

4

Resultados Numéricos

Neste capítulo a modelagem matemática desenvolvida no Capítulo 3, é aplicada a dois cenários interferentes envolvendo sistemas de comunicação por satélite não-geoestacionários de órbitas elípticas altamente inclinadas (HEOs), e sistemas do Serviço Fixo Terrestre (FS). Mais especificamente, em cada um dos cenários são determinadas as CDFs das interferências em excesso associadas aos critérios de proteção da Recomendação ITU-R F.1495 (equação 3-34). Estas interferências em excesso foram calculadas considerando-se a interferência agregada produzida sobre receptores do Serviço Fixo Terrestre, por três sistemas HEO (com as mesmas características).

Os parâmetros orbitais dos sistemas HEO considerados em cada um dos cenários são apresentados na Tabela 4.1. O primeiro sistema, Sistema HEO do tipo A (Cenário 1), tem satélites que operam só no hemisfério norte enquanto que no segundo sistema, Sistema HEO do tipo B (Cenário 2), os satélites operam tanto no hemisfério norte quanto no sul.

Tabela 4.1: Parâmetros orbitais dos sistemas HEO

	Sistema HEO tipo A	Sistema HEO tipo B
Altitude do Apogeu (km)	39520	27288.3
Altitude do Perigeu (km)	950	517.4
Excentricidade	0.7247	0.66
Inclinação do plano orbital	63.4°	63.435°
Período (horas)	12	8
Número de planos orbitais	9	15 (9HN, 6HS)
Argumento do perigeu	-90°	-90° HN, 90° HS
Número de satélites por plano	1	1
Latitude mínima de operação	54°	45°

As trilhas correspondentes aos satélites de um único sistema HEO são apresentadas nas figuras 4.1 e 4.2 para os sistemas A e B, respectivamente. As trilhas correspondentes à situação em que três sistemas HEO, com as mesmas características operam simultaneamente, são ilustradas nas figuras 4.3 e 4.4, para sistemas do tipo A e B, respectivamente.

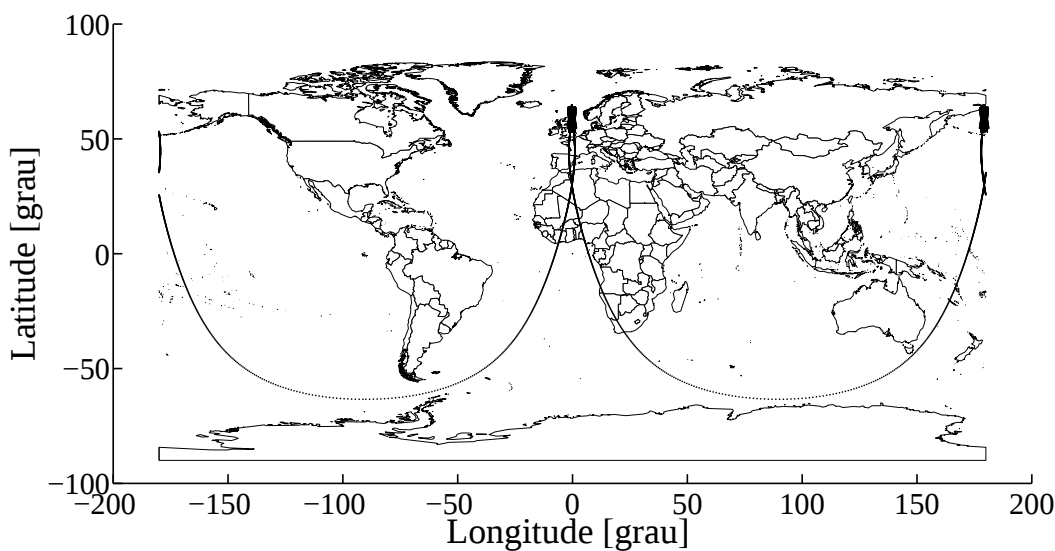


Figura 4.1: Trilhas terrestres correspondentes a um único sistema HEO do tipo A

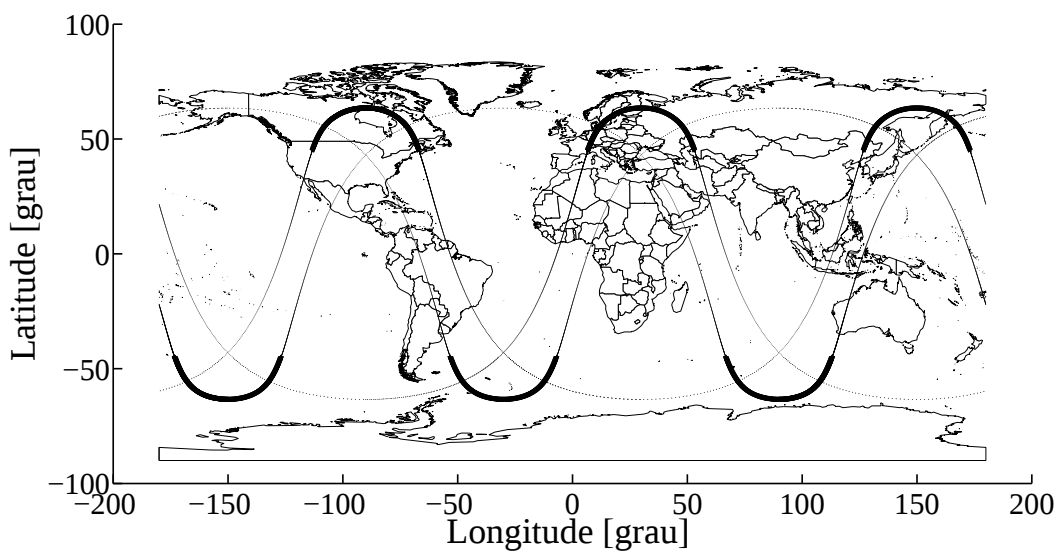


Figura 4.2: Trilhas terrestres correspondentes a um único Sistema HEO do tipo B

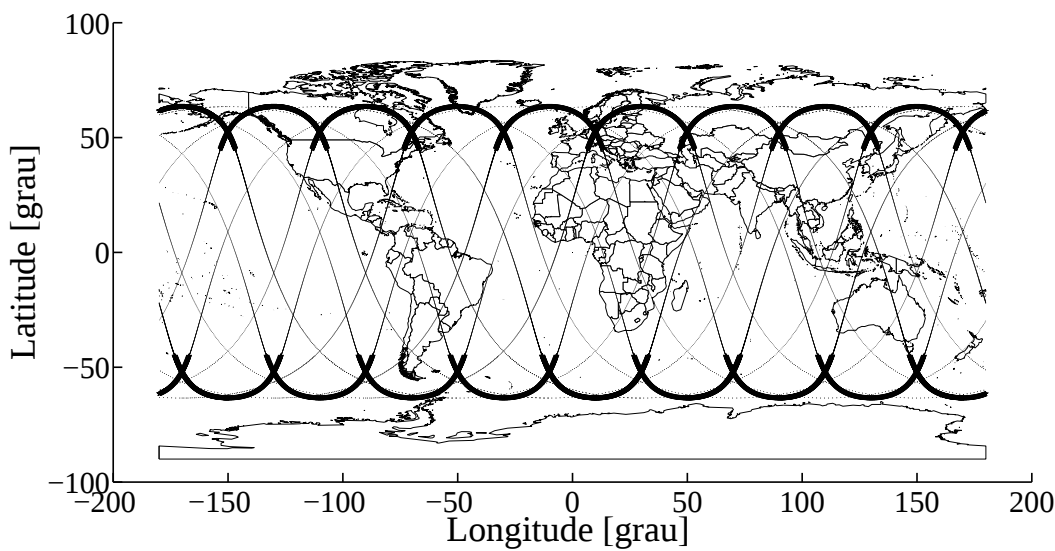


Figura 4.4: Trilhas terrestres correspondentes a três sistemas HEO do tipo B

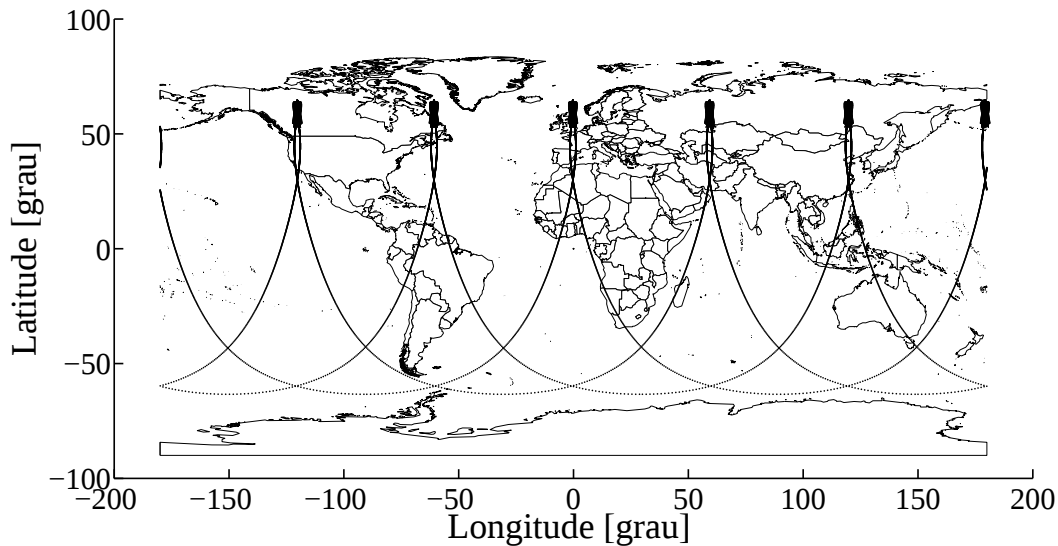


Figura 4.3: Trilhas terrestres correspondentes a três sistemas HEO do tipo A

As características técnicas consideradas para os receptores do Serviço Fixo Terrestre são mostradas na Tabela 4.2, estas características são típicas para a maioria dos enlaces FS na faixa de 18 GHz.

Tabela 4.2: Características técnicas dos receptores FS

Características dos receptores FS	
Ganho da antena	32° e 48° dBi
Altura da antena (h)	200 m
Perda do alimentador (L_F)	3 dB
Nível de ruído (N)	-140 dB(W/MHz)
Antenna pattern	Rec. ITU-R F.1245

A interferência agregada gerada pelos sistemas de satélites não-geoestacionários nos receptores do Serviço Fixo Terrestre foi calculada utilizando-se (3-2). No cálculo considerou-se que a densidade de fluxo de potência $pdf(\epsilon_j)$ produzida na superfície da Terra pelo j -ésimo satélite interferente corresponde aos limites máximos permitidos pelo Artigo 21 do Regulamento de Radiocomunicações (RR) da ITU. Estes limites máximos correspondem a condição de propagação em espaço livre e, no caso de satélites não-geoestacionários operando na faixa de 18 GHz, são dados por

$$pdf_{\epsilon_j} = \begin{cases} -115 & ; \quad 0^\circ \leq \epsilon_j < 5^\circ \\ -115 + 0.5(\epsilon_j - 5) & ; \quad 5^\circ \leq \epsilon_j < 25^\circ \\ -105 & ; \quad 25^\circ \leq \epsilon_j < 90^\circ \end{cases} \quad (4-1)$$

e encontram-se ilustrados na Figura 4.5. Observe, conforme esperado, que sinais interferentes que chegam ao receptor FS com um ângulo de chegada

muito baixo têm um limite de pdf muito mais restritivo que os sinais que atingem o receptor FS com ângulos de valores médios ou altos.

