

**RADIO OBSERVATÓRIO DO ITAPETINGA, ATIBAIA, SP**

**ZONA DE SILÊNCIO ELÉTRICO.**

**PROTEÇÃO DO RÁDIO-OBSERVATÓRIO DO  
ITAPETINGA CONTRA INTERFERÊNCIAS  
ELETROMAGNÉTICAS INDESEJÁVEIS.**

## **ZONA DE SILÊNCIO ELÉTRICO**

### **PROTEÇÃO DOS RADIOTELESCÓPIOS CONTRA INTERFERÊNCIAS INDESEJÁVEIS.**

#### **1 - Introdução.**

A Radioastronomia é uma ciência jovem que transformou, em apenas meio século, nosso entendimento do universo. Explorações sobre a origem do Universo, formação de sistemas solares, quasares, pulsares e uma grande variedade de questões importantes, inclusive sobre a origem da vida, são frutos das pesquisas usando radiotelescópios. Além dessas questões da mais profunda relevância para a humanidade, é através dessa técnica que é feita a comunicação entre os satélites artificiais criados pelo próprio homem e enviados ao espaço para explorar o sistema solar. O uso da radioastronomia está apenas engatinhando e muita pesquisa precisa ser feita usando essa técnica, para explorar o sistema solar e o próprio universo. Atualmente, devido à grande quantidade de satélites artificiais em torno da terra, envolvidos em atividades de telecomunicações, se faz necessário utilizar radiotelescópios ou sistemas de recepção com sensibilidade equivalente, para monitorar os parâmetros das transmissões e verificar se estão operando segundo as condições aprovadas pela ITU/ONU para manutenção desses serviços em operação.

Para continuar com essas pesquisas e obter os benefícios dessa técnica é necessário operar observatórios em todo o mundo com características diversas, localizados em diferentes partes do planeta e operando em diferentes bandas de frequência. Países como a Austrália, Alemanha, Brasil, Canadá, China, Coreia, Estados Unidos, França, Índia, Itália, Japão, Rússia, além de uma série de outros países, fizeram investimentos vultosos para desenvolver a radioastronomia e mantê-la atualizada. Esses investimentos devem continuar e vários países, unidos em consórcios, devem compartilhar esses recursos tecnológicos. Todo o progresso científico e tecnológico advindo dessa instrumentação só será possível se as bandas de frequência em que operam esses radiotelescópios não forem contaminadas por interferências indesejáveis. Mesmo o uso desses instrumentos para monitorar sinais de satélites em torno da Terra, só será possível se eles estiverem em locais livres dessas interferências.

O uso de sinais de rádio transformou-se em um negócio rentável despertando grande interesse dos setores de telecomunicações. Esse cenário levou a uma grande demanda pelo uso de radiofrequências resultando na invasão das bandas usadas nas pesquisas espaciais em particular na radioastronomia. Da mesma forma, o uso de recursos tecnológicos

transformou os núcleos urbanos numa fonte de interferência para as bandas de rádio, devido principalmente aos aparelhos eletrodomésticos, redes de alta tensão, telefonia móvel etc. Por esse motivo, tanto maior é a interferência gerada pelos núcleos urbanos, quanto maior a concentração da população numa determinada área.

Em função das interferências que produzem, essas atividades impossibilitam o uso de instrumentos de alta sensibilidade, tanto para estudar o universo, quanto para monitorar sinais de satélites artificiais que orbitam a Terra. Por esse motivo, se faz necessário definir Zonas de Silêncio e estabelecer critérios rigorosos de compartilhamento entre serviços. Apenas dessa forma é possível proteger as pesquisas espaciais e os sistemas de monitoração de satélites artificiais, das interferências que possam comprometer essas atividades.

## **2 - História da alocação de frequência para as pesquisas em Radioastronomia e proteção das áreas dos Observatórios contra interferências indesejáveis.**

Em 1959 é que se propôs pela primeira vez proteger as bandas de frequência alocadas para Radioastronomia. Essa proposta foi apresentada em uma Radio Conferência Mundial (World Administrative Radio Conference, WARC) patrocinada pela União Internacional de Telecomunicações, ITU. Dessa data em diante, sob os auspícios da ITU, único órgão técnico da Organização das Nações Unidas (ONU), as recomendações para proteção das bandas alocadas para Radioastronomia e pesquisas espaciais, passaram a ser atualizadas continuamente. Por recomendação da última Conferência Mundial de Radiocomunicação da ONU, estão em andamento estudos de definições de *Zonas de Silêncio*.

O Radio Observatório do Itapetinga, Atibaia, SP, foi um dos pioneiros a ter assegurado por lei (lei municipal 1275 de 19/03/1972) um círculo de dois quilômetros em torno do observatório, definido como Zona de Silêncio Elétrico. Regiões similares, utilizando critérios de proteção, também foram criadas no Observatório de Haystack, Massachussets, EUA, Canárias na Espanha, Green Bank nos EUA além de outros Observatórios em vários países.

Tendo em vista a grande diferença tecnológica entre os países emergentes e o primeiro mundo, as definições de *Zonas de Silêncio* têm como objetivo assegurar aos países em desenvolvimento o direito de uso do espaço em suas pesquisas futuras e também assegurar aos países desenvolvidos o direito de uso do espaço livre de interferências indesejáveis.

