

Capítulo 4

Análises de Resultados Numéricos das Simulações

4.1 Introdução

Um modelo de simulação foi utilizado para caracterizar o comportamento do canal de propagação de sistemas GPS.

Nesta caracterização, ambientes simplificados são processados para gerar mapas de estado para diferentes observadores.

Para cada etapa de simulação, a posição do satélite é atualizada mediante um preditor de órbita e são calculados os valores de elevação e azimute das trajetórias entre o satélite e o receptor.

Akturan e Vogel desenvolveram um conjunto de mapas de três estados de trajetória (claro “C”, sombreado “S” e bloqueado “B”) em função do azimute e da elevação para uma direção ao receptor, baseado no processamento de fotografias digitais hemisféricas de cenários reais. Posteriormente, este conjunto de mapas foi combinado com probabilidades de desvanecimento que representaram cada estado - trajetória [7].

Recentemente, a utilização de fotografias foi substituída por modelos de elevação digital e bases de dados, os quais são uma fonte de informação muito detalhada e confiável para estudos de navegação e comunicação, estando disponíveis para muitas cidades do planeta [8].

As utilizações de somente um modelo de desvanecimento não permitem descrever os efeitos das áreas urbanas no erro de posição e na viabilidade do serviço, tendo em conta a presença de retardos de diversas fontes como: meio atmosférico, hardware, edificações, vegetação e outros, os quais aumentam os erros atuais de distância entre o satélite e o receptor. Estes tipos de erro,

especialmente em geometrias usuário – satélites governam a diluição de precisão (DOP), possivelmente mapeado sobre grandes posições de erro, inclusive durante condições de desvanecimento pequeno ou nulo [4].

O modelo de simulação combina:

- Um preditor de órbita de satélite GPS;
- Um conjunto de receptores localizados e associados a mapas de estado, determinado por um modelo de elevação digital, base de dados de edificações e informação de vegetação;
- Sub-modelos de desvanecimento de sinal e faixa de erro;
- Uma descrição simplificada de receptores GPS multicanal.

4.2 Modelos de Simulação

O modelo de simulação processa dados de um número específico de usuários, caracterizados por suas coordenadas e alturas. Para cada usuário, um mapa de estado é gerado com 0.5° de resolução em azimute e elevação, usando dados do tipo de ambiente particular em conjunto. Cada célula do mapa indica o respectivo estado C, S ou B do trajeto entre o observador e um satélite que apresente o azimute e a elevação associada.

Em cada passo da simulação, referente a um instante de tempo, a posição dos satélites é atualizada com base em produtos do “International GNSS Service” (IGS) [9], [10]. Os arquivos correspondentes apresentam as posições (X, Y, Z) em coordenadas geocêntricas com eixos fixos à Terra para todos satélites GPS em operação, a cada 15 minutos. As posições desejadas dos satélites são obtidas a partir dos dados IGS por intermédio de interpolações quadráticas realizadas separadamente para cada coordenada.

Na etapa seguinte da simulação, são determinados os azimutes e as elevações dos diferentes percursos entre todas as combinações de receptor e satélite, para posteriormente obter, usando o mapa correspondente a cada receptor, os estados associados, nos casos de elevações acima de 10° .

O valor de desvanecimento é logo determinado (designado) para cada trajetória acima da elevação estabelecida, utilizando um gerador de números aleatórios com as densidades de probabilidade de Rice, Loo e Suzuki, [7], [11], [12], [13], [14], para os estados “C”, “S” e “B”, respectivamente:

$$f_{Rice}(v) = 2K_R v e^{-K_R(v^2+1)} I_0(2K_R v) \quad (4.1)$$

$$f_{Loo}(v) = 8.686 \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{K_L v}{\sigma_L} \int_0^\infty \frac{1}{z} e^{-\frac{(20 \log z - m_L)^2}{2\sigma_L^2} - K_L(v^2 + z^2)} I_0(2K_L v z) dz \quad (4.2)$$

$$f_{Suzuki}(v) = \frac{8.686v}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\infty \frac{1}{z^3} e^{-\frac{(20 \log z - m_S)^2}{2\sigma_S^2} - \frac{v^2}{z^2}} dz \quad (4.3)$$

Com parâmetros $K_R = -7.7dB$; $K_L = -13.0dB$; $m_S = -15.5dB$; $m_L = -10dB$; $\sigma_L = 3dB$; $\sigma_S = 7.3dB$. Nas equações (4.1) e (4.3), $I_0(x)$ é a função de Bessel modificada de primeira classe, ordem zero e argumento x.

A distribuição de Loo resulta da aplicação do teorema de probabilidade total às distribuições Rice e lognormal. Para o caso da distribuição de Suzuki é utilizado o mesmo teorema para as distribuições Rayleigh e lognormal.

A seguinte figura mostra as distribuições de probabilidade utilizadas para calcular o desvanecimento.

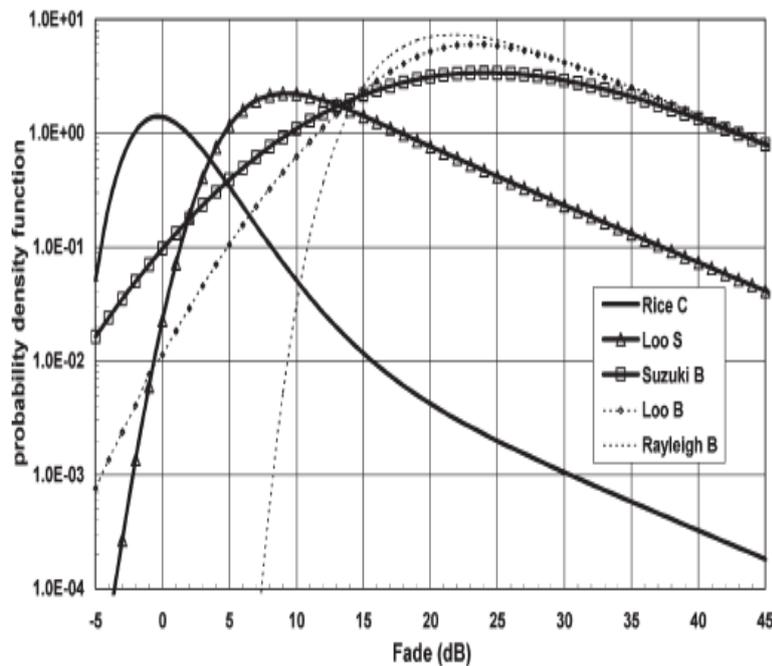


Figura 4-1: Distribuições de probabilidade Rice (C), Loo(S) e Suzuki(B)

Os parâmetros das três curvas apresentadas na figura 4-1 para representar o estado B foram selecionados para mostrar o mesmo comportamento assintótico no caso da intensidade de desvanecimento.

A figura 4-1 também mostra que incrementos do sinal e desvanecimentos até 3,5 dB são devidos predominantemente pelo estado “C”, que os desvanecimentos na faixa de 3,5 dB e 13,5 dB são principalmente causados pelo estado “S” e que os desvanecimentos mais intensos são devidos ao estado “B”.

Também se pode observar que, como as curvas não tendem bruscamente a zero, os diferentes estados podem ser responsáveis pela existência de desvanecimentos em todos os intervalos e, particularmente, ao redor das interseções.

Se o resultado da relação C/N_o excede o valor de 22 dBHz, uma pseudodistância é designada para o raio de trajetória, adicionando um erro ao comprimento geométrico da trajetória. Este erro também é uma variável aleatória que depende do estado da trajetória.

Este modelo de simulação coleta os dados de todos os satélites GPS disponíveis para cada usuário em cada etapa atual de simulação e determina os valores dos erros na posição vertical e horizontal mediante a resolução de um sistema de equações lineares através do método de mínimos quadrados.

$$\begin{pmatrix} u_{//1} & u_{\perp 1} & u_{u1} & 1 \\ u_{//2} & u_{\perp 2} & u_{u2} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{//N} & u_{\perp N} & u_{uN} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varepsilon_{//} \\ \varepsilon_{\perp} \\ \varepsilon_u \\ c\Delta t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \dots \\ s_N \end{pmatrix} \quad (4.4)$$

sendo N o número de satélites disponíveis para cada usuário em cada etapa de simulação; $u_{//k}$, $u_{\perp k}$, u_{uk} são os vetores unitários de um usuário para cada satélite k disponível (k=1, 2,... N). Os valores $\varepsilon_{//}$, ε_{\perp} , ε_u são os componentes de erro para o usuário no mesmo sistema de referência, $c\Delta t$ é o deslocamento do “time bias” para o usuário e s_k é o valor do erro ao longo da trajetória do usuário com o satélite GPS k disponível (diferença entre a pseudodistância e a distância geométrica).

O erro horizontal é definido por $\varepsilon_h = (\varepsilon_{//}^2 + \varepsilon_{\perp}^2)^{1/2}$. É importante notar que são necessários quatro satélites disponíveis GPS para calcular a posição [8].

4.3 Ambientes Urbanos Utilizados na Simulação

Na simulação, foram representados três tipos de ambientes com diferentes orientações em relação ao eixo norte. O primeiro representa uma rua sem cruzamentos. Os dois últimos representam cruzamentos nas formas de T e X, sendo as ruas que se cruzam perpendiculares entre si. Os três tipos de ambientes são mostrados nas seguintes figuras:

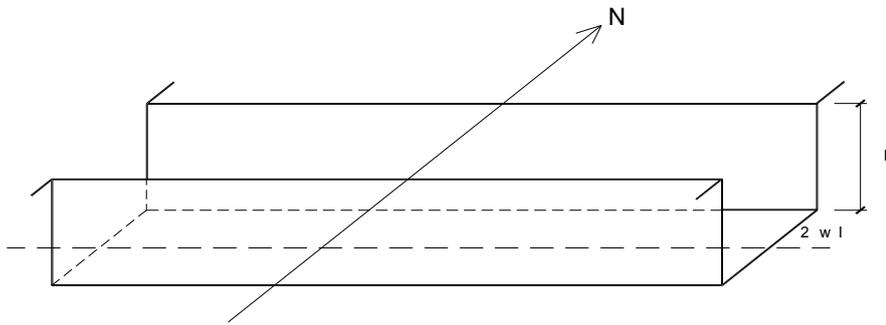


Figura 4-2: Tipo de ambiente 1.

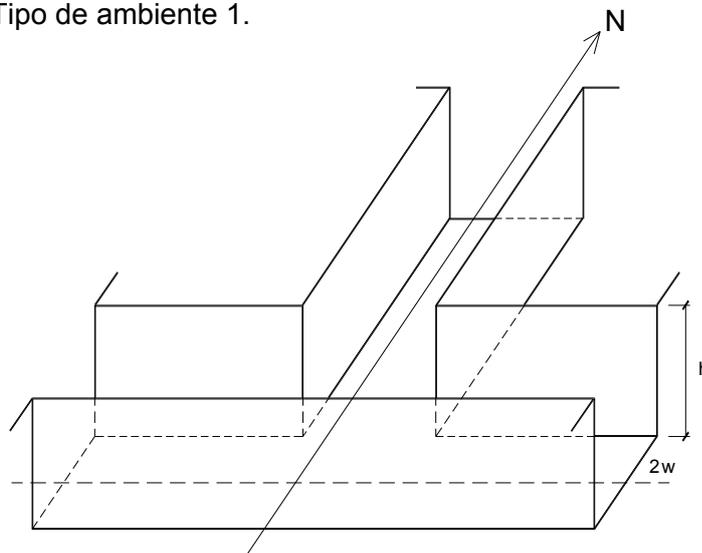


Figura 4-3: Tipo de ambiente 2.

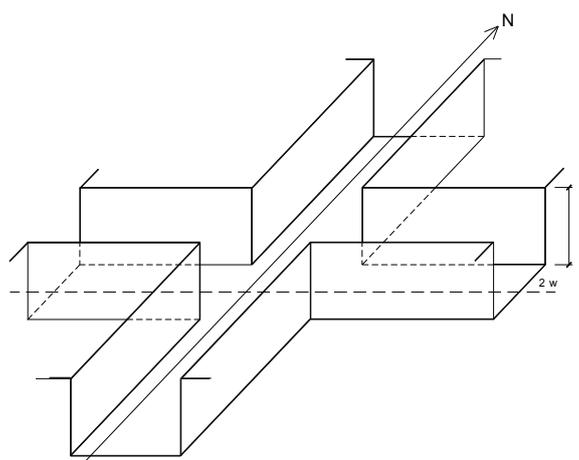


Figura 4-4: Tipo de ambiente 3.

4.3.1 Características dos tipos de ambientes para Simulação

As características dos tipos de ambientes mais importantes para simulação se encontram na seguinte tabela:

Número do Ambiente	Altura dos Prédios	Largura da Rua	Valor do Azimute Inicial da Rua	Valor do Azimute Final da Rua
Ambiente 1	h	2w	0 graus	170 graus
Ambiente 2	h	2w	0 graus	350 graus
Ambiente 3	h	2w	0 graus	80 graus

Tabela 4-1: Características dos tipos de ambiente.

4.3.2 Cálculos realizados para determinar a relação azimute – elevação para cada tipo de ambiente

Em seguida, serão apresentados os cálculos destinados à determinação, para todos os casos estudados, da linha do horizonte de um receptor GPS situado na altura h_R acima da origem do sistema de coordenadas (interseção entre os eixos N, que apontam para o norte, e as linhas tracejadas nas figuras 4-2 a 4-4). Esta linha será apresentada na forma da elevação do horizonte do receptor correspondente a cada azimute.

Cálculos para Ambientes Gerais

Sejam os seguintes dados de entrada:

$$\text{Azimute da Rua 1} = \theta_{r1} \quad (4.5)$$

$$\text{Azimute do Observador} = \theta \quad (4.6)$$

$$\text{Azimute Rua 2: } \theta_{r2} = \theta_{r1} + \pi \quad (4.7)$$

$$\text{Altura do Prédio} = h \quad (4.8)$$

$$\text{Altura do Observador} = h_r \quad (4.9)$$

$$\text{Largura da Rua} = 2w \quad (4.10)$$

E a variável de saída o valor da elevação

$$\text{Elevação do Receptor para o azimute } \theta = \phi \quad (4.11)$$

As figuras 4-5 e 4-6, mostram os dados utilizados para os cálculos dos ambientes gerais e uma vista em 2D da azimute da rua e observador respectivamente.

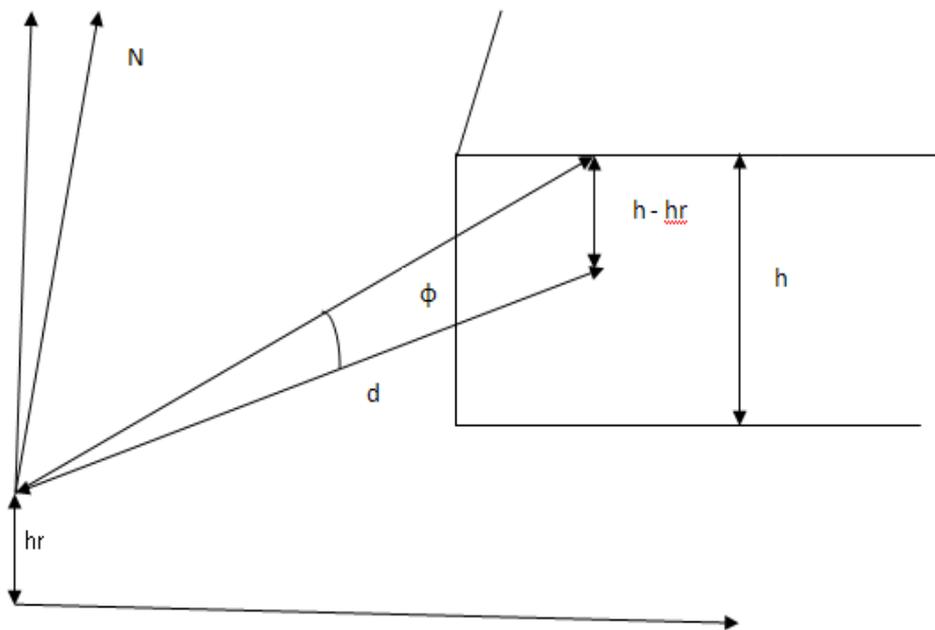


Figura 4-5: Variáveis utilizadas para o cálculo da relação azimute-elevação de modo geral.

