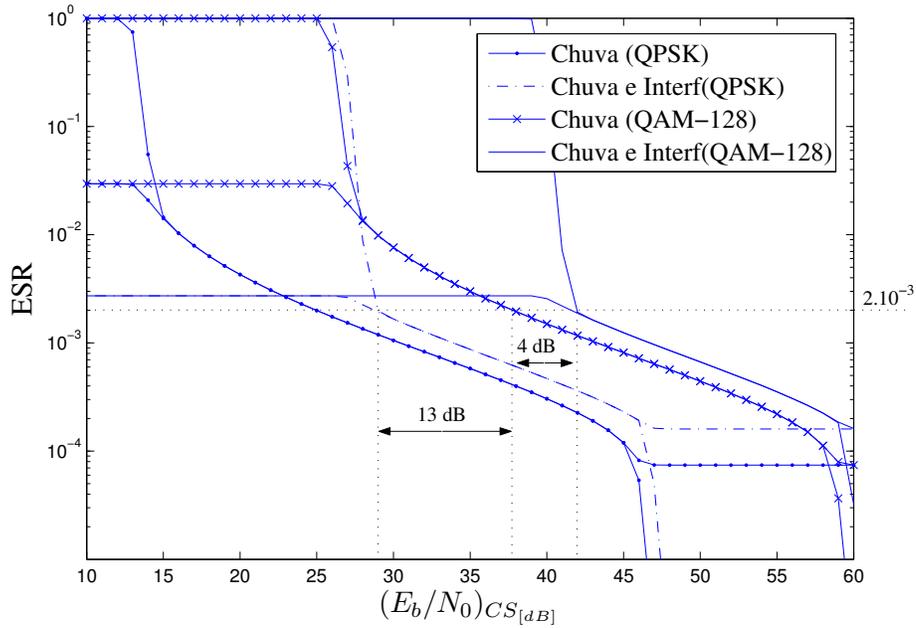


Figura 4.7: Taxa de segundo errado para latitude de $20^{\circ}S$ e longitude de 300° e Estrutura orbital A

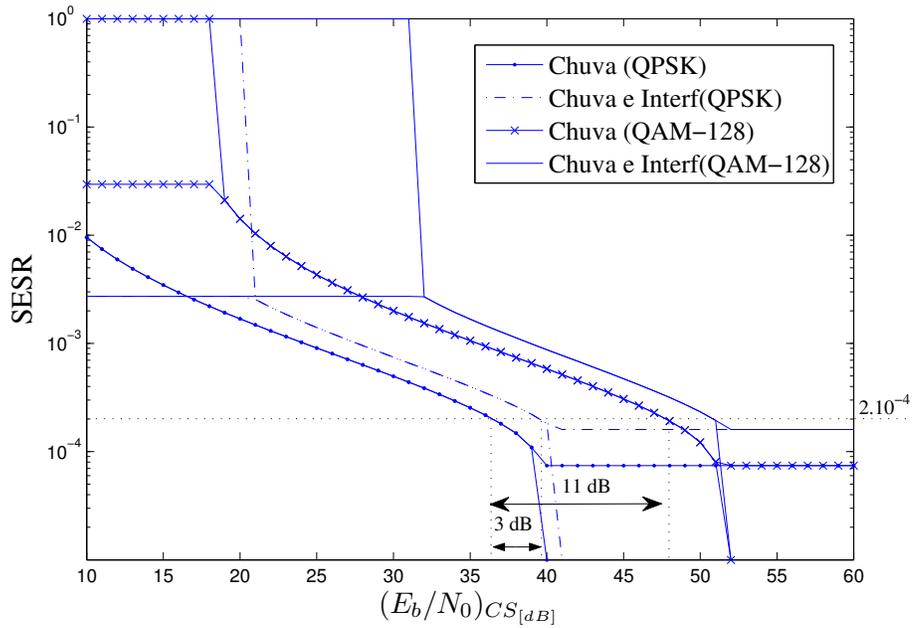


Figura 4.8: Taxa de segundo severamente errado para latitude de $20^{\circ}S$ e longitude de 300° e Estrutura orbital A

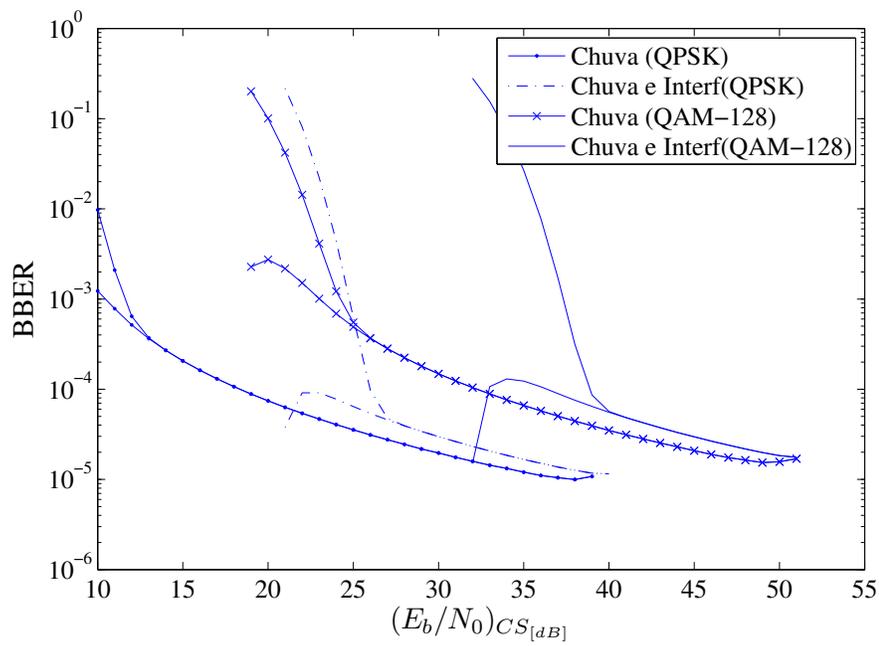


Figura 4.9: Taxa de bloco errado de fundo para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300° e Estrutura orbital A

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital B

A função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y devida a interferências geradas por satélites com estrutura orbital B estão ilustradas na Figura 4.10. O azimute escolhido tem valor igual a 138° .

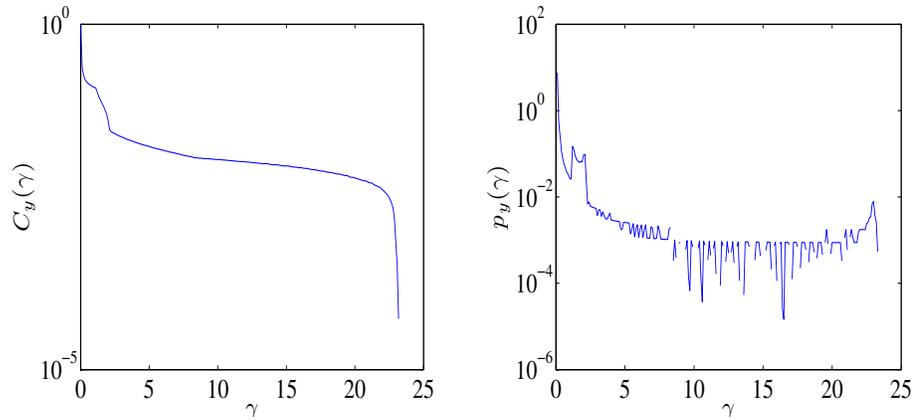


Figura 4.10: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de $20^\circ S$ e longitude de 300° (Estrutura orbital B)

O intervalo $I_z(\Gamma)$ da FDPC do fator de degradação z para esta situação é igual a

$$I_z = [25, 34, 6] \text{ dB} \tag{4-11}$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.11.

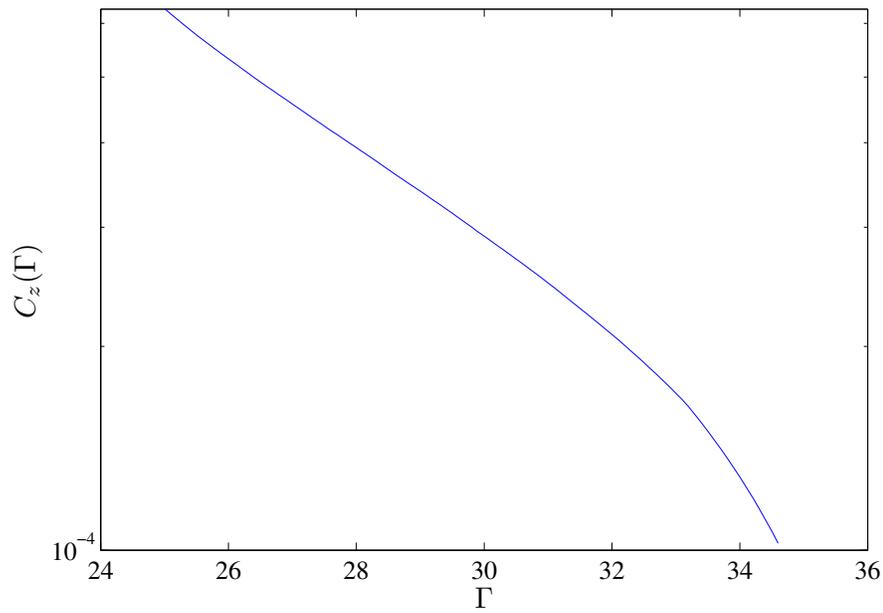


Figura 4.11: Função Distribuição Cumulativa de z para latitude $20^{\circ}S$ e longitude 300° (Estrutura orbital B)

As Figuras 4.12 e 4.13 ilustram as FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB, respectivamente.

