

# CARACTERIZAÇÃO DO CANAL DE RADIOPROPAÇÃO PARA TV DIGITAL

**Alunos: Júlia Thebit Pfeiffer e Gustavo de Oliveira Lima**  
**Orientador: Gláucio Lima Siqueira**

## **Introdução**

O Brasil está iniciando a implantação de um sistema de TV digital a operar no país. Para auxiliar esta transição foram desenvolvidos vários projetos nas mais diversas áreas e, dentre eles, o de caracterização do canal radio. Neste trabalho procuramos caracterizar o canal para receptores fixos e receptores móveis. O estudo de recepção fixa nos ajudou a definir a cobertura desse sistema, principalmente para ambientes suburbanos. O estudo da recepção móvel definirá as variabilidades em pequena e larga escala do sinal assim como a possibilidade de uso de diversidade de antenas para melhoria desta recepção

## **Objetivos**

O objetivo desta pesquisa é fornecer o modelo de cobertura e variabilidade para o canal de radiopropagação nas frequências que serão utilizadas para a implantação do Sistema Brasileiro de TV digital. O trabalho de recepção fixa tem como objetivo estudar o comportamento do sinal em UHF, comparando os principais modelos de cobertura com as medidas realizadas. O trabalho de recepção móvel tem como objetivo estudar a correlação do sinal de duas antenas variando a distancia entre elas e o estudo da variabilidade do sinal recebido em pequena e larga escala.

## **Metodologia**

Uma grande variedade de modelos de canal tem sido utilizada para prever a perda de propagação na faixa de VHF e UHF. Esses modelos necessitam de parâmetros que possam estimar a cobertura para um determinado tipo de serviço da maneira mais realista possível.

Os modelos consideram em sua formulação informações sobre a topografia e grau de urbanização do terreno e diferem em sua aplicabilidade, sendo alguns de aplicação geral enquanto que outros úteis em situações mais específicas.

Os seguintes modelos foram analisados nesse trabalho: Modelo de Okumura; Expressão de Hata; Modelo ITU-R p.1546; Modelo Walfish Bertoni; Modelo Ibrahim Parsons.

Foi montada uma configuração de *setup* de medidas em UHF, utilizada em uma extensa campanha de medidas entorno de um transmissor fixo, a fim de realizar o estudo de cobertura com recepção fixa, para o sistema de TV Digital que esta sendo implantado em nosso país. O sistema de medidas é composto por três blocos: Transmissão, Recepção e Aquisição e Controle. O primeiro é responsável pela emissão do sinal eletromagnético. O segundo capta o sinal e apresenta, em sua saída, informações necessárias para análise. O terceiro é responsável por colher e analisar os dados gerados no bloco anterior.

Uma estação transmissora foi instalada no Condomínio Barra Sul, Barra da Tijuca, para irradiar um sinal de teste liberado pela ANATEL para o canal 42 de UHF. A antena foi instalada a uma altura de 70 metros com o objetivo de se conseguir uma alta cobertura na região da Barra, Recreio e Jacarepaguá.

A região de medição pode ser vista na Figura 1 abaixo. Para realizar as medidas equipou-se uma unidade móvel dispondo de equipamentos capazes de captar e gravar este