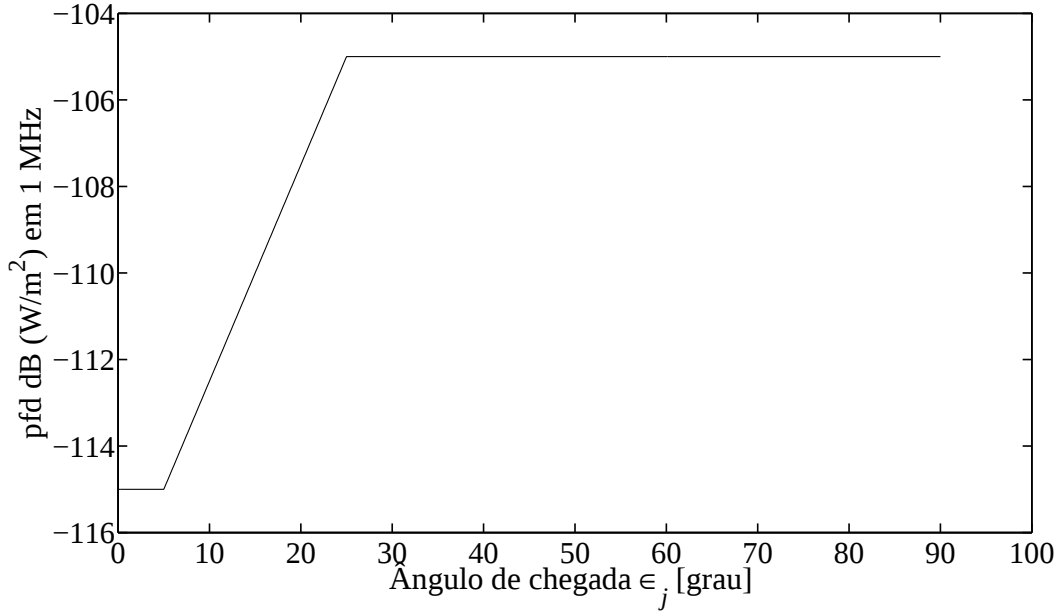


Figura 4.5: Máscara de Densidade de Fluxo de Potência RR-21

O ganho G_{FS_j} da antenna receptora do receptor FS na direção do j -ésimo satélite, foi determinado utilizando-se o diagrama de radiação da Recomendação ITU-R F.1245-1. Para antenas onde a razão entre o diâmetro da antenna e o comprimento de onda é maior que 100 ($D/\lambda > 100$), este diagrama de radiação é dado por

$$G_{FS}(\varphi) = \begin{cases} G_{máx} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 & ; \quad 0^\circ < \varphi < \varphi_m \\ G_1 & ; \quad \varphi_m \leq \varphi < \text{máx}(\varphi_m, \varphi_r) \\ 29 - 25 \log \varphi & ; \quad \text{máx}(\varphi_m, \varphi_r) \leq \varphi \leq 48^\circ \\ -13 & ; \quad 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ \end{cases} \quad (4-2)$$

No caso de $D/\lambda \leq 100$, o diagrama é dado por

$$G_{FS}(\varphi) = \begin{cases} G_{máx} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 & ; \quad 0^\circ < \varphi < \varphi_m \\ 39 - 5 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) - 25 \log \varphi & ; \quad \varphi_m \leq \varphi < 48^\circ \\ -3 - 5 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) & ; \quad 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ \end{cases} \quad (4-3)$$

Em (4-2) e (4-3), $G_{máx}$ é o ganho máximo da antenna em dBi, D é o diâmetro da antenna, λ é o comprimento de onda, G_1 é o ganho do primeiro lóbulo lateral, dado por

$$G_1 = 2 + 15 \log \left(\frac{D}{\lambda} \right) \quad (4-4)$$

e os ângulos φ_m e φ_r são definidos, respectivamente, por

$$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D} \sqrt{G_{máx} - G_1} \quad (4-5)$$

e

$$\varphi_r = 12.02 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^{-0.6} \quad (4-6)$$

Diagramas de radiação correspondentes a antenas com ganhos $G_{máx} = 48$ dBi ($D/\lambda = 107.8124$) e $G_{máx} = 32$ dBi ($D/\lambda = 17.0871$) são apresentadas na Figura 4.6.

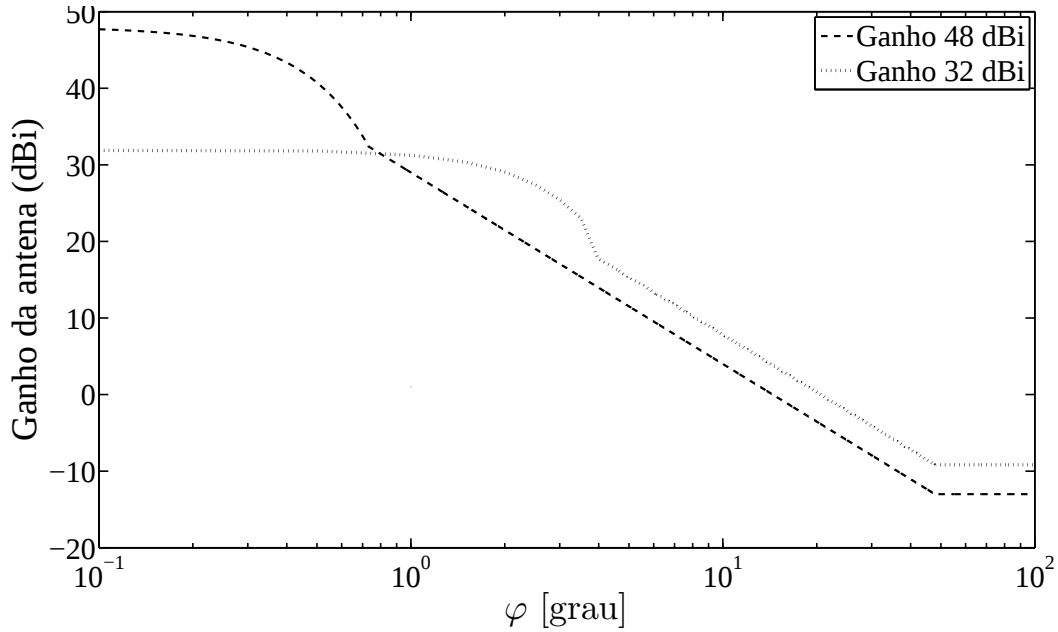


Figura 4.6: Diagrama de radiação da antena receptora do Serviço Fixo Terrestre

Conforme indicado na Tabela 4.2, a perda do alimentador (L_F) foi considerada igual 3 dB. A atenuação devida a gases atmosféricos (L_{At}) foi determinada de acordo com a Recomendação da ITU-R SF.1395. Mais especificamente, para uma estação do Serviço Fixo Terrestre localizada em uma latitude θ , esta atenuação é dada por

$$L_{At} = \begin{cases} \frac{11.38}{1+0.8601\epsilon_j+0.04510\epsilon_j^2+h(0.2342+0.6585\epsilon_j)+0.2658h^2} & ; \quad 0^\circ \leq \theta < 22.5^\circ \\ \frac{6.54}{1+0.8994\epsilon_j+h(0.2971+0.3762\epsilon_j)+0.1322h^2} & ; \quad 22.5^\circ \leq \theta < 45^\circ \\ \frac{4.95}{1+0.8149\epsilon_j+h(0.2205+0.2830\epsilon_j)+0.09616h^2} & ; \quad 45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \end{cases} \quad (4-7)$$

onde h é a altura da estação do Serviço Fixo Terrestre acima do nível do mar, expressa em quilômetros.

As simulações foram feitas considerando-se a análise estação-a-estação conforme descrito na Seção 2.2.2. Para cada uma das latitudes (30°N , 20°N , 10°N , 0°N , 10°S , 20°S e 30°S) foram considerados receptores FS localizados em posições com longitudes que variaram de 0° a 360° , com incremento de 1° , ou seja, foram considerados 360 receptores. Para cada um destes receptores FS considerou-se valores de azimuth para sua antena receptora que variam de 0° a 360° (de grau em grau). Assim, para cada um dos receptores considerados e cada um dos possíveis azimuths, a distribuição cumulativa de probabilidade da razão I/N , dada por (3-24), foi computada a partir de amostras da interferência agregada devida a todos os satélites “ativos” e visíveis, tomadas a cada 5 segundos durante a simulação do movimento dos satélites envolvidos. Este intervalo de amostragem foi considerado adequado, uma vez que ele garante um número suficiente de amostras durante a passagem do satélite pelo lóbulo principal da antena receptora do receptor FS.

Nos cálculos da interferência, o ângulo de elevação ε da antena receptora do FS foi modelada por uma variável aleatória com função densidade de probabilidade de Tikhonov, ou seja,

$$p_\varepsilon(E) = \frac{e^{\left(\frac{\cos E}{4\sigma^2}\right)}}{\pi I_0\left(\frac{1}{4\sigma^2}\right)}; \quad -\frac{\pi}{2} < E < \frac{\pi}{2} \quad (4-8)$$

onde $I_0(k)$ é a função de Bessel de ordem zero. Esta função de densidade de probabilidade é ilustrada na Figura 4.7, para três diferentes valores do parâmetro σ^2 .

Conforme indicado em [6], a função distribuição de probabilidade da variável aleatória de Tikhonov pode ser obtida pela série

$$F_\varepsilon(E) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\pi} \left(2E + \frac{2}{I_0\left(\frac{1}{4\sigma^2}\right)} \sum_{n=0}^{\infty} I_n\left(\frac{1}{4\sigma^2}\right) \frac{\sin(2nE)}{n} \right) \quad (4-9)$$

Esta função distribuição de probabilidade é ilustrada na Figura 4.8 para os mesmos três valores de σ^2 .

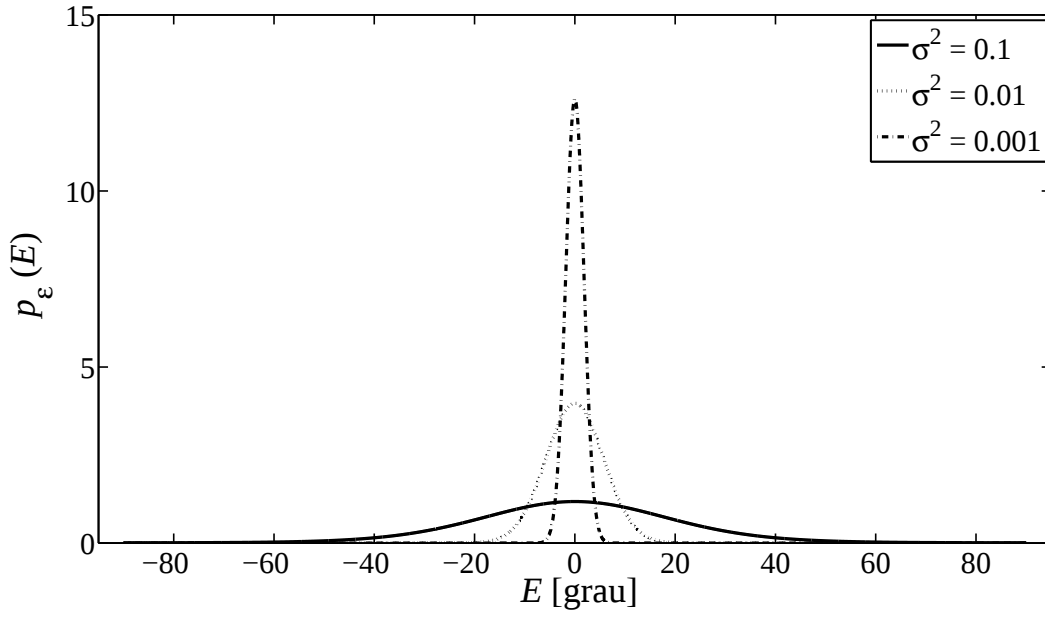


Figura 4.7: Função Densidade de Probabilidade de Tikhonov

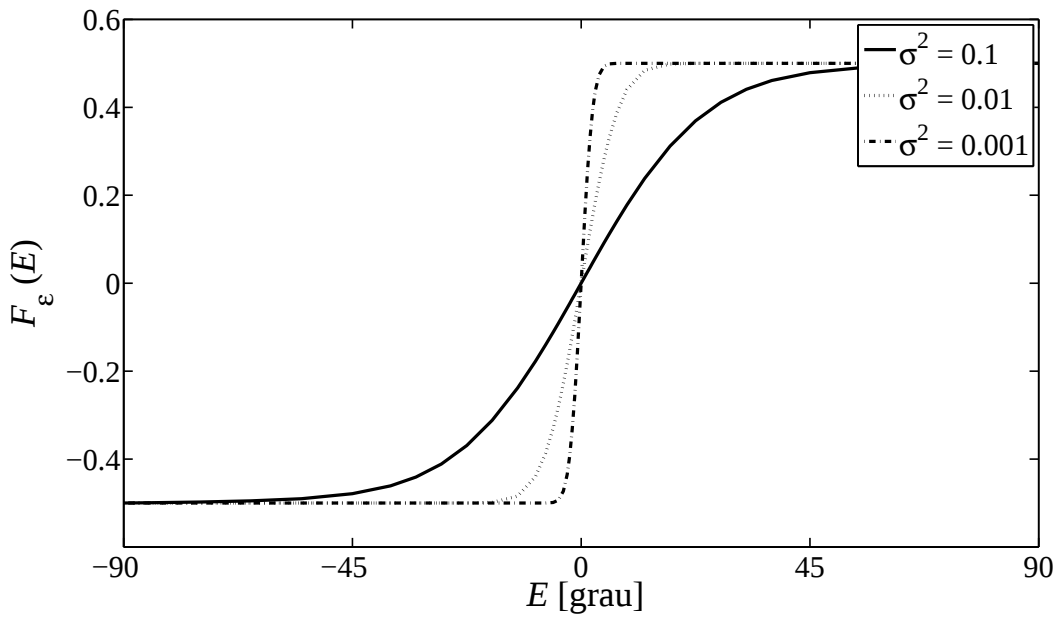


Figura 4.8: Função Distribuição de Probabilidade de Tikhonov

A escolha da variável aleatória de Tikhonov para modelagem do ângulo de elevação das antenas receptoras dos sistemas FS tem como principais motivações a expressão fechada de sua função densidade de probabilidade e o fato dela refletir adequadamente a distribuição dos ângulos de elevação dos receptores terrestres que constam na base SITAR (Sistema de Informações Técnicas para Administração das Radiocomunicações) da Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) [8]. Dependendo do relevo da região geográfica considerada, que tem influência no ângulo de elevação de transceptores FS, o

parâmetro σ^2 da função densidade de probabilidade de Tikhonov pode variar de 1×10^{-3} a 1×10^{-1} .