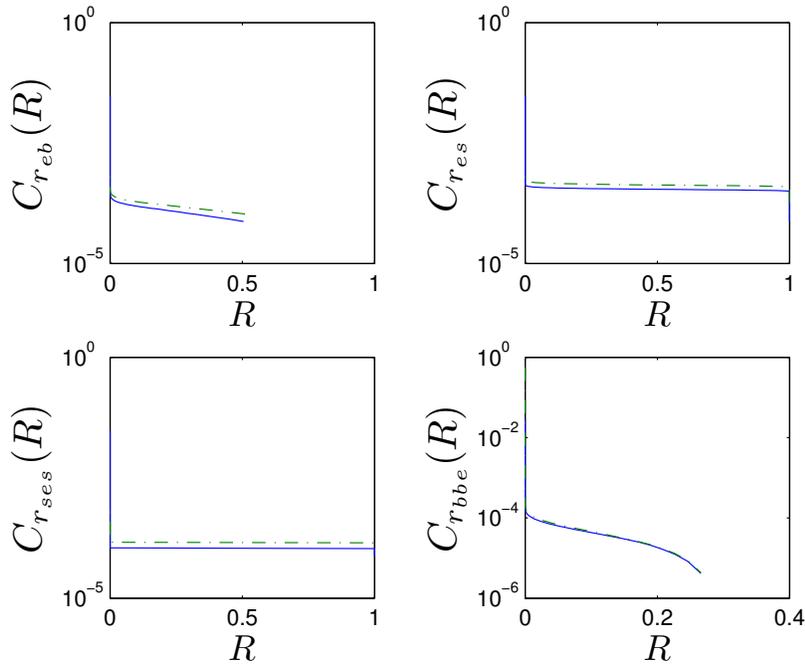


Figura 4.12: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ S$, longitude 300° (Estrutura orbital B e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

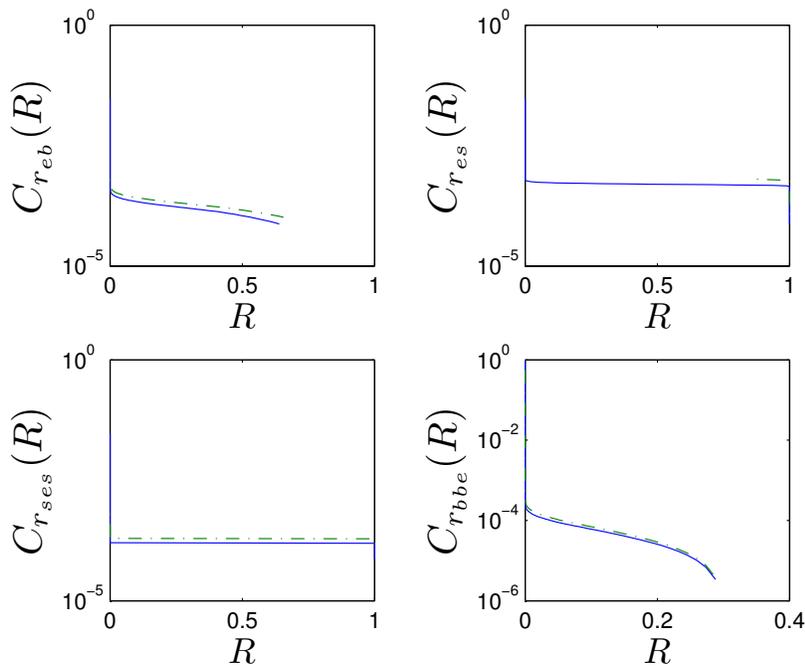


Figura 4.13: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ S$, longitude 300° (Estrutura orbital B e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras numeradas de 4.14 a 4.17 apresentam as curvas dos limitantes inferiores e superiores em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$.

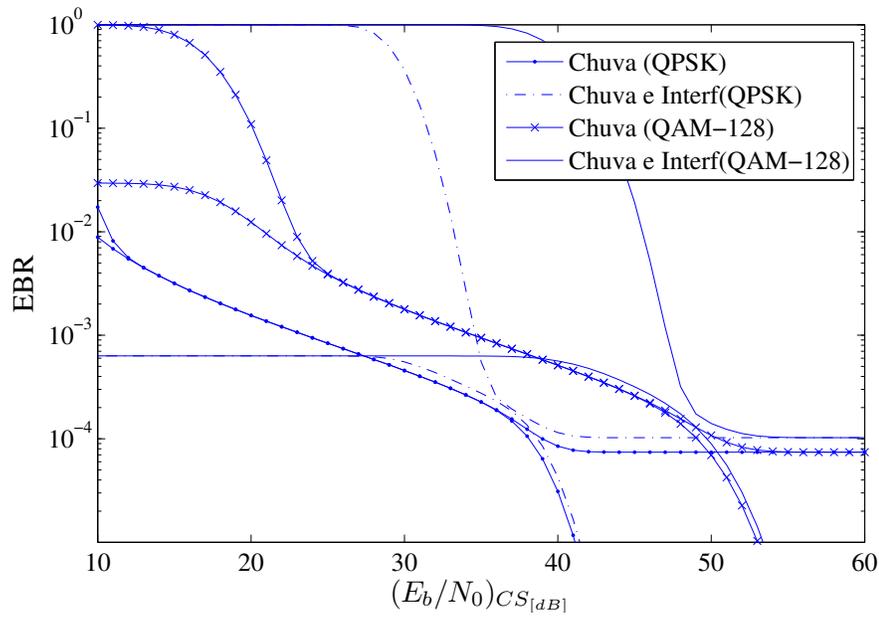


Figura 4.14: Taxa de bloco errado para latitude $20^\circ S$ e longitude 300° e Estrutura orbitl B

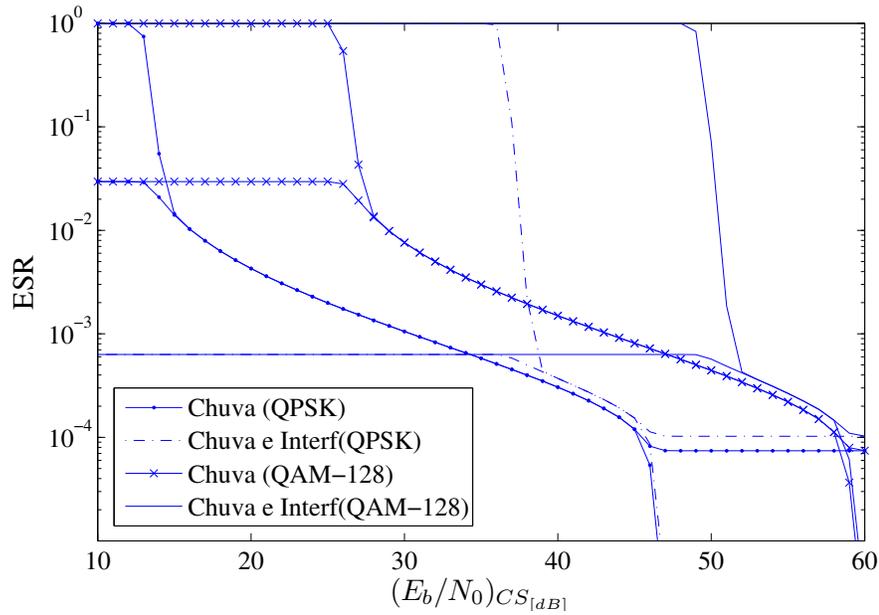


Figura 4.15: Taxa de segundo errado para latitude 20°S e longitude 300° e Estrutura orbitl B

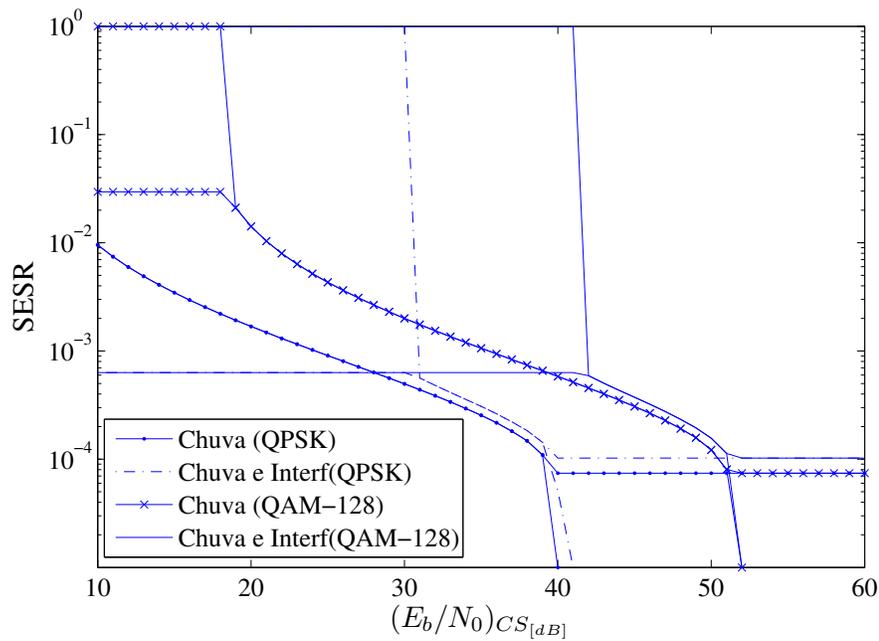


Figura 4.16: Taxa de segundo severamente errado para latitude 20°S e longitude 300° e Estrutura orbitl B

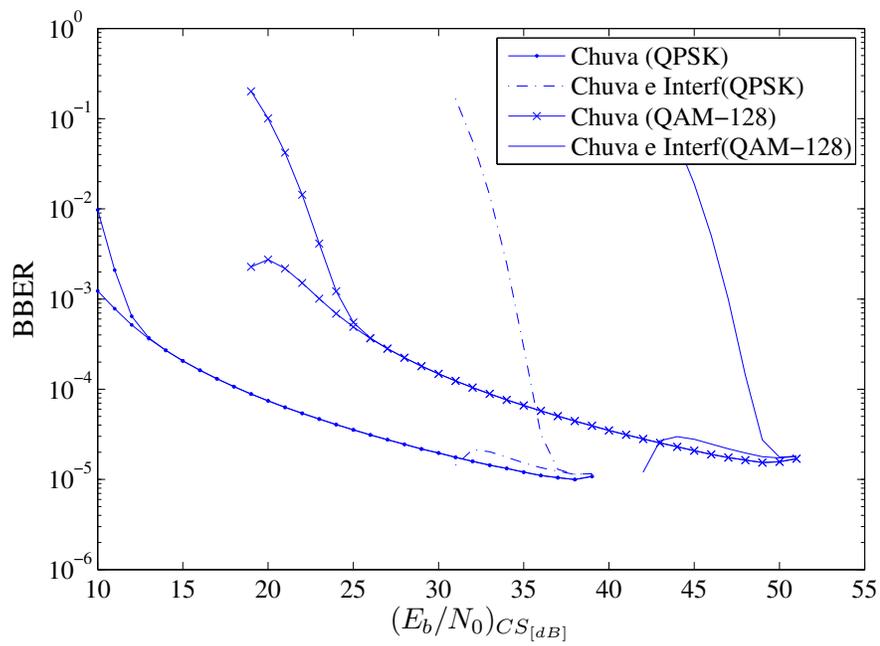


Figura 4.17: Taxa de bloco errado de fundo para latitude $20^\circ S$ e longitude 300° e Estrutura orbitl B

4.2

Caso 2: Receptor localizado na latitude 0°

A longitude escolhida para este caso foi 310°. Os valores da taxa chuva $R_{0,01}$ e da atenuação $A_{0,01}$ excedidos por 0,01% do período referente a um ano para estas coordenadas são iguais a

$$R_{0,01} = 100 \text{ mm/h} \quad (4-12)$$

$$A_{0,01} = 30,81 \text{ dB} \quad (4-13)$$

Os valores A_P de atenuação (em dB) excedidos durante a percentagem P são determinados por

$$A_P = 2,157P^{-(0,855+0,139\log_{10}(P))} \quad , 10^{-3} \leq P \leq 1 \quad (4-14)$$

O intervalo I_x para estas coordenadas é igual a

$$I_x = [2,2 \text{ , } 44,4] \text{ dB} \quad (4-15)$$

A Figura 4.18 apresenta a Função Distribuição de Probabilidade Cumulativa de x ($C_x(X)$) para este Caso.