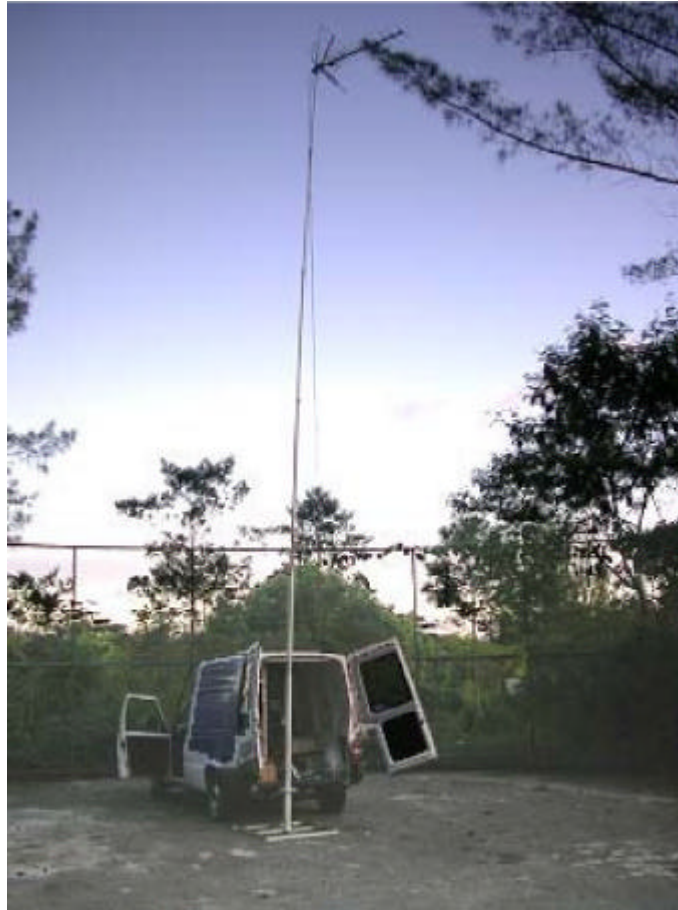


**Figura 1 – Região de medidas – Barra da Tijuca no Rio de Janeiro**

sinal. Com uma longa campanha de medidas ao longo da transmissora pôde-se estudar o comportamento do sinal transmitido nesse ambiente.

A configuração de recepção utilizada dispunha de uma antena, altamente diretiva, do tipo YAGI (modelo comercial) com dipolo dobrado, THEVEAR modelo HIGH GD 419C. Todas as medidas foram feitas com posicionamento fixo, a antena foi fixada a uma haste retrátil possibilitando a realização das medidas a 1,8 e 10 metros de altura, com auxílio de um transferidor fixo a base da haste e de uma bússola. Desta forma, o procedimento de medida adotado foi de verificar em todas as direções os níveis de sinal e aquistar os que representassem tanto um comportamento não previsto (como reflexões ou difrações), como o sinal com comportamento (previsto vindo da direção do transmissor).

O casador de impedância utilizado foi o WBE modelo A65U, foi encontrada uma perda de 1dB no mesmo. O Amplificador de baixo ruído usado nas medidas foi o Minicircuit, modelo ZFL1000LN o qual opera na faixa de frequência de 100kHz a 1GHz, com ganho nominal de 23,5dB na frequência utilizada. Durante a realização das medidas foi utilizado o analisador de espectro HP8594E, que faz uso de filtros selecionáveis, permitindo ao usuário a escolha da largura de faixa do filtro interno, além de um nível de saída auto calibrado. Foi utilizado um GPS portátil para fornecer uma localização com precisão de 15 metros. A Figura 2 mostra a unidade de medidas móveis do CETUC num ponto de medição



**Figura 2 – Unidade de medidas móveis**

Para o Sistema de Aquisição e Controle foi utilizado um laptop responsável por controlar o analisador de espectro, ajustando o equipamento para que possa realizar a medida precisa da potencia recebida e aquisitar estes valores medidos com uma placa DAQ. A aquisição dos dados foi feita por um programa em MATLAB que aquisitou o valor da potencia a uma taxa de 1000 amostras por segundo.

No teto da unidade móvel foi fixado um suporte para a antena externa do GPS e, no seu interior, uma adaptação para um gerador de eletricidade à gasolina, utilizado para carregar as baterias que alimentavam os equipamentos. Foram feitas adaptações na lateral do carro para ventilação e escapamento dos gases provenientes da combustão do gerador.

Diferenças de topologia e urbanização podem ser encontradas na região de teste, podendo comprometer o estudo ao tentar caracterizar toda a região por igual. Com a finalidade de reduzir esse problema e realizar um estudo mais criterioso, optou-se por dividir a região em setores de estudo, nos quais as características de relevo e urbanização se assemelham. Antes do inicio dos testes foi feito um planejamento visando distribuir os pontos de medida por toda a região de modo uniforme. Foram definidos 164 pontos de medida.