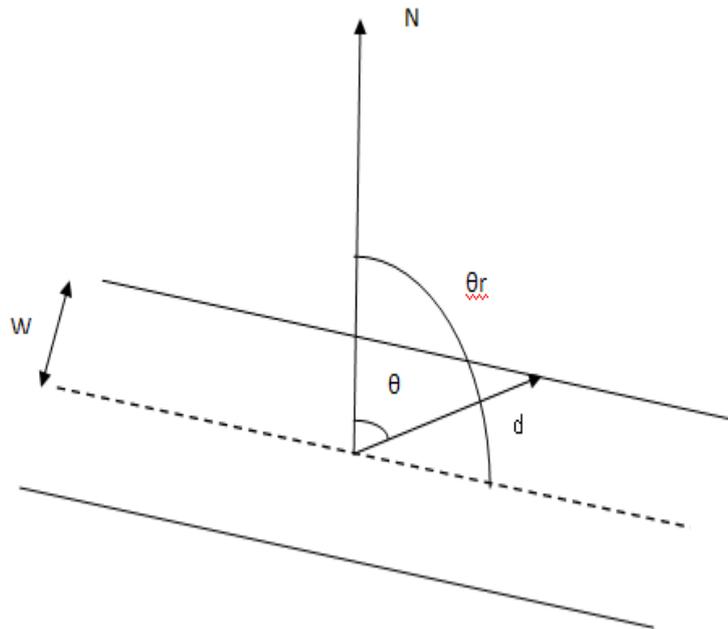


Figura 4-6: Vista em 2D do azimute da rua e azimute do observador.

$$\text{Tan}(\phi) = \frac{(h - h_r)}{d} \quad (4.12)$$

$$\text{sen}(\theta_r - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.13)$$

Cabe observar que para todos os tipos de ambiente o cálculo da relação azimute – elevação é baseada no cálculo da variável “d” que corresponde ao valor da distância entre a posição do observador e a projeção sobre o plano horizontal do ponto mais elevado do prédio.

Cálculo da relação azimute – elevação para o ambiente 1

a) $0 \leq \theta \leq \pi$

$$\sin(\theta_r - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.14)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.15)$$

Substituindo (4.15) em (4.14)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.16)$$

b) $\pi < \theta < 2\pi$

$$\sin(\theta_{r2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.17)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.18)$$

Substituindo (4.18) em (4.17)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.19)$$

O gráfico da relação azimute-elevação para o valor $\theta_{r1} = 90^\circ$ para o azimute da Rua 1 do ambiente 1 está apresentado na Figura 4-4. Os gráficos para os demais valores de azimute podem ser obtidos por simples deslocamentos do eixo horizontal.

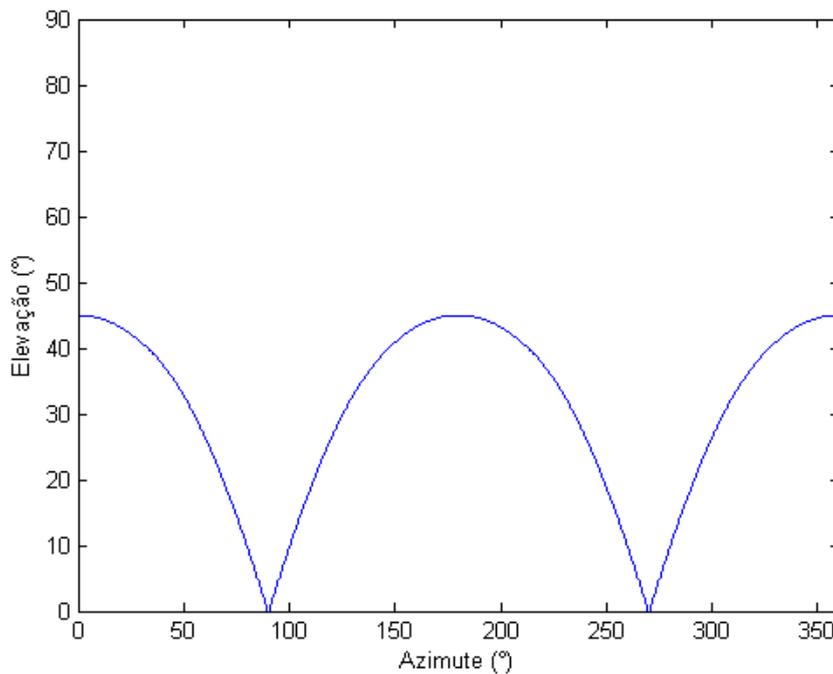


Figura 4-7: Gráfico da relação azimute-elevação para o valores $\theta_{r1} = 90^\circ$ para o azimute e de 1.0 para o fator w/h da rua 1 do ambiente 1.

Cálculo da relação azimute-elevação para o ambiente 2

$$\alpha = \theta_{r1} - \frac{\pi}{4} \quad (4.20)$$

$$\beta = \theta_{r1} + \frac{\pi}{4} \quad (4.21)$$

$$\chi = \theta_{r2} + \frac{\pi}{4} \quad (4.22)$$

$$\delta = \theta_{r2} - \frac{\pi}{4} \quad (4.23)$$

a) $0^\circ \leq \theta \leq \alpha$

$$\cos(\theta_{r1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.24)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.25)$$

Substituindo (4.25) em (4.24)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\cos(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.26)$$

b) $\alpha < \theta \leq \theta_{r1}$ (4.27)

$$\sin(\theta_{r1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.28)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.29)$$

Substituindo (4.29) em (4.28)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.30)$$

c) $\theta_{r1} < \theta \leq \beta$

$$\sin(\theta_{r1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.31)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.32)$$

Substituindo (4.32) em (4.31)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.33)$$

d) $\beta < \theta \leq \pi$

$$\sin(\theta_{r1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.34)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.35)$$

Substituindo (4.35) em (4.34)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.36)$$

e) $\pi < \theta \leq \delta$

$$\sin(\theta_{r2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.37)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.38)$$

Substituindo (4.38) em (4.37)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.39)$$

f) $\delta < \theta \leq \theta_{r_2}$

$$\sin(\theta_{r_2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.40)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.41)$$

Substituindo (4.41) em (4.40)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.42)$$

g) $\theta_{r_2} < \theta \leq \chi$

$$\sin(\theta_{r_2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.43)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.44)$$

Substituindo (4.44) em (4.43)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_2} - \theta) \frac{w}{d}\right) \quad (4.45)$$

h) $\chi < \theta < 2\pi$

$$\cos(\theta_{r_2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.46)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.47)$$

Substituindo (4.47) em (4.46)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\cos(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.48)$$

O gráfico da relação azimute-elevação para o valor $\theta_{r_1} = 90^\circ$ para o azimute da rua 1 do ambiente 2 está apresentado na Figura 4-5. Os gráficos para os demais valores de azimute podem ser obtidos por simples deslocamentos do eixo horizontal.

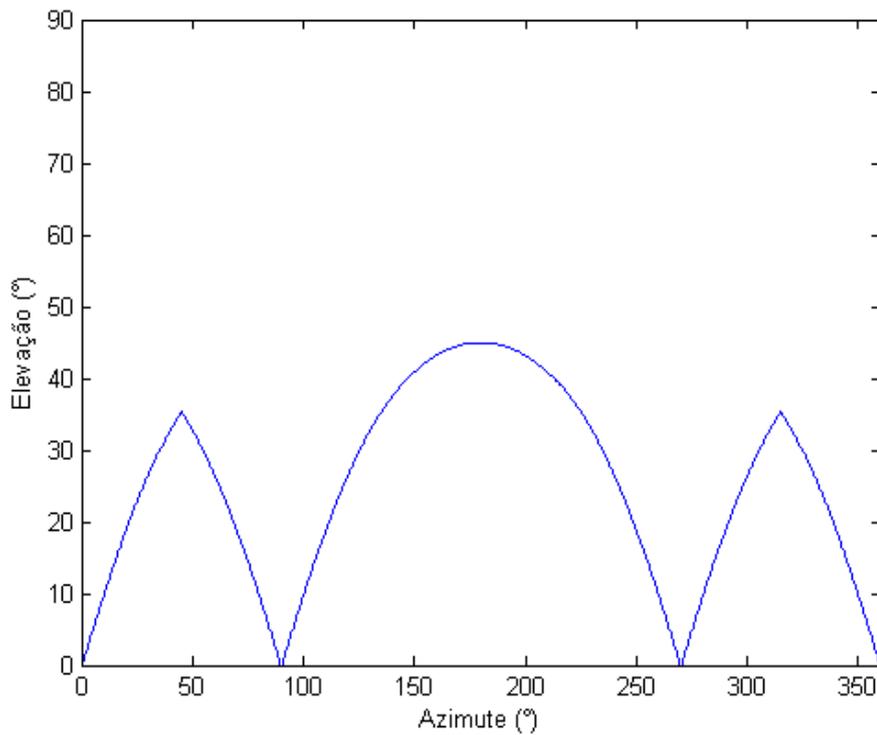


Figura 4-8: Gráfico da relação azimute-elevação para o valores $\theta_{r_1} = 90^\circ$ para o azimute e de 1.0 para o fator w/h da rua 1 do ambiente 2.

Cálculo da relação azimute-elevação para o ambiente 3

$$\alpha = \theta_{r_1} - \frac{\pi}{4} \quad (4.49)$$

$$\beta = \theta_{r_1} + \frac{\pi}{4} \quad (4.50)$$

$$\chi = \theta_{r_2} + \frac{\pi}{4} \quad (4.51)$$

$$\delta = \theta_{r_2} - \frac{\pi}{4} \quad (4.52)$$

$$a) 0 \leq \theta \leq \alpha$$

$$\cos(\theta_{r_1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.53)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.54)$$

Substituindo (4.54) em (4.53)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\cos(\theta_{r_1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.55)$$

$$b) \alpha < \theta \leq \theta_{r_1}$$

$$\sin(\theta_{r_1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.56)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.57)$$

Substituindo (4.57) em (4.56)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.58)$$

$$c) \theta_{r_1} < \theta \leq \beta$$

$$\sin(\theta_{r_1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.59)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.60)$$

Substituindo (4.60) em (4.59)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.61)$$

$$d) \beta < \theta \leq \pi$$

$$\cos(\theta_{r1} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.62)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.63)$$

Substituindo (4.63) em (4.62)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r1} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.64)$$

$$e) \pi < \theta \leq \delta$$

$$\cos(\theta_{r2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.65)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.66)$$

Substituindo (4.66) em (4.65)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\cos(\theta_{r2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.67)$$

$$f) \delta < \theta \leq \theta_{r2}$$

$$\sin(\theta_{r2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.68)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.69)$$

Substituindo (4.69) em (4.68)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.70)$$

g) $\theta_{r_2} < \theta \leq \varphi$

$$\sin(\theta_{r_2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.71)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.72)$$

Substituindo (4.72) em (4.71)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\sin(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.73)$$

h) $\varphi < \theta < 2\pi$

$$\cos(\theta_{r_2} - \theta) = \frac{w}{d} \quad (4.74)$$

$$\tan(\phi) = \frac{h}{d} \quad (4.75)$$

Substituindo (4.75) em (4.74)

$$\phi = \tan^{-1}\left(\cos(\theta_{r_2} - \theta) \frac{h}{w}\right) \quad (4.76)$$

O gráfico da relação azimute-elevação para o valor $\theta_{r_1} = 90^\circ$ para o azimute da rua 1 do ambiente 3 está apresentado na Figura 4-6. Os gráficos para os demais valores de azimute podem ser obtidos por simples deslocamentos do eixo horizontal.

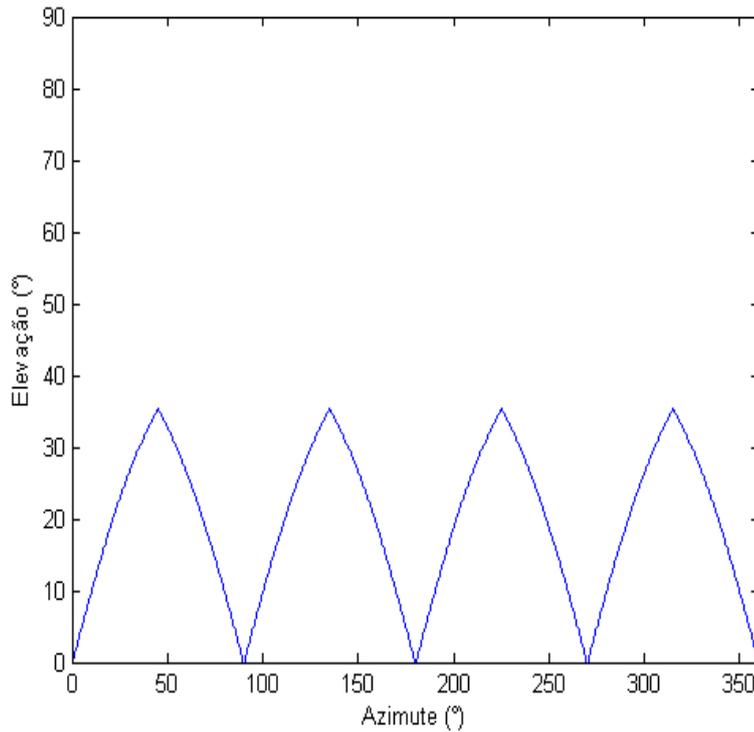


Figura 4-9: Gráfico da relação azimute-elevação para o valores $\theta_{r1} = 90^\circ$ para o azimute e de 1.0 para o fator w/h da rua 1 do ambiente 3.

As regiões das figuras 4-7 a 4-9 situadas acima ou abaixo das linhas de horizonte representam os estados C ou B para os receptores GPS situados nos ambientes correspondentes. Adicionalmente, o estado S substituiu o estado C em todas as regiões situadas abaixo de 15° de elevação em todos os mapas de estado, para todos os ambientes. Em seguida os mapas foram discretizados em células de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$.

4.4 Resultados das Simulações

4.4.1 Resultado da Simulação do Ambiente 1

a) Probabilidades de estados C e B baseado nos mapas e as posições dos satélites para os observadores do ambiente 1

Os valores de probabilidade do estado C com base apenas nos mapas de estado dos observadores situados no ambiente 1 estão apresentados na Tabela 4-2 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-10.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
10	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
20	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
30	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
40	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
50	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
60	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
70	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
80	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
90	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
100	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
110	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
120	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
130	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
140	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
150	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
160	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26
170	0,87	0,72	0,60	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26

Tabela 4-2: Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 1.

