

7 Conclusões

Neste trabalho foi feita uma análise detalhada do método de traçado de feixes para a predição do comportamento do canal de rádio sem fio em ambientes interiores.

Na literatura especializada sobre modelagem de canal de rádio, a utilização de métodos que se utilizam da complexidade geométrica dos feixes, quando da interseção do mesmo sobre uma superfície de obstrução é incipiente. Fato que torna este trabalho uma importante fonte de consulta para trabalhos futuros em radio propagação *indoor* (em particular, na modelagem de canais banda ultralarga).

Neste método, os ambientes simulados foram subdivididos em regiões 3D poliédricas denominadas de células. As informações referentes a estas células foram armazenadas em uma estrutura de dados utilizada para identificar as coordenadas e vetores normais referentes às faces de cada célula, assim como os valores de parâmetros constitutivos utilizados nas mesmas.

Em seguida, com auxílio da estrutura de dados mencionada no parágrafo anterior, a emissão de feixes no ambiente foi realizada. Uma das principais contribuições deste trabalho foi a utilização de um algoritmo próprio para a interação dos feixes de transmissão e reflexão em três dimensões com as faces e das células do ambiente.

Em relação aos feixes de difração em três dimensões, para que haja a diminuição do tempo de processamento, evitando cálculos complexos relacionados a interações de feixes de difração com as faces e arestas do ambiente, este trabalho também propôs uma representação própria para os mesmos, assim como um algoritmo para a interação destes com o ambiente.

Os feixes obtidos no ambiente simulado foram armazenados em uma estrutura na forma de árvore (*beam tree*) que relaciona um feixe ao seu antecessor.

Com base nos feixes armazenados na *beam tree*, um algoritmo detalhado de obtenção dos percursos de propagação (raios) contidos nos feixes recursivamente traçados foi explicado.

Após esta etapa, os campos individuais obtidos ao longo de cada raio são somados em diferentes frequências para a obtenção da função de transferência $H(f)$ simulada utilizada para o cálculo dos parâmetros de dispersão do canal UWB simulados.

Os parâmetros simulados foram posteriormente comparados aos medidos para a validação do modelo de traçado de feixes utilizados nesta Tese. Os parâmetros medidos foram obtidos da função de transferência $H(f)$ medida obtida com auxílio da técnica de sondagem na frequência do canal UWB.

A comparação dos valores simulados e medidos foi realizada a partir do retardo médio, espalhamento de retardo RMS e banda de coerência em um escritório e nos corredores Leme e CETUC. Uma análise adicional sobre a variação da potência recebida ao longo da distância foi realizada nos corredores. A utilização do modelo de traçado de feixes para a obtenção da variação da potência recebida com a distância nas situações de LOS no corredor Leme resultou em valores simulados que conseguiram reproduzir a rápida variação inicial da potência recebida. O aumento de potência dos valores medidos, a partir da metade das distâncias analisadas neste ambiente, também coincide com o comportamento simulado.

Para a outra situação de LOS analisada no corredor A1 (corredor do CETUC), encontraram-se diferenças nos níveis de potência medido e simulado até a metade das distâncias analisadas. No entanto, a partir desta distância, o modelo de traçado de feixes foi capaz de reproduzir o aumento de potência observado nos valores medidos.

O ajuste da equação da equação (6.1) aos valores medidos e simulados nas situações de LOS resultou em valores de γ (expoente de decaimento) próximos e com erro de 0,02 e 0,3 nos corredores Leme e A1, respectivamente.

Para as situações de NLOS analisadas nos corredores A2 e A3 (corredores do CETUC), os valores simulados, em geral, conseguiram acompanhar o decaimento dos valores medidos com a distância.

Para as situações de NLOS, o ajuste da equação (6.1) resultou em valores com erro no expoente de decaimento de 1,31 e 0,92 nos corredores A2 e A3, respectivamente.

Em relação aos parâmetros de dispersão do canal (retardo médio, espalhamento de retardo RMS, banda de coerência de 0,7 e 0,9), a utilização do modelo de traçado de feixes proporcionou a obtenção de valores simulados, em geral, com comportamentos semelhantes aos medidos em todos os ambientes analisados.

No escritório, os valores simulados obtidos conseguiram reproduzir os valores medidos aproximadamente constantes de retardo médio, espalhamento de retardo RMS e banda de coerência sobre os *grids* onde o transmissor se deslocava.

Nos corredores do Leme e CETUC, os valores simulados conseguiram reproduzir, em geral, o aumento linear dos valores medidos de retardo médio, assim com as variações nos valores medidos de espalhamento de retardo RMS e banda de coerência ao longo das distâncias analisadas.

Apesar dos valores medidos e simulados apresentarem o mesmo comportamento, foram encontradas diferenças entre os mesmos.

A diferença de valores nos ambientes analisados foi atribuída a erros nas medidas das dimensões do ambiente e na seleção de valores para os parâmetros constitutivos dos objetos simulados. Nos corredores A2 e A3, a falta de reflexões entre as difrações nas arestas do ambiente contribuíram para o aumento das diferenças.

De maneira geral, a obtenção de valores simulados dos parâmetros de dispersão do canal e da variação da potência recebida ao longo da distância com comportamentos semelhantes em todos os ambientes e com valores, em geral, próximos aos medidos revelam a validade do modelo de traçado de feixes utilizado nesta Tese.

7.1. Sugestões para Trabalhos Futuros

Uma sugestão para trabalhos futuros seria melhorar a precisão do método de traçado de feixes em situações de NLOS com a utilização de feixes difratados em mais de duas arestas do ambiente. Da mesma forma, a obtenção de feixes transmitidos e refletidos entre as difrações também fica como sugestão.

A incorporação de difração em arestas horizontais pode ser também considerada para melhorar a precisão do método. A difração em arestas verticais poderá ser feita através de metodologia semelhante a utilizada para difração em aresta vertical mostrada nas seções 2.4.5 a 2.4.9 desta Tese.

Outra sugestão seria a utilização de técnicas de aceleração que levam em consideração a atenuação dos campos ao longo dos feixes emitidos [31]. Desta forma, pode-se descartar a obtenção de feixes que proporcionam raios com valores de amplitude desprezíveis, evitando cálculos desnecessários relacionados à interação dos feixes com o ambiente.