A variação do nível de sinal recebida em uma recepção fixa esta associada ao fenômeno do multipercurso, que provoca o chamado desvanecimento rápido. Quanto mais omnidirecional for a antena de recepção usada, mais ela é capaz de receber esses sinais oriundos de outros caminhos. O primeiro agente causador dessa variação é o deslocamento da unidade móvel. O segundo são as perturbações no ambiente (tráfego de automóveis e movimentação de pessoas na vizinhança do receptor).

Após a coleta e aquisição de dados foi feita, inicialmente, uma análise comparativa, observando-se os modelos propostos e como eles se adequam à região. Em seguida, foi feito

um exame estatístico para caracterizar o comportamento das variações do sinal recebido e a maneira como o ambiente influencia na perda do nível do sinal recebido, a variabilidade temporal do sinal percebendo-se baixas flutuações em torno do campo médio e a perda média para o sinal com a variação da altura. Por último foi feita uma análise de dependência do sinal recebido com a variação na altura da antena receptora. Ao final foram definidos os limites de recepção e o contorno de cobertura da região, com base nos resultados obtidos.

Para tentar descrever o comportamento estatístico dos sinais medidos foi desenvolvido um programa que gera o histograma da função cumulativa e da densidade de probabilidade das amostras.

### Conclusões

Neste trabalho foram realizadas medidas de intensidade de campo para caracterizar o ambiente e observar o comportamento de um sinal característico de TV Digital no que diz respeito a faixa de frequência destinada a esse serviço.

Verificou-se que o modelo Okumura-Hara apresentou melhores resultados, com erros médios baixos, sendo um pouco otimista. O modelo clássico ITU-R p.1546 se mostrou também otimista com erros maiores que o anterior, porém, com resultados que podem ser considerados satisfatórios. As Figuras 3 e 4 mostram a adequação dos modelos Okumura e ITU-R.

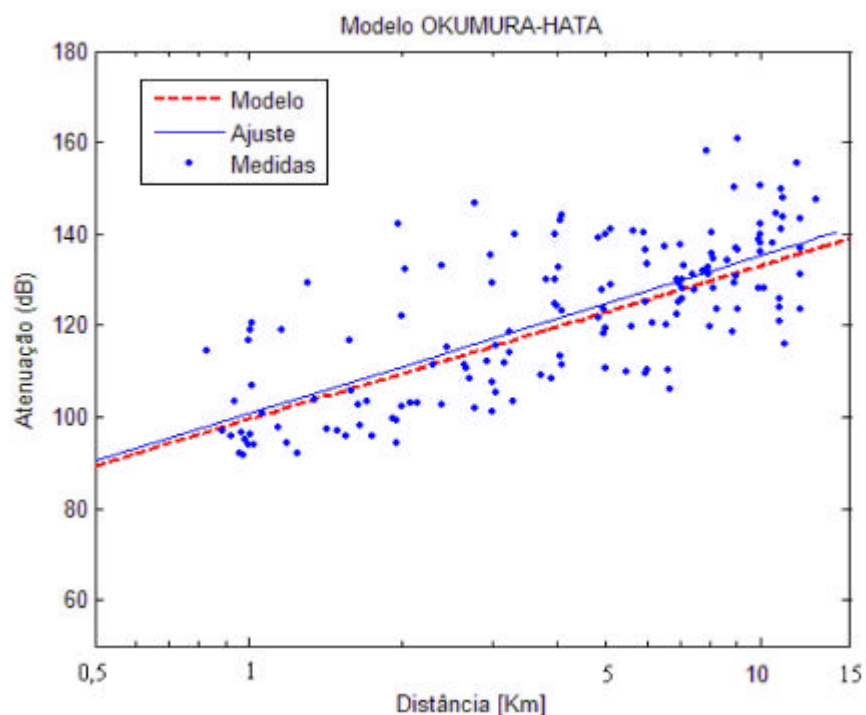
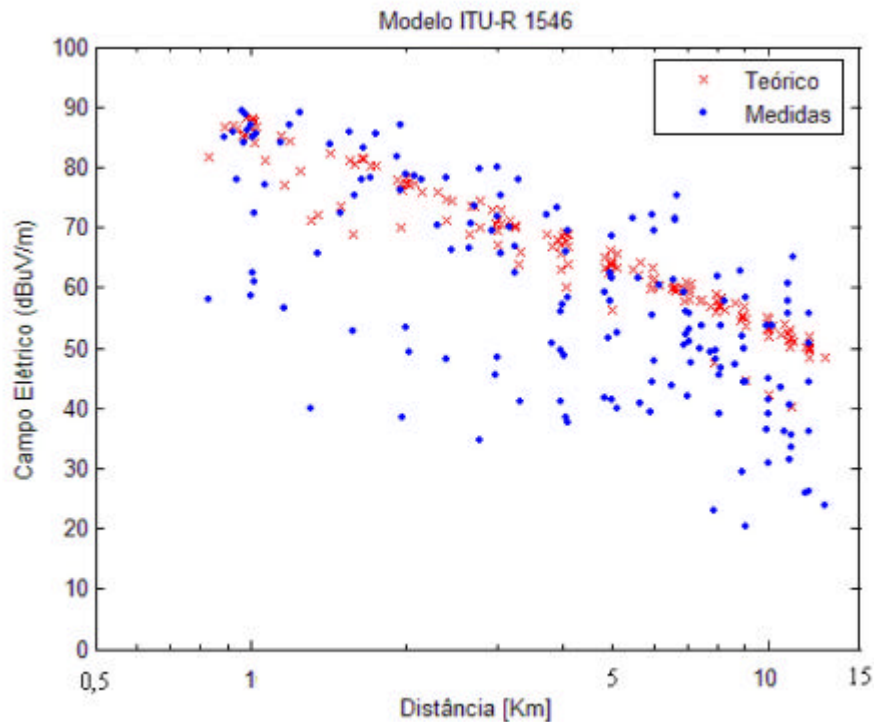