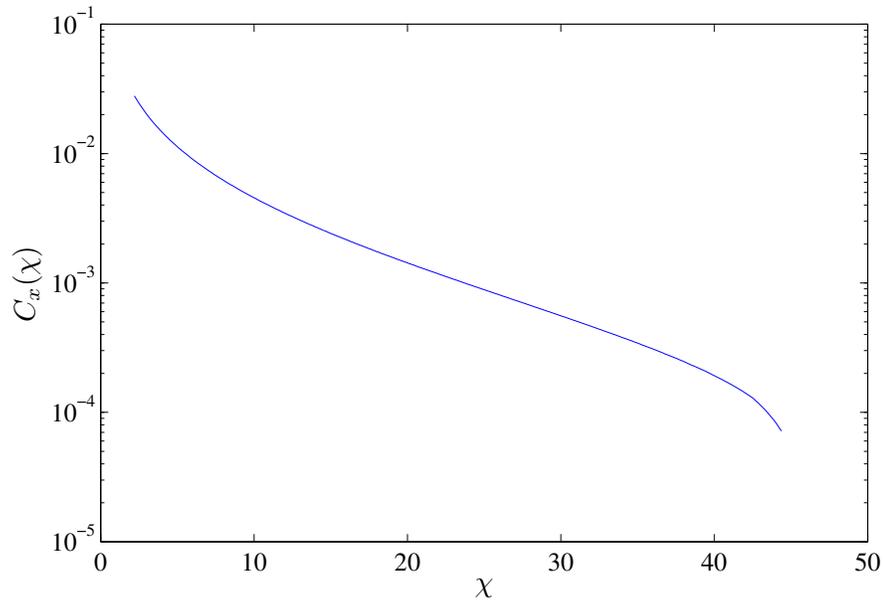


Figura 4.18: Função Distribuição Cumulativa de x para latitude de 0° e longitude de 310°

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital A

A Figura 4.19 ilustra a função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y para este caso específico. O azimute escolhido tem valor igual a 334° .

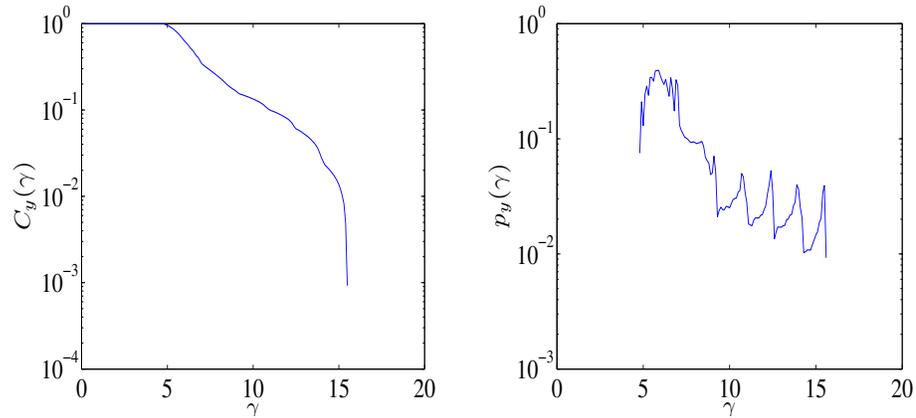


Figura 4.19: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de 0° e longitude de 310° (Estrutura orbital A)

O intervalo I_z , no qual a FDPC de z é conhecida, tem valor igual a

$$I_z = [17,8 \quad , \quad 49,2] \text{ dB} \quad (4-16)$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.20

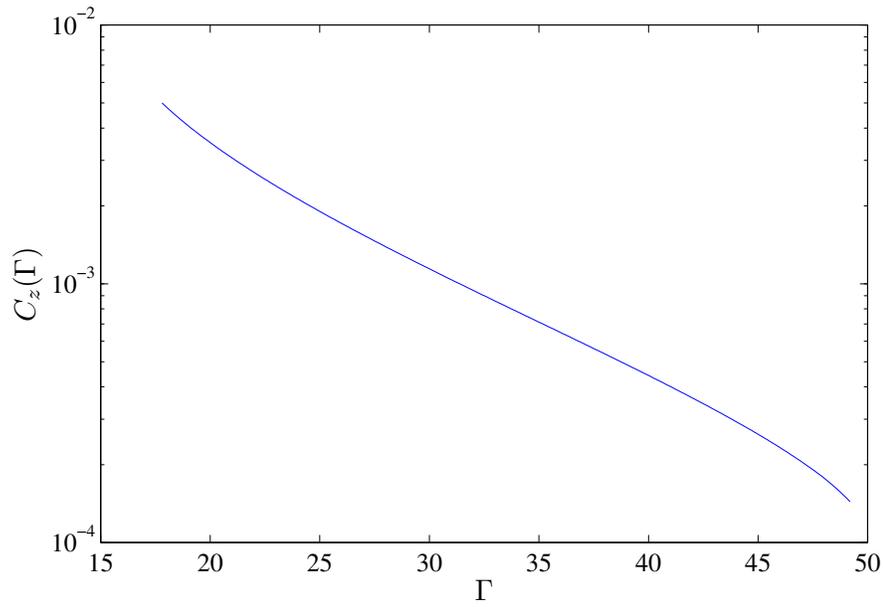


Figura 4.20: Função Distribuição Cumulativa de z para latitude 0° e longitude 310° (Estrutura orbital A)

As FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} correspondentes a $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB para os dois cenários e para as duas modulações considerados estão apresentadas nas Figuras 4.21 e 4.22.

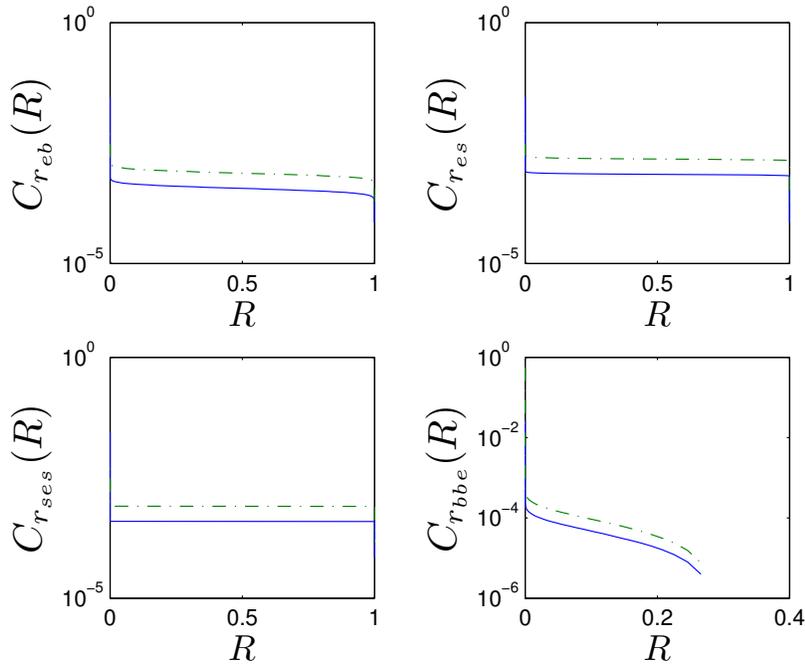


Figura 4.21: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude 0° , longitude 310° (Estrutura orbital A e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

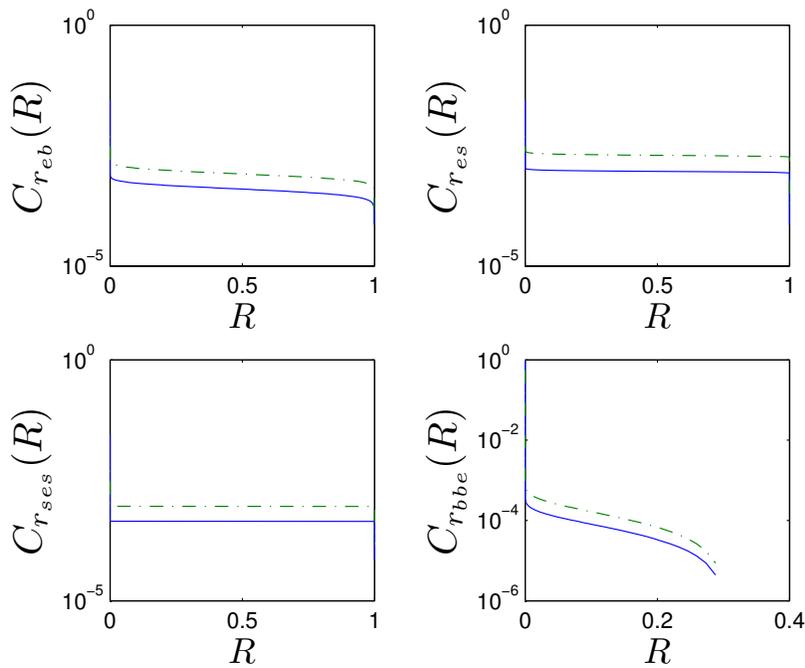


Figura 4.22: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude 0° , longitude 310° (Estrutura orbital A e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras numeradas de 4.23 a 4.26 apresentam os limitantes para os parâmetros de desempenho de erro em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$.

