

6 Campanha de Medidas

6.1. Ambiente de Medidas

A caracterização da propagação do sinal é de extrema importância para a implementação de qualquer sistema sem fio. Com as medidas realizadas é possível analisar os modelos de cobertura descritos anteriormente e verificar os que mais se adequam ao comportamento do sinal nesse ambiente.

As medidas devem ser realizadas em toda a região de interesse, em diversas distâncias entre receptor e transmissor e diferentes condições de sombreamento.

Nesse trabalho, os testes foram realizados com a antena de recepção fixa a alturas de 10 metros, de acordo com o padrão de testes de estudos de recepção para TV [8], e a 1,8 metros, com o intuito de estudar a variação do nível de sinal com a redução da altura da antena de recepção. Os pontos de medidas foram escolhidos de modo a abranger da melhor maneira possível toda região.

O sítio de medidas escolhido compreende uma região de 13 km de raio, abrangendo os bairros da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes, Taquara, Curicica, Jacarepaguá, Freguesia e Pechincha, na cidade do Rio de Janeiro. Essa região foi escolhida devido a sua disponibilidade operacional, suas características urbanas (objetivo de investigação desse trabalho) e por ser uma região de interesse para implementação do sistema de TV Digital pelas operadoras futuramente.

Para realização dos testes, o transmissor foi instalado num prédio residencial, localizado na Barra da Tijuca. A antena transmissora foi instalada no terraço desse edifício a uma altura de 70 metros. O objetivo de se colocar o transmissor nessa localização foi de se conseguir uma cobertura para toda a região, tendo em vista que esse se encontra praticamente no centro dessa área.

Na Figura 24, pode-se ter uma visão de toda região de teste. Observa-se que essa região é rodeada por morros com densa vegetação, muitos deles com mais de 300 metros. Essas formações se apresentam como uma espécie de

“bloqueio” natural para o sinal, além de serem áreas não habitadas e de difícil acesso. Por esses motivos tais áreas foram descartadas, limitando a região de teste aos bairros já citados.

Outra característica da região que se pode perceber observando-se a Figura 24 é a presença de uma área considerável ocupada por Lagoas, que limitam também a distribuição dos pontos de medida, além de influenciarem nas características de propagação.



Figura 24: Região de Medidas

A antena transmissora foi orientada com seu 0° no azimute 350°, de forma a irradiar o máximo de potência sobre a área de estudo e localizando suas costas para o mar.

Diferenças de topologia e de características de 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 este problema e produzir um estudo mais criterioso optou-se por dividir a região em setores de estudo, nos quais as características de relevo e de urbanização se assemelham.

Os três setores vistos na Figura 24 são: Setor Jacarepaguá, Setor Barra da Tijuca e Setor Recreio dos Bandeirantes e são especificados pelas sub-regiões entre radiais.

Todas as informações de topologia da região foram obtidas com o auxílio do software de cartografia ArcInfo, gentilmente cedido pela TV Globo.

6.1.1. Setor Jacarepaguá

O primeiro setor, denominado Jacarepaguá compreende a área do mapa entre as radiais 20º e 60º graus, abrangendo os bairros de Jacarepaguá, Freguesia, Pechincha, Curicica e Cidade de Deus. Nessa sub-região se verifica a presença de “irregularidades” no terreno, que apresenta algumas formações montanhosas. A Figura 25 ilustra os perfis das 5 radiais que estão presentes nesse setor.

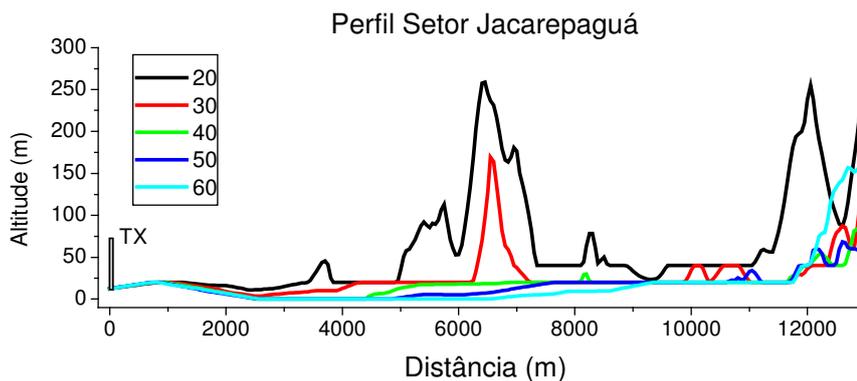


Figura 25: Perfis de relevo do setor Jacarepaguá

Além da presença de irregularidades nos perfis, essa sub-região se caracteriza por uma área densa em construções a partir de 5 quilômetros do transmissor. Em contrapartida, nos perímetros inferiores nota-se uma região de descampado com ausência de construções.