Os valores de probabilidade do estado C considerando tanto os mapas de estado dos observadores situados no ambiente 1 quanto as posições dos satélites estão apresentados na Tabela 4-3 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-11.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,77	0,53	0,40	0,31	0,25	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
10	0,77	0,53	0,39	0,30	0,24	0,20	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
20	0,77	0,53	0,39	0,30	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10
30	0,77	0,54	0,41	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
40	0,77	0,56	0,41	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13
50	0,78	0,57	0,43	0,34	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
60	0,79	0,57	0,41	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
70	0,80	0,58	0,38	0,29	0,23	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
80	0,80	0,57	0,38	0,29	0,23	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
90	0,81	0,58	0,38	0,29	0,23	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,10
100	0,81	0,59	0,38	0,29	0,23	0,19	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
110	0,81	0,60	0,40	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
120	0,80	0,62	0,44	0,32	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
130	0,79	0,62	0,47	0,37	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
140	0,79	0,59	0,46	0,37	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15
150	0,79	0,58	0,44	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
160	0,78	0,56	0,42	0,33	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
170	0,77	0,54	0,40	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11

Tabela 4-3: Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 1 e nas posições dos satélites.

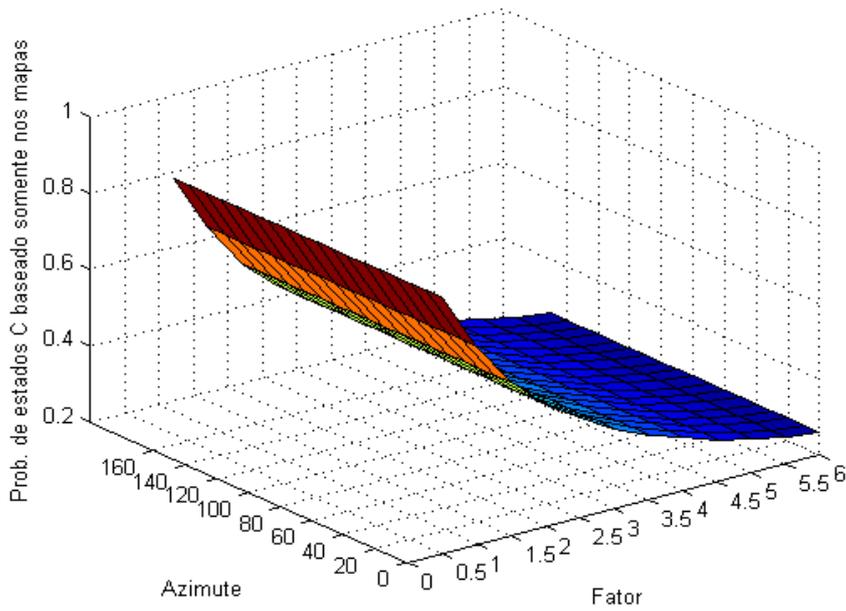


Figura 4-10: Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 1.

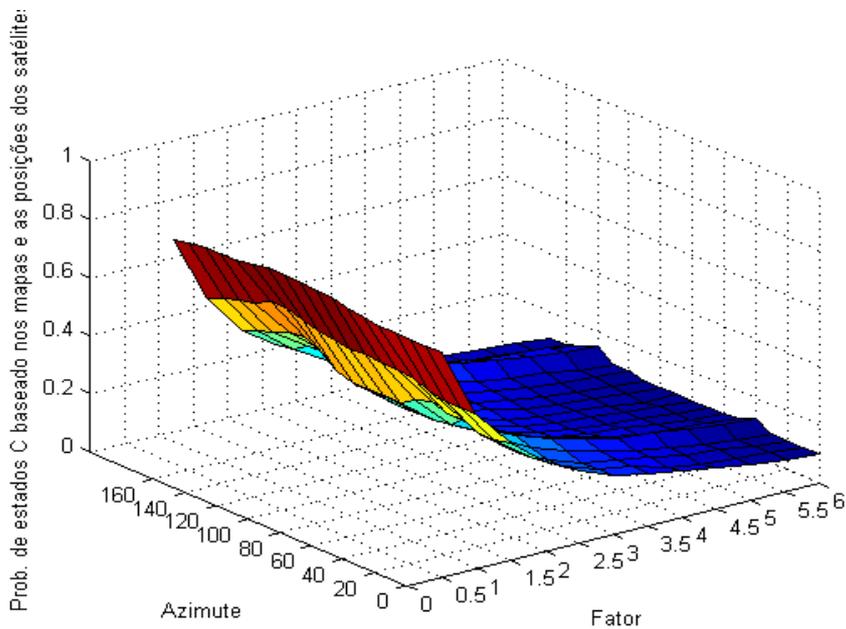


Figura 4-11: Probabilidades do estado “C” considerando tanto os mapas de estado para o ambiente 1 quanto as posições dos satélites.

Como esperado, a probabilidade do estado C sempre decresce de forma não linear com o fator h/w , quando é calculada utilizando somente as informações dos mapas de estado, independente do azimute. Entretanto, quando as posições dos satélites são consideradas nos cálculos, a probabilidade do estado C apresenta comportamento que também depende do azimute, com máximos nos azimutes complementares 40° e 140° (igual a $180^\circ - 40^\circ$). Estes valores são próximos aos da inclinação nominal das órbitas dos satélites do GPS (55°) e do seu complemento, confirmando que o alinhamento entre a rua e a projeção da órbita sobre a superfície da Terra torna o estado C mais provável. A diferença observada de 15° entre os valores do azimute da rua 1 e da inclinação da órbita pode ser creditada à latitude comum dos observadores (aproximadamente igual a 22°).

Por outro lado, foi visto anteriormente que o estado S substituiu o estado C em todas as células dos mapas de estado situadas abaixo de 15° de elevação, para todos os ambientes e que a análise considerou apenas elevações superiores a 10° . Desta forma, a contribuição do estado S aos resultados da simulação foi sempre reduzida. Em particular, a probabilidade máxima do estado S foi sempre da ordem de 0,02 para o fator h/w igual a 0,5, decrescendo de forma não linear e tornando-se rapidamente desprezível para valores superiores deste parâmetro. Conseqüentemente, pode-se usar a aproximação $\Pr\{B\} \approx 1 - \Pr\{C\}$ para inferir a dependência da probabilidade do estado B com o fator h/w e o azimute a partir da análise apresentada no parágrafo anterior, o que torna desnecessária a repetição, mesmo que adaptada, daqueles argumentos. Pelos mesmos motivos, as probabilidades dos estados S e B referentes aos demais ambientes não serão discutidas.

b) Valores do erro horizontal para diferentes porcentagens de tempo

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 1 estão apresentados na Tabela 4-4 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e do fator h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-12.

Azimute da rua 1 (°)	Fator(h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	7,97	12,83	15,61	17,68	18,29	18,64	19,14	19,49	19,26	18,65	18,39	18,09
10	7,86	12,26	15,90	17,56	18,98	18,81	18,20	17,98	17,76	17,59	17,50	17,45
20	7,80	12,39	15,37	17,54	18,83	18,97	19,11	19,02	19,01	18,83	19,03	19,18
30	7,79	11,64	14,09	16,26	17,98	18,78	19,30	19,46	19,31	19,11	19,10	19,18
40	7,72	11,42	13,75	15,57	16,39	16,91	17,35	18,04	18,72	19,45	20,17	21,14
50	7,62	11,26	13,98	16,48	17,67	18,74	19,43	20,39	21,26	22,37	23,53	25,10
60	7,52	11,26	15,00	16,76	17,71	19,23	20,77	22,89	25,13	27,50	30,14	32,80
70	7,42	11,22	15,02	16,24	18,04	20,06	22,43	25,19	27,98	31,23	34,34	37,97
80	7,47	11,22	15,61	17,25	19,35	21,75	24,65	27,86	31,36	34,78	38,45	42,80
90	7,50	11,04	16,34	18,78	21,02	23,22	25,84	28,84	31,91	35,00	38,71	42,45
100	7,54	10,85	16,66	19,34	21,28	23,39	26,26	29,32	32,70	35,97	39,64	43,19
110	7,56	11,00	16,15	18,99	20,92	23,21	25,71	28,73	32,09	35,35	38,92	42,80
120	7,53	11,07	16,14	20,04	21,38	23,30	25,71	28,47	31,48	34,42	37,74	41,38
130	7,66	11,17	15,30	20,75	23,35	25,18	27,20	29,42	31,87	34,70	37,78	40,51
140	7,77	11,70	15,56	19,66	21,78	24,23	27,16	30,28	33,04	36,15	39,52	42,84
150	7,77	12,13	15,71	19,87	22,79	25,82	28,87	32,00	35,50	38,92	42,82	47,06
160	7,81	12,30	15,70	18,87	22,75	25,32	28,06	31,13	34,13	37,49	40,79	44,67
170	8,00	12,56	15,79	18,84	21,32	24,42	27,61	30,68	34,32	37,98	42,76	47,81

Tabela 4-4: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 1.

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 1 estão apresentados na Tabela 4-5 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-13.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	16,22	60,42	80,52	93,04	98,06	104,67	109,21	120,39	123,48	110,96	108,63	101,54
10	16,04	47,43	80,55	93,41	109,39	102,78	96,20	101,57	99,97	100,83	102,53	99,30
20	16,05	47,40	66,25	91,58	103,85	110,31	115,37	116,30	114,36	117,26	122,06	124,32
30	15,55	39,76	51,05	75,44	96,44	109,95	115,50	119,15	117,53	108,86	102,71	99,38
40	14,74	35,57	49,62	75,32	85,55	85,28	85,34	88,05	90,72	93,55	97,30	101,84
50	14,53	33,08	55,80	79,58	87,82	95,35	95,36	92,96	93,64	95,90	99,35	105,54
60	14,41	35,13	62,47	80,03	83,65	89,43	93,17	100,70	112,56	122,53	133,05	143,30
70	14,20	33,73	63,79	66,24	78,18	88,43	103,20	111,41	120,53	130,32	143,98	161,24
80	14,56	34,54	75,60	73,00	90,90	104,18	114,76	124,99	133,91	150,87	158,90	178,55
90	14,45	31,04	100,34	103,73	109,78	125,40	132,59	143,59	145,62	146,95	160,04	171,87
100	14,57	30,98	98,98	124,73	120,98	114,85	125,61	136,43	146,76	154,84	168,08	177,04
110	14,57	34,70	89,69	115,39	111,11	118,06	123,09	131,81	148,02	162,10	176,58	186,19
120	14,54	41,29	109,78	146,21	138,34	133,59	133,66	137,36	146,32	154,86	168,15	177,55
130	14,93	43,98	111,00	191,81	251,67	240,54	203,18	182,21	180,43	187,16	196,94	202,20
140	15,88	56,68	109,37	150,76	186,60	215,93	248,75	284,91				
150	15,75	64,13	97,54	163,70	200,57	233,97	254,76	257,06	261,30	272,44	270,54	275,04
160	15,94	76,34	86,03	121,25	167,78	172,91	171,38	170,32	176,95	186,08	200,77	220,97
170	16,48	76,07	83,71	102,34	112,61	124,31	134,54	144,34	160,63	166,18	188,03	214,68

Tabela 4-5 Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 1.

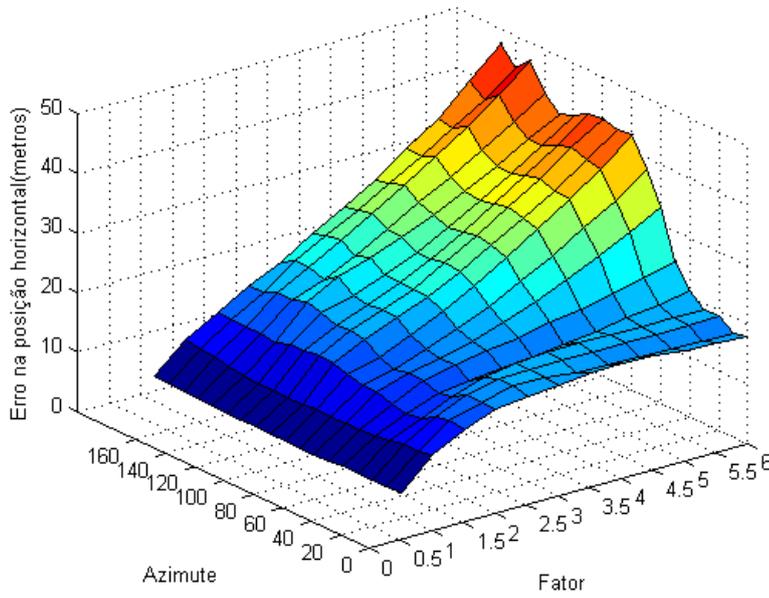


Figura 4-12: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 1 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

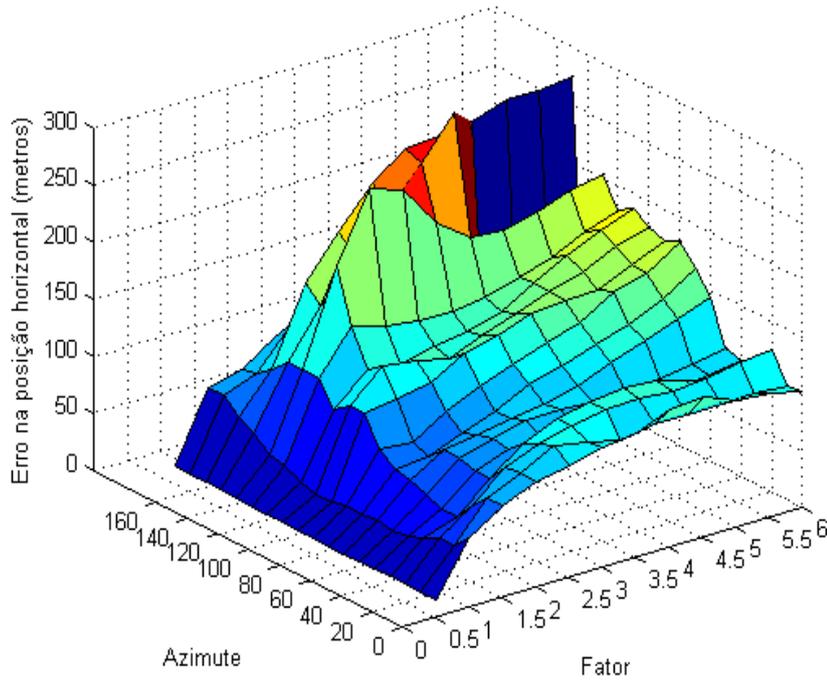


Figura 4-13:Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 1 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de erro na posição horizontal entre azimutes consecutivos para o ambiente 1

Ambiente 1 (67% de tempo)

Segundo os resultados obtidos, a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 0,6 m para o caso em que o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5. Para os casos em que o fator é igual a 1,0 e 1,5, a diferença máxima de erros entre azimutes é menor que 1,99 m e 2,92 m, respectivamente.

Para os fatores maiores que 1,5, a diferença máxima de erro entre azimutes se incrementa à medida que o fator também é incrementado, alcançando para o fator de 6,0 a máxima diferença, sendo esta de 30,36 m no caso de 10° de azimute.

Ambiente 1 (95 % de tempo)

Para esta percentagem de tempo, a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 2,29 m para o caso em que o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5. Nos casos em que o fator é maior de 0,5, a diferença de erro é muito alta, tendo valores ainda maiores que 260 m, como no caso de 140° de azimute para fatores de 4,5, 5,0, 5,5 e 6,0.

Diferença de erro na posição horizontal para variação de fator para o ambiente 1

Ambiente 1 (67% de tempo)

O valor de erro na posição horizontal aumenta com o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada. O maior valor de erro na posição horizontal para toda a simulação é de 47,81 m, sendo, neste caso, o azimute 170° e fator igual a 6,0. Portanto, todas as situações analisadas para o ambiente 1 satisfazem o

requisito da norma E911- Phase II Automatic Location Identification da U. S. Federal Communications Commission para esta porcentagem de casos, que exige um erro menor que 50 m.