Para a avaliação da interferências em excesso considerou-se, conforme mencionado no Capítulo 3, que para os receptores localizados numa mesma latitude, os valores de ϕ e α são escolhidos aleatoriamente. Supondo-se que as variáveis aleatórias ϕ e α são estatisticamente independentes e uniformemente distribuídas no intervalo $[0, 2\pi]$, as CDFs das interferências em excesso $\{\Delta_i, i = 1, 2, 3\}$, dadas por (3-34) foram determinadas.

Os resultados correspondentes às interferências em excesso produzidas por três sistemas HEO do tipo A em receptores FS com antenas receptoras de ganho 48 dBi são apresentados nas figuras 4.9 a 4.15 para receptores localizados nas latitudes iguais a 30°N, 20°N, 10°N, 0°N, 10°S, 20°S e 30°S, respectivamente. Nestas figuras, as curvas sólidas dizem respeito às interferências em excesso experimentadas pelo receptores no caso em que o ângulo de elevação ε de suas antenas receptoras é igual a zero. As demais curvas correspondem às situações em que o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov.

De maneira análoga, os resultados correspondentes a receptores FS com antenas de ganho 32 dBi são apresentadas nas figuras 4.16 a 4.22 para receptores FS localizados nas latitudes iguais a 30°N, 20°N, 10°N, 0°N, 10°S, 20°S e 30°S, respectivamente.

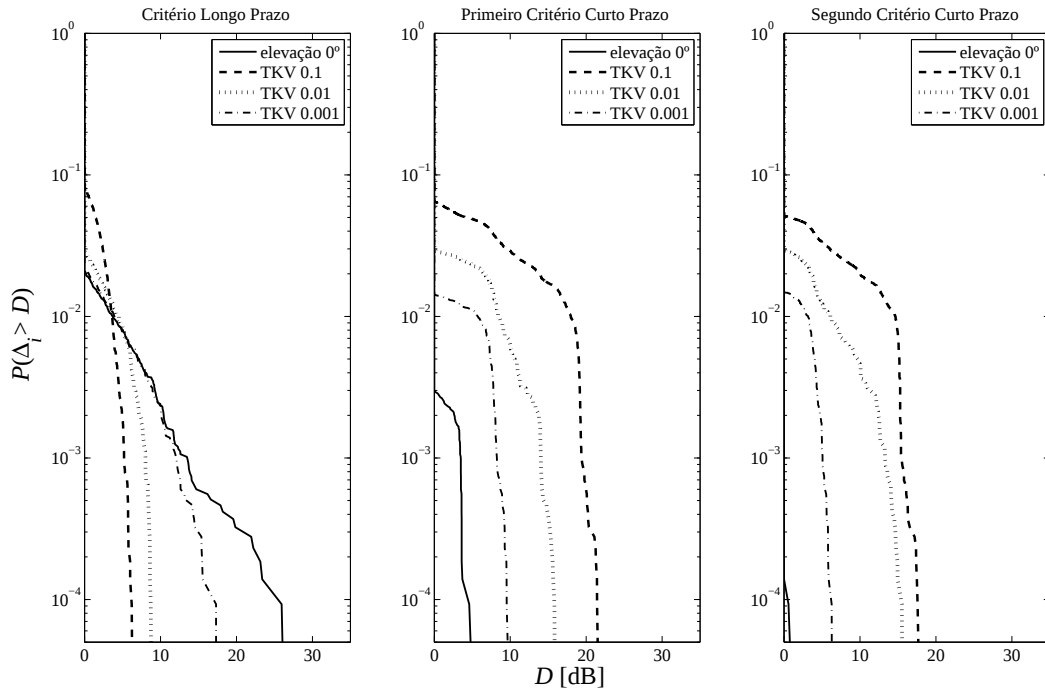


Figura 4.9: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 30°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

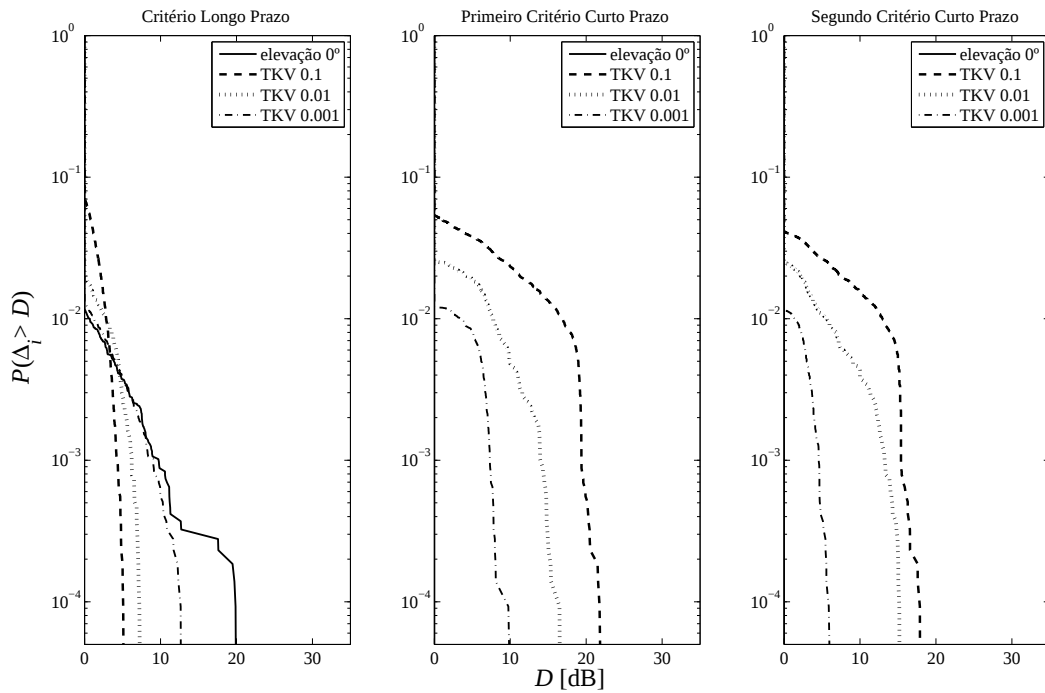


Figura 4.10: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 20°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

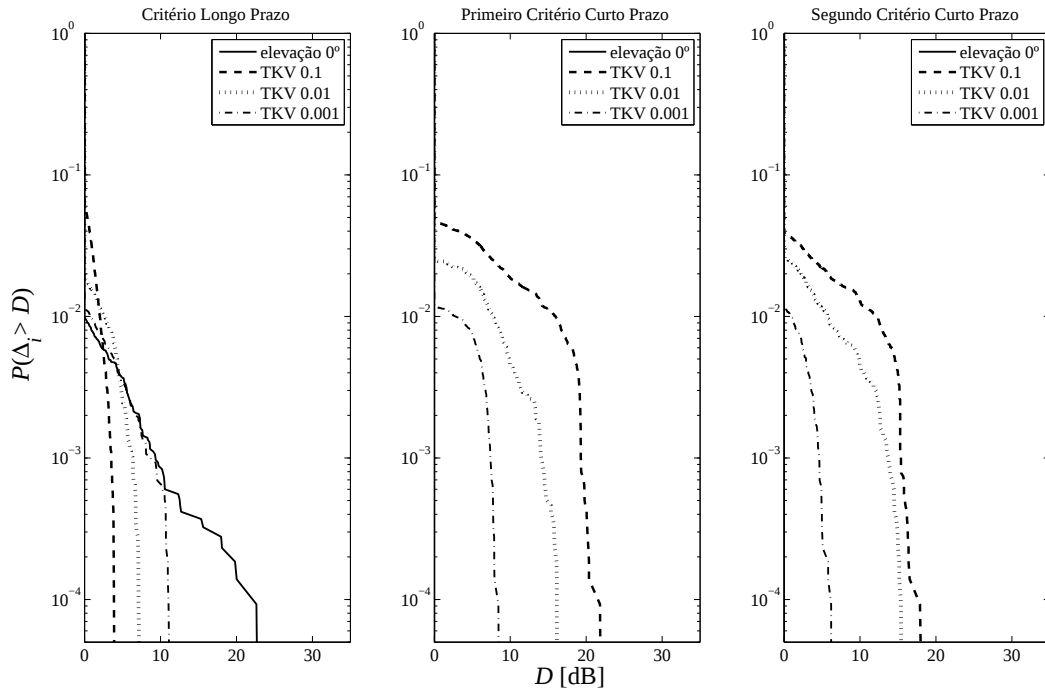


Figura 4.11: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 10°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

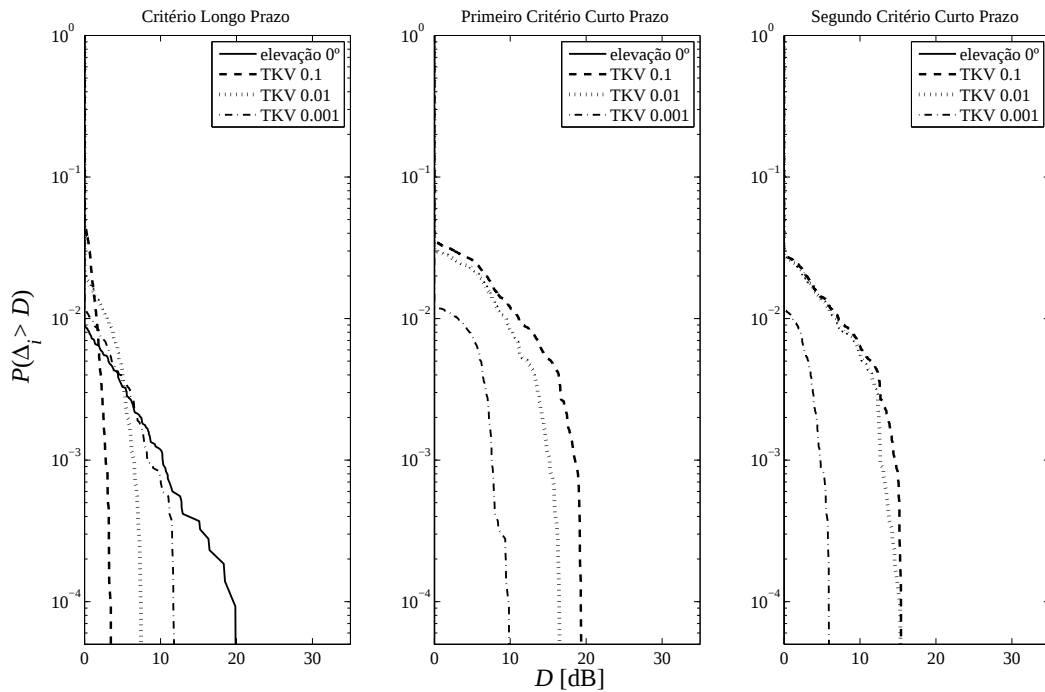


Figura 4.12: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 0°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