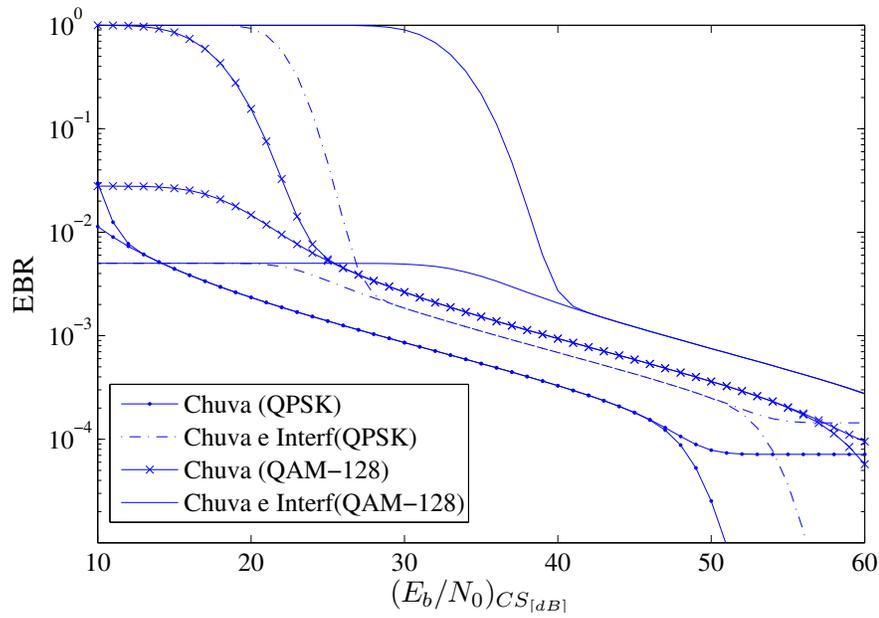


Figura 4.23: Taxa de bloco errado para latitude 0° e longitude 310°

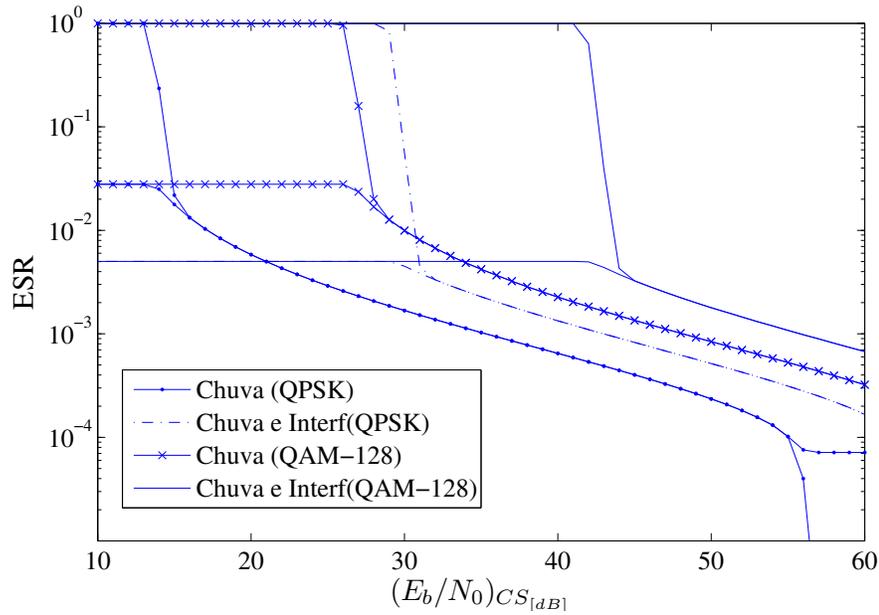


Figura 4.24: Taxa de segundo errado para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital A

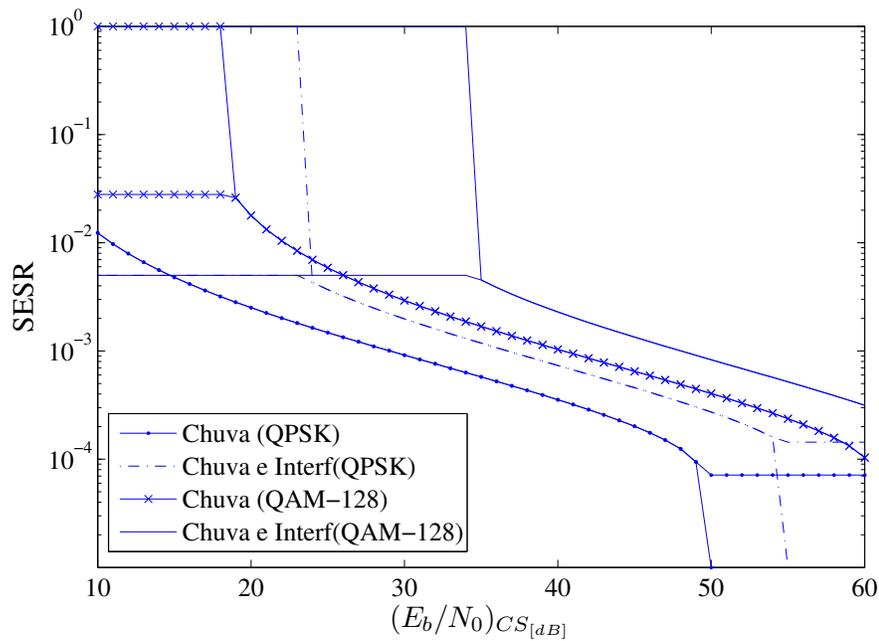


Figura 4.25: Taxa de segundo severamente errado para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital A

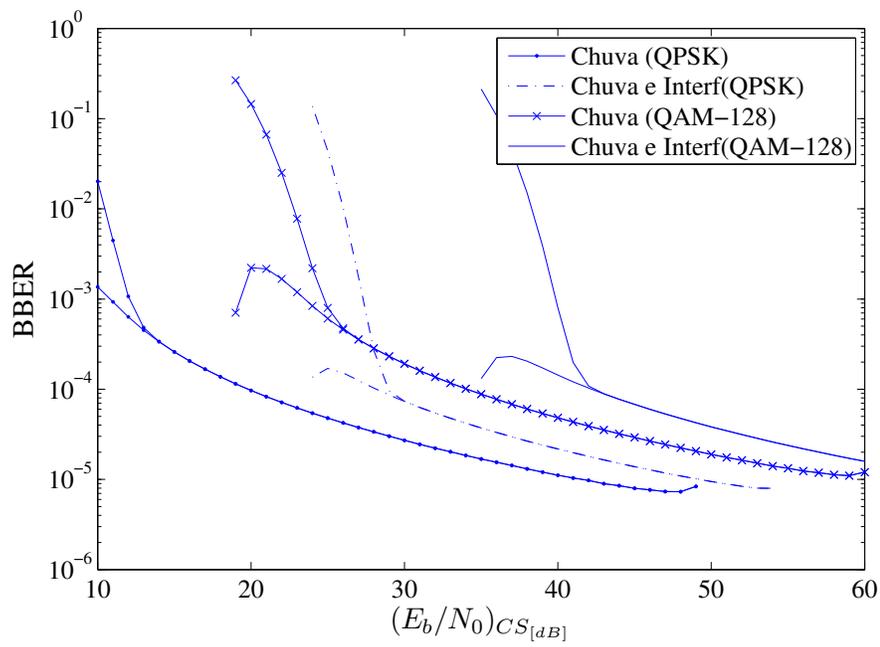


Figura 4.26: Taxa de bloco errado de fundo para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital A

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital B

A função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y para este caso estão ilustradas na Figura 4.27. O azimute escolhido tem valor igual a 155° .

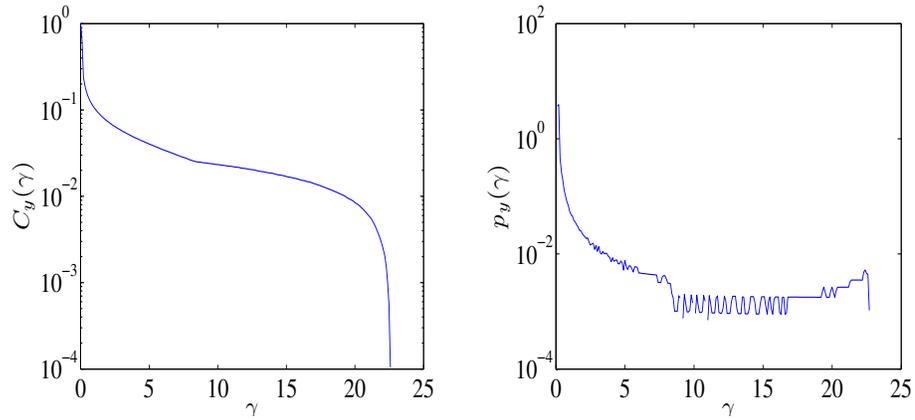


Figura 4.27: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de 0° e longitude de 310° (Estrutura orbital B)

O intervalo $I_z(\Gamma)$ da FDPC do fator de degradação z para este caso é igual a

$$I_z = [24,9 \quad , \quad 44,5] \text{ dB} \quad (4-17)$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.28.

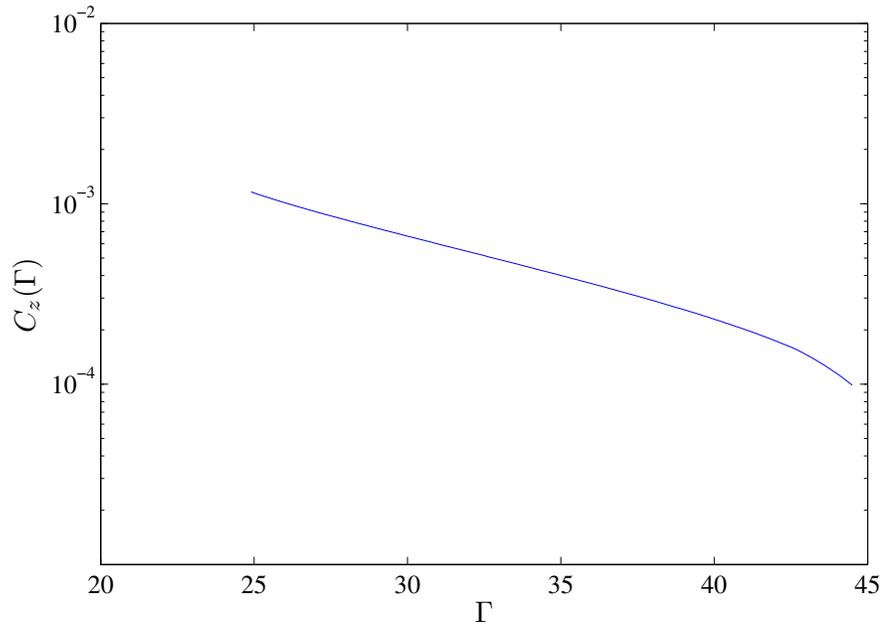


Figura 4.28: Função Distribuição Cumulativa de z para latitude 0° e longitude 310° (Estrutura orbital B)

As Figuras 4.29 e 4.30 ilustram as FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB, respectivamente.