Acatando as recomendações da ONU, os países estão empenhados em proteger as atividades de pesquisas espaciais e radioastronomia. O Brasil, como país membro dessa organização, acata suas recomendações e está elaborando medidas internas que protejam esses serviços das interferências

indesejáveis. Essa tarefa cabe à Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que é a responsável pelo Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequência no Brasil ([www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)).

### **3 - O Rádio Observatório do Itapetinga.**

#### **3.1 – Escolha do local.**

O Radio-Observatório do Itapetinga (ROI) está localizado no bairro do Itapetininga, Atibaia, em uma região de altitude média de 815 metros e circundada por morros com altitude média de 960 metros. Nessas condições, o observatório se encontra em um pequeno vale circundado por elevações com altitude de 100 metros acima do nível médio do Observatório.

A imagem a seguir mostra o Observatório visto de cima de um dos morros vizinhos. No centro, encontra-se a redoma de 25 m de altura que encobre o radiotelescópio de 14 m de diâmetro. Ao fundo é possível identificar uma concentração urbana formada por um condomínio localizado na borda da Zona de Silêncio Elétrico.



Essa região foi escolhida para instalação do Observatório devido, entre outras coisas, a suas características geográficas, cobertura vegetal e apoio dado pela Prefeitura relativo à proteção contra interferências eletromagnéticas. As montanhas próximas e a cobertura vegetal são de extrema importância, pois funcionam como escudo para proteger o Observatório de interferências geradas pelos serviços de radiodifusão e de uma infinidade de outras atividades originárias das concentrações urbanas que estão localizadas a mais de dois quilômetros de distância do observatório. A presença das montanhas e a cobertura vegetal, de porte médio a alto, ajudam, consideravelmente, na absorção de sinais indesejáveis.

### **3.2 – Instrumentação utilizada no ROI**

Atualmente, o Radio Observatório do Itapetinga está equipado com:

- um rádio telescópio de 14 metros de diâmetro, operando na faixa de frequência de 2 GHz a 100 GHz, dedicado a pesquisa de emissões proveniente de fontes de nossa Galáxia e de outras galáxias. Esse instrumento também é usado para o estudo da atividade solar.
- um radiopolarímetro solar operando na faixa de 7GHz a 8 GHz, dedicado ao estudo de explosões solares através da monitoração de emissões polarizadas do Sol.
- um telescópio de patrulhamento solar operando na faixa de 11 GHz a 13 GHz, dedicado ao estudo de explosões solares.
- um sistema para detectar sinais de frequências muito baixas (VLF) que pode operar na banda de 11 KHz a 15 KHz. Esse sistema é utilizado para estudar efeitos de propagação das ondas de VLF sob a ação de perturbações externas como a atividade solar, tempestades elétricas e uma série de outros fenômenos.

Os dados fornecidos por esses instrumentos são de extrema importância para explorar uma série de fenômenos naturais dentre os quais podemos relacionar: mecanismos de produção de energia no sol, a interação entre chuvas de partículas carregadas e a ionosfera terrestre, origem das estrelas e sistemas planetários, nascimento e morte de estrelas, a dinâmica de quasares e galáxias bem como os processos de produção de energia em muita dessas fontes, etc.

### **3.3 – Novos instrumentos.**

Está prevista a instalação de novos instrumentos no observatório, tanto para atualizar e aperfeiçoar os equipamentos que já estão em operação, quanto novos equipamentos. Dentre os novos instrumentos, está prevista:

- a instalação de um radiotelescópio, de diâmetro a ser definido, para rastrear satélites artificiais geo e não geoestacionários, tendo como

objetivo principal verificar as características das transmissões geradas por esses satélites.

- a instalação de um novo espectrógrafo solar, para monitorar a atividade solar em diferentes comprimentos de onda (1GHz a 30 GHz) tendo como objetivo principal aplicações em Clima Espacial.
- a construção de novos receptores criogênicos de alta sensibilidade, cobrindo a banda de 30 a 40 GHz tendo como objetivo estudar linhas moleculares e emissão contínua de fontes galácticas e extragalácticas.

Todos esses instrumentos instalados e a serem construídos, são de altíssima sensibilidade e capazes de detectar sinais muito fracos. Para se ter uma idéia, a antena parabólica do radiotelescópio de 14 metros de diâmetro é capaz de detectar o sinal equivalente ao de uma lâmpada de 10 watts localizada a 140 milhões de quilômetros da Terra. Portanto, a presença de ruído de fornos de microondas, walk talk, lâmpadas elétricas, controles remoto etc, podem impedir que essas atividades de pesquisa tenham continuidade.

Ainda se encontra no Radio observatório do Itapetinga, um dos poucos radiotelescópios milimétricos do hemisfério sul da Terra operando nas frequências de 18 a 90 GHz. A impossibilidade de operar esses instrumentos devido a interferências indesejáveis, certamente terá uma péssima repercussão nacional e internacional.