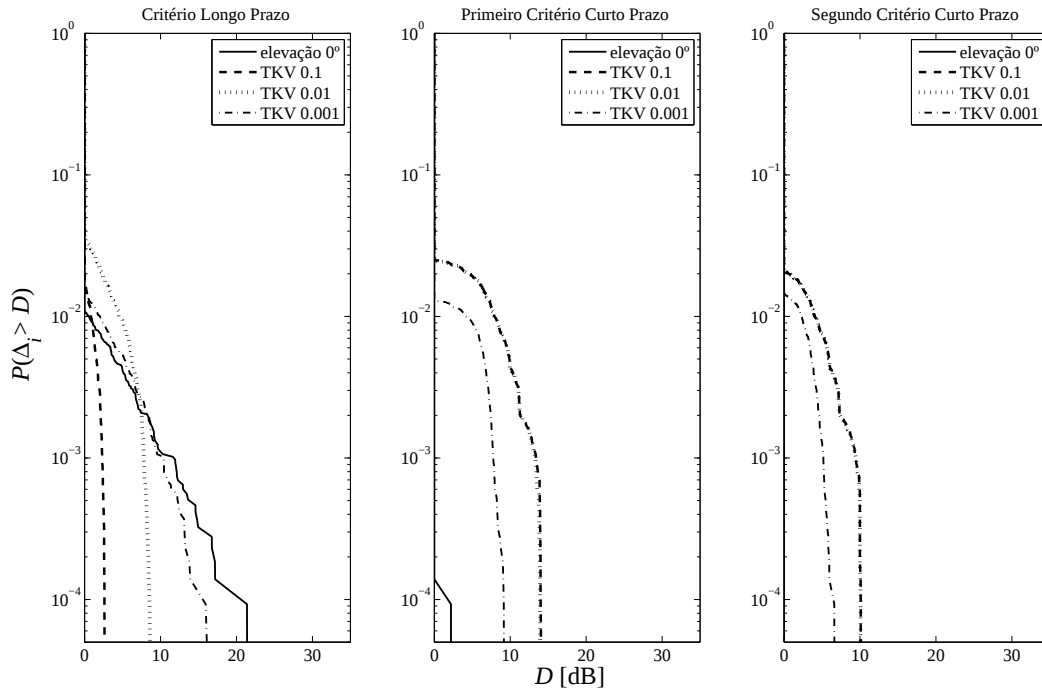


Figura 4.13: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 10°S, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

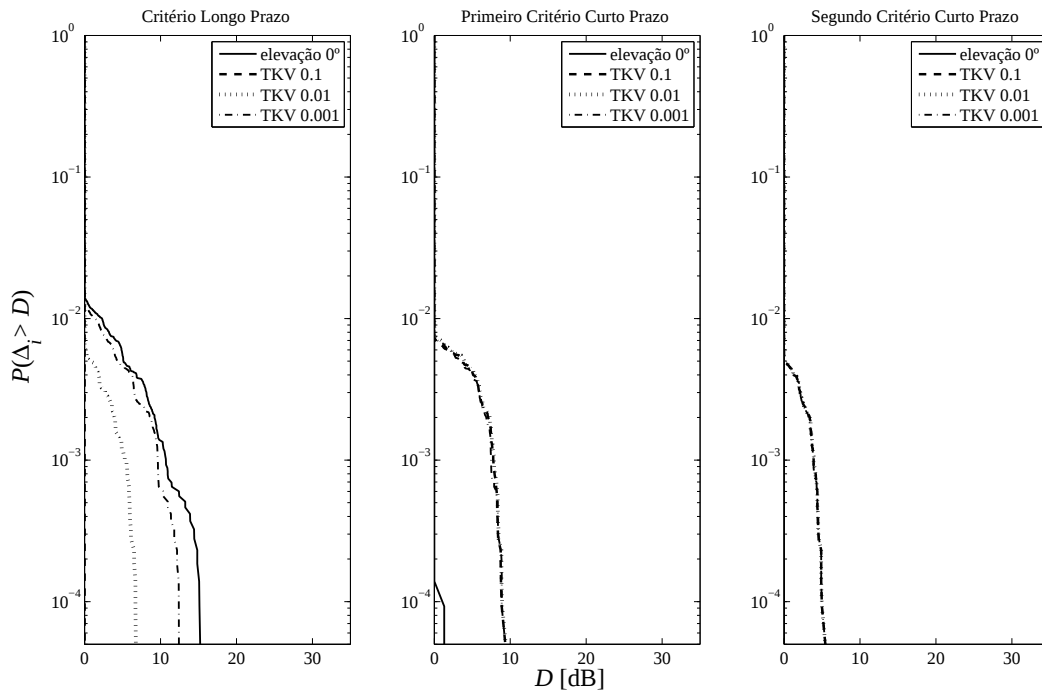


Figura 4.14: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 20°S, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

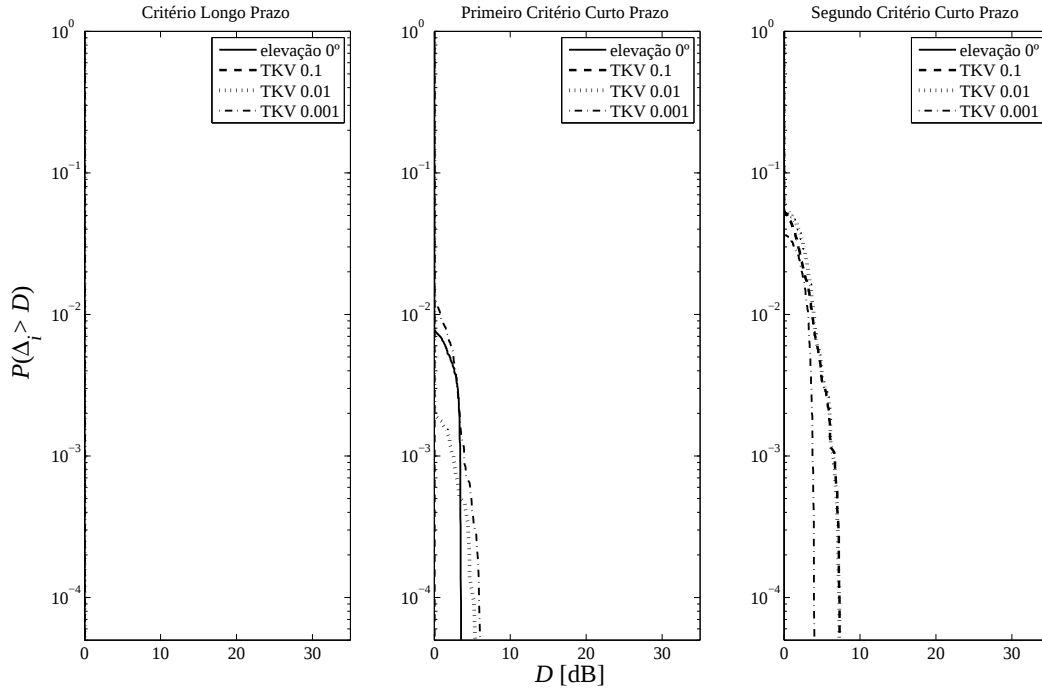


Figura 4.15: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 30°S, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

Os resultados apresentados nas figuras 4.9 a 4.15, relativos às interferências produzidas por três sistemas HEO do tipo A sobre receptores do FS, permitem algumas observações. De uma maneira geral, no caso da interferência em excesso de longo prazo Δ_1 , quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p diminuem, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . A diferença é mais pronunciada no caso em que ε é Tikhonov com parâmetro $\sigma^2 = 0.1$, podendo chegar a 15 dB para $p = 1 \times 10^{-4}$. Isto significa que com relação ao critério de longo prazo considerar $\varepsilon = 0$ constitui uma hipótese muito conservadora.

No caso das interferências em excesso Δ_2 e Δ_3 correspondentes aos critérios de curto prazo, quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p aumentam, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-1} . Isto significa que com relação aos critérios de curto prazo o cálculo de interferência que considera $\varepsilon = 0$ é otimista e subestima os valores da interferência em excesso. A diferença neste caso pode chegar a 15 dBi (Tikhonov, $\sigma^2=0.1$).

Conforme mencionado anteriormente, os resultados relativos a sistemas FS com antenas receptoras de ganho 32 dBi são apresentados nas figuras 4.16

a 4.22.

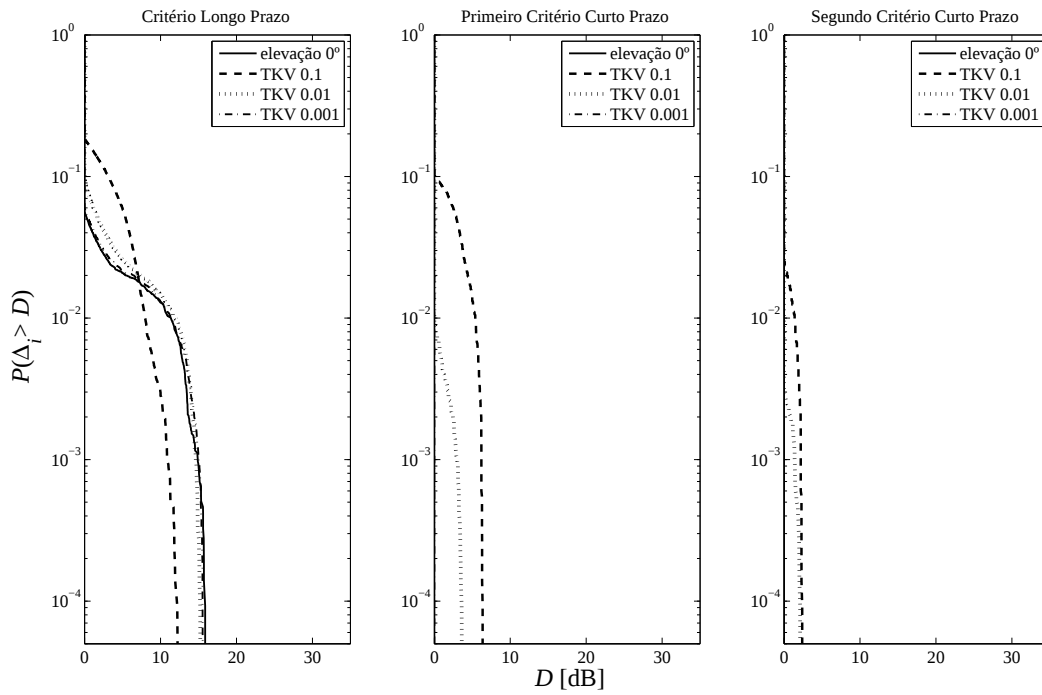


Figura 4.16: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 30°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

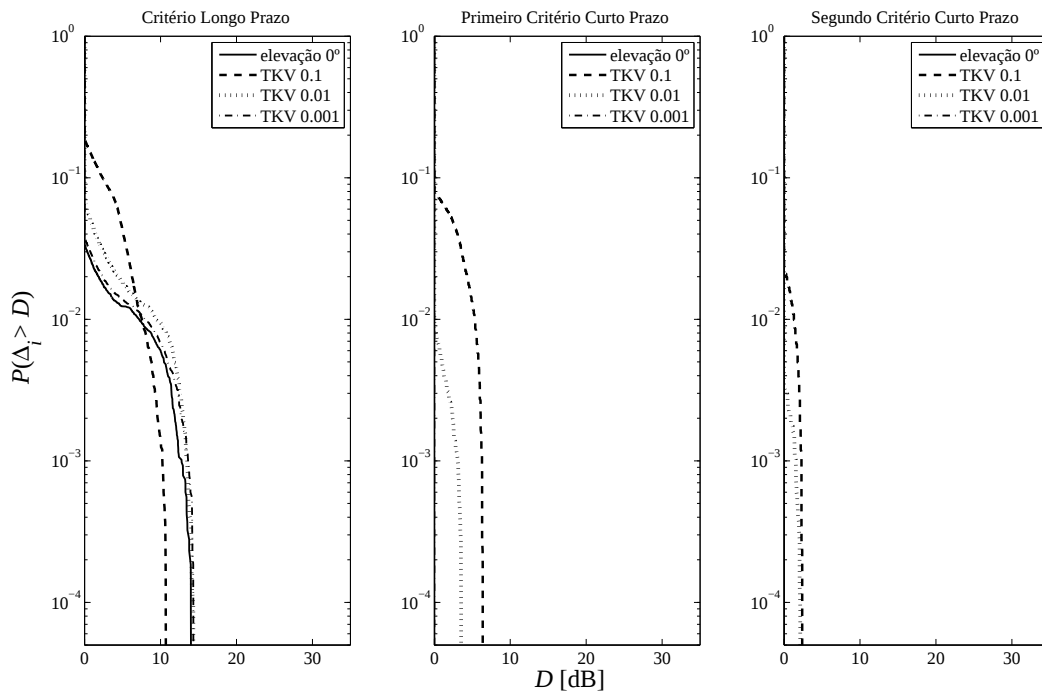


Figura 4.17: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 20°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