Ambiente 1(95% de tempo)

O maior valor de erro na posição horizontal para esta simulação é de 284,91 m, obtido para azimute igual a 140° e fator de 4,0. Valores de erro para fatores maiores não foram obtidos, em consequência de limitações da simulação. Os casos que não satisfazem o requisito correspondente da norma E911- Phase II Automatic Location Identification da U.S. Federal Communications Commission, que para esta porcentagem de casos exige um erro menor que 150 m, estão apresentados em negrito na Tabela 4-3. Ao contrário, os casos que a satisfazem correspondem aos valores de azimute entre 0° e 60° para todos os valores de fator. No caso de 70° o requerimento é conseguido até um valor de fator igual a 5,5. Para azimutes entre 100° e 120° o requerimento é satisfeito até um fator igual a 4,5. Nos casos de azimute de 120° , 130° e 140° os valores de erro são menores que 150 m somente até um fator de 1,5.

c) Valores de desvanecimento para diferentes porcentagens de tempo

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 1 estão apresentados na Tabela 4-6 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-14.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	2,22	9,67	13,09	14,81	15,65	16,34	16,65	16,86	17,04	17,23	17,34	17,43
10	2,20	9,55	13,44	15,00	15,86	16,35	16,66	16,96	17,15	17,28	17,38	17,47
20	2,27	9,84	13,39	15,04	15,84	16,33	16,64	16,82	17,04	17,21	17,33	17,43
30	2,26	9,39	13,02	14,72	15,65	16,15	16,49	16,84	17,08	17,26	17,38	17,48
40	2,24	8,46	12,76	14,40	15,23	15,80	16,24	16,53	16,74	16,90	17,03	17,16
50	2,17	8,15	12,45	14,32	15,43	16,11	16,51	16,80	17,01	17,17	17,29	17,40
60	2,06	7,91	12,87	14,93	15,82	16,34	16,68	16,93	17,12	17,27	17,38	17,47
70	1,94	7,70	13,43	15,11	15,93	16,42	16,75	16,98	17,16	17,30	17,41	17,50
80	1,89	7,93	13,65	15,22	16,01	16,49	16,80	17,03	17,21	17,34	17,45	17,53
90	1,85	7,74	13,65	15,23	16,01	16,48	16,80	17,03	17,20	17,34	17,45	17,53
100	1,81	7,16	13,49	15,14	15,95	16,44	16,76	17,00	17,18	17,31	17,42	17,51
110	1,85	6,88	13,19	15,01	15,87	16,37	16,72	16,95	17,14	17,28	17,40	17,49
120	1,91	6,16	12,26	14,68	15,66	16,23	16,60	16,86	17,06	17,21	17,33	17,43
130	2,01	6,08	11,36	13,76	15,15	15,91	16,36	16,67	16,91	17,07	17,22	17,32
140	2,05	6,99	11,67	13,65	14,80	15,43	15,83	16,18	16,45	16,64	16,79	16,95
150	2,07	7,68	12,24	14,02	15,16	15,88	16,30	16,56	16,75	16,90	17,02	17,15
160	2,08	8,39	12,80	14,56	15,58	16,13	16,56	16,84	17,03	17,17	17,29	17,41
170	2,19	9,17	13,16	14,70	15,60	16,17	16,50	16,79	17,04	17,18	17,30	17,41

Tabela 4-6: Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 1.

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 1 estão apresentados na Tabela 4-7 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-15.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	20,88	26,05	27,46	28,29	28,73	29,11	29,28	29,40	29,50	29,62	29,68	29,73
10	20,85	26,01	27,63	28,39	28,85	29,11	29,28	29,46	29,57	29,64	29,70	29,75
20	20,82	26,14	27,61	28,42	28,84	29,10	29,27	29,38	29,51	29,60	29,67	29,73
30	20,77	25,92	27,43	28,25	28,73	29,00	29,19	29,39	29,53	29,63	29,70	29,76
40	20,60	25,54	27,29	28,08	28,50	28,80	29,05	29,20	29,32	29,42	29,50	29,58
50	20,13	25,44	27,16	28,05	28,61	28,98	29,20	29,36	29,48	29,58	29,65	29,71
60	19,79	25,36	27,36	28,35	28,82	29,11	29,30	29,44	29,55	29,63	29,70	29,75
70	19,46	25,30	27,60	28,44	28,88	29,14	29,33	29,47	29,57	29,65	29,72	29,77
80	19,39	25,40	27,72	28,51	28,93	29,19	29,37	29,50	29,60	29,68	29,74	29,79
90	19,41	25,36	27,72	28,51	28,92	29,18	29,37	29,50	29,60	29,67	29,74	29,79
100	19,45	25,16	27,65	28,46	28,89	29,16	29,34	29,48	29,58	29,66	29,72	29,77
110	19,34	25,11	27,51	28,40	28,85	29,13	29,32	29,45	29,57	29,64	29,71	29,76
120	19,20	24,78	27,10	28,23	28,73	29,05	29,25	29,40	29,52	29,60	29,67	29,73
130	19,62	24,57	26,68	27,76	28,46	28,86	29,11	29,28	29,42	29,52	29,60	29,67
140	19,83	24,91	26,81	27,71	28,28	28,61	28,82	29,02	29,16	29,26	29,36	29,45
150	19,79	25,30	27,09	27,91	28,48	28,85	29,09	29,23	29,34	29,42	29,50	29,57
160	20,06	25,61	27,33	28,17	28,69	28,99	29,22	29,39	29,50	29,58	29,65	29,72
170	20,77	25,87	27,50	28,23	28,70	29,01	29,19	29,36	29,50	29,58	29,65	29,71

Tabela 4-7: Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 1.

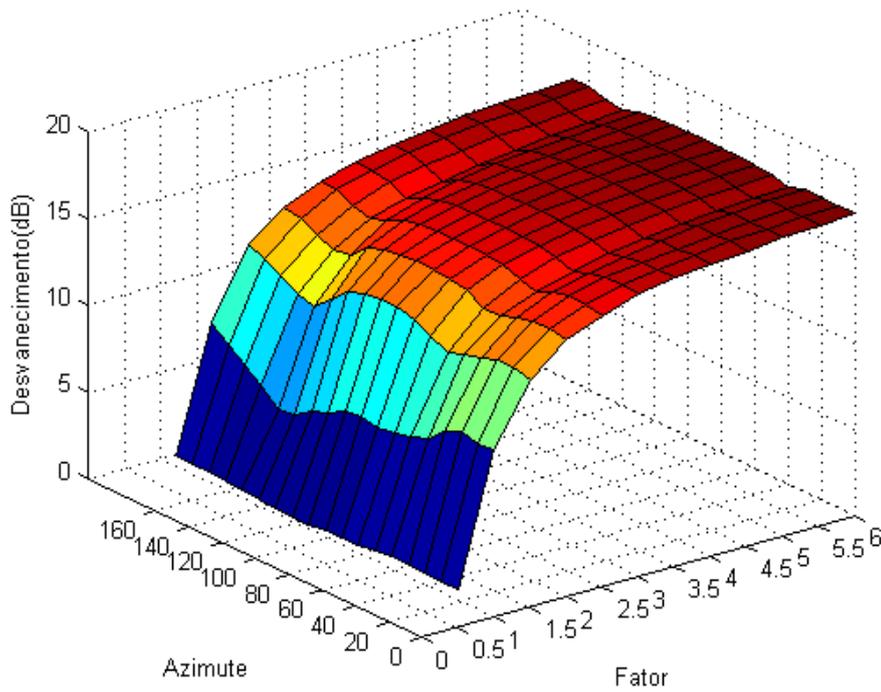


Figura 4-14: Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 1 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

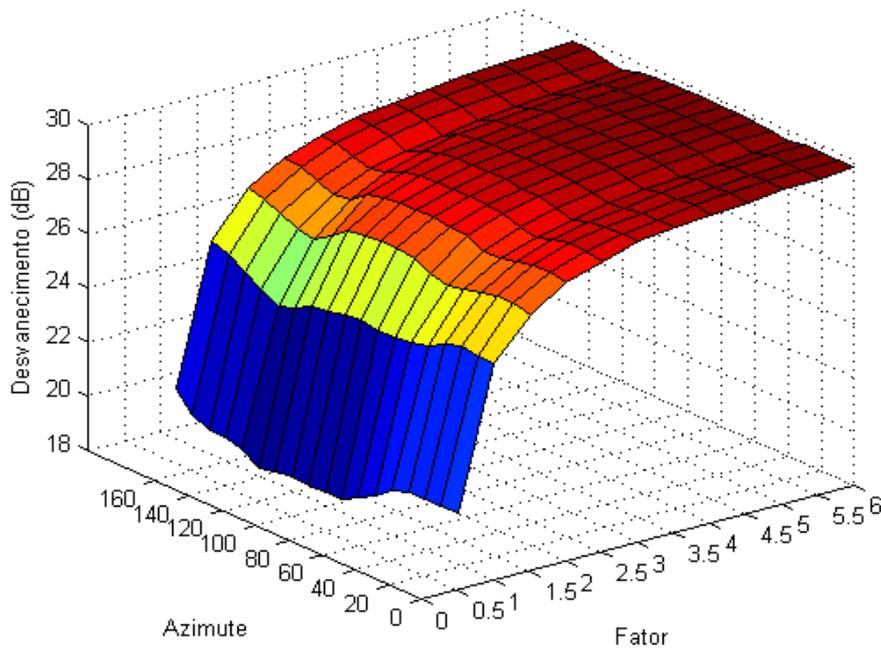


Figura 4-15: Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 1 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos no ambiente 1

Ambiente 1 (67% do tempo)

Para o fator de 0,5, a diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é menor que 0,47 dB. Nos casos onde o valor do fator é 2,0, 2,5 e 3,0, a diferença de desvanecimento é menor que 1,59 dB. Para valores de fator igual a 3,5, 4,0, e 4,5, a diferença de desvanecimento é menor que 1 dB e para valores de fator de 5,0 5,5 e 6,0, a diferença de desvanecimento não excede o valor de 0,7 dB.

O maior valor de diferença entre desvanecimentos para azimutes consecutivos se encontra no caso de fator de 1,0 para um valor de azimute de 130°, alcançando um valor de 3,76 dB.

Ambiente 1 (95% de tempo)

Para esta percentagem de tempo, o fator de 0,5, mostra a maior diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos, tendo o valor de 1,68 dB para um valor de azimute de 120°.

Para os demais valores do fator, o maior valor da diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos tem um decréscimo à medida que o fator aumenta. Para fatores iguais a 1,0 e 1,5, foram obtidos os maiores valores de diferença de desvanecimento de 1,57 dB e 1,04 dB, respectivamente, em ambos os casos para um valor de azimute de 130°.

Nos demais casos, a diferença entre desvanecimentos para azimutes consecutivos é menor que 1 dB, mostrando em todos os casos que o maior valor se encontra para 140° de azimute. O menor valor para a diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é dado para um valor do fator igual a 6,0.

Diferença de Desvanecimento para variação do fator w/h para o ambiente 1

Ambiente 1 (67% de tempo)

Os menores valores de desvanecimento para toda a faixa de azimutes da simulação, inferiores a 2,28 dB, são encontrados para o fator igual a 0,5.

A profundidade do desvanecimento aumenta com o fator, alcançando aproximadamente 18 dB quando o fator é igual a 6,0.

A diferença de desvanecimentos associados a fatores consecutivos apresenta o maior valor, aproximadamente de 6 dB, na variação entre os fatores 0,5 e 1,0. No caso de variação de fator entre 1,0 e 1,5, a diferença de desvanecimentos é de aproximadamente 4,8 dB e para a mudança de fator de 1,5 a 2,0, o valor foi de 1,7 dB. Para os fatores maiores que 2,0, a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é menor que 1 dB.

Ambiente 1 (95% de tempo)

Os menores valores de desvanecimento para toda a faixa de azimutes da simulação, inferiores a 20,89 dB, são encontrados para o fator igual a 0,5.

A profundidade do desvanecimento aumenta com o fator, alcançando aproximadamente 30 dB quando o fator é igual a 6,0.

A diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos apresenta seu maior valor entre o fator 0,5 e 1,0 tendo uma relação aritmética aproximada de 5,4 dB. No caso de variação de fator entre 1,0 e 1,5 a relação aritmética aproximada é de 1,9 dB.

Para os fatores maiores de 1,5 a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é menor a 1 dB.

4.4.2 Resultado da Simulação do Ambiente 2

a) Probabilidade de estados C e B baseado nos mapas e as posições dos satélites

Os valores de probabilidade do estado C com base apenas nos mapas de estado dos observadores situados no ambiente 2 estão apresentados na Tabela 4-8 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-16.

Azimute Rua (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
10	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
20	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
30	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
40	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
50	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
60	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
70	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
80	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
90	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
100	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
110	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
120	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
130	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
140	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
150	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
160	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
170	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
180	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
190	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
200	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
210	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
220	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
230	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
240	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
250	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
260	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
270	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
280	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
290	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
300	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
310	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
320	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
330	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
340	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
350	0,90	0,78	0,68	0,60	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32

Tabela 4–8: Probabilidade do estado “C” baseado somente nos mapas para o ambiente 2.

Os valores de probabilidade do estado C considerando tanto os mapas de estado dos observadores situados no ambiente 2 quanto as posições dos satélites estão apresentados na Tabela 4-9 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-17.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,81	0,61	0,49	0,40	0,34	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17	0,16	0,15
10	0,81	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17	0,15	0,14
20	0,81	0,60	0,48	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,17	0,16	0,14
30	0,81	0,62	0,50	0,40	0,34	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
40	0,81	0,65	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17
50	0,82	0,65	0,52	0,42	0,34	0,28	0,25	0,22	0,19	0,17	0,16	0,14
60	0,84	0,66	0,50	0,38	0,31	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
70	0,85	0,67	0,47	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13
80	0,85	0,66	0,46	0,37	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
90	0,85	0,66	0,47	0,37	0,31	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
100	0,85	0,68	0,46	0,37	0,30	0,26	0,23	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
110	0,85	0,67	0,48	0,37	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14
120	0,84	0,68	0,52	0,39	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14
130	0,83	0,69	0,54	0,43	0,35	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
140	0,83	0,67	0,53	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,23	0,22	0,20	0,18
150	0,83	0,65	0,52	0,43	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17
160	0,83	0,64	0,50	0,40	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15
170	0,83	0,63	0,48	0,39	0,33	0,28	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15
180	0,82	0,62	0,49	0,39	0,32	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15
190	0,83	0,64	0,49	0,39	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15
200	0,83	0,65	0,51	0,40	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15
210	0,83	0,68	0,56	0,44	0,36	0,31	0,27	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16
220	0,83	0,69	0,59	0,50	0,41	0,35	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19
230	0,83	0,69	0,59	0,51	0,43	0,37	0,33	0,29	0,26	0,24	0,22	0,21
240	0,83	0,68	0,57	0,46	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19
250	0,83	0,66	0,52	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16
260	0,82	0,62	0,50	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
270	0,81	0,62	0,49	0,39	0,33	0,28	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15
280	0,82	0,63	0,49	0,39	0,33	0,28	0,24	0,22	0,19	0,18	0,16	0,15
290	0,83	0,66	0,52	0,42	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15
300	0,83	0,69	0,57	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
310	0,83	0,71	0,61	0,52	0,43	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19
320	0,83	0,70	0,61	0,52	0,44	0,38	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,21
330	0,83	0,69	0,58	0,47	0,40	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18
340	0,83	0,67	0,53	0,43	0,35	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,15
350	0,82	0,63	0,50	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,15

Tabela 4–9- Probabilidades do estado “C” baseadas nos mapas de estado para o ambiente 2 e nas posições dos satélites.