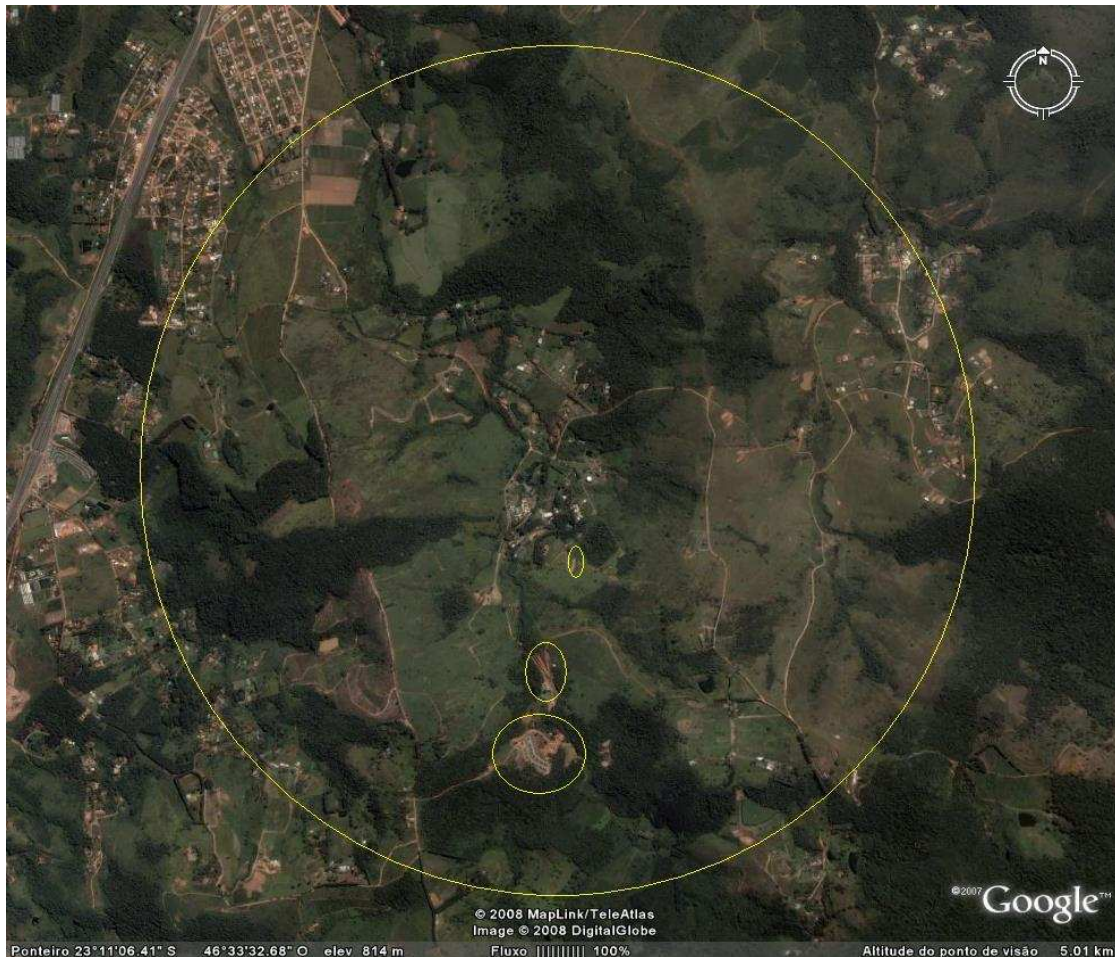
#### **4 – Zona de Silêncio Elétrico.**

A criação de uma Zona de Silêncio Elétrico, estabelecida pela lei municipal 1275 de 19/03/1972, foi uma das condições fundamentais para que o Rádio Observatório fosse montado no bairro do Itapetinga em Atibaia, São Paulo.

Um círculo de dois quilômetros de raio (em linha reta), entorno do Observatório, foi estabelecido como Zona de Silêncio Elétrico. A Zona de Silêncio foi criada tendo como objetivo proteger essa área de qualquer atividade que gerasse interferência eletromagnética prejudicial às pesquisas conduzidas no Observatório. Um círculo de dois quilômetros de raio não é a condição ideal de proteção. No entanto, a combinação do relevo da região, com a cobertura vegetal e a definição da Zona de Silêncio Elétrico, permite manter em níveis aceitáveis as interferências geradas pelos núcleos urbanos próximos.

A concentração urbana sempre foi uma grande fonte de interferências eletromagnéticas e sua capacidade de gerar interferências tem aumentado ao longo dos anos. Dentre as maiores fontes de interferência estão fornos de microondas, controles remotos, redes de alta tensão, walk talk, acionadores de lâmpadas fluorescentes, computadores, telefonia móvel etc.

Na imagem abaixo, obtida do Google Earth, o ponto branco no centro é a redoma do radiotelescópio e o círculo amarelo, com raio de aproximadamente 2,0 km, corresponde à Zona de Silêncio Elétrico.



No lado esquerdo, parte superior da figura, é possível identificar uma concentração urbana na borda da Zona de Silêncio. O mesmo acontece na parte inferior à esquerda e na parte superior à direita, onde a densidade de casas é mais baixa. Os círculos amarelos menores, dentro da área de Silêncio Elétrico, são regiões que sugerem degradação do meio ambiente, principalmente por estarem em áreas de vegetação densa.