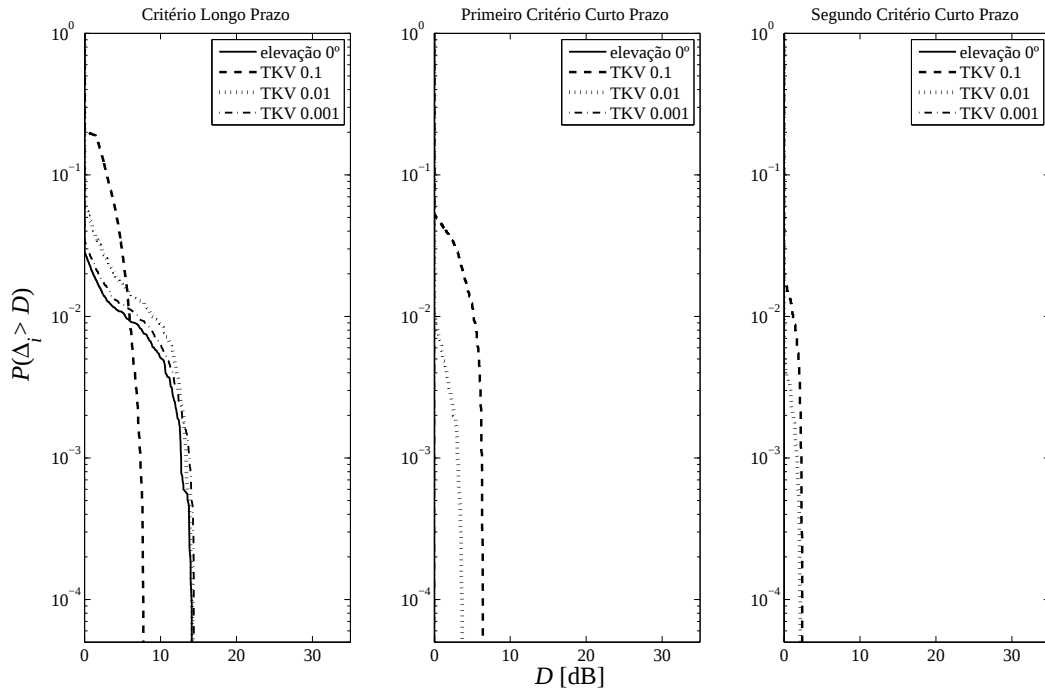


Figura 4.18: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 10°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

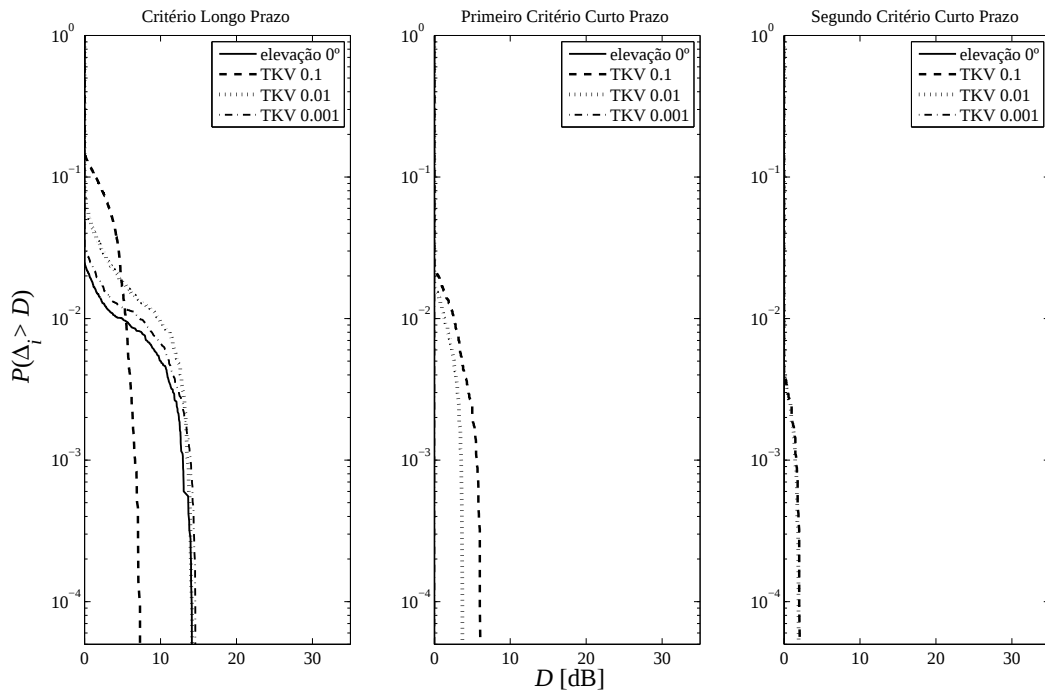


Figura 4.19: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 0°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

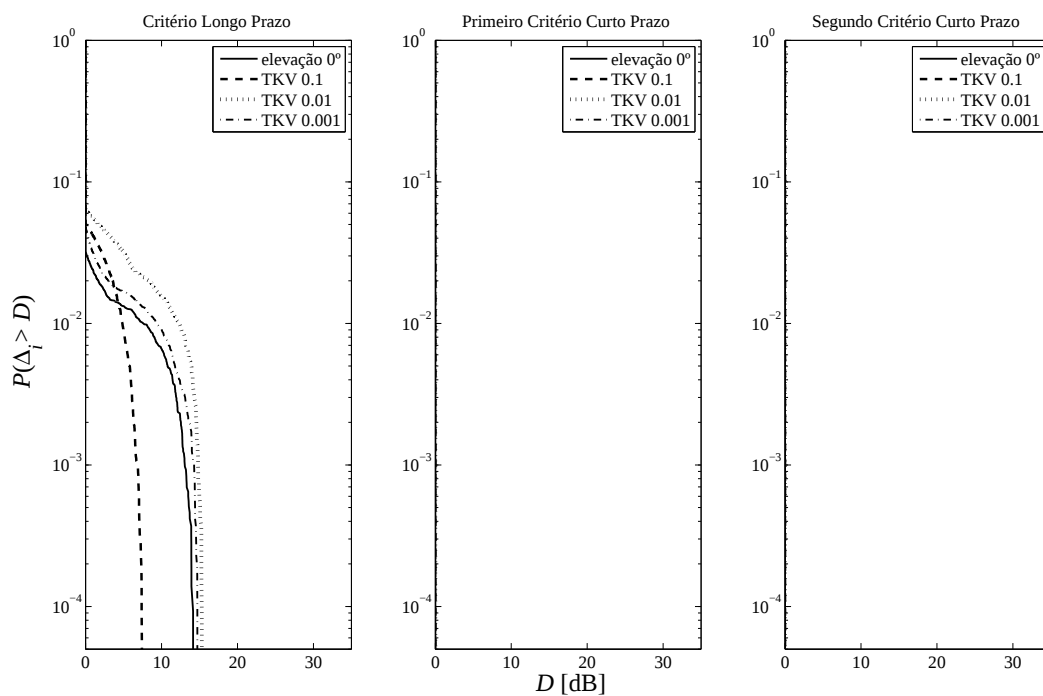


Figura 4.20: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 10°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

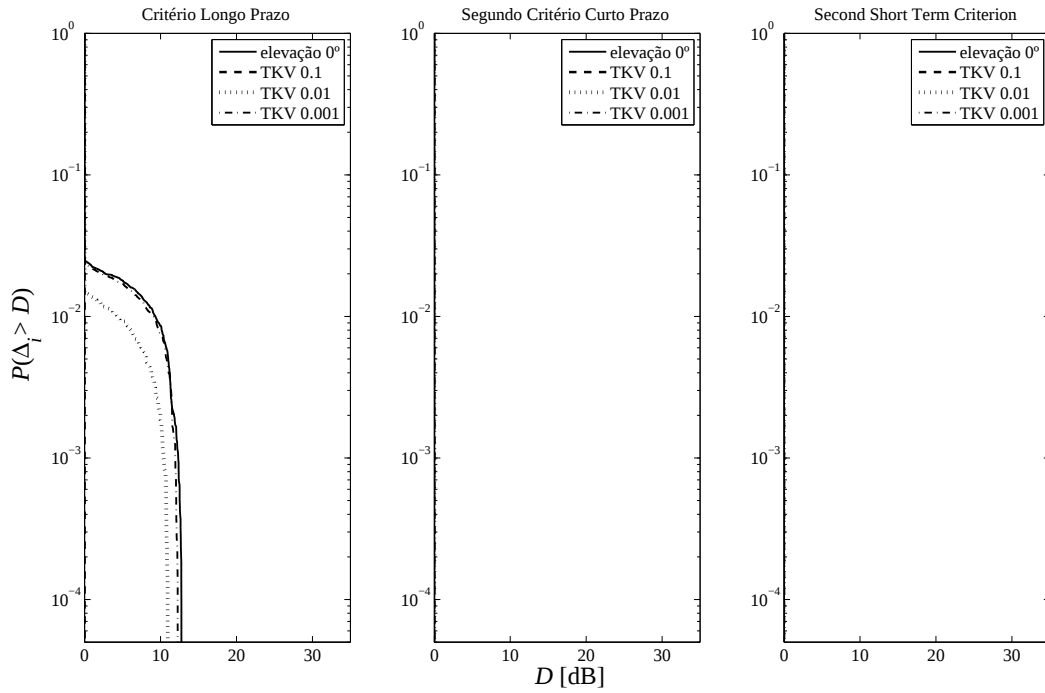


Figura 4.21: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 20°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi. Note que no caso dos critérios de proteção de curto prazo, níveis de interferência em excesso maiores que zero ocorrem com probabilidades menores que 6×10^{-5} .

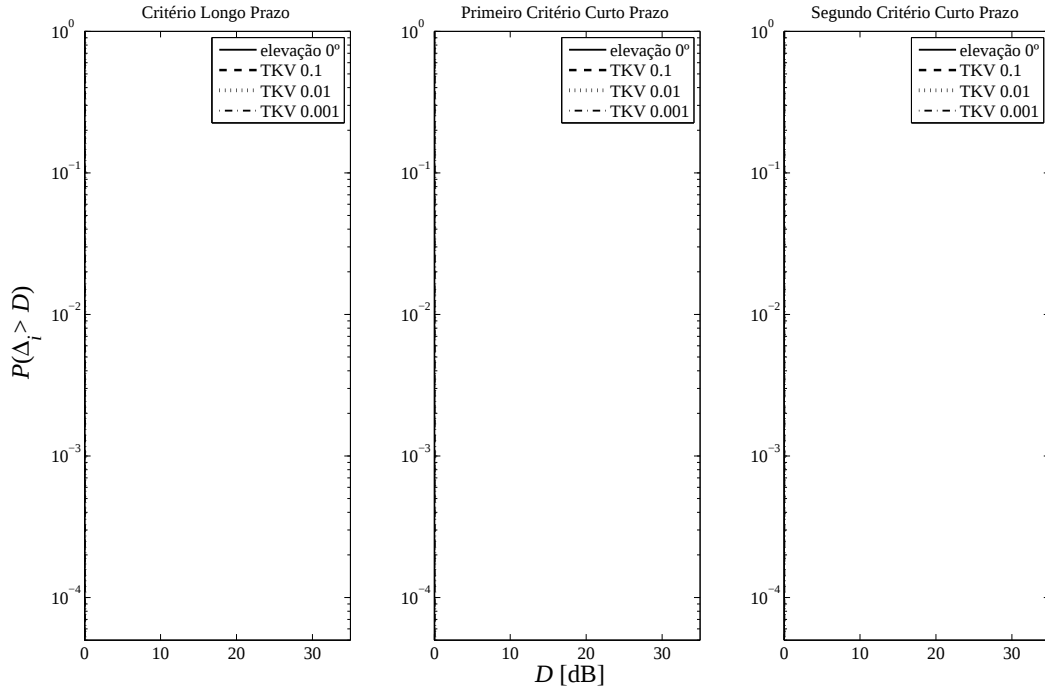


Figura 4.22: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistema HEO do tipo A. Latitude do receptor FS 30°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi. Note que no caso dos três critérios de proteção, níveis de interferência em excesso maiores que zero ocorrem com probabilidades menores que 6×10^{-5} .