Figura 3 – Modelo Okumura -Hata



**Figura 4 – Modelo ITU-R**

Foram coletados os níveis de sinais a 1,8m de altura com o intuito de estudar a perda de sinal por redução da altura da antena de recepção. Os resultados obtidos apresentaram comportamento diversificado forçando uma análise estatística. Esse estudo apresentou como contribuição uma perda média para o sinal com a redução da altura, que pode ser comparado com os valores previstos pelos modelos de cobertura.

O estudo das medias fixas nos permitiu compreender o modelo de cobertura para o canal de radiopropagação. Estes dados estão sendo usados para melhor analisarmos os resultados das medidas de recepção móvel (que é a segunda parte do nosso projeto – em desenvolvimento).

Os resultados que serão obtidos na análise de variabilidade das medidas móveis virão a ser utilizados no futuro para auxiliar na implementação de receptores de TV digital em veículos, contribuindo com dados sobre distancias ideais entre antenas para conseguirmos um bom ganho de variabilidade.

## Referências

- 1 – Recommendation ITU-R BT 789-1. “**Digital Television Terrestrial Broadcasting in VHF/UHF Bands**”, International Communication Union, (1992-1994).
- 2 – Hata, M.; **Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services**, IEEE Transaction on VT, vol. VT-29, N.3, pp. 317-325, 1980.
- 3 – Recommendation ITU-R P. 1546-1. “**Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3.000 MHz**”, International Communication Union, 2003.
- 4 – Walfish, J. and Bertone, H.L.; **A Theoretical Model of UHF Propagation in Urban Environments**, IEEE Trans. on AP, vol. AP.36, N.12, pp. 1788-1796, 1998.

5 – Ibrahim, M.F. and Parsons, J.D.; **Signal Strength Prediction in Built-up Areas: Part 1: Median Signal Strength**, IEE Proceedings, 130, Part F, N.5, pp. 377-384, 1983.

6 - Recommendation ITU-R BT 2035. **“Guidelines and techniques for the evaluation of digital terrestrial television broadcasting systems.”**, International Communication Union, 1994.

7 – Okumura, Y., et. al.; **Field Strength and Its Variability in the VHF and UHF Land Mobile Radio Services**, Review Elect. Communic. Labs, 16, N.9-10, pp. 825-873, 1968.