

8. Conclusões e sugestões

As redes de acesso local sem fio, ou *WLANs*, têm apresentado um crescimento bastante acelerado nos últimos anos. As tecnologias associadas aos padrões IEEE 802.11 são particularmente interessantes por operarem em bandas de frequência *ISM (Industrial, Scientific and Medical bands)*, isentas de licenciamento para operação pelos órgãos reguladores de diversos países, entre eles o Brasil. Em função da facilidade associada à isenção de licença, estas redes são muitas vezes instaladas sem que seja realizado um planejamento adequado. Por planejamento adequado entende-se não apenas a previsão cuidadosa da cobertura rádio elétrica, mas também o dimensionamento de tráfego, o planejamento de frequências e a análise de interferência, além das preocupações básicas com aspectos de segurança de redes.

No que diz respeito ao planejamento de cobertura é essencial dispor de um modelo adequado para os cálculos de perda de propagação. Em ambientes fechados a utilização de modelos determinísticos, como o traçado de raios, é limitada pela necessidade de uma descrição muito detalhada dos obstáculos existentes no ambiente e das constantes elétricas dos materiais existentes. Modelos semi-empíricos apresentam menor complexidade e menor tempo de processamento, mas exigem o conhecimento de uma série de parâmetros que apresentam variabilidade significativa dependendo da geometria do ambiente e do tipo e material de construção.

Neste trabalho foram realizadas medidas de perda de propagação por transmissão através de paredes de diferentes materiais e da difração em quinas de paredes em ambientes fechados. Foi ainda caracterizada a dependência da perda de propagação com a distância, tanto em ambientes tipo corredor, onde ocorre algum efeito de canalização do sinal, como em um ambiente formado por diversas salas separadas por paredes divisórias de perda de transmissão relativamente baixa. As perdas de penetração foram determinadas para dez diferentes combinações de tipo de material e espessura.

No caso de ambientes tipo corredor observou-se a ocorrência de um ponto de quebra no coeficiente de perda de propagação com a distância, o que é normalmente observado em ambientes abertos. A distância do ponto de quebra ao

transmissor foi consistente com a prevista por um modelo de dois com uma reflexão no solo.

Com base nas medidas de potência de sinal recebido em diversos ambientes e nos valores de perda de transmissão através de paredes determinados para diferentes materiais, foram ajustados os parâmetros de quatro modelos semi-empíricos para previsão da perda de propagação em ambientes fechados. Os diferentes modelos resultantes apresentaram erros absolutos médios entre -2,5 e 0,1 dB com desvio padrão entre 6,2 e 8,2 dB. Estes valores estão dentro das margens típicas utilizadas no planejamento de cobertura de sistemas sem fio, o que assegura um bom resultado no planejamento se utilizados os modelos ajustados neste trabalho.

As medidas de perda de penetração e o ajuste de modelos para previsão de cobertura constituem-se na principal contribuição do presente trabalho. Outra contribuição relevante foi o desenvolvimento de uma ferramenta de *software* (*WLAN walktest*) para planejamento de cobertura de *WLANs* em ambientes anteriores. A ferramenta permite a realização do projeto dispondo-se apenas de uma planta do ambiente em arquivo de formato imagem padrão Windows. Sobre esta planta o usuário define as características dos obstáculos existentes, utilizando como valores *default* aqueles obtidos através de medidas neste trabalho. É possível ainda selecionar o modelo de propagação desejado e gerar relatórios de cobertura para diferentes posicionamentos dos *APs*. O *software* inclui ainda uma ferramenta para auxiliar a realização de *site survey*, possibilitando marcações sobre a planta da posição dos pontos de medida e dos valores de potência obtidos, e para análise dos resultados e sua exportação em formato *Excel*.

Além destas contribuições foi apresentada uma metodologia detalhada para o planejamento de *WLANs* em ambientes fechados e um estudo de caso utilizando a metodologia apresentada, o projeto de uma rede *indoor* para 100 usuários.

Como continuação deste trabalho sugere-se a realização de medidas semelhantes às aqui apresentadas na faixa de 5 GHz com o objetivo de testar desenvolver para cálculo de cobertura de redes 802.11a. Sugere-se ainda a realização de testes comparativos de velocidade de transmissão em condições reais de operação para redes 802.11 a/b/g. Outro tópico de bastante interesse são os estudos de interferência, particularmente com Bluetooth e com fornos de micro-ondas.

No que diz respeito à caracterização da perda de penetração em diferentes materiais, é interessante refinar os resultados aqui apresentados refazendo as medidas com o uso de antenas diretivas. Acreditamos que uma das razões para certa variabilidade observada nas medidas de perda de penetração foi o uso de antenas omnidirecionais nas medidas. O uso de antenas direcionais poderá permitir ainda a realização de medidas de coeficientes de reflexão.

No que diz respeito ao *software* de previsão de cobertura e *site survey* seria interessante a inclusão de previsão de cobertura por métodos de traçado de raios, bem como a integração deste à ferramenta de medição de potência recebida, de modo que o projetista tivesse apenas que marcar a posição do ponto medido e o *software* tivesse a capacidade de registrar o valor de potência medido pelo *Client adapter* do equipamento de medição. Para tal, é necessário o uso de uma *API* (*Application Programmers Interface*) do fabricante dos equipamentos, que se encarregue da comunicação entre o *software* desenvolvido e o *Client adapter*. Resta também implementar no *software* ferramentas mais sofisticadas de análise como determinação de melhor servidor e análise de interferências.