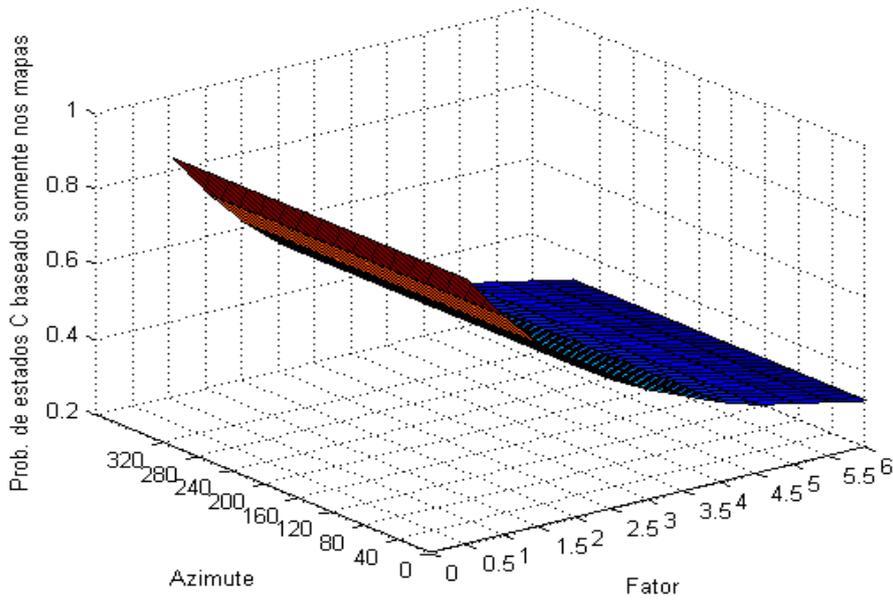


Figura 4-16: Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 2.

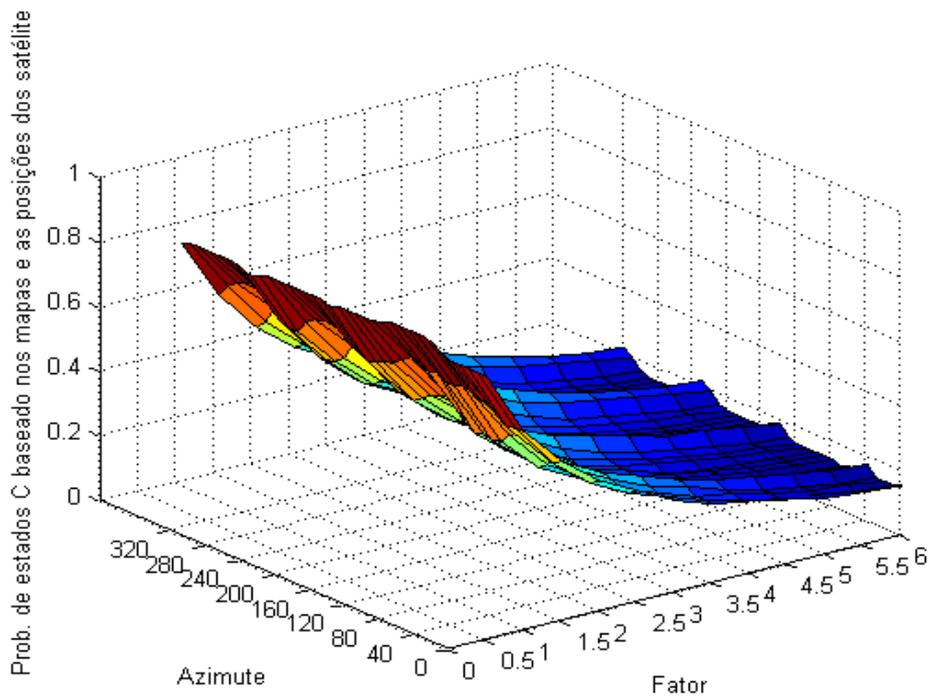


Figura 4-17: Probabilidades do estado “C” considerando tanto os mapas de estado para o ambiente 2 quanto nas posições dos satélites.

Como esperado, a probabilidade do estado C sempre decresce de forma não linear com o fator w/h , quando é calculada utilizando somente as informações dos mapas de estado, independente do azimute. Entretanto, quando as posições dos satélites são consideradas nos cálculos, a probabilidade do estado C apresenta comportamento que também depende do azimute, com máximos nos azimutes complementares 40° e 140° (igual a $180^\circ - 40^\circ$), assim como nos azimutes 220° e 320° . Estes valores são próximos aos da inclinação nominal das órbitas dos satélites do GPS (55°) e do seu complemento, confirmando que o alinhamento entre a rua e a projeção da órbita sobre a superfície da Terra torna o estado C mais provável. A diferença observada de 15° entre os valores do azimute da rua 1 e da inclinação da órbita pode ser creditada à latitude comum dos observadores (aproximadamente igual a 22°).

b) Valor do Erro para diferentes porcentagens do tempo

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 2 estão apresentados na Tabela 4-10 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e do fator h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-18.

Azimute da Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	7,41	10,99	12,87	14,90	16,47	18,14	20,29	22,81	25,76	29,48	32,46	36,39
10	7,40	10,63	12,84	14,52	16,54	18,62	21,17	24,39	27,77	31,13	34,95	39,07
20	7,29	10,72	12,50	15,28	17,36	19,49	22,38	25,74	29,30	33,45	38,30	43,36
30	7,24	10,04	11,97	14,47	17,14	19,72	22,84	26,06	29,20	32,10	35,71	39,26
40	7,26	9,68	11,87	13,83	16,03	18,57	21,64	24,79	28,22	31,67	35,26	39,08
50	7,14	9,47	11,76	14,11	16,47	19,29	21,90	24,88	28,09	31,49	35,11	38,96
60	6,96	9,43	12,04	14,01	16,05	18,62	21,52	25,05	29,21	33,06	37,52	42,08
70	6,87	9,10	12,08	13,66	16,07	18,35	20,98	24,17	27,88	31,75	35,46	39,83
80	6,93	9,12	12,30	14,52	17,17	19,71	22,71	25,95	30,07	34,29	38,84	44,08
90	6,95	9,15	12,51	15,86	18,87	21,70	24,44	27,63	31,09	34,06	38,19	41,99
100	6,98	9,09	12,47	14,98	18,02	21,33	25,41	29,31	32,82	36,55	40,44	44,40
110	6,98	9,27	12,08	15,54	18,65	21,81	25,29	29,10	33,08	37,31	42,34	48,25
120	7,00	9,40	12,56	15,38	18,12	21,41	24,71	27,84	31,46	35,05	38,92	43,69
130	7,18	9,41	12,79	16,78	19,90	23,49	27,53	31,70	36,12	40,10	44,28	48,72
140	7,24	10,24	13,47	17,01	18,80	21,75	25,88	31,45	36,98	43,67	49,26	55,00
150	7,23	10,37	13,49	16,79	20,58	25,10	30,05	34,69	39,24	43,85	47,69	52,84
160	7,24	10,64	13,74	16,55	19,86	22,92	27,01	29,73	33,43	36,45	40,85	46,10
170	7,42	10,83	13,54	16,84	19,36	22,12	24,57	27,33	30,95	34,80	39,21	44,55
180	7,38	10,56	13,31	15,36	16,69	18,97	21,26	24,47	28,44	31,08	34,83	38,15
190	7,27	10,16	13,60	15,79	18,11	19,79	21,41	24,76	27,89	31,33	35,20	39,56
200	7,08	10,14	13,60	15,70	17,78	19,40	21,55	24,53	27,86	31,72	36,53	41,61
210	7,06	9,29	11,90	14,47	16,65	19,31	21,42	24,03	26,69	29,78	32,85	36,92
220	7,06	9,06	11,00	12,75	14,73	16,68	18,89	21,60	25,04	28,88	32,72	37,12
230	7,05	9,19	11,08	13,59	16,25	17,98	19,86	22,42	25,11	27,77	30,75	33,97
240	7,08	9,34	12,25	14,44	16,09	17,90	20,26	22,55	25,33	28,29	31,69	35,49
250	7,14	10,08	12,87	14,87	16,37	18,47	20,94	24,00	27,36	30,56	34,50	39,20
260	7,34	10,70	13,91	16,00	18,34	20,77	23,23	26,08	29,59	33,00	37,75	42,65
270	7,44	10,85	14,85	17,38	19,81	21,87	23,97	26,72	29,81	33,53	37,35	41,79
280	7,38	10,35	14,51	17,13	19,07	20,89	23,14	26,05	29,35	32,92	36,82	41,18
290	7,21	9,94	13,24	15,82	18,18	20,07	22,25	25,10	28,43	31,60	34,90	38,53
300	7,14	9,66	12,41	14,95	17,02	18,83	20,86	23,86	26,98	30,45	34,55	38,83
310	7,24	9,46	11,70	14,21	16,87	18,97	21,50	23,88	26,86	30,52	34,23	38,02
320	7,24	9,63	11,91	14,16	16,74	19,08	21,09	23,56	26,17	29,12	32,55	36,00
330	7,18	10,04	13,16	15,74	18,29	20,60	23,26	26,60	30,58	34,61	38,86	43,41
340	7,31	10,65	14,22	16,50	18,64	20,35	22,78	25,50	29,04	32,46	36,38	40,12
350	7,51	11,34	14,22	15,46	17,03	19,21	20,83	22,34	26,45	29,30	32,95	37,16

Tabela 4-10- Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 2.

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 2 estão apresentados na Tabela 4-11 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e do fator h/w (primeira linha), Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-19.

Azimute da Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	13,89	45,43	55,58	77,31	82,26	88,77	97,63	108,04	117,87	130,68	142,69	157,66
10	13,85	27,81	51,46	60,64	78,89	83,52	93,95	109,02	122,89	130,53	148,64	159,05
20	13,59	29,74	39,96	61,09	74,80	93,54	107,53	122,14	127,04	143,81	157,15	176,37
30	13,38	26,42	38,80	57,77	86,33	101,80	123,99	135,98	143,72	147,16	153,83	166,19
40	13,35	24,69	40,29	56,85	76,68	83,64	88,18	100,18	109,53	119,80	133,99	147,62
50	13,10	21,14	38,94	62,15	87,69	117,68	108,81	111,62	116,55	118,25	126,61	136,56
60	12,79	21,92	42,38	58,28	65,73	74,08	82,15	92,16	108,13	123,85	140,65	156,15
70	12,67	19,97	41,16	54,82	65,71	73,97	84,41	99,13	113,16	128,84	148,66	171,24
80	12,72	20,66	43,54	59,38	80,37	85,99	95,28	108,15	137,74	159,38	179,79	204,36
90	12,67	19,83	45,81	78,58	99,38	118,45	123,45	129,54	138,91	140,98	147,95	155,90
100	12,78	19,21	47,95	72,28	88,83	101,14	136,97	162,45	182,91	198,93	205,03	209,23
110	12,68	20,51	42,68	68,54	83,52	104,94	115,26	119,01	130,08	150,20	170,41	203,28
120	12,73	20,84	63,59	75,86	93,82	124,07	136,12	134,54	136,52	147,76	156,53	178,35
130	13,19	21,90	59,62	150,17	245,56	238,36	230,40	219,88	219,23	220,78	237,08	245,48
140	13,47	33,74	87,54	142,99	201,58	245,81	289,35					
150	13,57	27,15	61,58	121,87	202,56	296,63						
160	13,83	30,39	54,37	104,33	136,93	165,27	197,53	197,87	194,48	204,61	217,77	235,44
170	14,49	32,22	46,28	85,72	101,32	128,63	142,16	148,91	162,63	166,36	177,90	188,24
180	14,37	30,61	64,00	73,37	85,60	105,09	119,12	142,38	159,61	159,79	174,86	188,49
190	14,11	27,38	62,98	89,44	117,79	113,22	103,80	114,72	119,71	126,12	133,97	143,27
200	13,66	28,50	56,16	81,96	110,08	111,23	107,43	111,80	122,82	135,77	152,92	173,60
210	13,80	23,27	39,45	65,87	89,06	104,19	103,01	105,61	112,18	116,67	122,93	136,32
220	13,46	22,30	34,99	50,36	72,26	76,71	85,29	88,96	100,69	119,33	132,80	149,53
230	13,26	23,00	36,61	60,85	83,50	85,80	95,99	114,19	133,85	144,79	152,58	155,38
240	13,44	24,36	45,88	62,87	81,90	93,11	115,89	123,46	136,67	147,06	162,83	175,63
250	13,60	27,65	52,83	91,78	113,21	130,90	150,43	174,32	181,13	188,42	200,79	217,87
260	14,21	30,52	79,51	123,23	158,35	181,69	189,07	192,99	209,33	214,17	237,19	246,10
270	14,32	30,12	91,84	144,61	154,03	168,49	173,50	166,33	160,00	156,29	166,45	171,64
280	14,23	27,44	70,21	94,91	111,95	112,73	117,86	132,69	148,01	162,45	177,34	186,76
290	13,96	24,55	49,71	74,22	88,22	94,95	103,05	117,10	134,41	147,35	162,77	172,82
300	13,88	26,43	47,28	77,41	102,48	116,44	109,59	117,05	124,52	139,46	159,55	174,19
310	14,15	26,03	43,30	79,64	130,55	141,94	133,97	142,10	153,27	171,37	190,65	207,50
320	14,64	27,72	40,11	72,49	113,58	155,77	188,73	224,86	264,68	282,83	299,73	298,02
330	14,41	34,56	59,39	77,75	99,61	122,66	148,63	181,22	213,00	240,86	242,85	249,41
340	14,59	46,42	70,38	90,48	105,65	129,10	154,59	171,37	190,25	208,85	242,71	283,02
350	14,58	54,22	77,62	69,53	73,27	92,02	100,30	111,78	222,56	245,05	271,45	290,04

Tabela 4-11-Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 2.

