

# MODELOS DE PROPAGAÇÃO MICROCELULARES EM ÁREAS URBANAS E RURAIS PARA FREQUÊNCIAS NAS FAIXAS DE UHF E MICROONDAS

**João Alberto Castelo Branco Oliveira<sup>1</sup>; Edgar Silva Júnior<sup>2</sup>**

1. Bolsista PEVIC, Graduando em Engenharia de Computação, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [kastelojoao@gmail.com](mailto:kastelojoao@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [edgarsjunior@ecomp.uefs.br](mailto:edgarsjunior@ecomp.uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** propagação, predição de sinal, comunicação pessoal.

## INTRODUÇÃO

Desde o início dos anos 90, com a introdução de sistemas como o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) além de outros, o mundo tem presenciado um enorme crescimento no mercado das comunicações móveis. Isto se deve, entre outras coisas, à possibilidade da integração de diferentes mídias como voz, dados, imagens etc. e de um crescente aumento da troca de informações comerciais e pessoais no planeta. Isso tudo faz com que o espectro fique cada vez mais escasso, especialmente em áreas mais populosas tais como centros urbanos e rodovias, Júnior (2007).

De forma a reutilizar frequências nas células vizinhas, para prover um número maior de usuários e taxas mais altas de transferência de dados, uma alternativa conveniente seria um esquema de microcélulas nas faixas de frequência UHF e Microondas. Para este propósito é necessário dispor de modelos de propagação apurados de forma que o comportamento do sinal possa ser predito apropriadamente. Após sua efetiva construção, esses modelos podem ser utilizados para avaliar a performance de um sistema sem a necessidade de construí-lo em hardware antes dessa avaliação, Júnior (2007).

Em ambientes urbanos é usual a existência de prédios em ambos os lados das ruas constituindo um canal de guia de ondas. Para as antenas receptoras e transmissoras abaixo da linha do topo dos prédios, e comunicação fora de linha de visada (OOS), haverá a presença da reflexão simples, reflexão - reflexão, reflexão-difração, difração-reflexão, reflexão-difração-reflexão e difração simples. Esse trabalho objetiva mostrar os métodos que foram realizados para construção dos modelos supracitados.

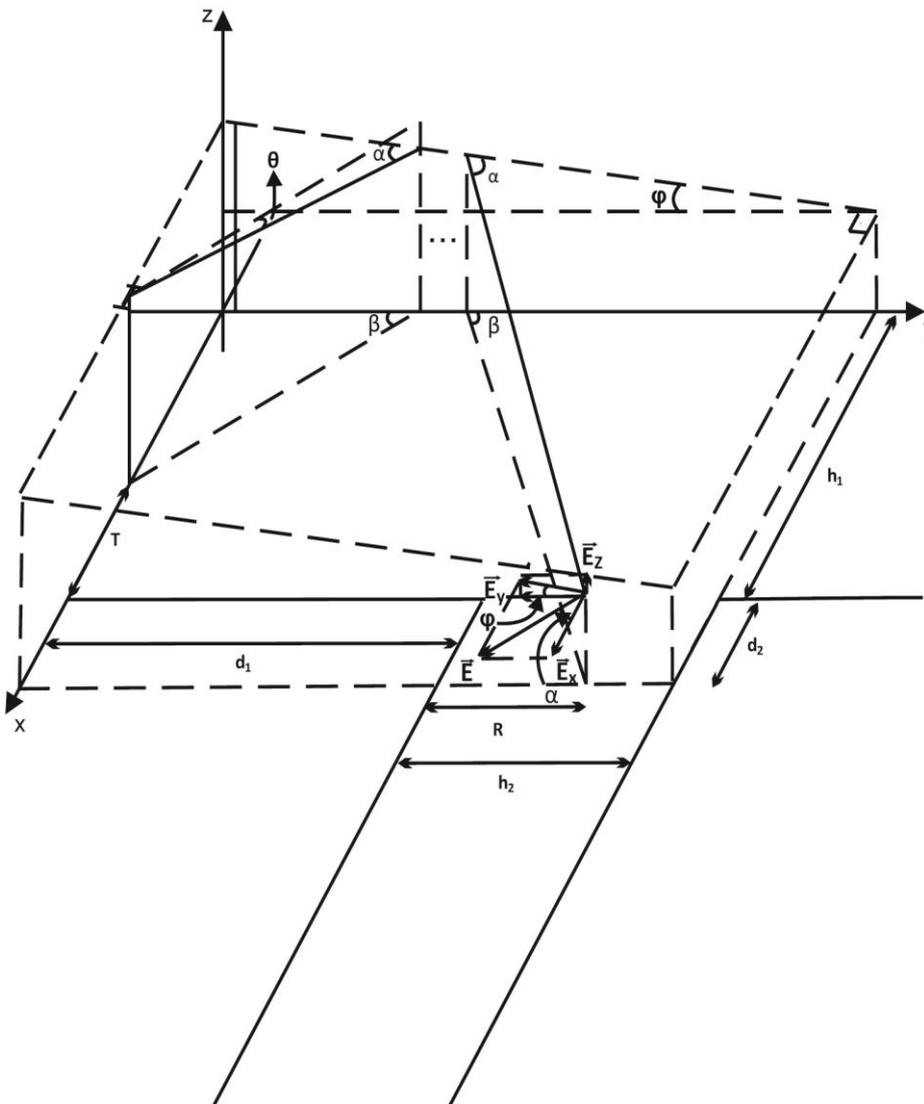
## MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente, foram verificados os modelos matemáticos 3D desenvolvidos pelo antigo bolsista Matheus Cardoso de Andrade Silva, a saber: reflexão simples com um número de reflexões ímpares na rua principal, reflexão simples par na rua principal, reflexão-reflexão ímpar-par (número de reflexões ímpares na rua principal e número de reflexões pares na rua perpendicular), reflexão-reflexão par-par (número de reflexões pares na rua principal e número de reflexões pares na rua perpendicular), reflexão-reflexão par-ímpar (número de reflexões pares na rua principal e número de reflexões ímpares na rua perpendicular), reflexão-reflexão ímpar-ímpar (número de reflexões ímpares na rua principal e número de reflexões ímpares na rua perpendicular). Após a análise e confirmada a correção destes, os esquemas foram desenvolvidos novamente pela falta de detalhes, o que prejudicaria nas atividades subsequentes. Posteriormente, foi feita a decomposição do campo elétrico nos três eixos cartesianos (x,y,z).