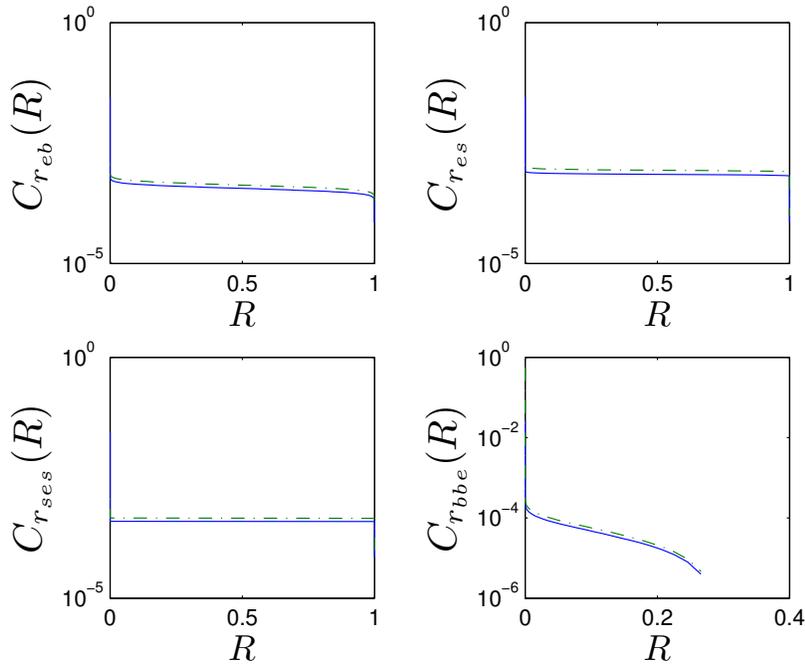


Figura 4.29: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude 0° , longitude 310° (Estrutura orbital B e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

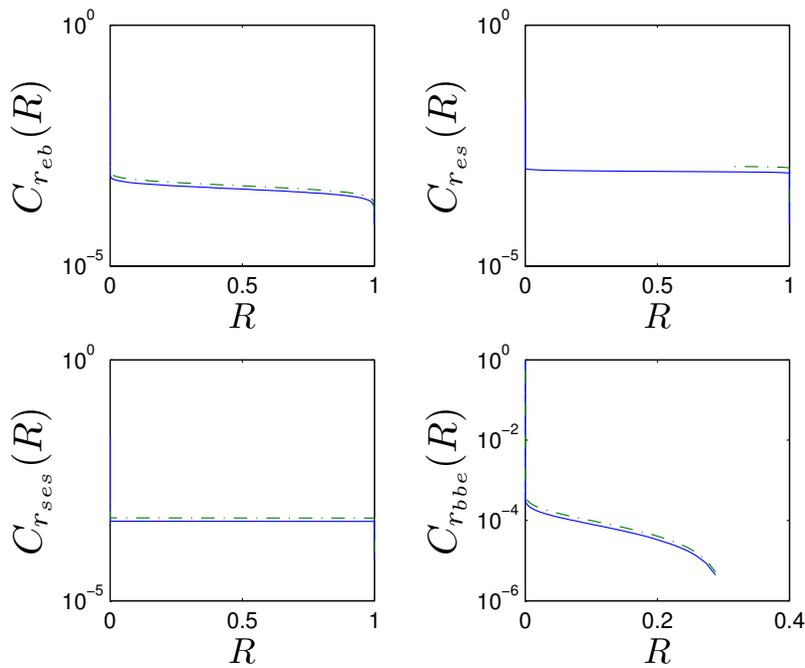


Figura 4.30: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude 0° , longitude 310° (Estrutura orbital B e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras numeradas de 4.31 a 4.34 apresentam as curvas dos limitantes inferiores e superiores em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$.

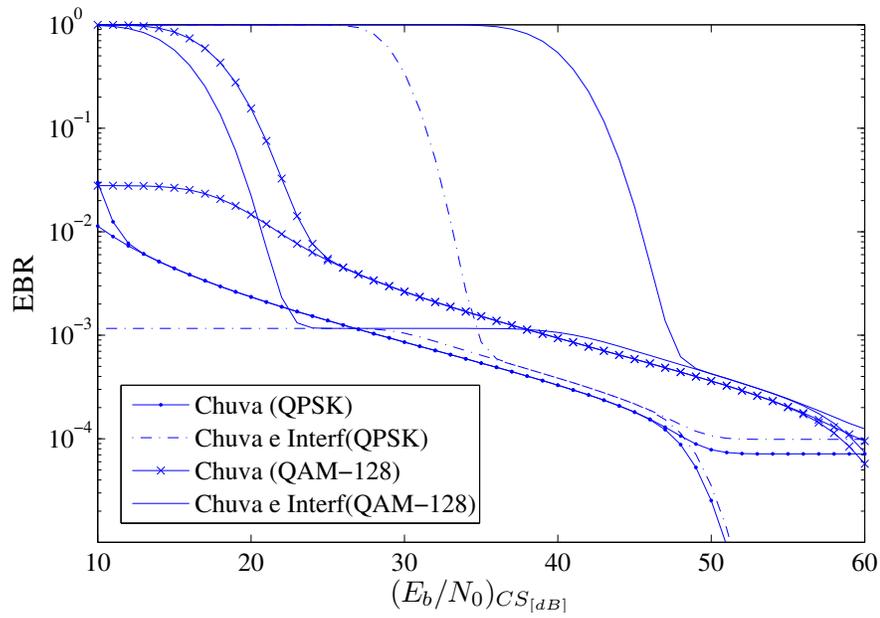


Figura 4.31: Taxa de bloco errado para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital B

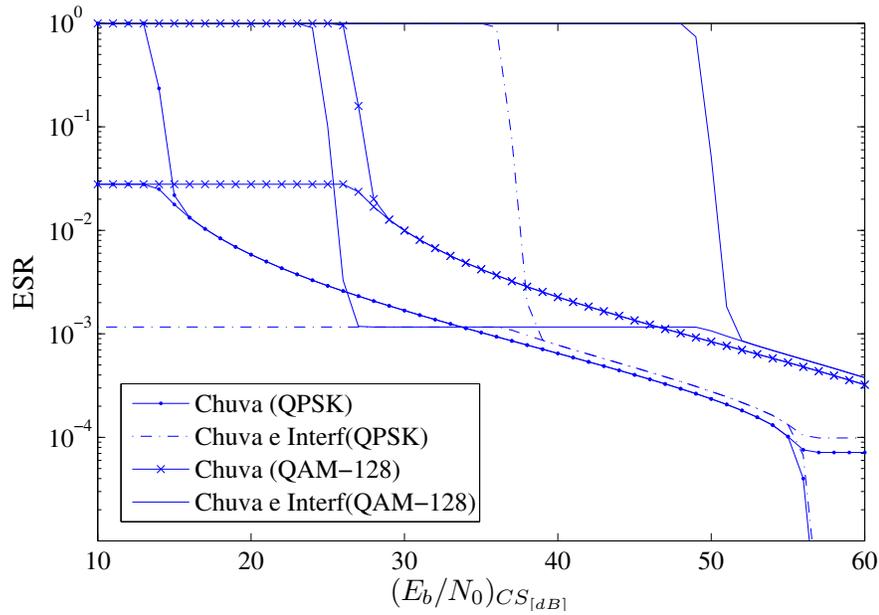


Figura 4.32: Taxa de segundo errado para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital B

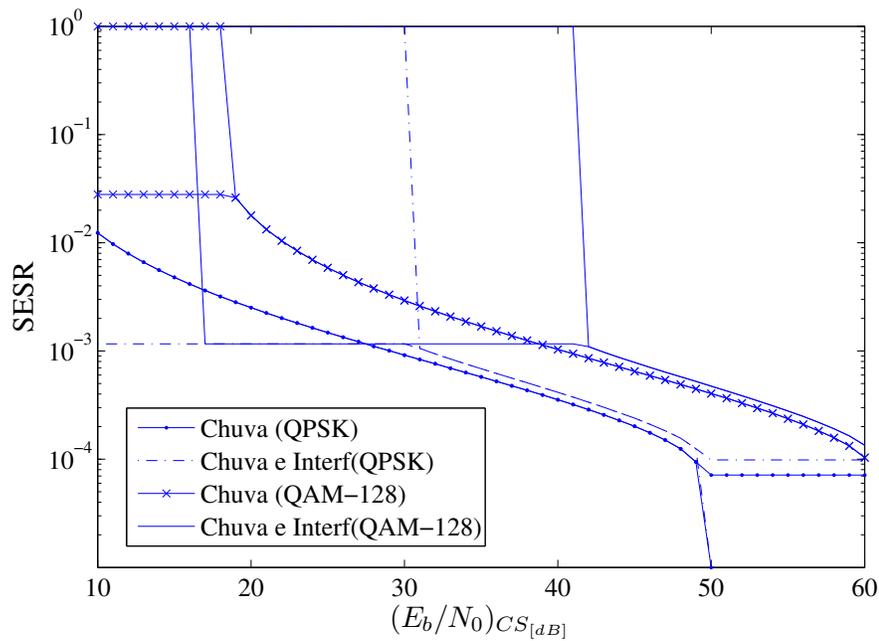


Figura 4.33: Taxa de segundo severamente errado para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital B

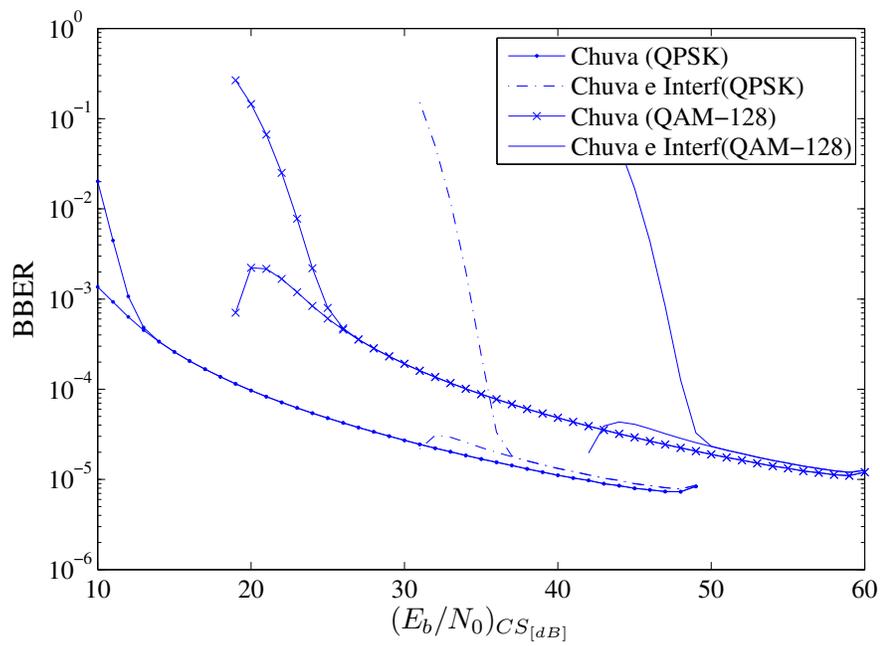


Figura 4.34: Taxa de bloco errado de fundo para latitude 0° e longitude 310° e Estrutura orbital B

4.3

Caso 3: Receptor localizado na latitude $20^\circ N$

Para latitude $20^\circ N$, a longitude escolhida foi 77° . Para estas coordenadas, foram calculados os valores da taxa chuva $R_{0,01}$ e da atenuação $A_{0,01}$ excedidos por 0,01% do período referente a um ano. Estes valores são iguais a

$$R_{0,01} = 60 \text{ mm/h} \quad (4-18)$$

$$A_{0,01} = 23,93 \text{ dB} \quad (4-19)$$

Com base nestes dados, são determinados os valores de atenuação A_P (em dB) excedidos durante a percentagem de tempo P por

$$A_P = 1,675P^{-(0,855+0,139\log_{10}(P))} \quad , 10^{-3} \leq P \leq 1 \quad (4-20)$$

O intervalo I_x para este caso é igual a

$$I_x = [1,7 \quad , \quad 34,5] \text{ dB} \quad (4-21)$$

A Figura 4.35 apresenta a Função Distribuição de Probabilidade Cumulativa de x ($C_x(X)$) para este Caso.