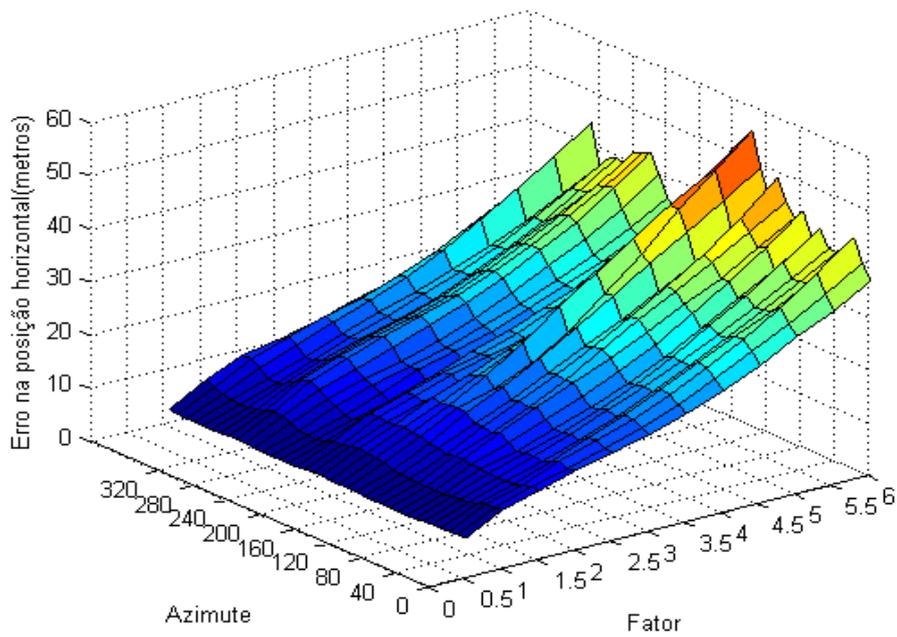


Figura 4-18: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 2 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

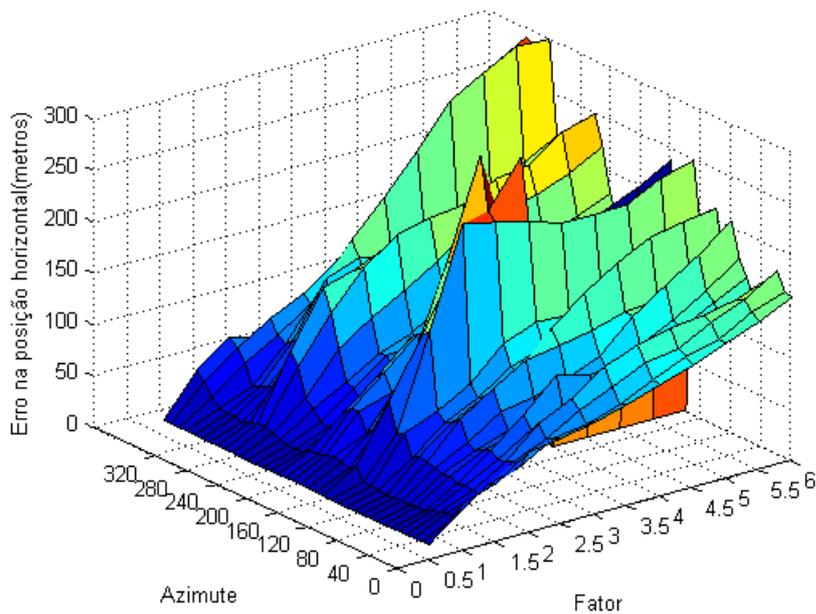


Figura 4-19: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 2 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de erro na posição horizontal entre azimutes consecutivos para o ambiente 2

Ambiente 2 (67% do tempo)

Segundo os resultados obtidos, a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 0,65 m para o caso onde o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5, Para os casos onde o fator é igual a 1,0, 1,5 e 2,0; a diferença máxima de erros entre azimutes é menor que 2,26 m, 3,86 m e 4,64 m, respectivamente.

Para os fatores maiores a 2,0, a diferença máxima de erro entre azimutes se incrementa à medida que o fator também é incrementado, alcançando para o fator de 6,0 a máxima diferença, sendo esta de 21,03 m no caso de 230° de azimute.

Ambiente 2 (95 % do tempo)

Para esta porcentagem de tempo simulação a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 1,98 m para o caso onde o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5, Nos casos onde o fator é maior de 0,5, a diferença de erro é muito alta tendo valores ainda maiores a 200 m, como no caso de 150° de azimute para fatores de 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 e 6,0.

Diferença de erro na posição horizontal para variação de fator para o ambiente 2

Ambiente 2 (67% do tempo)

O valor de erro na posição horizontal aumenta com o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada.

O maior valor de erro na posição horizontal para esta simulação é de 55 m, sendo, neste caso, o azimute 140° e fator igual a 6,0. Portanto, todas as situações analisadas para o ambiente 2 satisfazem o requisito da norma E911-Phase II Automatic Location Identification da U, S, Federal Communications Commission para esta porcentagem de casos, que exige um erro menor que 50 m, à exceção dos valores de 140° e 150° de azimute a um fator igual a 6,0.

Ambiente 2 95% (do tempo)

Em geral para todos os casos desta simulação os valores do erro são maiores que os valores encontrados na simulação anterior. Do mesmo modo, o valor de erro se incrementa em relação ao incremento do fator pelo qual os maiores valores de erro se apresentam para o fator igual a 6,0.

Os únicos valores de azimute que satisfazem o requerimento da (E911-Phase II Automatic Location Identification da U,S, Federal Communications) para esta porcentagem de casos para todos os valores do fator são 40° e 50° com valores máximos de erro de 147,62 m e 136,56 m, respectivamente.

Para os valores de 0° e 10° de azimute, os requerimentos da (E911-Phase II Automatic Location Identification da U,S, Federal Communications) para esta porcentagem de casos se satisfazem até o fator igual a 5,5. Nos casos de 20° , 30° e 120° de azimute somente até o valor de fator igual a 5,0.

Os valores de azimute que mostram um maior valor de erro na posição horizontal são 130° , 140° e 150° , mesmo para valores de fator menor que 2,5.

O maior valor de erro na posição horizontal para esta simulação é igual a 296,63 m, para o caso de 150° de azimute e fator igual a 3,0.

c) Valor de desvanecimento para diferentes porcentagens de tempo

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 2 estão apresentados na Tabela 4-12 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha), Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-20.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,00	1,5	2,00	2,5	3,00	3,5	4,00	4,5	5,00	5,5	6,00
0	1,80	6,37	10,87	13,22	14,40	15,32	15,79	16,14	16,43	16,70	16,87	17,01
10	1,79	6,40	11,41	13,52	14,66	15,32	15,81	16,26	16,55	16,75	16,91	17,04
20	1,82	6,73	11,29	13,60	14,68	15,35	15,80	16,12	16,45	16,70	16,87	17,02
30	1,78	6,15	10,69	13,14	14,42	15,15	15,64	16,14	16,48	16,74	16,92	17,06
40	1,79	4,97	10,29	12,74	13,94	14,75	15,38	15,79	16,10	16,34	16,55	16,71
50	1,69	4,72	9,98	12,77	14,31	15,20	15,75	16,15	16,45	16,68	16,86	17,00
60	1,57	4,59	10,62	13,47	14,73	15,48	15,97	16,32	16,61	16,81	16,98	17,11
70	1,48	4,29	11,39	13,77	14,94	15,60	16,10	16,48	16,73	16,91	17,06	17,18
80	1,46	4,51	11,68	13,80	14,90	15,54	15,99	16,33	16,61	16,82	16,98	17,11
90	1,43	4,51	11,39	13,73	14,85	15,69	16,09	16,37	16,59	16,83	16,98	17,10
100	1,42	4,02	11,63	13,80	14,92	15,54	16,02	16,44	16,66	16,83	16,97	17,09
110	1,45	4,10	11,27	13,84	14,89	15,54	15,96	16,26	16,50	16,71	16,88	17,02
120	1,52	3,82	10,13	13,33	14,68	15,46	15,93	16,27	16,53	16,72	16,88	17,03
130	1,62	3,65	9,22	12,33	14,12	15,11	15,69	16,08	16,37	16,59	16,77	16,91
140	1,63	4,31	9,48	12,16	13,71	14,56	15,09	15,54	15,89	16,13	16,32	16,52
150	1,63	4,69	10,07	12,59	14,12	15,05	15,61	15,95	16,22	16,42	16,57	16,72
160	1,61	5,10	10,71	13,17	14,54	15,29	15,87	16,26	16,49	16,67	16,83	16,99
170	1,65	5,69	11,07	13,32	14,53	15,33	15,81	16,16	16,46	16,67	16,84	16,98
180	1,68	5,97	10,81	13,35	14,58	15,55	15,96	16,24	16,47	16,71	16,87	16,98
190	1,60	5,25	11,04	13,40	14,69	15,42	15,90	16,30	16,52	16,69	16,84	16,97
200	1,58	4,74	10,48	13,19	14,50	15,28	15,76	16,08	16,32	16,56	16,75	16,90
210	1,60	3,88	8,66	12,28	13,98	14,91	15,46	15,97	16,29	16,55	16,73	16,89
220	1,63	3,59	7,12	10,42	12,71	14,04	14,84	15,34	15,70	15,98	16,21	16,41
230	1,63	3,64	6,97	10,16	12,52	13,75	14,47	15,05	15,49	15,78	16,02	16,25
240	1,64	3,90	8,27	11,90	13,51	14,57	15,22	15,63	15,95	16,18	16,36	16,54
250	1,63	4,57	10,02	12,73	14,09	14,92	15,55	15,95	16,23	16,45	16,65	16,82
260	1,70	5,79	10,85	13,19	14,41	15,21	15,73	16,13	16,43	16,65	16,82	16,97
270	1,75	5,96	11,07	13,38	14,56	15,30	15,82	16,19	16,47	16,69	16,86	17,00
280	1,66	5,53	10,89	13,30	14,54	15,31	15,82	16,17	16,44	16,65	16,83	16,98
290	1,62	4,61	10,23	12,91	14,31	15,16	15,73	16,10	16,39	16,63	16,82	16,97
300	1,59	3,59	8,02	12,01	13,73	14,67	15,30	15,86	16,23	16,52	16,72	16,88
310	1,62	3,32	6,19	9,90	12,39	13,79	14,67	15,21	15,63	15,93	16,19	16,40
320	1,61	3,38	6,37	9,75	12,25	13,56	14,32	14,95	15,43	15,75	16,01	16,26
330	1,60	3,64	7,75	11,53	13,31	14,44	15,13	15,58	15,93	16,19	16,40	16,58
340	1,62	4,25	9,74	12,59	14,04	14,88	15,56	16,02	16,32	16,55	16,73	16,91
350	1,74	5,70	10,75	12,98	14,22	15,04	15,56	15,99	16,36	16,60	16,79	16,95

Tabela 4-12- Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 2.

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 2 estão apresentados na Tabela 4-13 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha), Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-21.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,00	1,5	2,00	2,5	3,00	3,5	4,00	4,5	5,00	5,5	6,00
0	18,75	24,80	26,51	27,52	28,09	28,56	28,81	29,00	29,15	29,31	29,40	29,48
10	18,93	24,81	26,73	27,66	28,21	28,56	28,82	29,06	29,22	29,34	29,43	29,51
20	18,61	24,99	26,70	27,70	28,23	28,57	28,81	28,99	29,17	29,31	29,41	29,49
30	18,20	24,66	26,45	27,49	28,10	28,48	28,72	29,00	29,18	29,33	29,43	29,52
40	17,96	23,96	26,21	27,27	27,84	28,24	28,58	28,79	28,97	29,10	29,22	29,31
50	17,03	23,80	26,13	27,29	28,04	28,49	28,78	29,00	29,16	29,29	29,40	29,48
60	15,83	23,77	26,39	27,63	28,24	28,64	28,90	29,10	29,25	29,37	29,47	29,54
70	15,24	23,60	26,68	27,76	28,35	28,70	28,97	29,18	29,31	29,43	29,51	29,58
80	15,37	23,75	26,83	27,79	28,34	28,67	28,92	29,10	29,26	29,37	29,47	29,54
90	15,33	23,78	26,70	27,75	28,31	28,75	28,96	29,12	29,24	29,38	29,47	29,53
100	15,63	23,47	26,81	27,78	28,35	28,67	28,93	29,16	29,28	29,38	29,46	29,53
110	15,52	23,69	26,68	27,81	28,34	28,67	28,90	29,07	29,19	29,31	29,41	29,49
120	15,79	23,34	26,22	27,57	28,23	28,63	28,88	29,07	29,21	29,32	29,41	29,50
130	16,55	22,89	25,78	27,09	27,93	28,44	28,74	28,96	29,12	29,24	29,34	29,43
140	16,60	23,48	25,90	27,02	27,73	28,15	28,43	28,67	28,85	28,98	29,09	29,20
150	16,61	23,87	26,19	27,23	27,95	28,41	28,71	28,89	29,04	29,15	29,23	29,32
160	16,81	24,22	26,44	27,49	28,15	28,54	28,85	29,06	29,19	29,29	29,38	29,47
170	17,69	24,49	26,59	27,56	28,16	28,56	28,81	29,01	29,17	29,29	29,39	29,47
180	18,14	24,59	26,47	27,57	28,18	28,67	28,90	29,05	29,17	29,31	29,40	29,47
190	17,67	24,33	26,59	27,61	28,23	28,61	28,86	29,09	29,21	29,30	29,39	29,46
200	17,00	24,19	26,39	27,52	28,14	28,54	28,79	28,97	29,10	29,23	29,33	29,43
210	16,73	23,36	25,69	27,10	27,89	28,34	28,64	28,90	29,08	29,22	29,33	29,42
220	16,85	22,75	24,96	26,28	27,26	27,90	28,29	28,56	28,75	28,90	29,03	29,14
230	16,59	22,90	24,93	26,20	27,18	27,76	28,11	28,41	28,64	28,79	28,93	29,05
240	16,84	23,35	25,55	26,95	27,67	28,17	28,51	28,72	28,89	29,02	29,12	29,22
250	17,38	23,97	26,17	27,29	27,93	28,35	28,67	28,89	29,05	29,17	29,27	29,38
260	18,41	24,60	26,52	27,51	28,10	28,50	28,78	28,99	29,16	29,28	29,38	29,47
270	18,99	24,71	26,61	27,61	28,17	28,55	28,82	29,03	29,18	29,30	29,40	29,48
280	18,69	24,54	26,53	27,56	28,16	28,55	28,82	29,01	29,16	29,28	29,38	29,47
290	17,70	24,15	26,30	27,39	28,05	28,48	28,77	28,98	29,14	29,27	29,38	29,46
300	16,66	23,18	25,51	27,00	27,77	28,23	28,55	28,85	29,05	29,21	29,32	29,41
310	16,78	22,44	24,55	26,06	27,11	27,76	28,20	28,49	28,71	28,87	29,02	29,14
320	16,52	22,49	24,66	26,03	27,07	27,67	28,04	28,35	28,61	28,78	28,92	29,06
330	16,06	23,13	25,36	26,79	27,57	28,11	28,46	28,70	28,88	29,02	29,14	29,24
340	16,92	23,74	26,06	27,22	27,91	28,33	28,68	28,93	29,09	29,22	29,33	29,43
350	18,40	24,51	26,47	27,41	28,00	28,41	28,68	28,91	29,12	29,25	29,36	29,45

Tabela 4-13- Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 2.