O material utilizado foi o computador adquirido através do financiamento do projeto. No decorrer do projeto, todos os modelos matemáticos 3D desenvolvidos foram desenhados em software de edição de imagens, para posterior documentação.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A construção dos modelos de reflexão simples, reflexão-reflexão foi feita a princípio de forma especializada. Por exemplo, na reflexão simples ímpar o campo elétrico reflete uma única vez na rua principal. Posteriormente, foi feita de forma genérica, utilizando o mesmo exemplo, o campo elétrico iria refletir na rua principal várias vezes, lembrando que com o número de reflexões ímpar. Através desses modelos é possível elaborar fórmulas que ajudaram no resultado final que se deseja que é a decomposição do campo elétrico. A Figura 1 mostra o modelo Reflexão Simples Ímpar, que através dele obtemos as fórmulas.



**Figura 1:** Reflexão Simples Ímpar - Polarização Horizontal

A partir do modelo da Figura 1, são extraídas as fórmulas dos ângulos a seguir:

$$r' = \frac{d_1 + R}{\cos \beta}$$

$$r = \frac{r'}{\cos \theta}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{z_t - z_r}{r'}$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{(n+1) \cdot h_1 + d_2 - T}{d_1 + R}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{(n+1) \cdot h_1 + d_2 - T}{r}$$

$$\beta_{max} = \tan^{-1} \frac{(n+1)h_1 - T}{d_1}$$

$$\beta_{min} = \tan^{-1} \frac{(n+1)h_1 - T}{d_1 + h_2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{z_t - z_r}{d_1 + R}$$

A partir desses ângulos, são calculadas as componentes x, y e z do campo elétrico, a seguir:

$$\vec{E}_x = \dot{E} * \cos \alpha * \vec{a}_x$$

$$\vec{E}_y = -\dot{E} * \sin \alpha * \cos \varphi * \vec{a}_y$$

$$\vec{E}_z = \dot{E} * \sin \alpha * \sin \varphi * \vec{a}_z$$

Através de (Júnior, 2007) tem-se a seguinte fórmula campo elétrico que compõe as fórmulas anteriores:

$$\dot{E} = \frac{e^{-jkr}}{r} \cdot G(90^\circ + \alpha) \cdot [R_{//}^{(\alpha)}]^n$$

A decomposição foi feita, primeiramente, levando em conta a polarização horizontal, onde o campo elétrico é perpendicular ao raio de incidência e paralelo ao plano de incidência. Segundo, a decomposição foi desenvolvida levando em conta a polarização vertical, onde o campo elétrico é perpendicular ao raio de incidência e considerando que o mesmo esteja perpendicular ao plano de incidência do raio.

## CONCLUSÃO

No decorrer das atividades constatou-se a importância da criação de vários modelos, muitas vezes de um mesmo tipo, para a verificação da correção das fórmulas que são extraídas de cada um. E, para isso, muitas vezes é necessário tirar o foco de um modelo e ir analisar outro, já que, a análise é extremamente visual.

A participação no projeto de pesquisa foi importante para o desenvolvimento do projeto Modelos De Propagação Microcelulares Em Áreas Urbanas E Rurais Para Freqüências Nas Faixas De UHF E Microondas. Possibilitou também o conhecimento de softwares, como por exemplo, o CorelDraw e o Matlab, a qual é uma ferramenta de programação. O projeto estimulou o conhecimento na área de Telecomunicação, área que era totalmente desconhecida pelo aluno.

## **REFERÊNCIA**

JÚNIOR, E.S. 2007. UMA ANÁLISE VETORIAL DE PROPAGAÇÃO UHF E DE MICROONDAS EM ÁREAS URBANAS E RURAIS USANDO TEORIA DO TRAÇADO DO RAI0, UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Tese