

A seguir, serão apresentados os apêndices a este trabalho:

Apêndice A: Setup utilizado nos testes de propagação

Apêndice B: Programa STADIS

Apêndice A:

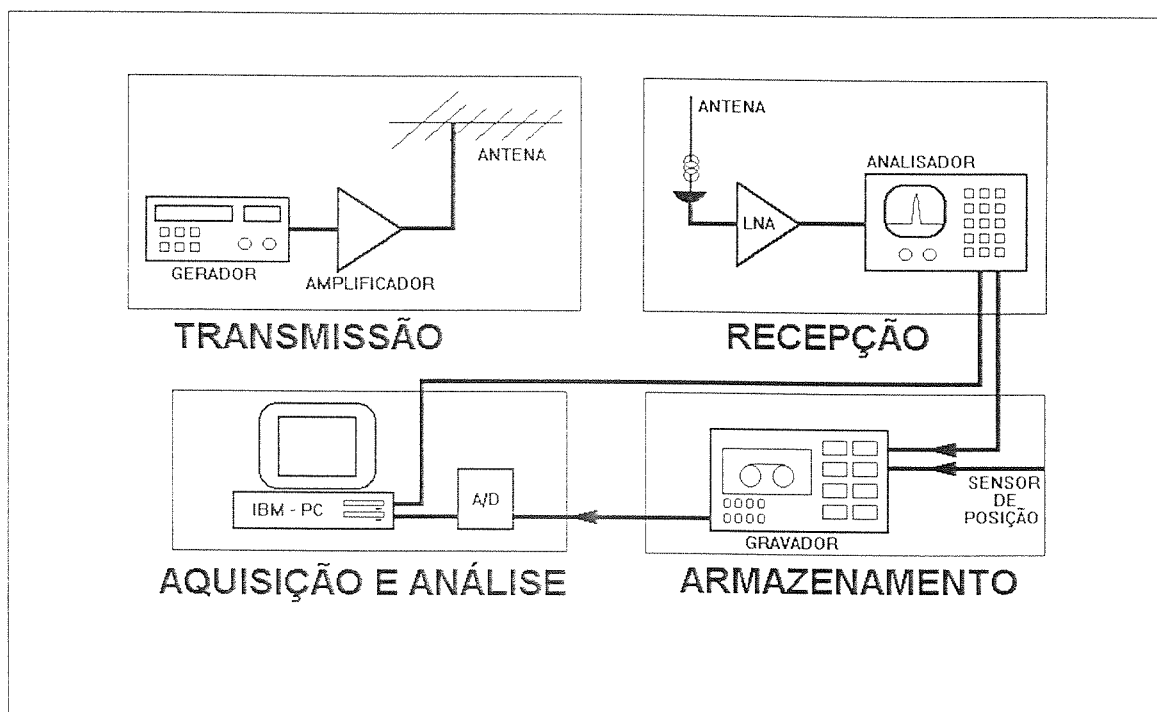
Setup utilizado nos testes de propagação

APÊNDICE A:

SETUP UTILIZADO NOS TESTES DE PROPAGAÇÃO

A.1 SISTEMA BÁSICO

O “setup” utilizado para as medições realizadas no Campo de Santana é composto por quatro blocos: transmissão, recepção, armazenamento e aquisição e análise, conforme mostra a figura A.1 e serão descritos a seguir.



FiguraA.1 - Diagrama de blocos do “setup” utilizado nas medições

A.1.1 BLOCO DE TRANSMISSÃO

O bloco de transmissão é composto por um gerador de sinais, um amplificador de potência, uma antena dipolo de meia-onda e uma antena log-periódica.

O gerador de sinais utilizado é o HP8657B sintetizado[1], mostrado na figura A.2, que permite a utilização de faixa de frequência de portadora entre 100 KHz e 2060 MHz. Sua resolução de frequência é de 1 Hz e possui mostrador de dez dígitos para indicar a frequência da portadora, em MHz. A estabilidade e precisão da frequência é garantida pelo uso de uma referência a cristal de 10 MHz. Sua amplitude de saída está calibrada para níveis de +13 dBm a -143.5 dBm, com resolução de amplitude de 0.1 dB e um mostrador de três dígitos informa a amplitude do sinal de saída. As modulações AM e/ou FM podem ser individualmente selecionadas. A frequência da portadora, a amplitude de saída e as modulações podem ser programadas remotamente via a interface HP-IB (Hewlett -Packard Interface Bus).

O amplificador de potência utilizado foi o ZHL-2-8 da Mini-Circuits que fornece um ganho de 30 dB na faixa de interesse. A potência de saída foi ajustada em laboratório para fornecer um ganho de +30 dBm (1 Watt) aos terminais da antena. Sua tensão de alimentação é de 24 volts e sua potência de entrada não deve exceder 5 dBm.