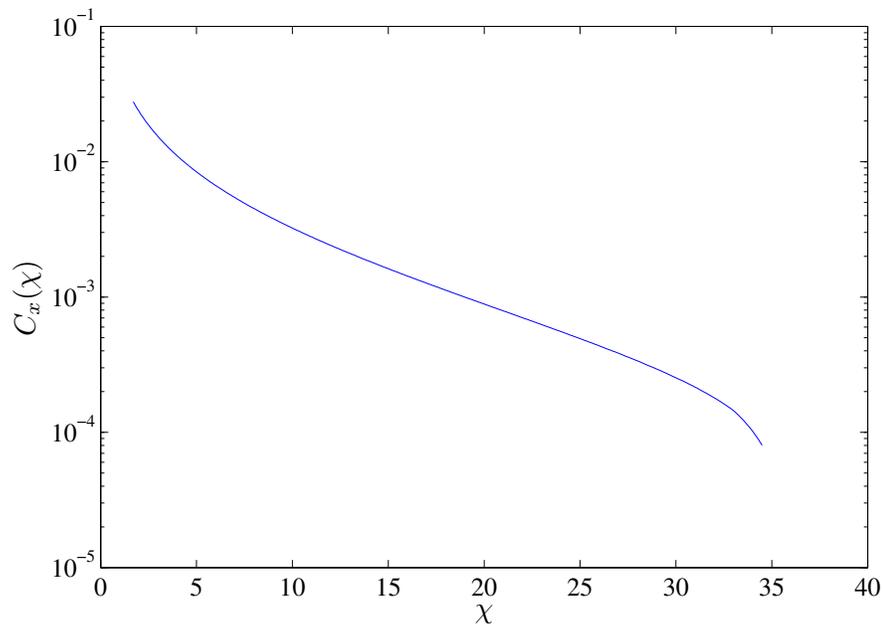


Figura 4.35: Função Distribuição Cumulativa de x para latitude de $20^\circ N$ e longitude de 77°

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital A

Para este caso específico, a função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y são as ilustradas na Figura 4.45(b). O azimute escolhido tem valor igual a 34° .

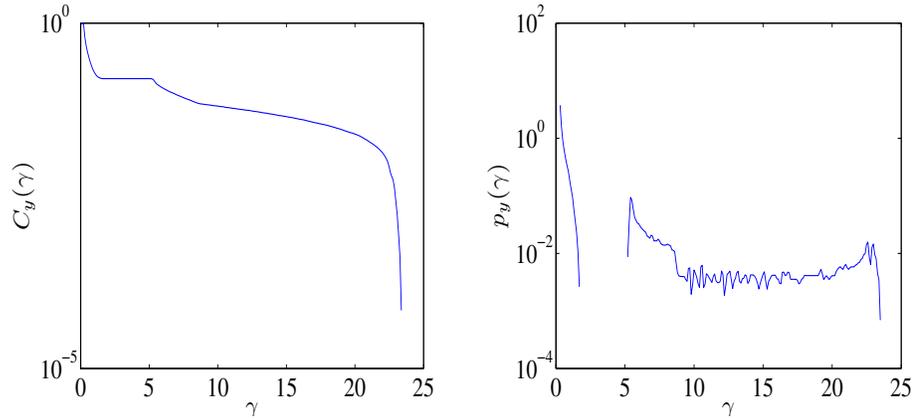


Figura 4.36: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de $20^\circ N$ e longitude de 77° (Estrutura orbital A)

O intervalo I_z no qual a FDPC de z é conhecida tem valor igual a

$$I_z = [25, 2 \text{ , } 34, 8] \text{ dB} \tag{4-22}$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.37

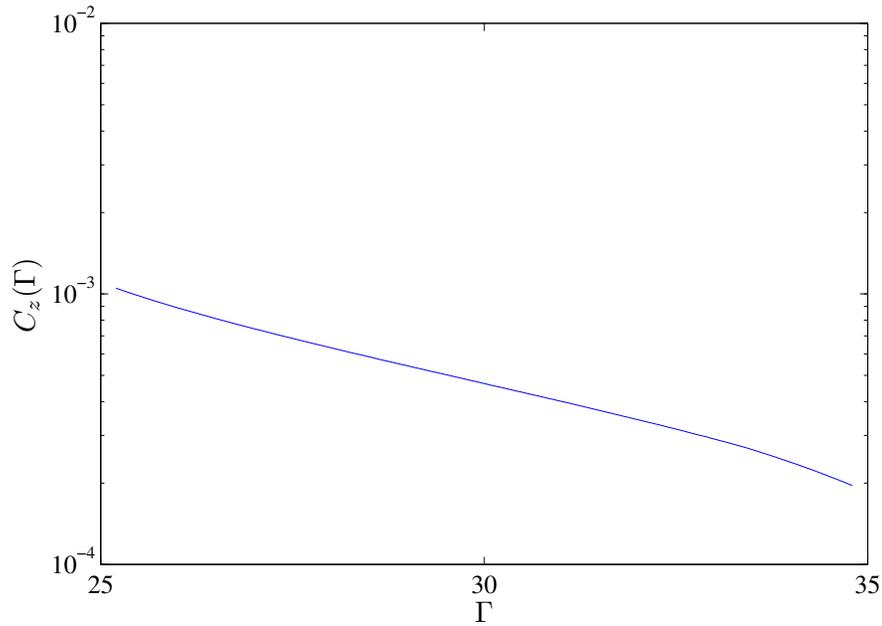


Figura 4.37: Função Distribuição Cumulativa de z para latitude $20^\circ N$ e longitude 77° (Estrutura orbital A)

As FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} correspondentes a $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB para os dois cenários e para as duas modulações considerados estão apresentadas nas Figuras 4.38 e 4.39.

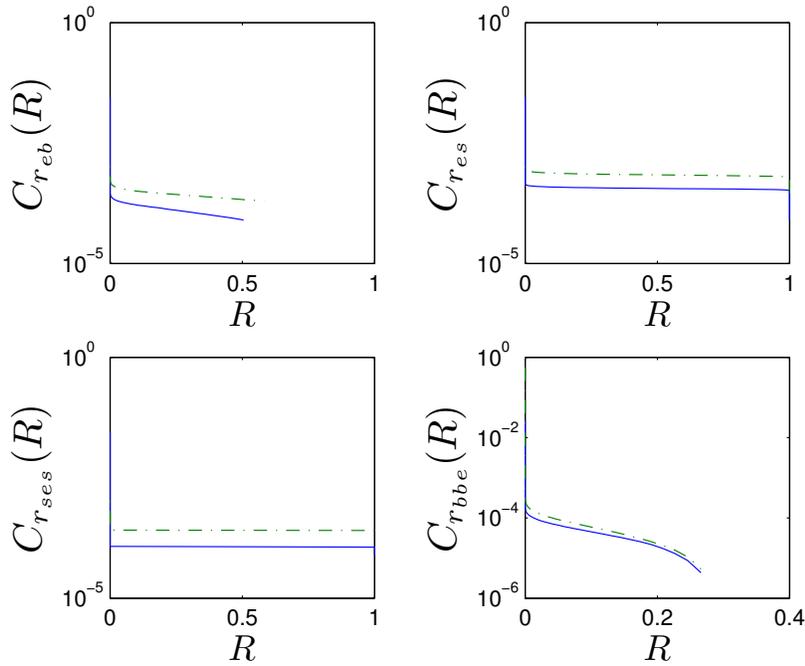


Figura 4.38: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ N$, longitude 77° (Estrutura orbital A e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

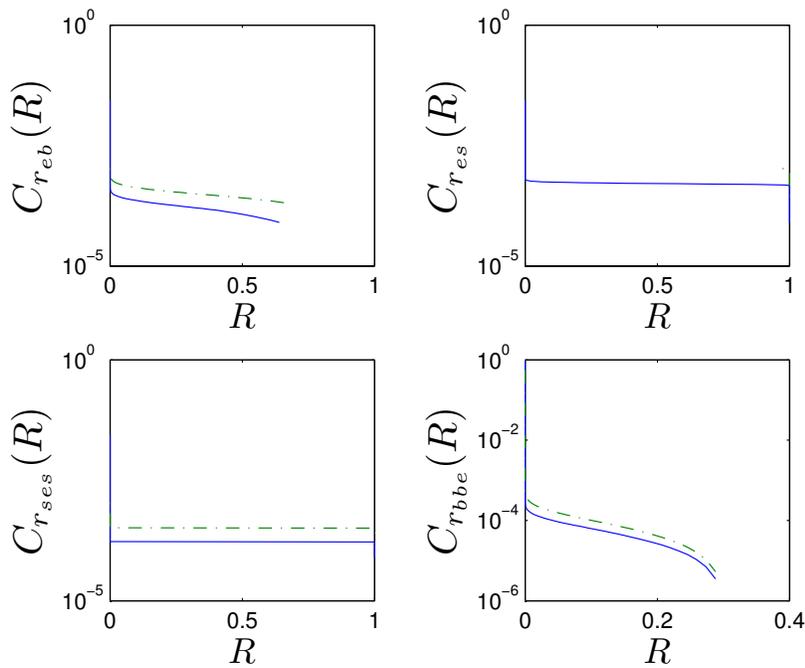


Figura 4.39: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ N$, longitude 77° (Estrutura orbital A e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras numeradas de 4.40 a 4.43 apresentam os limitantes para os parâmetros de desempenho de erro em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$.

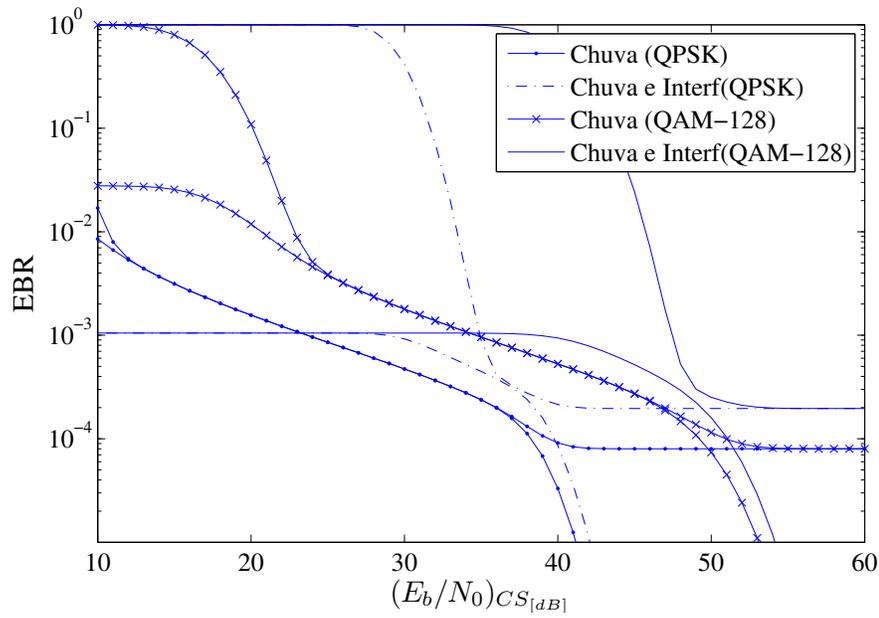


Figura 4.40: Taxa de bloco errado para latitude $20^\circ N$ e longitude 77° e Estrutura orbital A