Os resultados apresentados nas figuras 4.16 a 4.22, relativos a receptores FS com antenas de ganho 32 dBi indicam que, no caso da interferência em excesso de longo prazo Δ_1 , quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov com $\sigma^2 = 0.001$ e $\sigma^2 = 0.01$ os níveis excedidos com probabilidade p são aproximadamente iguais aos do caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . Já para Tikhonov com parâmetro $\sigma^2 = 0.1$, os níveis excedidos com probabilidade p diminuem, com relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} e a diferença pode chegar a 5 dBi para $p = 1 \times 10^{-4}$. Isto significa que com relação ao critério de longo prazo considerar $\varepsilon = 0$ constitui uma hipótese ainda conservadora.

No caso das interferências em excesso Δ_2 e Δ_3 correspondentes aos critérios de curto prazo, quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p aumentam, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-1} . Isto significa que com relação aos critérios de curto prazo o cálculo de interferência que considera $\varepsilon = 0$ é otimista e subestima os valores da interferência em excesso. A diferença neste caso pode chegar a 5 dBi (Tikhonov, $\sigma^2=0.1$).

Os resultados correspondentes às interferências em excesso produzidas por três sistemas HEO do tipo B em receptores FS com antenas receptoras de ganho 48 dBi são apresentados nas figuras 4.23 a 4.29 para receptores localizados nas latitudes iguais a 30°N, 20°N, 10°N, 0°N, 10°S, 20°S e 30°S, respectivamente. Nestas figuras, as curvas sólidas dizem respeito às interferências em excesso experimentadas pelos receptores no caso em que o ângulo de elevação ε de suas antenas receptoras é igual a zero. As demais curvas correpondem às situações em que o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov.

De maneira análoga, os resultados correspondentes a receptores FS com antenas de ganho 32 dBi são apresentadas nas figuras 4.30 a 4.36 para receptores FS localizados nas latitudes iguais a 30°N, 20°N, 10°N, 0°N, 10°S, 20°S e 30°S, respectivamente.

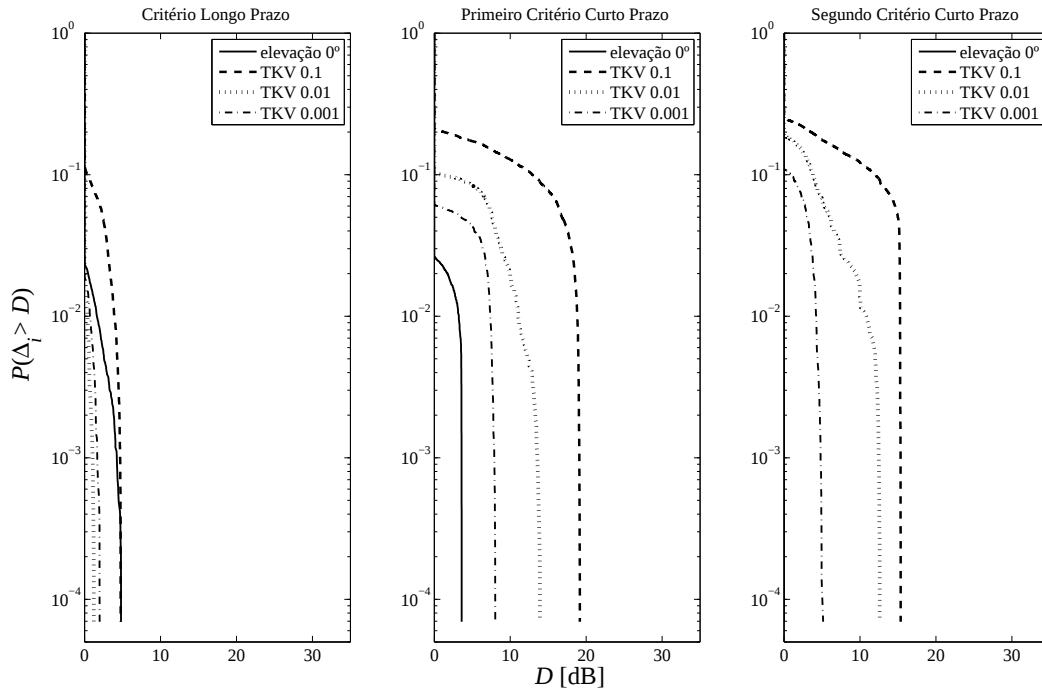


Figura 4.23: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas tipo HEO do B. Latitude do receptor FS 30°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

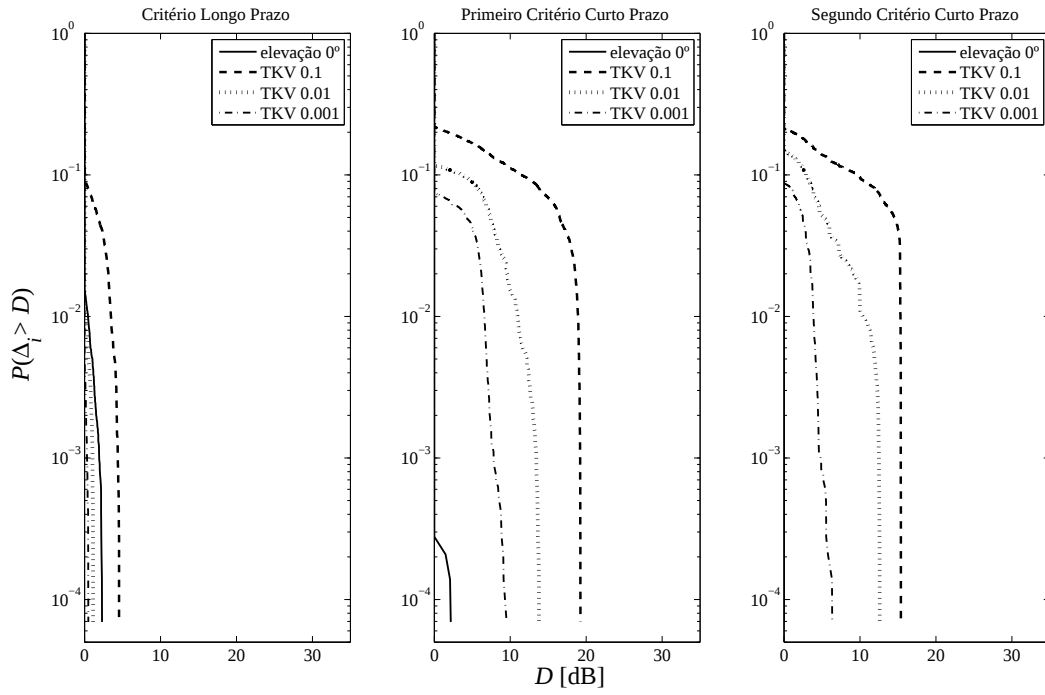


Figura 4.24: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 20°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

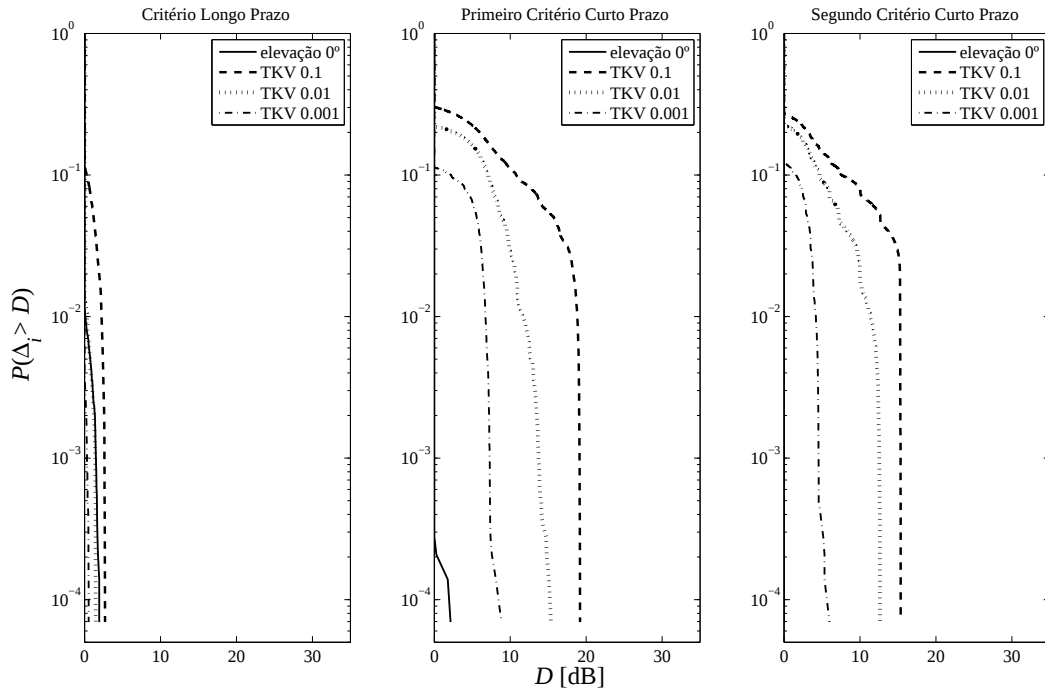


Figura 4.25: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 10°N, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

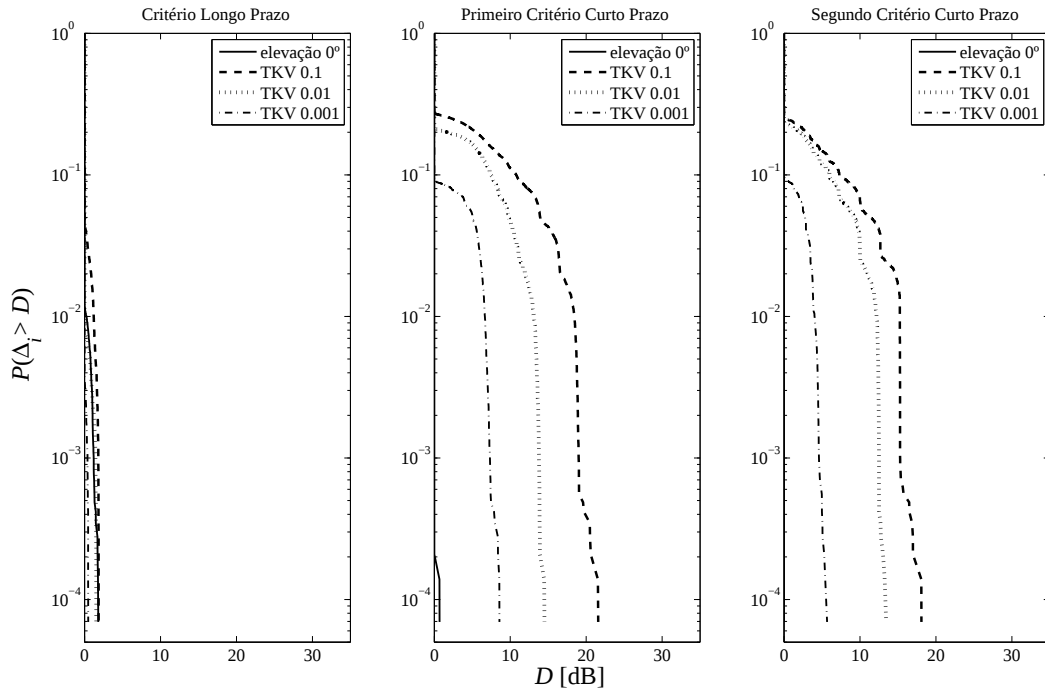


Figura 4.26: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 0°N, ganho da antena do receptor FS 48 dB