A figura A.2 apresenta uma fotografia do gerador de sinais e da fonte utilizada para alimentar o amplificador de potência, que possui tensão de saída próxima de 24 volts.



Figura A.2 - Gerador de Sinais HP8657B da Hewlett Packard

A.1.2 BLOCO DE RECEPÇÃO

O bloco de recepção, que foi montado no interior do laboratório móvel, é composto de um analisador de espectro, um amplificador de baixo ruído (LNA), um dipolo de meia onda, para recepção em 900 MHz e um monopolo vertical, para recepção nas demais frequências.

De modo a se obter os parâmetros necessários para a realização de estudos de propagação é essencial que se utilize um receptor com elevado nível de precisão. Como a potência total irradiada por sinais modulados varia com as características do sinal modulante, optou-se pela utilização de portadoras não-moduladas para a realização deste trabalho. Assim sendo, não há atenuação nas faixas laterais, como ocorre nas transmissões em faixa larga e o nível de sinal irradiado pode ser mais

facilmente mantido constante durante realização das medidas. A largura de faixa do receptor pode ser seleccionada pelo uso de filtros de faixa tão estreita quanto se queira, de modo a rejeitar sinais indesejáveis e reduzir a quantidade de ruído presente.

O receptor utilizado nas medições faz uso de um sofisticado analisador de espectro Hewlett Packard HP8594E que pode ser controlado por computador e apresenta um nível de potência de saída auto-calibrado.

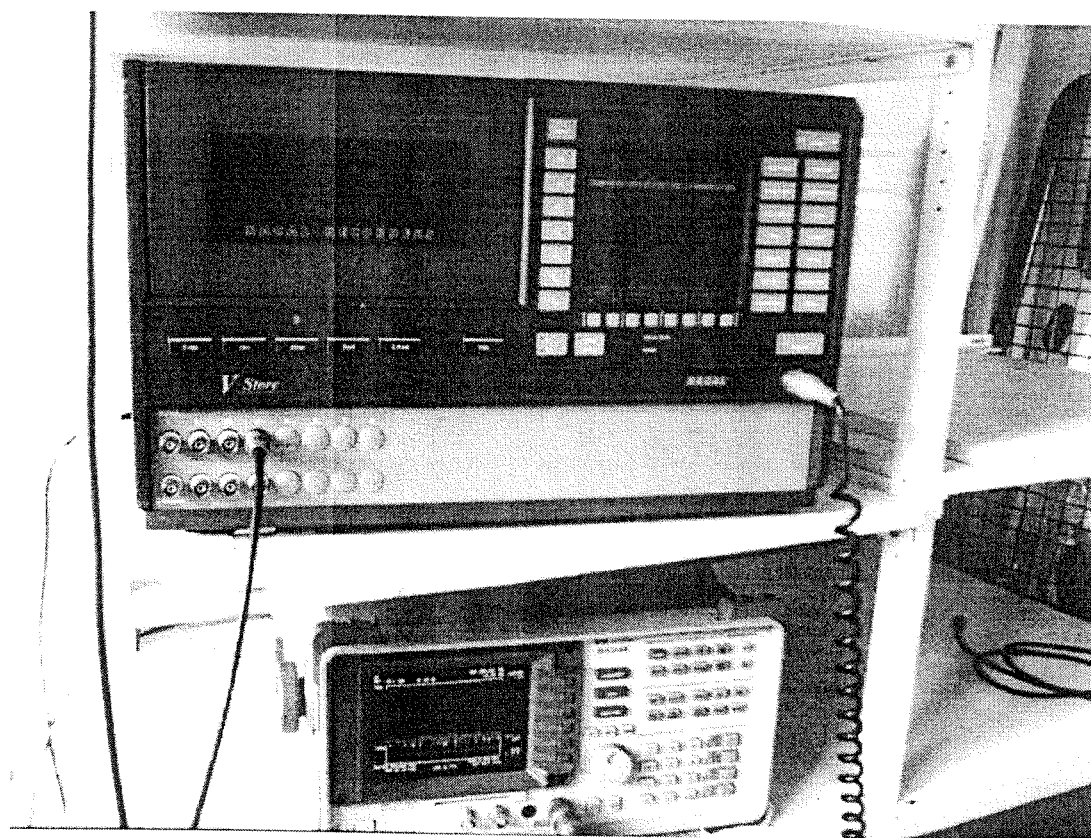


Figura A.3 - Fotografia do Analisador de espectro e do Gravador

O analisador de espectro possui filtros seleccionáveis incorporados ao seu circuito e apresenta uma grande quantidade de facilidades[2]. Usando-se uma interface RS-232 pode-se controlar totalmente o analisador por computador. O ajuste da frequência central, da faixa de frequências, do nível de referência e da informação de saída desejável pode ser feito através da interface. Isto permite a leitura direta dos dados medidos pelo bloco de aquisição e análise sem passar pelo bloco de