Essas construções, apesar de presentes em grande número e em muitos casos pouco espaçadas, são, em geral, de alturas reduzidas. Muitas delas com no máximo 3 andares e alguns prédios com 5 andares. Em número bem reduzido se encontram prédios mais elevados, não passando, porém, de 10 andares.

6.1.2. Setor Barra da Tijuca

A segunda setorização, chamada de Setor Barra da Tijuca (entre as radiais 70º e 120º), apresenta características bem próprias, não podendo ser considerada com uma região altamente urbanizada, nem tão pouco não urbanizada.

Sua topologia é bem plana, como pode ser observado nos perfis do relevo na Figura 26. Nesse setor encontra-se também grande parte da lagoa de Marapendi, cortada por algumas de suas radiais, dando aos perfis aspectos ainda mais planos.

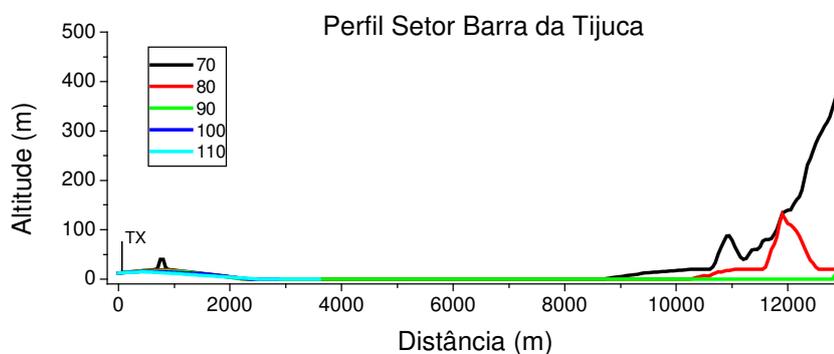


Figura 26: Perfis de relevo do setor Barra da Tijuca

Suas características de urbanização estão ilustradas de modo simplificado na Figura 27. A quantidade de prédios bem elevados é grande a partir do quilômetro 4. Essas construções, com cerca de 25 andares, estão presentes ao longo dos 12 km pela qual a região se estende. Entretanto, sua ocupação não se dá de forma uniforme, como se vê nas áreas altamente urbanizadas. Por se tratar de um bairro predominantemente residencial, há a presença de muitas casas juntamente com os prédios.

Outra peculiaridade dessa sub-região é a presença predominantemente de condomínios, alguns formados por casas e outros por prédios. Essa região é assim formada por “blocos” com características semelhantes. Uns deles são compostos de prédios outros de casas.