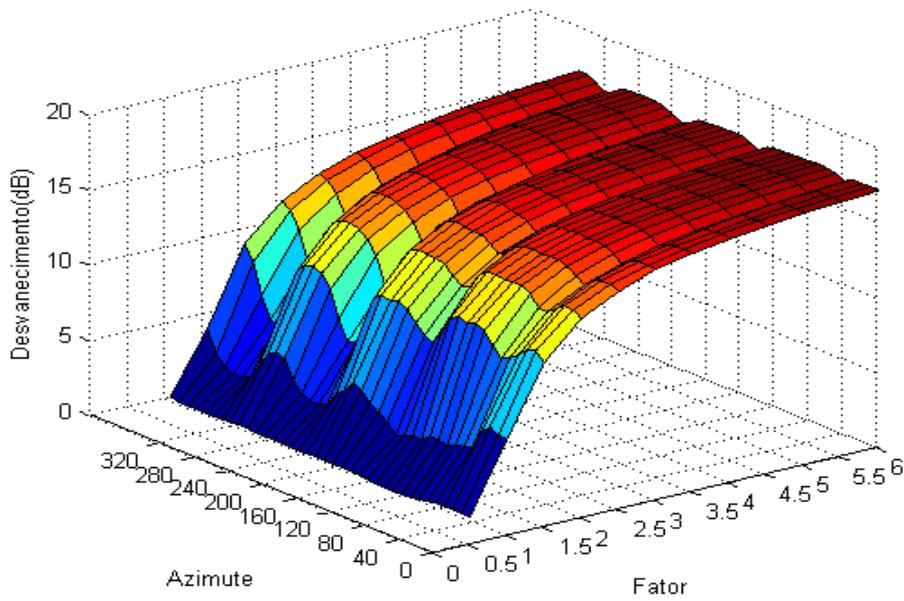


Figura 4-20:Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 2 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

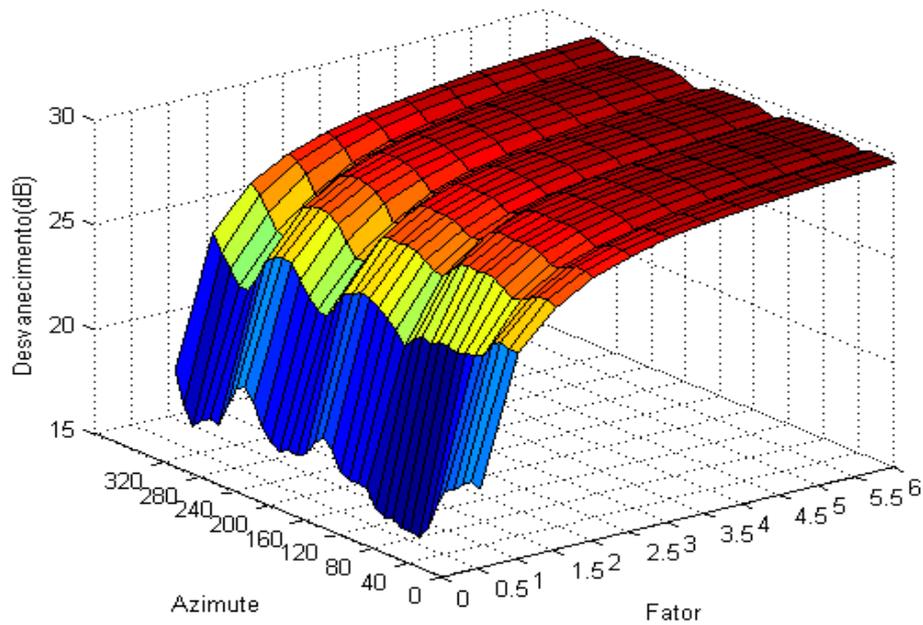


Figura 4-21:Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 2 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos para o ambiente 2

Ambiente 2 (67% do tempo)

Para o fator de 0,5, a diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é menor que 0,41 dB, Nos casos onde os valores do fator são 1,0 e 2,0, a diferença de desvanecimento é menor que 4,1 dB, Para valores de fator de 2,5 e 3,0 a diferença de desvanecimento é menor que 2,7 dB, mostrando os maiores valores de diferença para 320° de azimute, Nos valores de fator entre 3,0 e 5,5, a diferença de desvanecimento não excede o valor de 1,78 dB e, tal como os fatores precedentes, os maiores valores de diferença se encontram para 320° de azimute.

Para o valor de fator igual a 6,0, o maior valor de diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é igual a 0,92 dB.

O caso onde se apresenta o maior valor de diferença de desvanecimento é no valor de 1,5 de fator, tendo uma diferença de desvanecimento de até 5,49 dB no valor de 310° de azimute.

Ambiente 2 (95% do tempo)

Neste caso de simulação, o fator de 0,5 mostra a maior diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos, tendo o valor de 3,75 dB para um valor de azimute de 70°.

Para os demais valores do fator, o maior valor da diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos decresce à medida que o fator se incrementa, tendo para os casos de 1,0 e 1,5 de fator, os maiores valores de diferença de desvanecimento de 2,55 dB e 2,28 dB, respectivamente, para um valor de azimute de 310°.

Quando o valor de fator tem os valores entre 2,0 e 3,0, o maior valor de diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos não excede os 2 dB, mostrando sempre a maior diferença para 320° de azimute.

Nos demais casos, a diferença entre desvanecimentos para azimutes consecutivos é menor que 1 dB, mostrando como, nos 2 últimos valores de fator, o maior valor da diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos se encontra para 320° de azimute.

Diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos para o ambiente 2

Os menores valores de desvanecimento para toda a faixa de azimutes da simulação, inferiores a 2,28 dB, são encontrados para o fator igual a 0,5.

A profundidade do desvanecimento aumenta com o fator, alcançando aproximadamente 18 dB quando o fator é igual a 6,0.

A diferença de desvanecimentos associados a fatores consecutivos apresenta o maior valor, aproximadamente de 6 dB, na variação entre os fatores 0,5 e 1,0, No caso de variação de fator entre 1,0 e 1,5, a diferença de desvanecimentos é de aproximadamente 4,8 dB e para a mudança de fator de 1,5 a 2,0, o valor foi de 1,7 dB, Para os fatores maiores que 2,0, a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é menor que 1 dB.

Ambiente 2 (67% do tempo)

Os menores valores de desvanecimento para toda a faixa de azimutes da simulação são encontrados para o valor de fator igual a 0,5, tendo valores inferiores a 1,83 dB.

A profundidade do desvanecimento aumenta com o incremento do valor de fator, alcançando aproximadamente 17 dB quando o fator é igual a 6,0.

A diferença de desvanecimento associados a fatores consecutivos apresenta o maior valor aproximadamente de 5,23 dB, na variação entre os fatores 1,0 e 1,5. No caso de variação de fator entre 0,5 e 1,0 a diferença de desvanecimentos é de aproximadamente 3,09 dB. No caso de variação de fator entre 1,5 e 2,0 o valor foi de 2,7 dB e para mudança de fator de 2,0 a 2,5, a diferença aproximada é de 1,45 dB.

Para os fatores maiores de 2,5, a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é inferior a 1 dB.

Ambiente 2 (95% do tempo)

Nesta simulação o valor de desvanecimento é maior em relação à simulação anterior, apresentando como menor valor de desvanecimento 18,99 dB para o caso de 270° de azimute a um fator igual a 0,5.

Os maiores valores de desvanecimento são encontrados para os valores de fator igual a 6 em todos os valores de azimute, tendo como maior valor de desvanecimento da simulação 29,58 dB para 70° de azimute.

A diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos apresenta seu maior valor entre o fator 0,5 e 1,0, tendo uma diferença aproximada de 6,76 dB.

No caso de variação de fator entre 1,0 e 1,5, a diferença aproximada foi de 2,3 dB e para o caso da variação de fator entre 2,0 e 1,5 a diferença foi de 1,14 dB.

Para os fatores maiores de 2,0 a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é inferior a 1 dB.

4.4.3 Resultado da Simulação do Ambiente 3

a) Probabilidade de estados C e B baseado nos mapas e as posições dos satélites

Os valores de probabilidade do estado C com base apenas nos mapas de estado dos observadores situados no ambiente 3 estão apresentados na Tabela 4-14 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-22.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
10	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
20	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
30	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
40	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
50	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
60	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
70	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38
80	0,92	0,84	0,75	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,38

Tabela 4-14-Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 3.

Os valores de probabilidade do estado C considerando tanto os mapas de estado dos observadores situados no ambiente 3 quanto as posições dos satélites estão apresentados na Tabela 4-15 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-23

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	0,86	0,70	0,58	0,48	0,41	0,34	0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,19
10	0,87	0,71	0,57	0,47	0,40	0,35	0,30	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19
20	0,87	0,73	0,59	0,48	0,41	0,35	0,31	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19
30	0,88	0,76	0,65	0,53	0,44	0,38	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20
40	0,87	0,78	0,68	0,58	0,49	0,42	0,36	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23
50	0,87	0,78	0,68	0,59	0,50	0,43	0,39	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24
60	0,88	0,76	0,65	0,54	0,46	0,39	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22
70	0,88	0,75	0,60	0,49	0,42	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19
80	0,87	0,71	0,58	0,48	0,41	0,36	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19

Tabela 4-15-Probabilidades do estado "C" baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 3 e nas posição dos satélites.

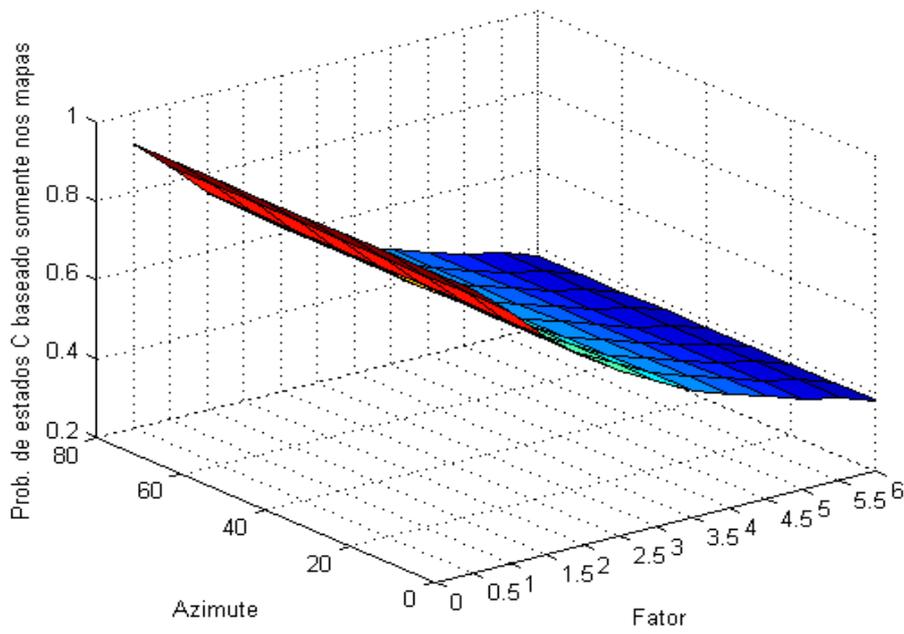


Figura 4-22 Probabilidades do estado “C” baseadas somente nos mapas de estado para o ambiente 3.

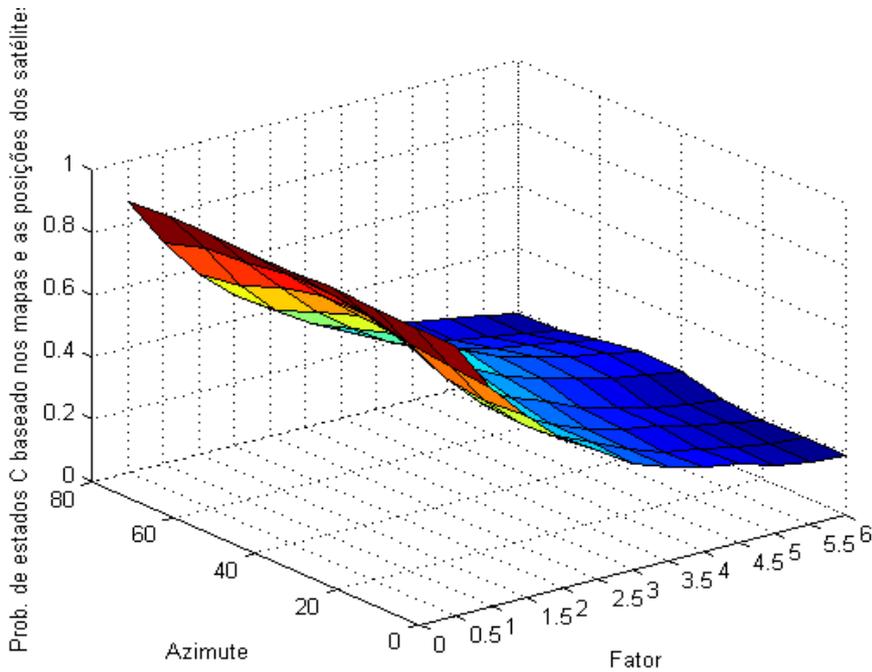


Figura 4-23 Probabilidades do estado “C” considerando tanto os mapas de estado para o ambiente 3 quanto as posições dos satélites.

Como esperado, a probabilidade do estado C sempre decresce de forma não linear com o fator w/h , quando é calculada utilizando somente as informações dos mapas de estado, independente do azimute. Entretanto, quando as posições dos satélites são consideradas nos cálculos, a probabilidade do estado C apresenta comportamento que também depende do azimute, com máximo no azimute igual a 40° . Este valor é próximo ao da inclinação nominal das órbitas dos satélites do GPS (55°), confirmando que o alinhamento entre a rua e a projeção da órbita sobre a superfície da Terra torna o estado C mais provável.

b) Valor de Erro para diferentes porcentagens de tempo

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 3 estão apresentados na Tabela 4-16 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-24.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	6,85	8,97	10,99	12,68	14,24	15,82	17,32	19,18	21,57	24,49	27,33	30,30
10	6,78	8,65	10,89	12,52	14,04	15,54	16,97	19,01	21,07	23,65	26,72	29,97
20	6,61	8,55	10,40	12,36	14,32	16,15	18,55	21,43	24,56	27,86	31,92	35,59
30	6,53	8,03	9,97	11,91	14,03	16,15	18,45	20,74	23,08	25,71	28,83	32,42
40	6,60	7,74	9,25	10,77	12,61	14,34	16,51	19,01	22,00	25,15	28,85	32,82
50	6,56	7,82	9,40	11,10	12,95	14,60	16,44	18,54	20,77	23,39	26,47	30,07
60	6,52	7,99	10,23	12,00	13,62	15,18	17,64	19,74	22,49	25,36	28,67	32,30
70	6,59	8,34	10,47	11,94	13,60	15,34	17,42	19,91	22,38	25,27	28,25	31,70
80	6,78	8,78	10,69	12,52	14,30	15,94	17,26	18,77	22,53	25,65	29,14	33,60

Tabela 4-16- Valores de erro (m) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 3.

Os valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 3 estão apresentados na Tabela 4-17 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-25

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	12,51	20,41	31,03	48,80	67,79	87,03	92,83	99,59	107,94	119,89	134,64	147,63
10	12,45	17,64	31,88	45,30	62,72	70,27	73,46	85,65	99,05	113,28	127,51	142,93
20	12,09	17,61	26,90	41,74	61,45	75,73	91,00	106,14	118,94	133,08	147,57	166,29
30	11,84	16,57	29,40	45,21	62,47	89,23	105,19	105,21	113,65	123,64	136,58	149,88
40	11,98	16,25	27,77	37,40	57,65	66,98	80,63	97,73	106,89	123,32	148,16	173,37
50	11,86	16,23	30,08	45,05	65,07	85,04	107,54	129,82	152,84	161,86	177,65	192,42
60	11,81	16,26	34,97	49,36	60,83	70,54	91,13	101,10	112,51	123,89	132,87	143,89
70	12,10	17,54	29,12	51,32	70,11	104,40	133,76	155,86	168,97	187,06	210,25	233,44
80	12,40	18,72	25,60	42,30	63,35	91,34	99,12	118,19	209,81	233,15	244,32	260,28

Tabela 4-17- Valores de erro (m) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 3.