armazenamento. O analisador de espectro possui, também, uma saída analógica que varia entre 0 e 1 Volt, proporcional à deflexão do sinal apresentado na sua tela. Esta saída é utilizada para armazenamento no gravador analógico quando a taxa de aquisição da saída serial não é suficiente para a caracterização dos parâmetros desejados. Como o sinal é proporcional à imagem apresentada na tela, coloca-se uma abertura ("span") de 0 Hz na frequência desejada, para se obter um sinal plano na tela e, por conseguinte, um valor estável na saída. A figura A.3 mostra o analisador e o gravador utilizado para armazenamento dos dados que foram instalados na unidade móvel.

Para se aumentar a faixa dinâmica do receptor foi necessário o uso de um amplificador de baixo ruído LNA que foi instalado na base da antena receptora. O sinal S_e e o ruído N_e disponíveis na entrada de um amplificador são amplificados simultaneamente pelo seu ganho mas a relação sinal-ruído na saída não é mantida porque o amplificador sempre gera ruído. A caracterização deste ruído introduzido pelo amplificador é feita pelo parâmetro figura de ruído F , que indica a diferença entre as relações sinal-ruído (SNR) de entrada e de saída.

$$F(dB) = \left(\frac{S_e}{N_e} \right)_{dB} - \left(\frac{S_s}{N_s} \right)_{dB} \quad (A.1)$$

Quanto menor o valor de F melhor é o amplificador, ou seja, menos ruído ele introduz no processo. Num sistema composto por vários elementos em cascata existe um acréscimo de ruído em cada estágio. A figura de ruído total do sistema, neste caso, é:

$$F_T = F_1 + \frac{F_2}{G_1} + \frac{F_3}{G_1 G_2} + \frac{F_4}{G_1 G_2 G_3} + \dots \quad (A.2)$$

Onde F_i e G_i são a figura de ruído e o ganho de cada estágio, respectivamente.

Deste modo, se o LNA for colocado exatamente após a antena receptora a figura de ruído total do sistema será praticamente igual à figura de ruído do mesmo, já que as figuras de ruído dos próximos estágios serão divididas pelo seus respectivos ganhos, que são elevados. O LNA utilizado para a realização das medidas possui uma figura de ruído de 3.0 dB e um ganho de 35 dB, conforme está apresentado na figura A.4.