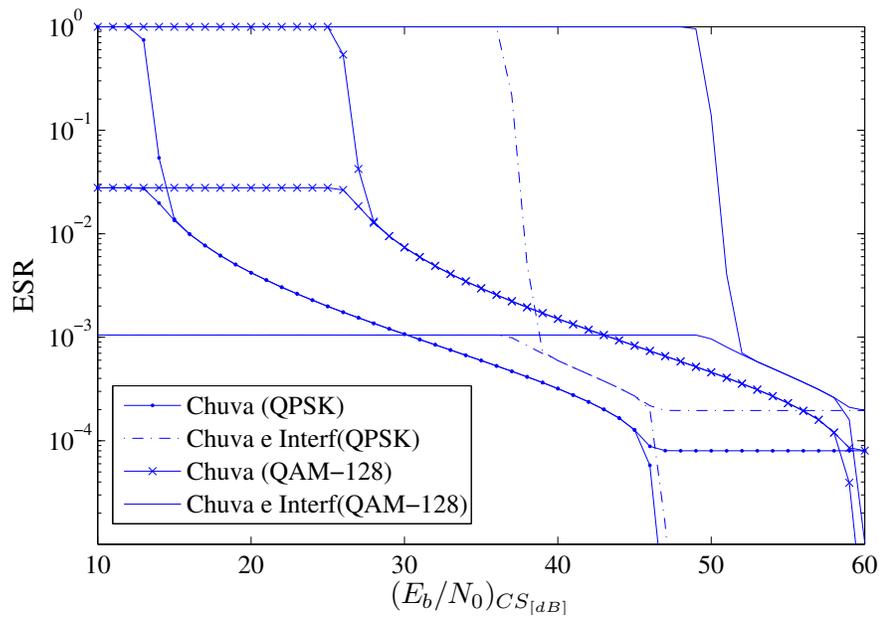


Figura 4.41: Taxa de segundo erro para latitude $20^\circ N$ e longitude 77° e Estrutura orbital A

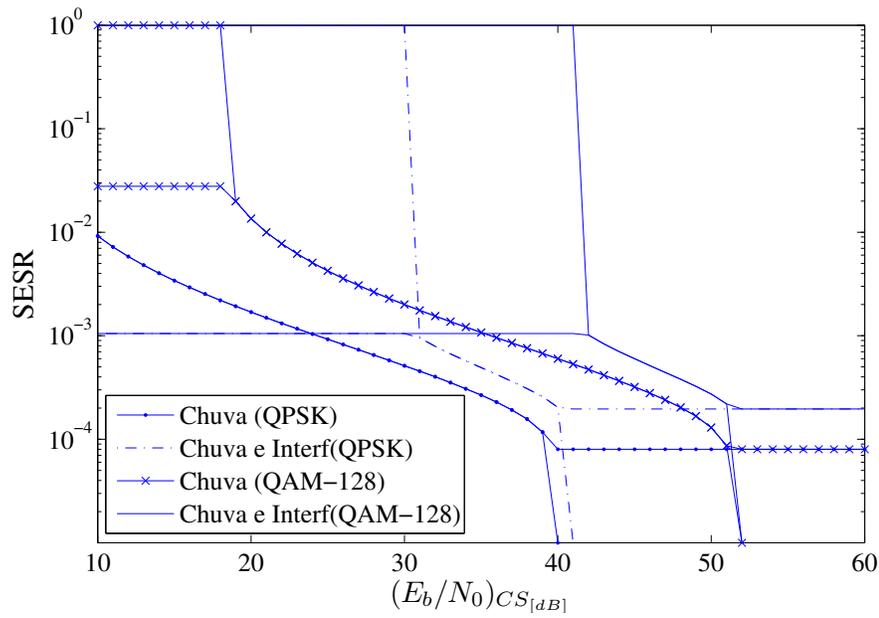


Figura 4.42: Taxa de segundo severamente errado para latitude $20^\circ N$ e longitude 77° e Estrutura orbital A

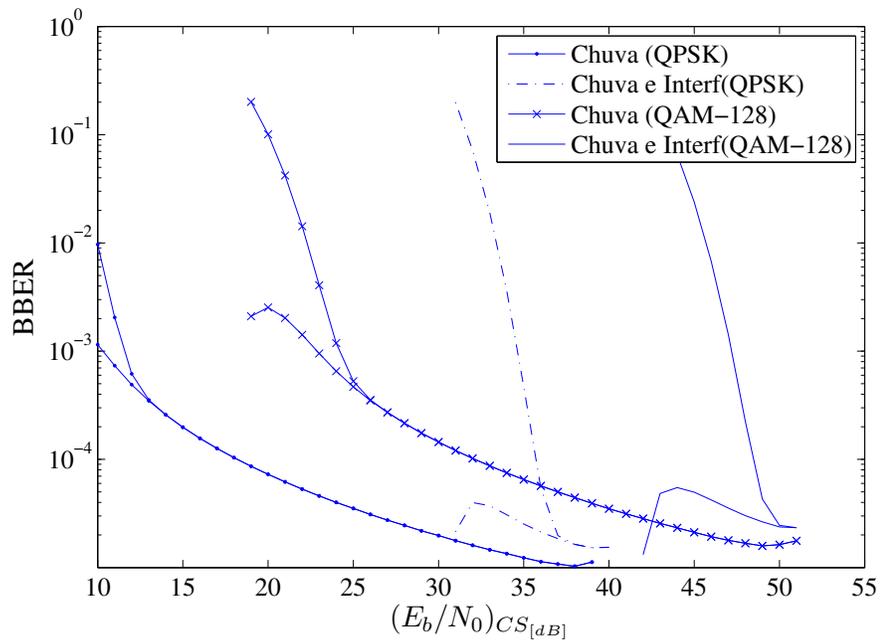


Figura 4.43: Taxa de bloco errado de fundo para latitude 20°N e longitude 77° e Estrutura orbital A

Interferência Externa: três sistemas HEO com Estrutura Orbital B

A Figura 4.44 ilustra a função densidade de probabilidade ($p_y(\gamma)$) e a função distribuição de probabilidade cumulativa ($C_y(\gamma)$) da degradação y para este caso. O azimute escolhido tem valor igual a 41° .

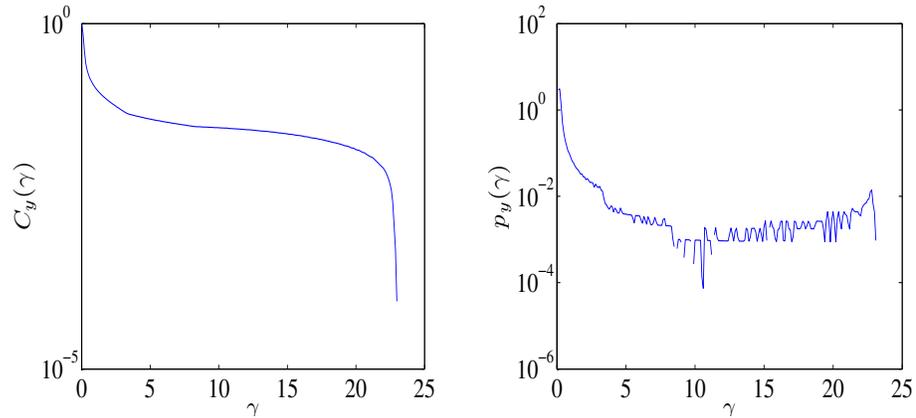


Figura 4.44: Função Densidade de Probabilidade ($p_y(\gamma)$) e Função Distribuição Cumulativa ($C_y(\gamma)$) de y para latitude de $20^\circ N$ e longitude de 77° (Estrutura orbital B)

O intervalo $I_z(\Gamma)$ da FDPC do fator de degradação z para este caso é igual a

$$I_z = [24,8 \quad , \quad 34,6] \text{ dB} \quad (4-23)$$

A FDPC da variável aleatória z é ilustrada na Figura 4.45.

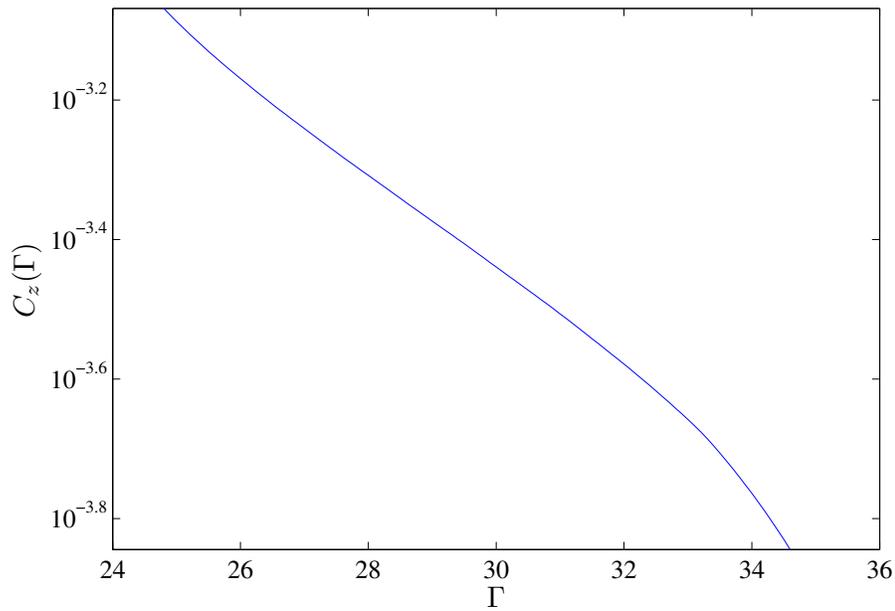


Figura 4.45: Função Distribuição Cumulativa de z para na latitude de $20^\circ N$ e longitude de 77° (Estrutura orbital B)

As Figuras 4.46 e 4.47 ilustram as FDPCs das variáveis r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB, respectivamente.

