

7

Conclusões

7.1

Ganho de precisão com o uso de modelos de elevação com edificações

Os cálculos apresentados para as regiões de São Paulo e Rio de Janeiro foram realizados com duas bases de dados: uma com edificações e outra apenas com o relevo local. A presença das edificações em São Paulo deu um ganho de cerca de 5 dB no erro médio em relação à análise feita sem os prédios. No caso do Rio de Janeiro, o erro médio melhorou para um dos modelos de Deygout-Assis. O erro aumentou para os outros modelos, mas não de forma significativa.

Em pelo menos um dos métodos nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, o erro médio ficou abaixo de 3 dB com o uso do relevo com edificações. Em Belo Horizonte, com exceção do CRC-Predict, nenhum modelo alcançou erro médio menor que 11 dB. Provavelmente, se o relevo daquela região estivesse disponível com suas edificações, alcançaríamos melhores resultados.

O modelo CRC-Predict foi o que se comportou melhor quando o relevo não contempla edificações pois já considera algumas perdas na presença de um ambiente urbano.

7.2

Belo Horizonte

A região de Belo Horizonte possui uma altura sobre nível médio relativamente intermediária. Nem tão alta quanto o Rio de Janeiro, porém maior que São Paulo. A variância do terreno é, no entanto, muito alta, próxima do Rio de Janeiro e neste caso, o modelo CRC Predict teve os menores valores de erro médio, erro RMS e desvio padrão. Das três cidades avaliadas, esta foi a que teve o pior desempenho nos métodos ponto a ponto, provavelmente devido à ausência das edificações nos cálculos de atenuação.

7.3

Rio de Janeiro

As variações do modelo de Deygout-Assis tiveram um comportamento muito bom até mesmo com o modelo de elevação sem as edificações. Isto se deve ao fato do transmissor estar muito alto em relação às recepções. Em muitos casos, os prédios ao redor do ponto de medida não chegam a representar um obstáculo ao enlace com o transmissor e as reais obstruções continuam sendo os morros e montanhas da cidade.

Das variações do modelo Deygout-Assis, a que considera todos os obstáculos como gumes de faca teve o melhor desempenho. A variação que assume como arredondado apenas o principal também teve um bom desempenho, estando a menos de 3 dB de diferença da primeira, considerando o erro médio. Mesmo que o cálculo não dispuser de uma base de dados tão detalhada, o modelo com todos obstáculos em gume de faca ainda tem o melhor desempenho.

As conclusões para o Rio de Janeiro e a recomendação do método mais aderente às medidas podem ser usadas para representar localidades com altura sobre o nível médio mais altas e com um terreno com alta variância, como indica a tabela 17.

7.4

São Paulo

Os resultados de São Paulo tiveram uma nítida influência no uso dos bancos de dados com e sem edificações. A altura sobre o nível médio da antena transmissora não é tão alta quanto no Rio de Janeiro e a mais baixa das três cidades avaliadas. Por isso, em muitos casos, não considerar a existência dos prédios entre a recepção e a transmissão leva a predições otimistas e o erro médio aumenta em relação aos valores medidos.

Com as edificações presentes nos cálculos, os métodos ponto a ponto se comportaram melhor do que os métodos ponto-área, com destaque para o Deygout-Assis (gume de faca), que obteve o melhor desempenho, com o menor erro RMS. Podemos destacar também a recomendação ITU-R P.526, que alcançou o menor erro médio.

Caso não se disponha de um modelo de elevação detalhado, o CRC-Predict e a ITU-R P.1546 apresentaram os melhores desempenhos.

As conclusões para São Paulo e a recomendação do método mais aderente às medidas também podem ser usadas para representar uma localidade com altura sobre o nível médio mais baixa e com terreno de baixa variância, como indica a tabela 17.

7.5

Resumo comparativo dos modelos e localidades

As conclusões descritas nos itens anteriores podem ser comparadas na tabela 23, que possui as características do terreno de cada cidade estudada e o modelo com melhor desempenho para os dois tipos de banco de dados usados: com edificações e sem edificações.

Tabela 23 – Resumo do desempenho dos modelos de propagação

Desempenho dos modelos de propagação nas três cidades			
	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	São Paulo
Nível médio do terreno (NMT)	76	970	766
Altura sobre NMT (HSNMT)	788	390	249
Desvio padrão do terreno (m)	115	99	52
Modelo mais adequado sem edificações	Deygout-Assis (Gume de faca)	CRC-Predict	ITU-R P.1546 / CRC-Predict
Modelo mais adequado com edificações	Deygout-Assis (Gume de faca)		Deygout-Assis (Gume de faca)

7.6

Trabalhos futuros

Em ambientes urbanos, como os estudados neste documento, a necessidade de se considerar reflexões nas edificações para adicionar ou subtrair contribuições ao campo, é cada vez mais importante. A busca por modelos de predição para ambientes confinados e mais urbanizados, tanto no mercado de comunicações móveis como para TV digital, é cada vez maior e se torna mais importante testar modelos com reflexões que possam predizer com menor erro a intensidade de campo.

Os resultados e conclusões deste trabalho mostram que comparações de medidas de campo e modelos de propagação devem dispor de bases de dados com as edificações mais recentes e com resolução suficiente para que as variações entre os prédios e as vias sejam sensíveis. Outra abordagem quando não se tem um modelo de elevação com edificações, é utilizar uma base de *clutter*, que tem menor custo e pode melhorar as predições com o modelo CRC-Predict.

Estas medidas ainda podem ser utilizadas para avaliar outros modelos ou repetir os modelos aqui estudados com terrenos de melhor resolução ou com uma base de *clutter*.