Para manter a Zona de Silêncio preservada é fundamental impedir a expansão urbana e qualquer atividade que gere interferências eletromagnéticas nesta região. Preservar a área de mata e a Zona de Silêncio é assegurar que as atividades de pesquisa que tiveram início há mais de 30 anos possam ter continuidade, colocando Atibaia na posição de um dos poucos pontos do planeta que abriga um Observatório.

#### **4.1 – Interferências geradas por serviços ativos no espaço.**

Atualmente, diversas atividades humanas importantes, relacionadas como segurança, observações e estudos da terra e do clima, telecomunicações etc. são feitas usando-se comunicação entre a Terra e satélites com altitudes variando de 300 km a 35 000 km, e vice-versa. Esses satélites estão transmitindo sinais para a Terra, de modo que podem gerar interferências nos instrumentos usados nos radio observatórios. Situação similar também é criada por vários serviços móveis de telecomunicações envolvendo, por exemplo, aviões, frotas de carro (táxi, caminhões) etc.

Por esse motivo, e tentando preservar as atividades de pesquisa, foram estabelecidos critérios rigorosos de compartilhamento e gerenciamento do uso do espaço de tal forma que as pesquisas em radioastronomia não fossem prejudicadas. Para proteger os Observatórios, que ocupam uma área desprezível da extensão territorial de um país e estão em locais com características muito peculiares, restrições rigorosas têm sido aplicadas àquelas atividades que geram interferências prejudiciais. Por esse motivo, recomendações, regulamentos e estudos específicos relativos à definição de Zonas de Silêncio estão sendo propostos pela União Internacional de Telecomunicações (ITU-ONU), a fim de que sejam aplicados em todo o planeta. Além dessa iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU), as federações, em função de suas necessidades mais específicas, têm criado leis locais que protegem essas áreas assegurando assim as atividades de pesquisa espacial e monitoração de satélite.

No Anexo B encontram-se as Recomendações (Rec) da União Internacional de Telecomunicações (ITU-ONU) relativas à proteção dos serviços de radioastronomia (<http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&link=rhome&lang=en>). Dentre elas, a Rec ITU-R RA.314 descreve as bandas de frequências alocadas para a radioastronomia, a Rec ITU-R RA.517 descreve os serviços ativos próximos às bandas alocadas para a radioastronomia que podem gerar interferências prejudiciais, a Rec ITU-R RA.769 estabelece os critérios de proteção para observações em radioastronomia e, finalmente, a Rec ITU-R RA.1630 define as características técnicas e operacionais dos sistemas astronômicos de superfície para estudos de compartilhamento com os serviços ativos entre 10 TH e 1000 TH.

Tendo-se em vista a expansão dos serviços de telecomunicação e o perigo de contaminação, por interferência, de várias bandas de frequência usadas exclusivamente para pesquisas em astronomia, já existe uma recomendação da ITU-ONU (Rec ITU-R RA.479) que propõe que essas bandas sejam protegidas de interferências indesejáveis até mesmo no lado da Lua oposta à Terra (Shielded Zone of the Moon- SZM). Essa recomendação mostra a importância de preservar as áreas onde essas pesquisas são feitas e ao mesmo tempo aponta para as dificuldades que teremos no futuro decorrente



das pressões de consumo da sociedade e de uso das facilidades oferecidas pelos serviços de telecomunicações.

Portanto, preservar as áreas ao redor dos Observatórios, definindo Zonas de Silêncio, é um passo para o futuro e, certamente, poucos lugares no planeta terão essas condições.

#### **4.2 - Medidas de Interferência no local do Observatório.**

Medir interferências em um determinado local não é tarefa fácil em função da necessidade de equipamentos sofisticados, conhecimento das técnicas e procedimentos de medições em microondas além de processamento de dados.

Com o apoio da Coordenação de Engenharia e Tecnologias Espaciais do INPE (ETE) e do Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT), foram feitos estudos de interferências na faixa de 30 MHz a 8000 MHz, no local do Radio Observatório do Itapetinga, Atibaia. Esses estudos tinham como objetivo determinar o nível de interferência eletromagnética produzida no local do Observatório, pela atividade urbana de Atibaia e regiões vizinhas à *Zona de Silêncio Elétrico*. Essas medidas foram realizadas em 2005 e uma descrição da instrumentação utilizada bem como uma análise preliminar dos dados é mostrada no Apêndice A. Resultados preliminares dessas medidas também foram apresentados na Reunião Anual da Sociedade Astronômica, brasileira, que ocorreu em Atibaia, São Paulo, em 2006.