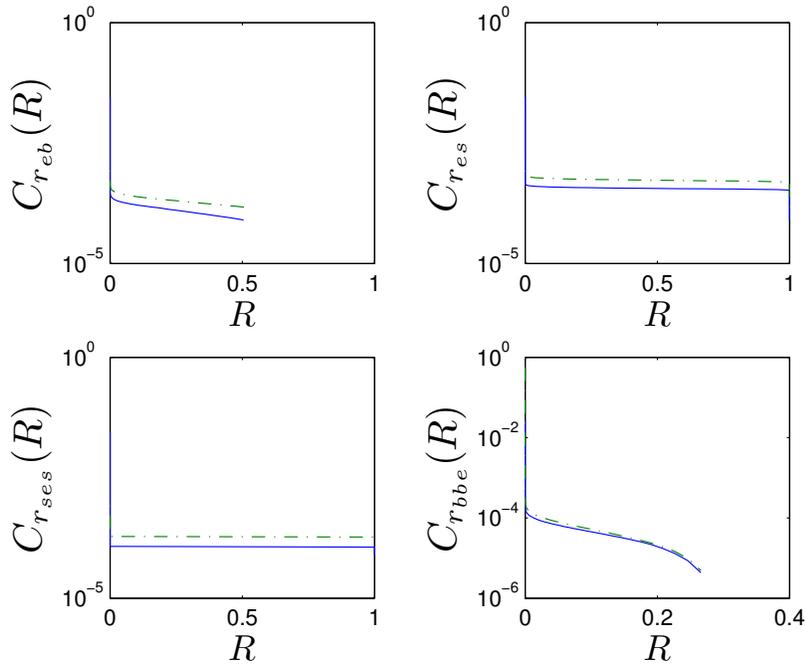


Figura 4.46: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ N$, longitude 77° (Estrutura orbital B e modulação QPSK) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 39$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

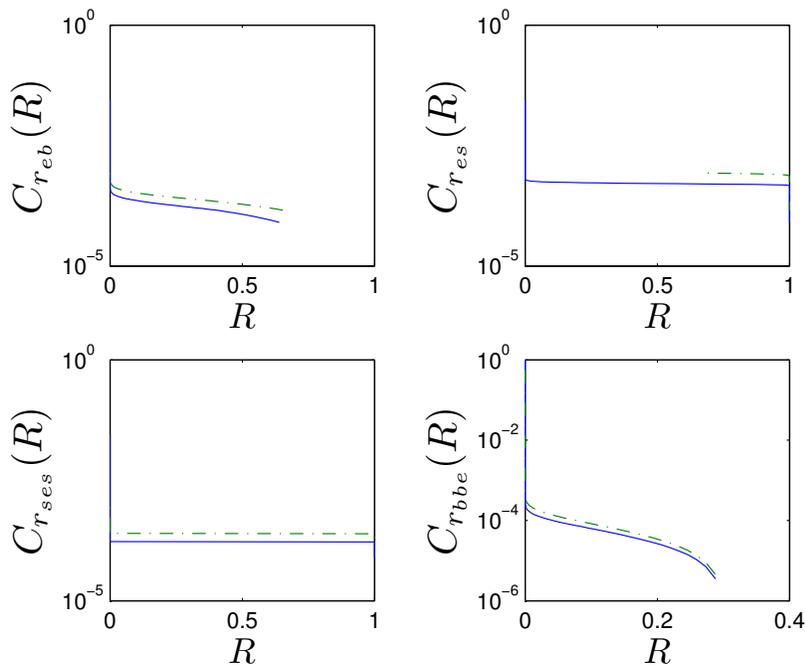


Figura 4.47: FDPC das variáveis aleatórias r_{eb} , r_{es} , r_{ses} e r_{bbe} para latitude $20^\circ N$, longitude 77° (Estrutura orbital B e modulação QAM-128) e $(E_b/N_0)_{cs[dB]} = 49$ dB (curva sólida : chuva, curva tracejada : chuva e interferência)

As Figuras numeradas de 4.48 a 4.51 apresentam as curvas dos limitantes em função de $(E_b/N_0)_{CS[dB]}$.

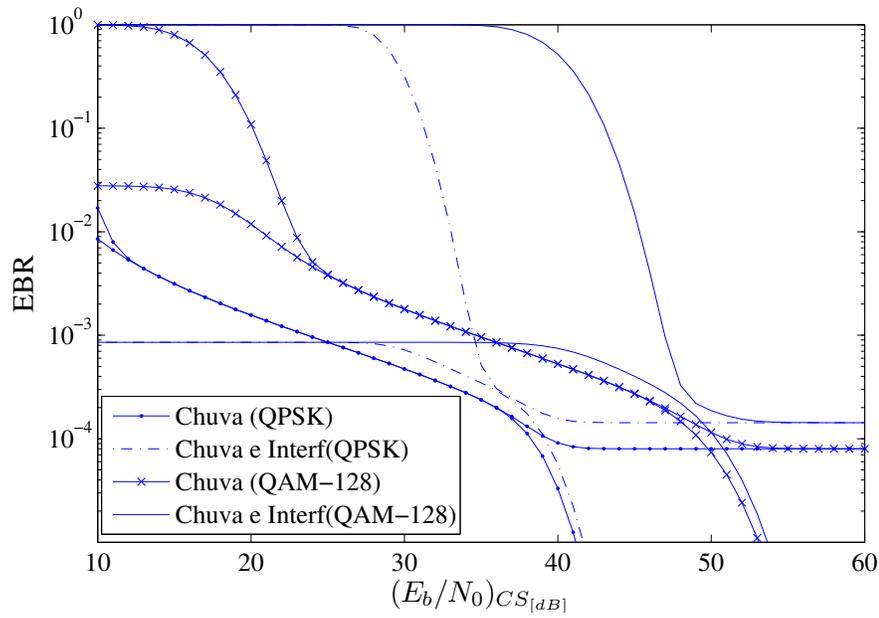


Figura 4.48: Taxa de bloco errado para latitude $20^\circ N$ e longitude 77° e Estrutura orbital B

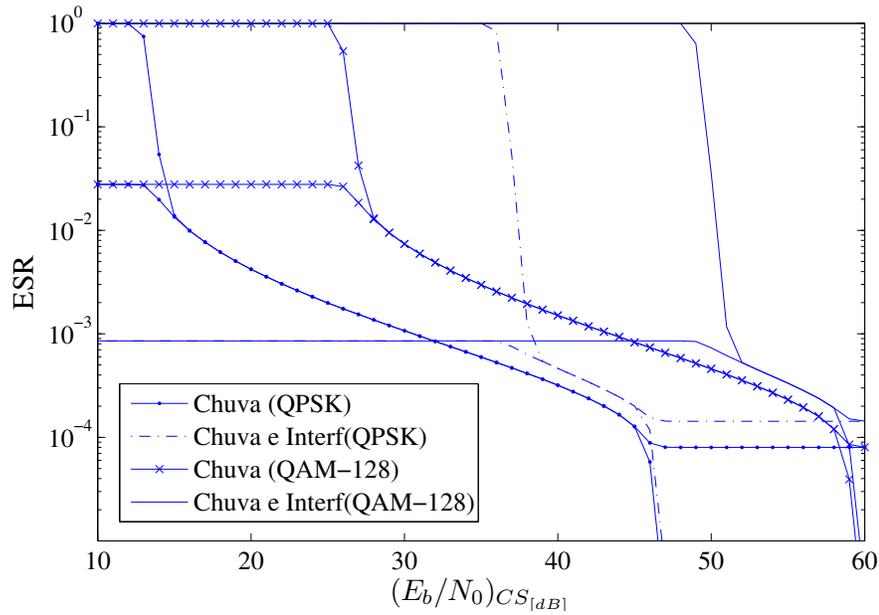


Figura 4.49: Taxa de segundo errado para latitude $20^{\circ}N$ e longitude 77° e Estrutura orbital B

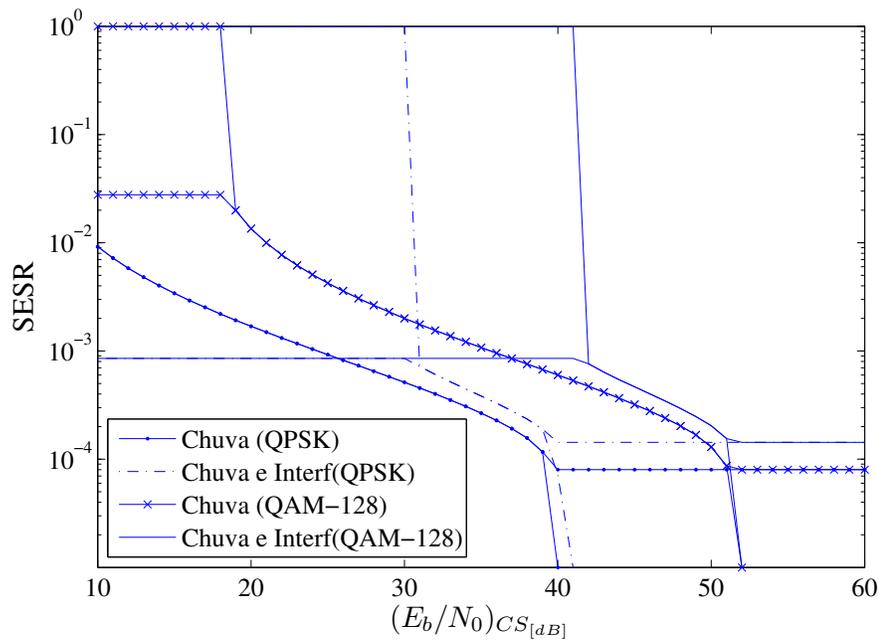


Figura 4.50: Taxa de segundo severamente errado para latitude $20^{\circ}N$ e longitude 77° e Estrutura orbital B

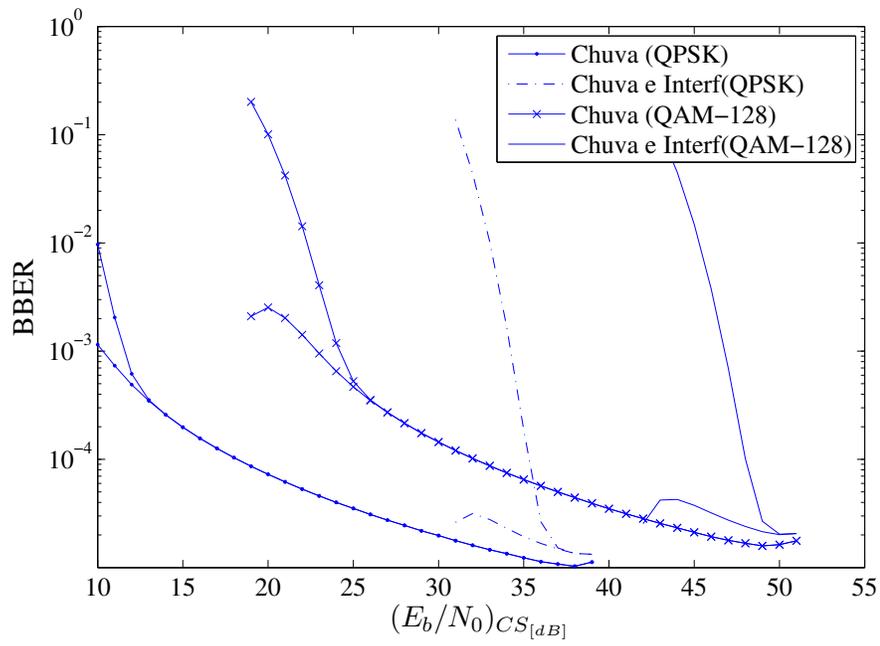


Figura 4.51: Taxa de bloco errado de fundo para latitude 20°N e longitude 77° e Estrutura orbital B