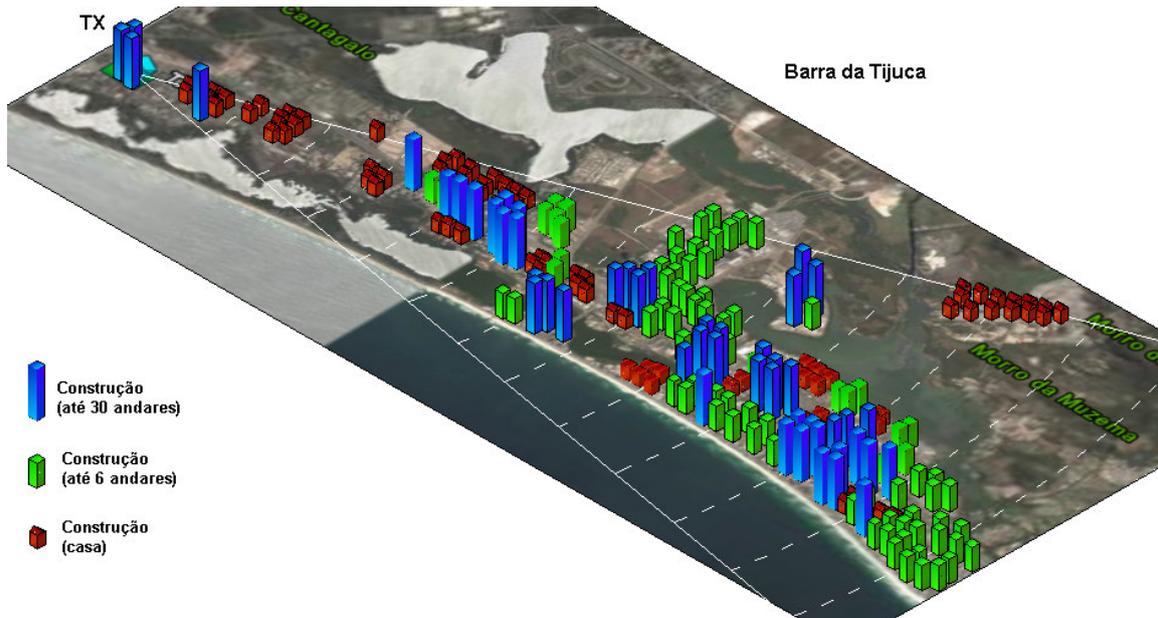


Figura 27: Urbanização do setor Barra da Tijuca.

6.1.3. Setor Recreio dos Bandeirantes

O último setor que será estudado em separado é o Recreio dos Bandeirantes. Seu relevo se assemelha bastante ao da Barra da Tijuca com terreno bem plano e baixas altitudes. Os perfis de relevo que estão presentes nesse setor se encontram ilustrados na Figura 28.

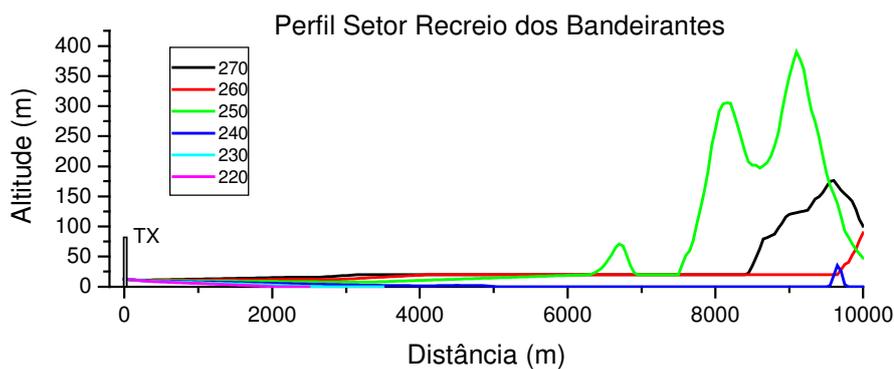


Figura 28: Perfis de relevo do setor Recreio dos Bandeirantes

Essa região, essencialmente residencial, é ocupada por prédios baixos (4 andares em média) e casas com espaçamento praticamente uniforme como nas cidades planejadas.

Entretanto, em seus 2 primeiros quilômetros, por se tratar de uma transição entre os Bairros da Barra da Tijuca e do Recreio dos Bandeirantes, há

a presença de condomínios residências com altos edifícios com mais de 20 andares. Essas características de urbanização estão ilustradas de modo simplificado na Figura 29.