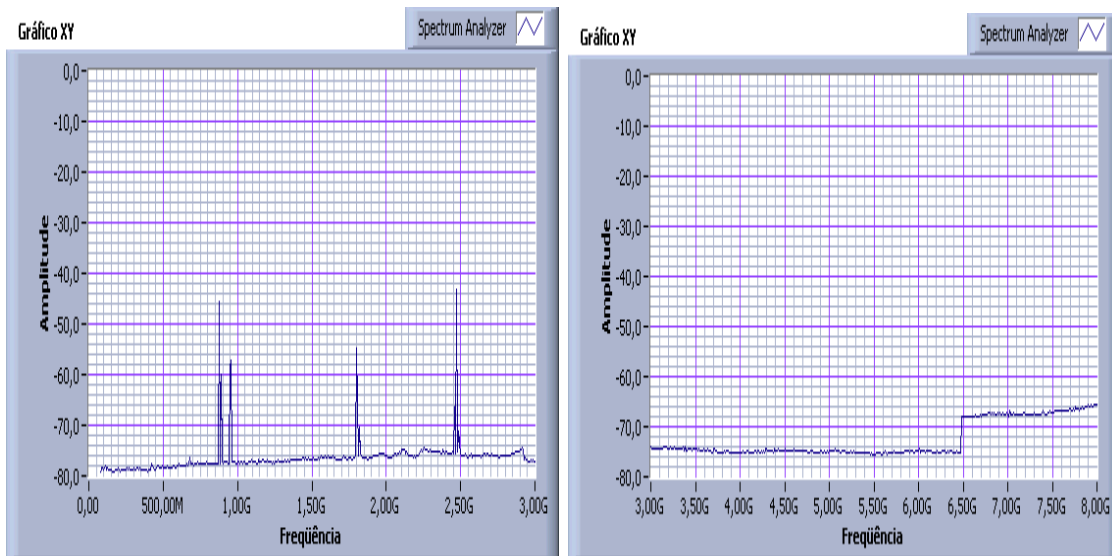
Para estimar o nível de interferência no Observatório do Itapetinga, gerado pela atividade urbana de Atibaia e das áreas vizinhas à Zona de Silêncio, foi realizado um experimento para medir a frequência e a intensidade dos sinais de radio no intervalo de 30 MHz até 8000 MHz. Primeiro, foram feitas medidas no próprio observatório, em um local a 813 metros acima do nível do mar, e em seguida em um outro local, no topo de um morro próximo (coordenadas no anexo A), cerca de 140m mais alto. Desse local, era possível ver a cidade de Atibaia e regiões vizinhas. Por outro lado, na posição dentro do próprio observatório não havia visada direta para qualquer concentração urbana. Apenas em uma direção, era possível identificar duas antenas de celulares que estão situadas a mais de 2,5 km do observatório.

A descrição do experimento e os resultados preliminares estão mostrados no apêndice A. Em função da grande massa de dados acumulada nesse trabalho, os dados ainda não foram analisados detalhadamente para identificar, por exemplo, transitórios (emissões de curta duração que ocorrem aleatoriamente) e identificar suas respectivas origens. Esses dados também não foram convertidos para as escalas de densidade de fluxo normalmente utilizadas pelos instrumentos do Observatório. Todavia, o nível mais baixo de sinal obtidos nessas medidas de campo é pelo menos um milhão de vezes mais intenso do que os sinais mais intensos detectados

pelos instrumentos usados no observatório. Dessa forma, o resultado desse trabalho de campo deve ser entendido como preliminar e que precisa ser explorados com maior profundidade para se ter uma avaliação mais correta das interferências geradas no local do observatório.

### 4.3 – Principais resultados

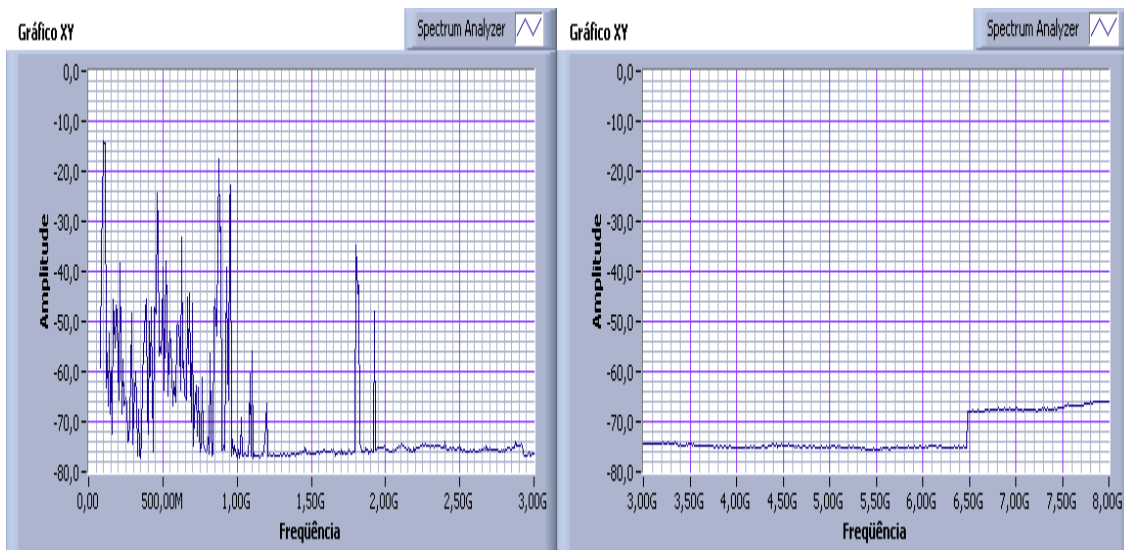
As figuras abaixo, extraídas do Apêndice A, mostram as amplitudes ou intensidades dos sinais, no intervalo de 30 MHz até 8000 MHz, medidos no Observatório.