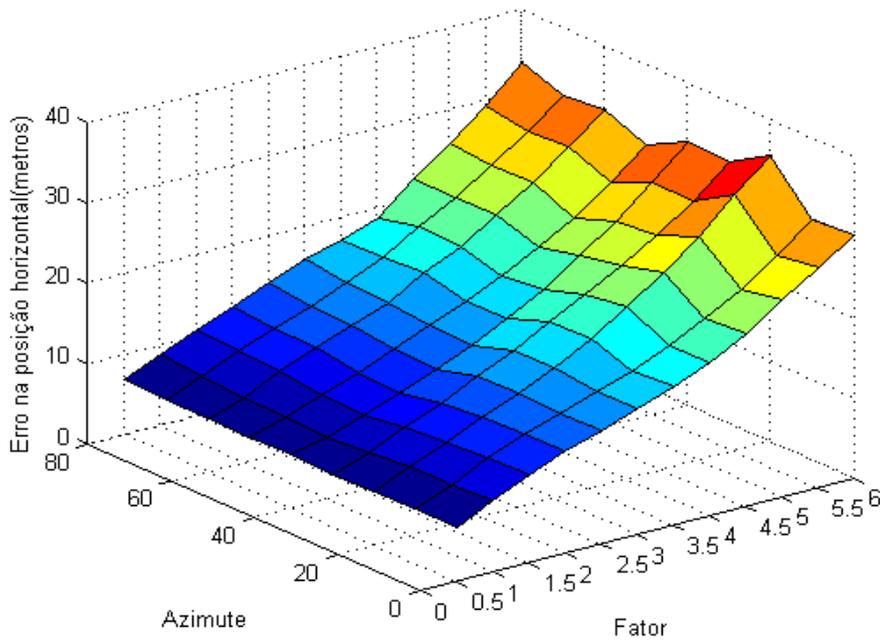


Figura 4-24: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 3 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

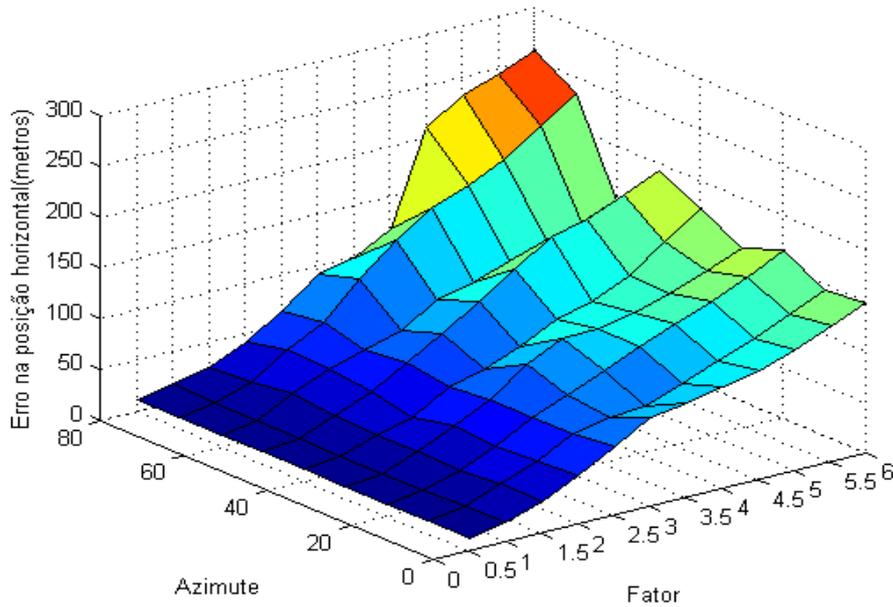


Figura 4-25: Valores do erro horizontal (m) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 3 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de erro na posição horizontal entre azimutes consecutivos para o ambiente 3

Ambiente 3 (67% do tempo)

Segundo os resultados obtidos, a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 0,34 m para o caso onde o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5. Para os casos onde o fator se encontra entre 1,0 e 3,0, a diferença máxima de erros entre azimutes é menor que 2 m. Nos casos onde o fator se encontra entre 3,5 e 4,0, a diferença máxima de erro é menor que 3 m. A maior diferença de erro se tem para o fator igual a 6,0, entre os valores de 10° e 20° de azimute sendo esta diferença de 5,62 m.

Ambiente 3 (95 % de tempo)

Para esta porcentagem de tempo, a diferença de erro entre azimutes consecutivos é menor que 0,71 m para o caso onde o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada é igual a 0,5. Para o caso onde o fator é igual a 1,0, se tem uma diferença de erro de 1,69 como mínima e de 4,18 como máxima, podendo observar que desde a primeira mudança do fator a diferença de erro entre azimutes consecutivos se incrementa. Nos casos onde o fator é maior que 1,0, a diferença de erro é ainda maior, tendo valores superiores a 100 m, como no caso de 0° e 10° de azimute para os fatores de 4,5, 5,0, 5,5 e 6,0.

Diferença de erro na posição horizontal para variação de fator para o ambiente 3

Ambiente 3 (67% do tempo)

O valor de erro na posição horizontal aumenta como o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada. Os valores de erro para fatores consecutivos têm uma relação aritmética aproximada de 2,3 m.

O maior valor de erro na posição horizontal se apresenta para o valor de 20° de azimute a um fator igual a 6,0, tendo um valor de 35,59 m.

Como o maior valor de erro na posição horizontal é inferior a 50 m, esta simulação satisfaz os requerimentos da (E911- Phase II Automatic Location Identification da U.S. Federal Communications), para todos os valores de azimute, em todos os valores de fator.

Ambiente 3 (95% de tempo)

O valor de erro na posição horizontal se incrementa à medida que o fator entre a altura do prédio e a largura da estrada aumenta. Os valores de erro são maiores em relação aos valores encontrados na simulação anterior, tendo como maior valor de erro 260,28 m para o caso de 80° de azimute a um fator de 6,0.

Em relação à simulação anterior, não é possível estabelecer uma relação aritmética na variação do erro em função do fator. O que é possível identificar é a máxima diferença de erro entre fatores consecutivos, sendo esta de 27,99 m entre os fatores 2,5 e 3,0 para 80° de azimute.

Os casos de azimute que satisfazem os requerimentos da (E911- Phase II Automatic Location Identification da U.S. Federal Communications) para este porcentagem de casos, para todos os valores de fator são 0°, 10°, 30° e 60°. O caso que satisfaz a menor quantidade de valores de fator se apresenta para 70° de azimute, tendo valor de erro na posição horizontal inferior a 150 m, somente até um fator igual a 3,5.

c) Valores de Desvanecimento para diferentes porcentagens do tempo

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo para o ambiente 3 estão apresentados na Tabela 4-18 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-26.

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	1,36	3,41	7,66	11,27	13,04	14,32	14,97	15,42	15,77	16,12	16,34	16,52
10	1,30	3,12	8,03	11,42	13,21	14,20	14,94	15,52	15,86	16,11	16,33	16,52
20	1,26	2,85	7,19	11,20	13,03	14,11	14,81	15,29	15,66	15,99	16,24	16,45
30	1,25	2,39	4,97	9,86	12,36	13,66	14,46	15,15	15,61	15,97	16,22	16,43
40	1,29	2,15	3,93	7,42	10,75	12,63	13,75	14,44	14,96	15,34	15,66	15,91
50	1,26	2,19	3,91	7,21	10,56	12,34	13,35	14,15	14,75	15,15	15,47	15,76
60	1,24	2,33	4,75	9,37	11,84	13,36	14,27	14,86	15,31	15,62	15,87	16,10
70	1,23	2,60	6,68	10,68	12,71	13,84	14,74	15,34	15,72	16,00	16,24	16,46
80	1,31	3,20	7,72	11,11	12,91	14,01	14,74	15,29	15,74	16,05	16,29	16,50

Tabela 4-18- Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 3.

Os valores do desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo para o ambiente 3 estão apresentados na Tabela 4-19 em função do azimute da rua 1 (primeira coluna) e da relação h/w (primeira linha). Estes valores estão também representados graficamente na Figura 4-27

Azimute Rua 1 (°)	Fator (h/w)											
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	14,59	22,87	25,28	26,67	27,44	28,05	28,38	28,61	28,79	28,99	29,11	29,20
10	14,26	22,57	25,45	26,73	27,51	27,99	28,36	28,66	28,84	28,98	29,10	29,20
20	12,86	22,39	25,20	26,66	27,44	27,95	28,29	28,54	28,73	28,91	29,05	29,16
30	12,04	21,11	24,23	26,14	27,14	27,73	28,12	28,48	28,71	28,90	29,04	29,16
40	12,36	19,73	23,12	25,08	26,40	27,21	27,74	28,09	28,36	28,56	28,73	28,87
50	11,77	19,92	23,19	25,04	26,35	27,10	27,57	27,95	28,25	28,46	28,63	28,78
60	11,38	20,79	24,05	25,94	26,91	27,59	28,03	28,32	28,55	28,72	28,85	28,98
70	11,91	21,63	24,86	26,41	27,27	27,81	28,25	28,56	28,76	28,92	29,05	29,17
80	13,64	22,59	25,33	26,61	27,38	27,90	28,26	28,55	28,78	28,95	29,08	29,19

Tabela 4-19- Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 3.

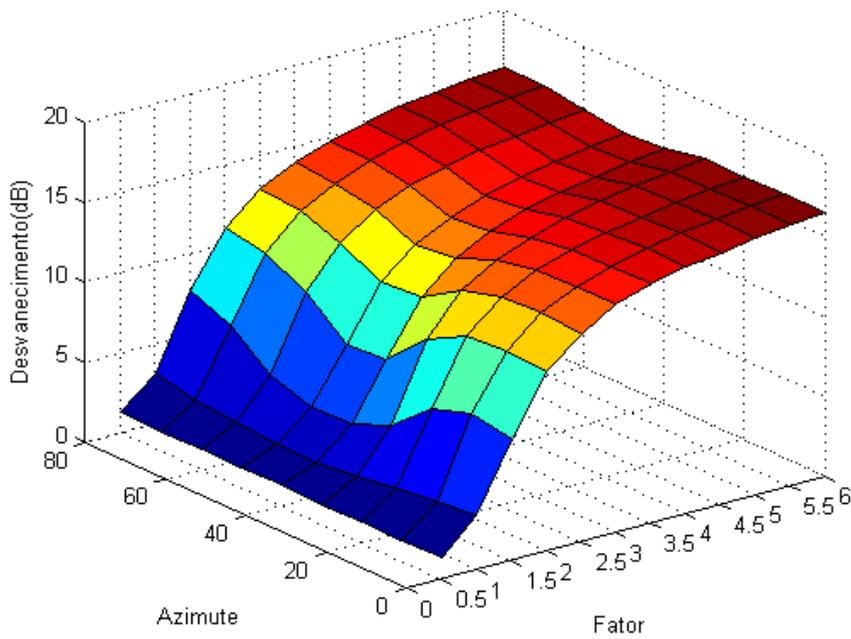


Figura 4-26: Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 67 % do tempo no ambiente 3 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

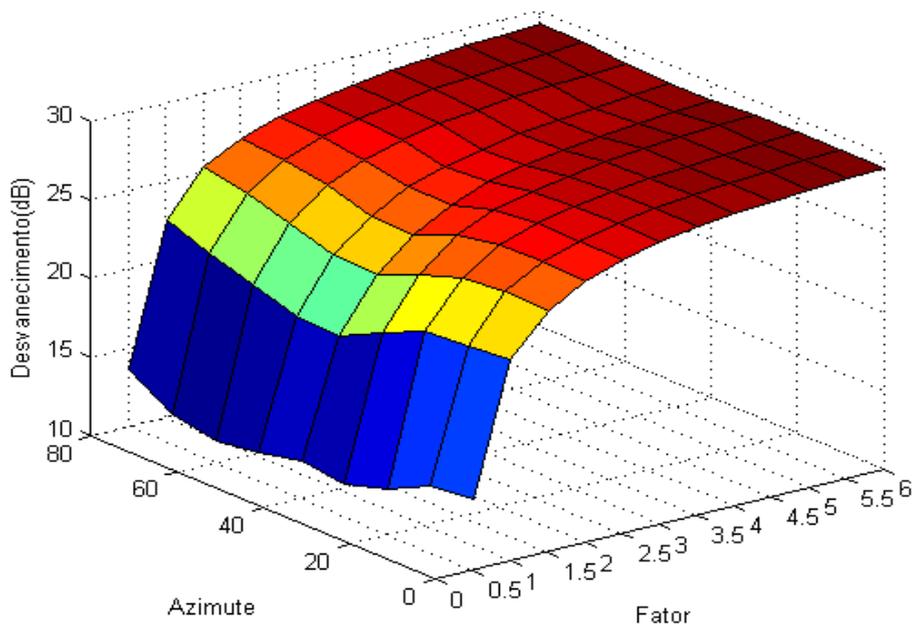


Figura 4-27 Valores de desvanecimento (dB) não excedido durante 95 % do tempo no ambiente 3 em função do azimute da rua 1 (graus) e do fator h/w.

Diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos para o ambiente 3

Ambiente 3 (67% do tempo)

Para o fator de 0,5, a diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é menor que 0,14 dB. Nos casos onde o valor de fator é 1,0, 3,0, 3,5, 4,0 e 4,5, a diferença de desvanecimento é inferior a 1,99 dB, todos eles apresentando a maior diferença em 50° de azimute. Para o valor de 2,5, a diferença de desvanecimento é menor que 2,66 dB. Nos valores de fator entre 5 e 6, a diferença de desvanecimento não excede o valor de 1 dB e tal como os fatores precedentes, os maiores valores de diferença se encontram para 50° de azimute.

Para os valores do fator igual a 1,5 e 2,0 se tem os maiores valores de diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos, sendo iguais a 4,12 dB e 4,21 dB, respectivamente. Ambos os casos mostram a maior diferença para um azimute de 50°.

Ambiente 3 (95% do tempo)

Para esta porcentagem de tempo, o fator de 0,5 mostra a maior diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos, tendo o valor de 3,21 dB para um valor de azimute de 60°.

Para os demais valores do fator, o maior valor da diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos decresce à medida que o fator aumenta, tendo para os casos de 1,0 e 1,5 de fator os maiores valores de diferença de desvanecimento de 3,14 dB e 2,33 dB, respectivamente, ambos os casos para um valor de azimute de 40°.

Quando o valor de fator tem os valores entre 2,0 e 2,5, o maior valor de diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos não excede os 1,7 dB, mostrando a maior diferença para 50° de azimute.

Nos demais casos, a diferença entre desvanecimentos para azimutes consecutivos é menor que 1 dB, mostrando da mesma forma que a análise anterior, que o maior valor da diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos se encontra para 50° de azimute. O menor valor para a diferença de desvanecimento entre azimutes consecutivos é dado para um valor de fator igual a 6,0, tendo um valor de 0,42 dB.

Diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos para o ambiente 3

Ambiente 3 (67% de tempo)

Os menores valores de desvanecimento para toda a faixa de azimutes da simulação são encontrados para o valor de fator igual a 0,5, tendo valores inferiores a 1,37 dB.

O valor do desvanecimento se incrementa à medida que o valor de fator aumenta, alcançando os maiores valores de desvanecimento, que são próximos a 17 dB quando o fator é igual a 6,0.

A diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos apresenta o maior valor na variação entre fator 1,5 e 2,0, tendo uma relação aritmética aproximada de 3,85 dB. No caso de variação de fator entre 0,5 e 1,0, a relação aritmética aproximada é de 1,41 dB, no caso de 1,5 a 2,0 é de 3,4 dB, no caso de 2,0 a 2,5 é de 2,3 dB e no caso de 2,5 a 3,0 é de 1,34 dB.

Para os fatores maiores de 3,5 a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é inferior a 1 dB.

Ambiente 3 (95% de tempo)

Nesta simulação, o valor de desvanecimento é maior em relação à simulação anterior, apresentado como menor valor de desvanecimento 11,38 dB para o caso de 60° de azimute a um fator igual a 0,5.

Os maiores valores de desvanecimento são encontrados para os valores de fator igual a 6,0 em todos os valores de azimute, tendo como maior valor de desvanecimento da simulação 29,20 dB para 0° e 10° de azimute.

A diferença de desvanecimento entre fatores consecutivos apresenta seu maior valor entre o fator 0,5 e 1,0, tendo uma relação aritmética aproximada de 8,75 dB. No caso de variação de fator entre 1,0 e 1,5, a relação aritmética aproximada é de 3,01 dB e para o caso da variação de fator entre 1,5 e 2,0 a relação aritmética é de 1,61 dB.

Para os fatores maiores de 2,0 a diferença do valor de desvanecimento para fatores consecutivos é inferior a 1 dB.