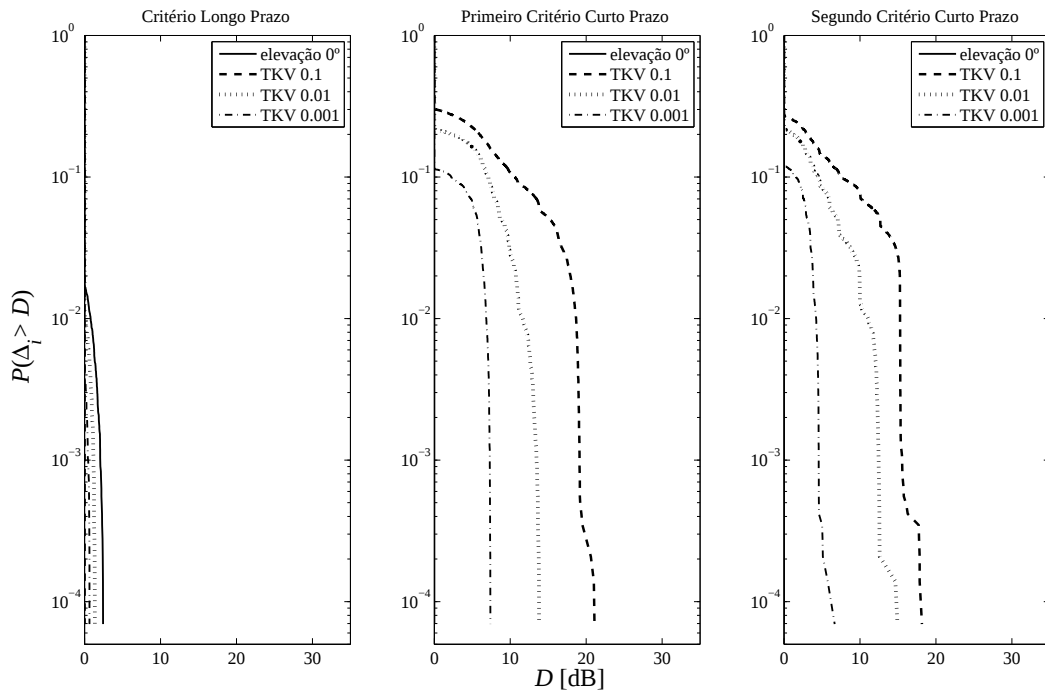


Figura 4.27: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 10°S, ganho da antena do receptor FS 48 dB

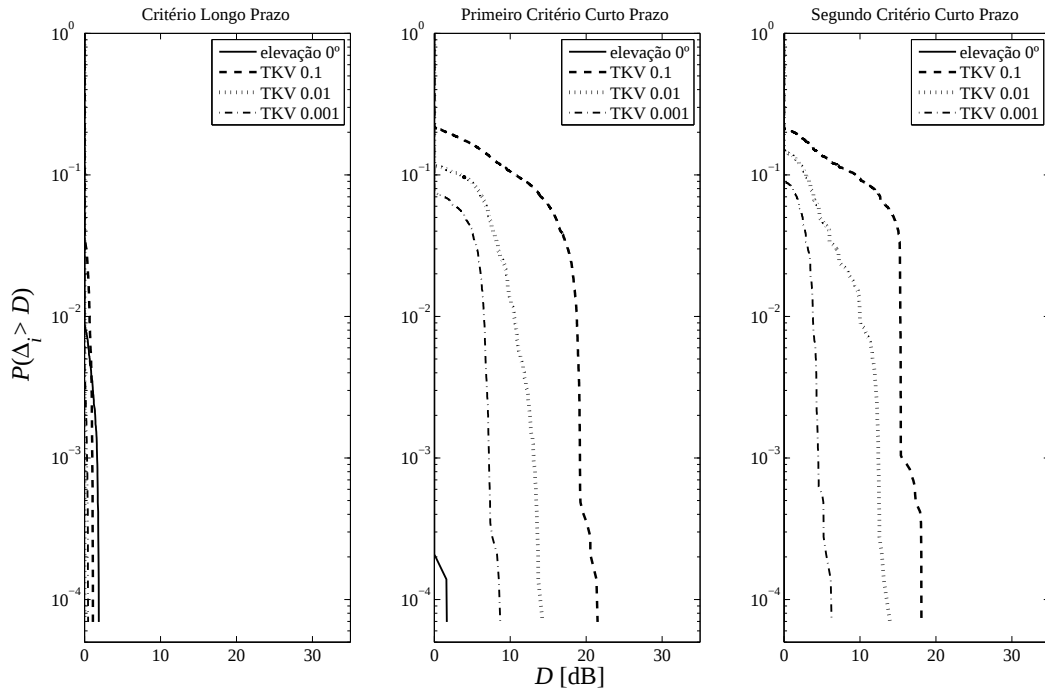


Figura 4.28: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 20°S, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

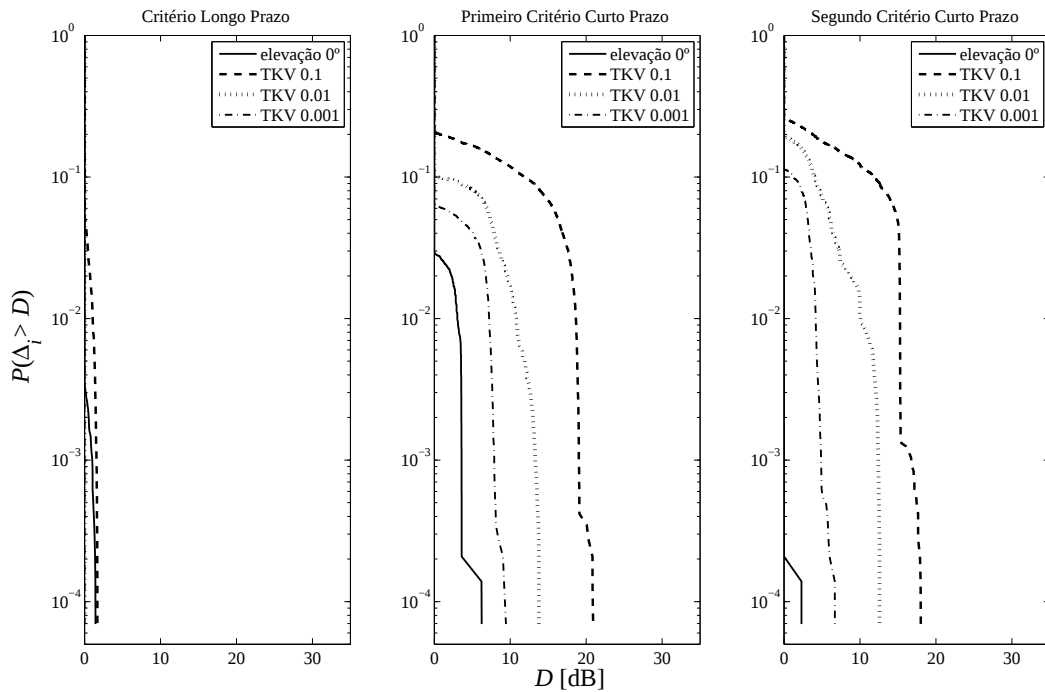


Figura 4.29: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 30°S, ganho da antena do receptor FS 48 dBi

Os resultados apresentados nas figuras 4.23 a 4.29, relativos às interferências produzidas por três sistemas HEO do tipo B sobre receptores do FS, permitem algumas observações. De uma maneira geral, no caso da interferência em excesso de longo prazo Δ_1 , quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p variam pouco em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . As diferenças observadas são da ordem de 1 dB.

No caso das interferências em excesso Δ_2 e Δ_3 correspondentes aos critérios de curto prazo, quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p aumentam, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . Isto significa que com relação aos critérios de curto prazo o cálculo de interferência que considera $\varepsilon = 0$ subestima os valores da interferência em excesso. A diferença neste caso pode chegar a 15 dBi (Tikhonov, $\sigma^2 = 0.1$).

Conforme mencionado anteriormente, os resultados relativos a sistemas FS com antenas receptoras de ganho 32 dBi são apresentadas nas figuras 4.30 a 4.36.

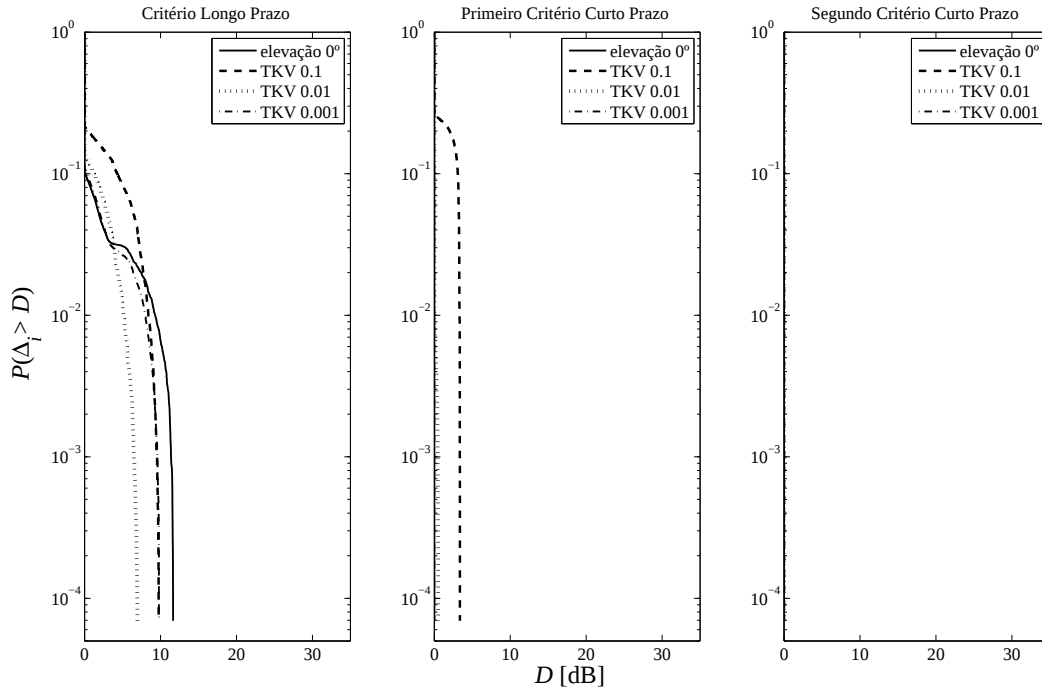


Figura 4.30: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 30°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

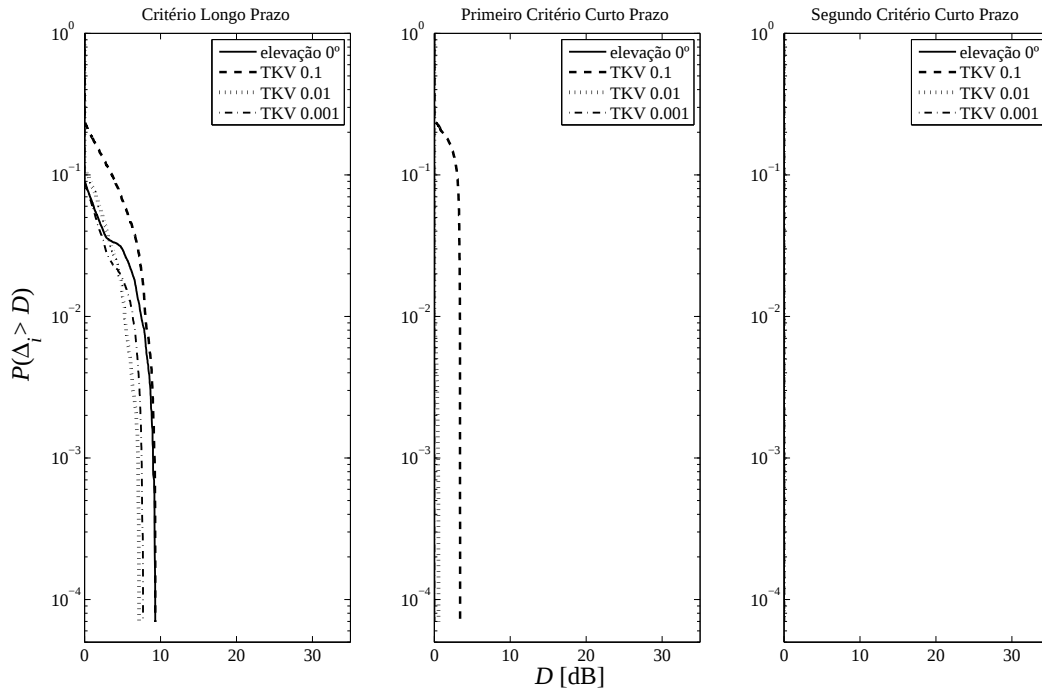


Figura 4.31: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 20°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