No eixo horizontal está a freqüência e no vertical a amplitude do sinal em dBm. A linha horizontal na base da figura mostra o nível mínimo de sinal (-80 dBm) medido pelo analisador de espectros.

No gráfico do lado esquerdo, aparecem 4 picos de emissão dos quais dois são atribuídos a sinais gerados por torres de celulares (telefonia móvel) e os outros dois são de origem desconhecidas. No gráfico do lado direito, nenhum sinal mais intenso do que -70 dBm foi medido no intervalo de 3 GHz (3000 MHz) a 8 GHz (8000 MHz).

As duas imagens abaixo mostram a amplitude dos sinais, nos mesmos intervalos de freqüências, medidos no topo dos morros ao lado do Observatório.



Chama atenção a presença de uma grande quantidade de interferência na faixa de 80,00 MHz até 3,00 GHz (3000 MHz). Abaixo de 1,50 GHz é praticamente impossível separar os sinais para tentar identificar sua origem. Esse nível de interferência inviabiliza completamente qualquer atividade de pesquisa realizada na faixa de 80,00 MHz a 1,20 GHz (1200 MHz) e impede também pesquisas em frequências próximas aos picos isolados vistos entre 1,00 GHz e 2,00 GHz.

Esses sinais são produzidos pela atividade urbana de uma cidade. Eles são gerados pelos sistemas de radiodifusão, telefonia móvel, transferência de dados via sinais de rádio, comunicação entre veículos, controles remotos, lâmpadas frias, atividades industriais etc.

Comparando as medidas, vê-se claramente que a interferência, abaixo de 1,00 GHz, identificada no topo da montanha não aparece nas medidas no local do Observatório. Nessa posição, aparecem apenas os picos das portadoras de sinais de celulares, mais dois outros picos que devem estar sendo gerados na vizinhança do Observatório e que precisam ser identificados.

Um outro aspecto relevante dos resultados, até o nível de sensibilidade do analisador, é que durante o período das medidas não foram identificadas interferências permanentes acima de 3,00 GHz. Por outro lado, foram identificados transitórios sendo alguns gerados por um forno de microondas utilizado em um local a mais de 300 m de distância. Dessa forma, para se chegar a uma conclusão definitiva sobre essa faixa de frequências, os dados ainda precisam ser analisados cuidadosamente.

Quanto às interferências produzidas pelas antenas de celulares, ainda é possível propor que elas sejam deslocadas para outras posições sem visada direta com o Observatório, através de negociações entre a Agência Nacional de Telecomunicações e as operadoras desses serviços.

Como a sensibilidade dos equipamentos usados no Observatório é muito maior do que a dos analisadores de espectros usados nesse trabalho de campo, os próprios instrumentos do Observatório também serão utilizados para estudar essas interferências com maior sensibilidade.

De modo geral, os resultados obtidos no local do Observatório indicam nível de interferência baixo e ainda apropriado para dar continuidade às pesquisas que vem sendo realizadas nos últimos 30 anos. Eles também mostram a importância do Observatório estar localizado em um vale com cobertura vegetal mais densa (área de proteção ambiental permanente) e protegido por uma área de silêncio elétrico em sua vizinhança. Portanto, preservar a Zona de Silêncio Elétrico e as características ambientais da região é fundamental para que as atividades de pesquisas em radioastronomia e radiopropagação tenham continuidade e para que seja implantado, nesse local, um serviço de monitoração de satélites geostacionários, que é atividade relacionada com segurança nacional.

## APÊNDICE A

### MEDIDAS DE RADIO-INTERFERÊNCIA NO LOCAL DO RADIO-OBSERVATÓRIO DE ITAPETINGA, ATIBAIA, SP.

#### A.1 – Locais das Medidas de interferência.

Dois locais foram escolhidos para os testes na área de silêncio elétrico:

1 - Na dependência da estação terrena do INPE em Atibaia, SP, no prédio do radiotelescópio de 7 GHz com as seguintes coordenadas:

Latitude	23° 11.094' S
Longitude	46° 33.474' W
Altura	813.5 m

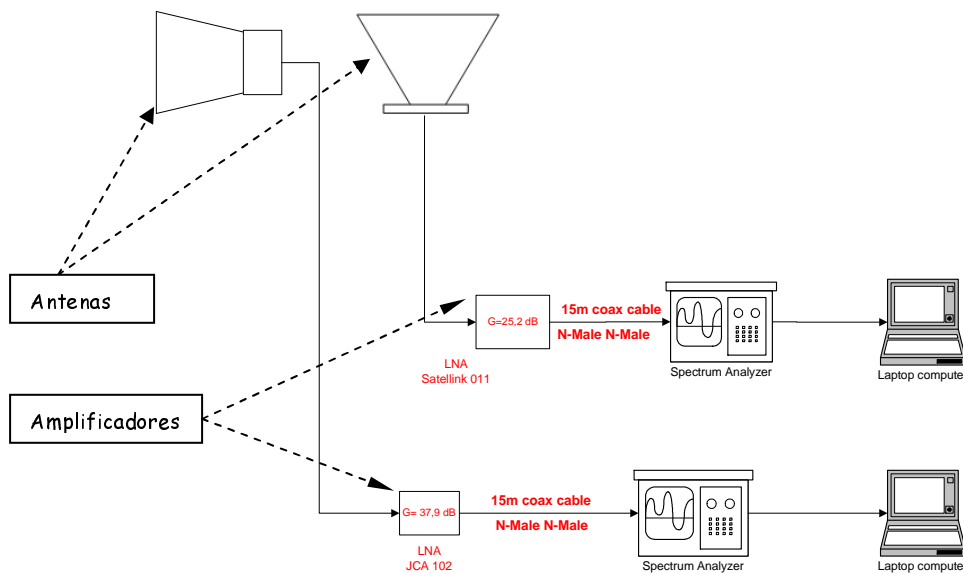
2 - Em um morro próximo a estação, com as seguintes coordenadas:

Latitude	23°11.267' S
Longitude	46°33.231' W
Altura	965 m

Fotografias dos locais onde foram realizadas as medidas estão mostradas abaixo.

#### A.2 – Instrumentação utilizada.

O diagrama abaixo mostra um esquema da instrumentação utilizada.



Nele estão mostradas as antenas, os amplificadores de radio freqüências e logo em seguida os respectivos analisadores de espectro e computadores de aquisição de dados.

As especificações técnicas das cornetas, amplificadores e cabos coaxiais de 15 metros estão fornecidas na tabela abaixo:

Antena	Ganho da Antena (dB)	LNA	Ganho do LNA (dB)	Perda no Cabo (dB)
Scientific Atlanta 12-1.7	15.5	WJ 6882-812 S/N 0496	24	3.2
Discone	3.0	MITEQ AMF-3D-001040-25-13P S/N 573673	35	3.2

Tabela 1 – Configuração dos dispositivos de teste

A imagem abaixo mostra o sistema de aquisição de dados formado por dois analisadores de espectro cobrindo a banda de 80 MHz até 8000 MHz e dois computadores para aquisição de dados.



### A.3 – Estratégia para realizar as medidas.

Simultaneamente, com as duas antenas instaladas no mesmo mastro, foram realizadas observações nas bandas de:

80MHz a 3GHz, utilizando a antena discone e  
3GHz a 8GHz utilizando a corneta retangular.

A análise dos espectros foi feita utilizando-se um analisador de espectro HP8595E (9KHz-6.5GHz) e um HP8592B (9KHz-22GHz), ambos pertencentes ao INPE. Estes equipamentos foram configurados da seguinte forma:

Analisador Espectral	HP8595E (discone)	HP8592B (corneta)
Freq. de Início (MHz).	80	3000
Freq. Final. (MHz)	3000	8000
Resolução BW (KHz)	30	30
Vídeo BW (KHz)	30	30
Tempo de Varredura (s)	30	30
Nível de Referência (dBm)	0	0
Atenuação (dB)	10	10
Escala (dB/div)	10	10

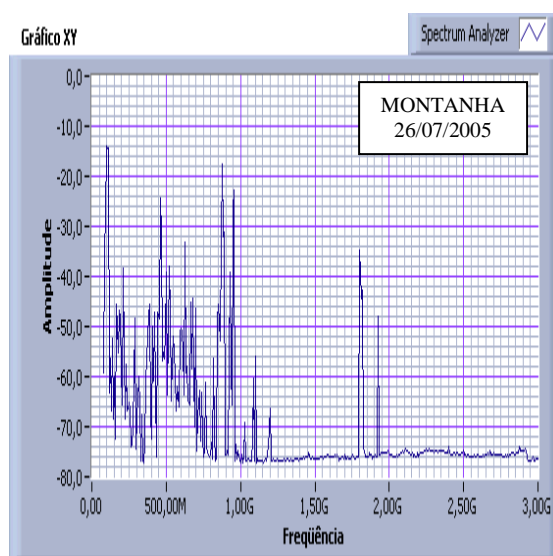
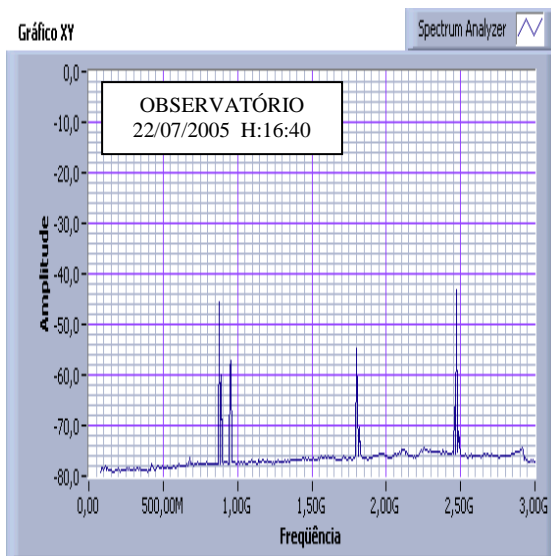
Obs. Para alimentação dos LNA's foi utilizado uma fonte DC com 15V e corrente 0.22A.

