

CAPÍTULO 6

Neste trabalho foram implementados duas novas classes de modelos de predição de propagação para predição de perda em ambiente móvel terrestre, um denominado de modelo adaptado, é baseado na otimização dos coeficientes numéricos dos modelos empíricos de predição, o outro, denominado de modelo híbrido, é implementado a partir do processamento paralelo de um modelo adaptado e uma rede neural artificial, sendo que a rede neural neste último modelo tem como função de acrescentar uma não-linearidade ao modelo adaptado.

As redes neurais artificiais que compõem os modelos híbridos de predição foram treinadas e testadas com os respectivos erros absolutos dos modelos adaptados em relação as medidas obtidas numa campanha de medições de propagação em ambiente móvel celular realizada em duas rotas na região urbana da cidade de Belém do Pará.

Esses modelos foram comparados com os modelos ponto-área de Okumura-Hata, Walfisch-Bertoni, Maciel-Bertoni-Xia, Ibrahim-Parsons para a faixa de frequência de 800MHZ, e com os modelos de Okumura-Hata Modificado, COST231-Hata, Walfisch-Ikegami e Ericsson-Hata para a faixa de 1800MHZ, que são os modelos de predição de cobertura mais conhecidos para este tipo de ambiente.

As respostas obtidas nos testes e simulações dos modelos propostos, apresentaram predições mais próximas das medidas obtidas em ambiente real, sendo

o seu bom desempenho demonstrado através da comparação do resultado da predição dos diversos modelos por meio do erro médio absoluto, desvio padrão e erro rms.

O melhor desempenho dos modelos adaptados de predição se deve a otimização de seus coeficientes numéricos através da técnica numérica do mínimo erro médio quadrático, já o melhor desempenho dos modelos híbridos de predição se explica por estes além de serem otimizados numericamente, ainda são capazes de descrevem as não-linearidades dos sinais de rádio-freqüência devido ao processamento paralelo de uma rede neural e um modelo adaptado.

As rede neurais que compõem os modelos híbridos de predição tiveram um rápido treinamento. Vale ressaltar que as redes neurais que compõem os modelos híbridos de predição são capazes de realizar predições satisfatórias de acordo com o conjunto de treinamento utilizado, ou seja, seguindo os mesmos parâmetros utilizados na campanha de medições de onde o conjunto de treinamento foi obtido, pois o modelo se propõe a mapear e fazer uma aproximação das características não lineares do ambiente de propagação. Dessa forma, não é conveniente comparar as respostas dos modelos com dados obtidos em campanha de medições com parâmetros muito diferentes daqueles usados no treinamento.

Dentro os tradicionais modelos empíricos de predição destacam-se os modelos de Okumura-Hata e Okumura-Hata Modificado, os quais em comparação com os outros modelos apresentaram melhores desempenhos para as duas rotas consideradas.

O modelo de Maciel-Bertoni-Xia melhorou bastante a metodologia proposta no modelo de Walfisch-Bertoni, suas predições, conforma pode ser vista nos resultados apresentados pelo modelo para as rotas 1 e 2, mostradas no capítulo 5, tiveram um

desempenho superior a este último, tendo uma diferença ao erro médio absoluto de em torno de 9 dB.

Dentre os modelos adaptados e híbridos todos apresentaram bons desempenhos para as faixas de frequência de 800MHZ e 1800MHZ, para as rotas 1 e 2.

A análise da comparação dos resultados de cada modelo proposto mostra que a utilização da técnica das RNA's em paralelo com uma técnica numérica pode ser usada como uma nova alternativa para melhorar o planejamento dos sistemas móveis celulares, podendo ainda ser aplicada em problemas semelhantes na área das Telecomunicações.

Para trabalhos futuros recomenda-se que se façam estudos da aplicação dos modelos híbridos em ambientes suburbanos, onde as características de propagação são diferentes devido a menor presença de prédios e outros obstáculos. Outra sugestão é utilizá-lo para simular um ambiente de propagação tipo túnel, criado pelas grandes mangueiras nas ruas de Belém. Poder-se-ia também verificar a possibilidade da utilização dos modelos para simular a propagação num ambiente com floresta, além da utilização de outras arquiteturas de RNA's .Realizar um estudo estatístico da variabilidade do sinal, para prever a porcentagem de tempo que o sinal permanece abaixo de um nível detectável, ou seja, a porcentagem de tempo que o sistema falha.