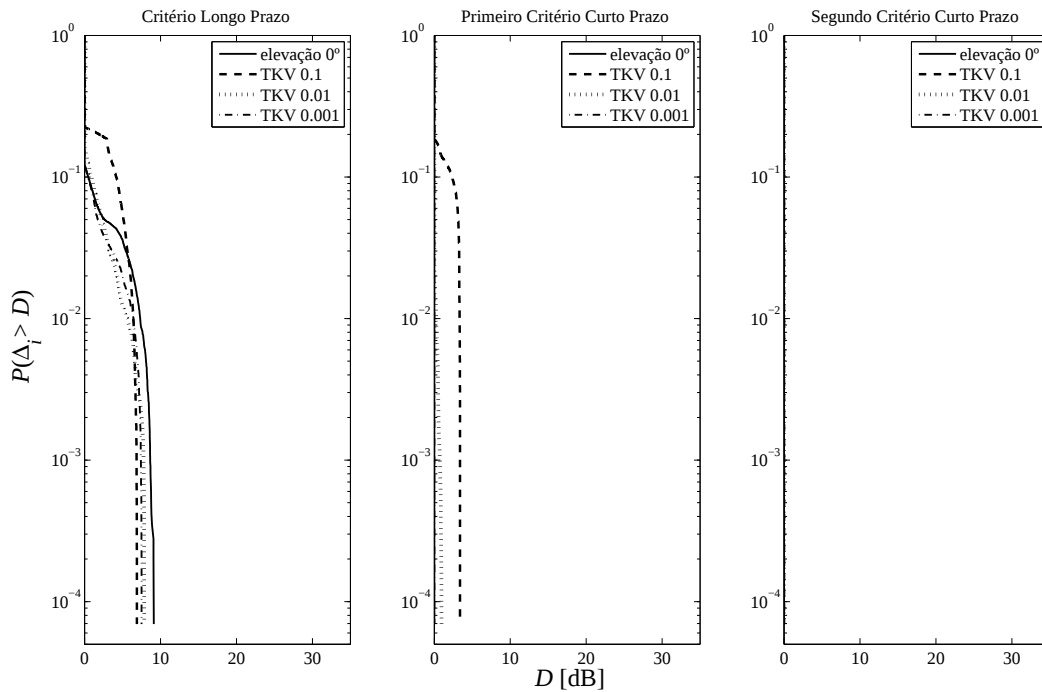


Figura 4.32: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 10°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

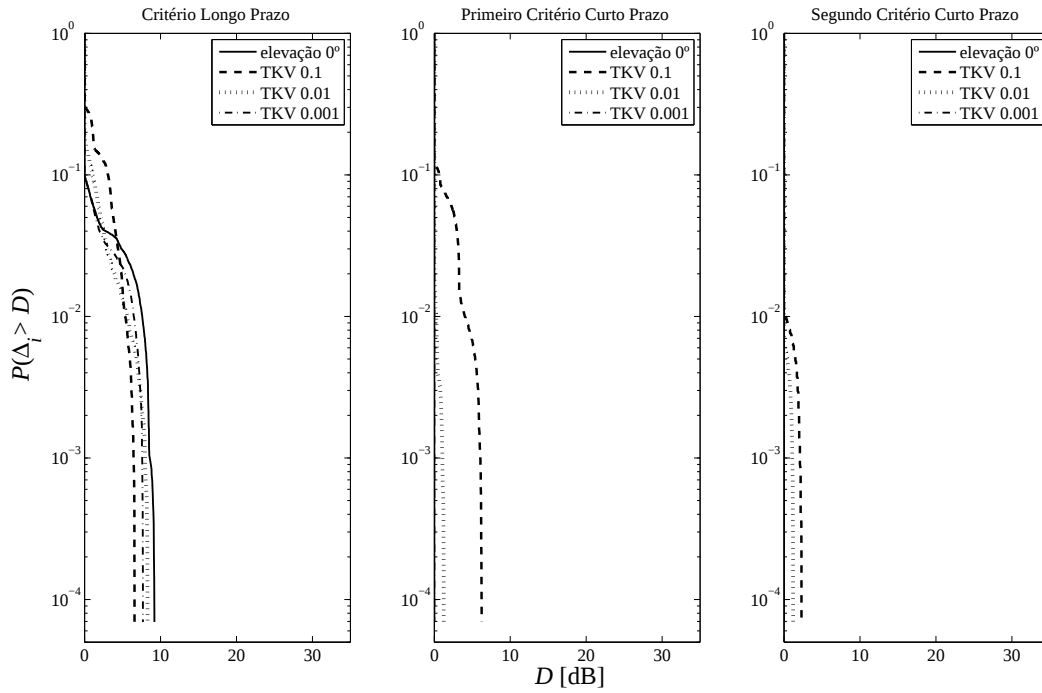


Figura 4.33: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 0°N, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

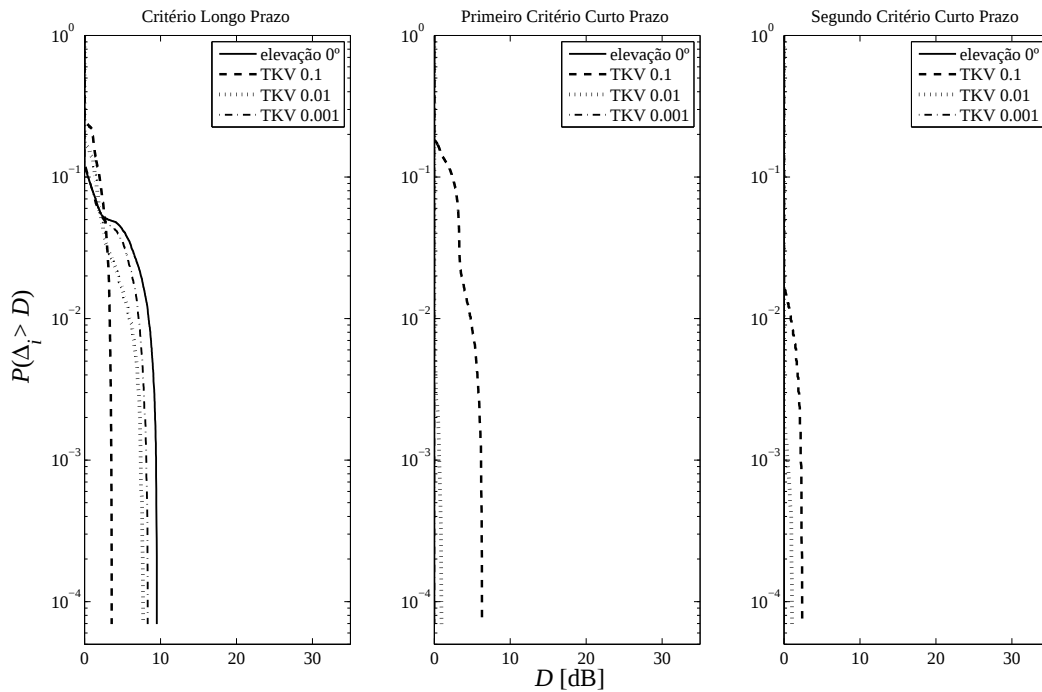


Figura 4.34: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 10°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

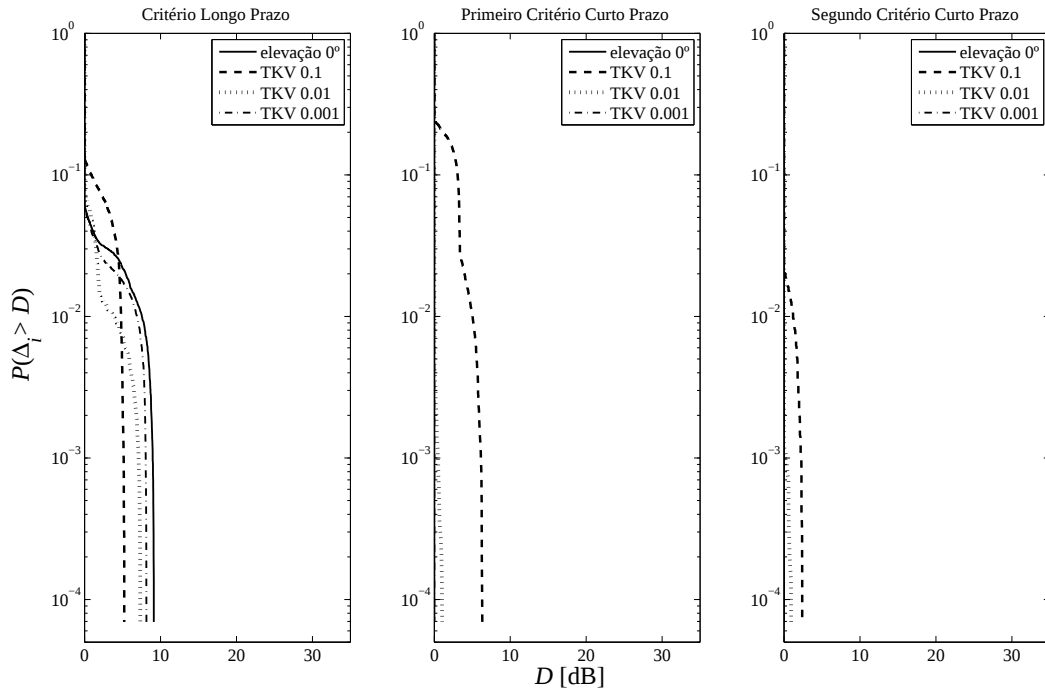


Figura 4.35: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 20°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

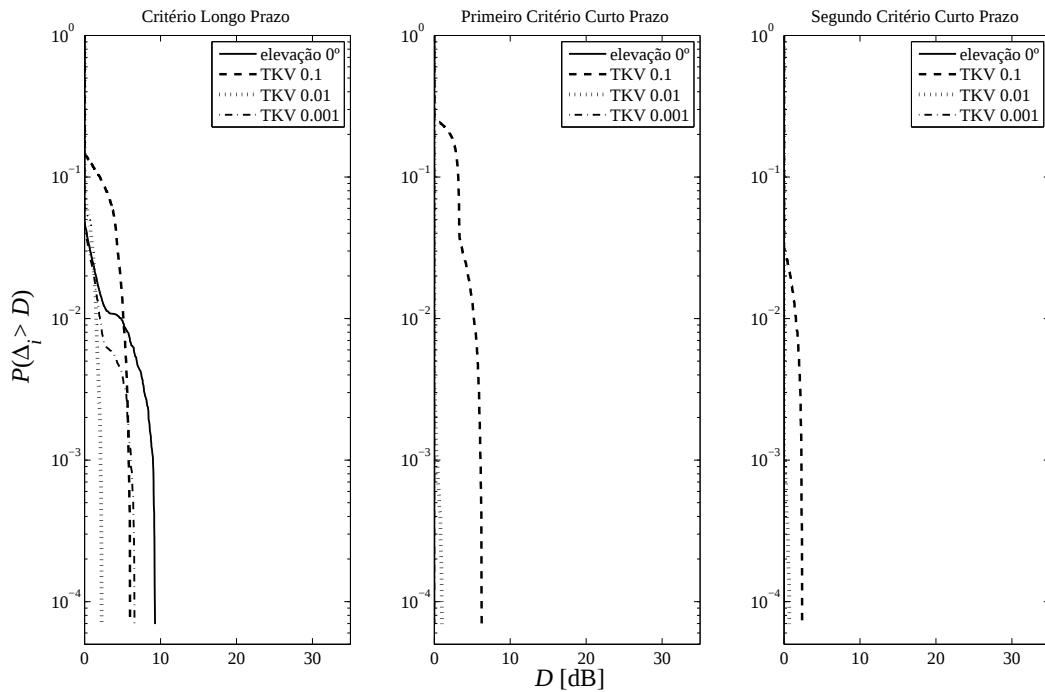


Figura 4.36: Distribuição cumulativa de probabilidade da interferência em excesso. Três sistemas HEO do tipo B. Latitude do receptor FS 30°S, ganho da antena do receptor FS 32 dBi

Os resultados apresentados nas figuras 4.30 a 4.36, relativos a receptores FS com antenas de ganho 32 dBi indicam que, no caso da interferência em excesso de longo prazo Δ_1 , quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p diminuem, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . Isto significa que com relação ao critério de longo prazo considerar $\varepsilon = 0$ constitui uma hipótese pouco conservadora. A diferença é mais pronunciada no caso em que ε é Tikhonov com parâmetro $\sigma^2 = 0.1$, podendo chegar entre 7 dB para $p = 1 \times 10^{-4}$ dBi. Isto significa que com relação aos critérios de longo prazo o cálculo de interferência que considera $\varepsilon = 0$ superestima os valores da interferência em excesso.

No caso das interferências em excesso Δ_2 e Δ_3 correspondentes aos critérios de curto prazo, quando o ângulo de elevação ε é modelado por uma variável aleatória de Tikhonov os níveis excedidos com probabilidade p aumentam, em relação ao caso $\varepsilon = 0$, para valores de p menores que 1×10^{-2} . Isto significa que com relação aos critérios de curto prazo o cálculo de interferência que considera $\varepsilon = 0$ subestima os valores da interferência em excesso. A diferença neste caso pode chegar a 6 dBi (Tikhonov, $\sigma^2 = 0.1$).