A corneta foi colocada no plano horizontal (elevação  $0^{\circ}$ ) e a discone no plano vertical (elevação  $90^{\circ}$ ). Ambas foram fixadas em um mastro de 5 m de altura. Para iniciar as medidas, a corneta foi orientada de tal forma a apontar na direção do norte geográfico (azimute  $0^{\circ}$ ). Nessa posição, foram feitas 4 horas de observação, coletando um espectro a cada 30 segundos em cada banda de frequência. Transcorrido 4 horas, o mastro foi girado de 60 graus em azimute, no sentido horário e novos espectros foram obtidos e assim por diante até chegar no azimute  $360^{\circ}$ . Desse forma foi possível varrer todo o horizonte.. Por outro lado, a discone, por suas próprias características, recebe radiação de todas as direções.

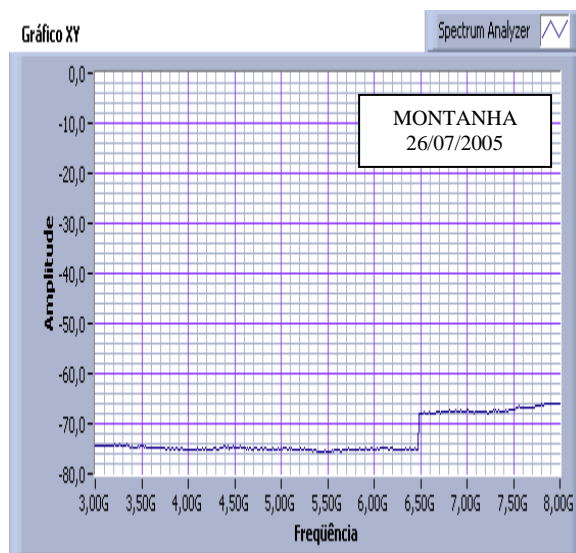
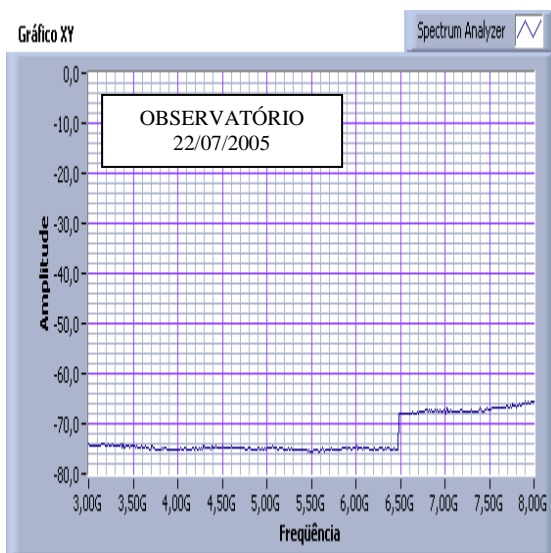
As observações foram realizadas de quinta-feira a terça-feira, de modo que um dia útil e um fim de semana foram incluídos nos estudos de interferência no dois locais de observação.

### A.4 – Resultado das Medidas.

Na figura abaixo são mostrados alguns resultados das medidas feitas no local do radio observatório e no topo da montanha, usando a antena discone (80 MHz a 3 GHz)



e a corneta retangular com polarização linear vertical (3 GHz a 8 GHz).



Os dois primeiros gráficos mostram o nível dos sinais (interferências) detectados na banda de 80 MHz a 3 GHz. Observe que no local do observatório sinais fortes e de bandas estreita são detectados próximos a 1GHz, 1.5 GHz e 2 GHz. Por outro lado, as medidas no topo do morro mostram que essa banda esta bem contaminada com sinais cujo nível médio é superior a  $-55$  dB. Note que o sinal próximo de 2.5 GHz, observado no local do Radio Observatório no dia 22/07, não aparece nas medidas do morro no dia 26/07. Esse sinal também não aparece nos medidas realizadas no mesmo dia e local em horas diferentes. Esse resultado mostra que além de muito intensa, a interferência tem componentes que variam no tempo.



Um resultado relevante derivado das duas imagens é que a atividade urbana em Atibaia, ainda não gera interferências mensuráveis até o limite de sensibilidade dos receptores. Resultado similar foi obtido em todas as outras direções. Tudo isso foi obtido para um único modo de polarização.

## **APÊNDICE B**

### **RECOMENDAÇÕES DA UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES**

(ITU/ONU – Radiocommunication: [www.itu.int/net/home/index.aspx](http://www.itu.int/net/home/index.aspx))

ou

[http://www.itu.int/ITU-  
R/index.asp?category=information&mlink=rhome&lang=en](http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&mlink=rhome&lang=en)

Documento Elaborado por

José Williams S. Vilas Boas ([jboas@das.inpe.br](mailto:jboas@das.inpe.br))

Membro do GGR4 da ANATEL e do Grupo de Estudos SG7 da União Internacional de Telecomunicações (ITU/ONU).