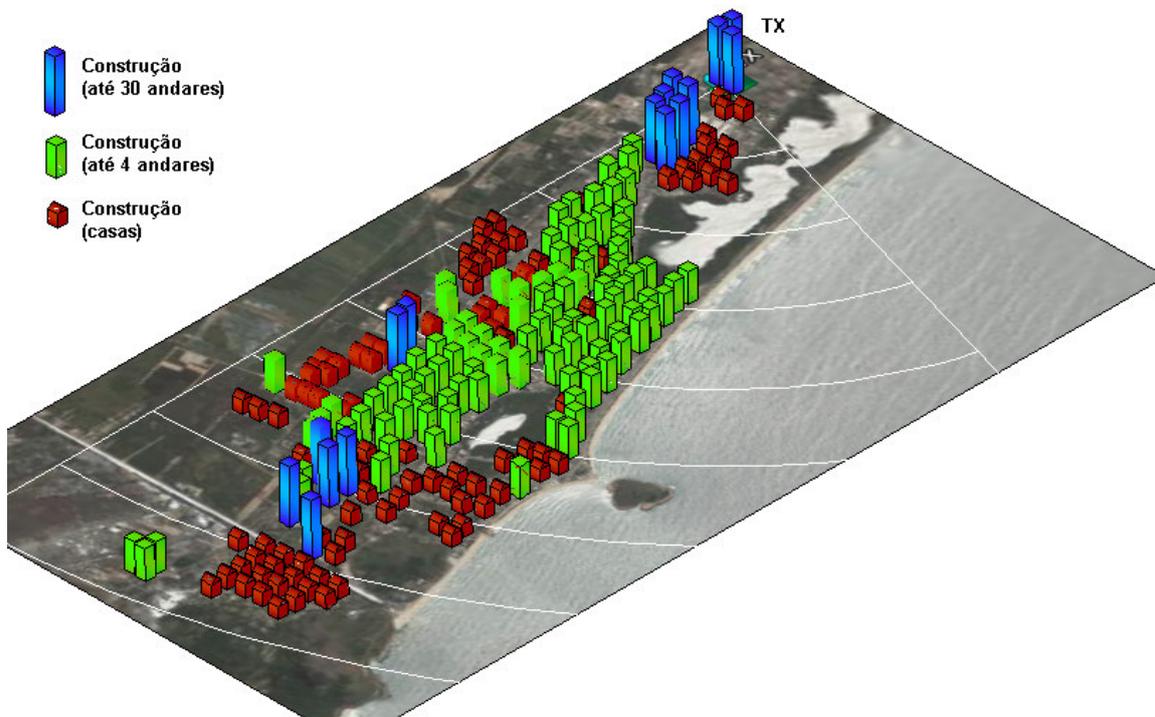


Figura 29: Urbanização do setor Receio dos Bandeirantes

* As Figuras 27 e 29 são meramente ilustrativas, baseadas em observação dos locais de medidas para ajudar o leitor a visualizar os tipos de urbanizações

6.2. Metodologia de Medida

A Metodologia empregada nesse experimento procurou se adequar da melhor forma possível às especificações de testes de propagação descritas na *report* ITU-R BT.2035 [8] desenvolvida pelo grupo de pesquisa de TV Digital.

Antes de se iniciar a campanha de medidas, todos os componentes presentes no *setup* foram previamente calibrados em laboratório, dentre eles:

- A antena de recepção;
- O casador de impedância;
- O LNA;
- Os cabos coaxiais de RF;
- Receptor do GPS;
- Analizador de Espectro.

As localizações dos pontos de medida foram escolhidos com o auxílio de um mapa digitalizado da região, dispondo de informações topográficas e vias. Sobre o mapa foram traçadas radiais de 10 em 10 graus, começando pelo norte verdadeiro, e círculos eqüidistantes ao transmissor de 1 em 1 km. Os pontos de medida escolhidos foram marcados primeiramente procurando-se ajustá-los às radiais e às eqüidistantes, para facilitar a análise posterior dos resultados e, em seguida, às vias, para facilitar seu acesso. Entretanto, vários pontos precisaram ser marcados fora das radiais ou das eqüidistantes por falta de acesso a essas localizações.

Inicialmente, um total de 166 pontos de medidas foi planejado, porém, em alguns desses pontos não se pôde realizá-las, por estarem presentes em propriedades particulares ou em vias sem local seguro para montagem da haste com a antena de recepção. Com isso, no final, foram realizadas 164 medições, número considerado satisfatório para se caracterizar a propagação em toda região.

Para assegurar a confiabilidade nas medidas, adotou-se como rotina nos dias de trabalho a medição dos níveis de campo elétrico recebido em um ponto de referência. Sua escolha foi feita por ser um local de fácil acesso e de visada com o transmissor.

A confirmação do nível de sinal em um local de medida já conhecido antes do início dos testes garante o perfeito funcionamento do *setup* e a certeza nos valores que serão medidos.

O tempo de coleta dos dados para cada medida foi de 30 segundos.

6.3. Resultado das Medidas

Para um melhor tratamento dos resultados das medidas foram montadas tabelas discriminando cada ponto medido. Nelas foram anotados os campos médios recebidos (já discriminando o ganho da antena de recepção, do LNA e as perdas dos cabos, casador de impedância e conectores); os desvios padrão; os níveis máximo e mínimo; o número de amostras coletadas; as coordenadas geográficas; as distâncias entre o transmissor e receptor e os respectivos graus.

Para facilitar a compreensão dos resultados foi definida uma metodologia para numeração dos pontos. Os pontos foram representados por quatro dígitos; os dois primeiros dígitos representam as radiais, numeradas de 00 a 35,