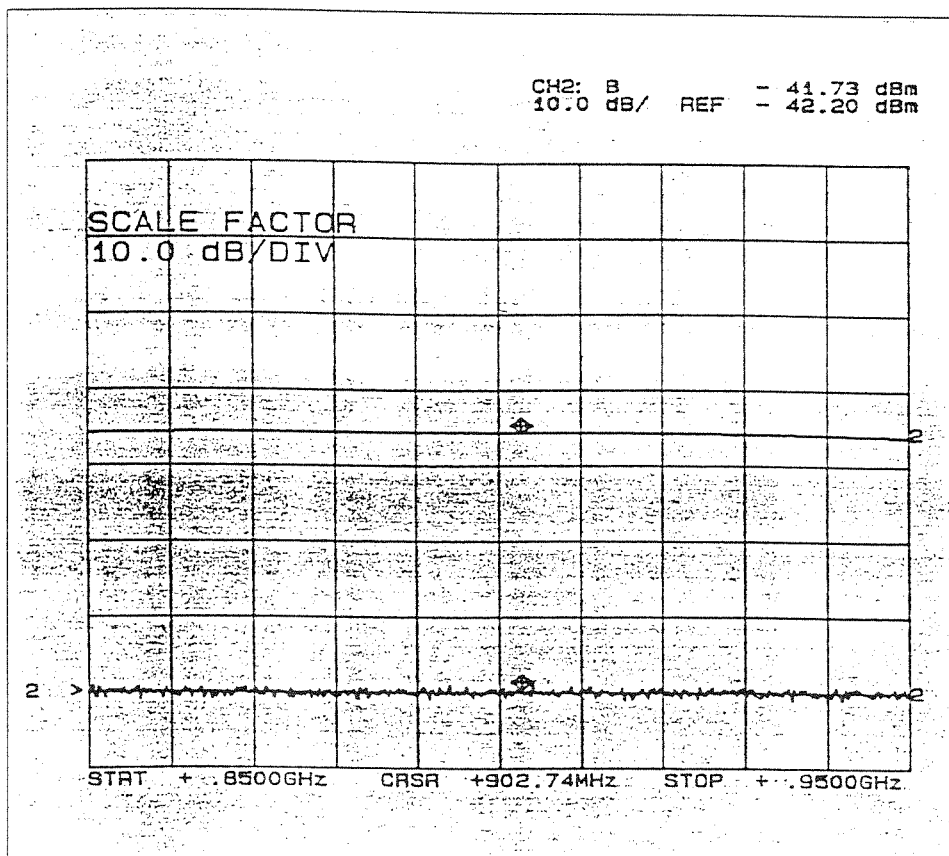


Figura A.4 - Ganho do LNA

A.1.3 BLOCO DE ARMAZENAMENTO

Este bloco é constituído por um gravador analógico Racal V-Store[3] que armazena em um canal os dados gerados pelo bloco de recepção, relativos ao sinal recebido e, em outro canal, os dados relativos ao local da medição, fornecidos por um sensor de posição ou por voz. Seu micro-processador torna possível a realização de muitas funções e algumas de suas facilidades estão listadas a seguir:

- ⇒ Possui 4 canais de gravação e reprodução, digitais ou FM;
- ⇒ Possibilita largura de banda de até 40 KHz;
- ⇒ Possibilita utilização de fita de vídeo formato VHS com velocidade entre 15/32 e 30 polegadas por segundo;
- ⇒ Possui painel de controle auto-explicativo;
- ⇒ Possui gráfico de barras e indicação numérica para informar níveis de saída em cada canal;
- ⇒ Possibilita a exibição de uma amostra da forma de onda na saída de um dos canais;
- ⇒ Possui canal de voz acionado por microfone do tipo "hand-held".

Há uma relação entre a velocidade da fita e a largura de faixa armazenada, conforme pode ser verificado na tabela A.1. Em todas as medidas realizadas no Campo de Santana a velocidade selecionada foi de 3,75 polegadas por segundo e a largura de faixa W1. Isso proporciona uma largura de faixa de 2,5 KHz e um tempo de gravação de aproximadamente 1 hora, com fita do tipo E240. A posição do carro foi gravada utilizando-se um microfone acoplado ao canal de voz do gravador.

Velocidade da Fita (pol/seg)	Wideband 1 (W1) (KHz)	2*Wideband 1 (2W1) (KHz)	Wideband 2 (W2) (KHz)
30	20	40	100
15	10	20	50
7,5	5	10	25
3,75	2,5	5	12,5
1,875	1,25	2,5	6,25
0,9375	0,625	1,25	3,13
0,46875	0,313	0,625	1,56

Tabela A.1 - Relação entre velocidade de gravação e largura de faixa

A.1.4 BLOCO DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE

Este bloco é formado por um conversor analógico-digital (A/D)[4] que faz a aquisição e a análise dos dados controlada por um computador IBM-PC ou compatível. O conversor A/D é uma placa PCL-818H[5] de alta performance, alta velocidade e multi-função, com ganho programável para IBM PC/XT/AT ou compatíveis, inserida no computador que possui também um canal de conversão digital- analógico (D/A).

Algumas das características das funções de conversão A/D são:

- ⇒ Entrada analógica com configuração que permite a selecção por chave entre 8 entradas diferenciais e 16 entradas simples;
- ⇒ Padrão de conversão analógico-digital por aproximações sucessivas de 12 bits;
- ⇒ Taxa de amostragem máxima de 100 KHz no modo DMA (acesso direto de memória);
- ⇒ Possui faixa de amplitude da entrada analógica controlada por software;
- ⇒ Tensão máxima de entrada de 30 volts;

- ➡ Possui três modos de amostragem na conversão A/D: por software, por taxa programável e por pulso externo;
- ➡ Os dados convertidos podem ter transferência controlada por programa, por rotina de interrupção, ou por DMA.

O manual do conversor contém os programas e rotinas que permitem controlar a multiplexação das entradas, a taxa de amostragem e o ajuste do ganho, entre outros.

A.2 ANTENAS UTILIZADAS

Para a realização das medições no Campo de Santana foram utilizadas diversas antenas dependendo da disponibilidade. Assim, na transmissão em 900 MHz, foi utilizada uma antena dipolo de meia-onda e, na recepção foi utilizado um dipolo de meia onda ou um monopolo comercial. As figuras A.5 e A.6 mostram a fotografia do monopolo montado em cima do LNA e seu diagrama de irradiação respectivamente. Para as demais frequências, a inexistência de antenas comerciais nos fez projetar e construir uma antena log-periódica, mostrada esquematicamente na figura A7 e cujos diagramas de irradiação, medidos no Laboratório de Antenas do CPqD/TELEBRÁS em Campinas, SP, nas três frequências de interesse estão apresentados nas figuras A8-a a A8-f [6-7]. Na recepção, utilizou-se um monopolo vertical, também projetado e construído especificamente para este trabalho, cujo desenho esquemático está mostrado na figura A.9. Para cada frequência de transmissão bastava trocar a haste da antena correspondente àquela frequência. Os comprimentos das hastes estão também mostrados nesta figura.

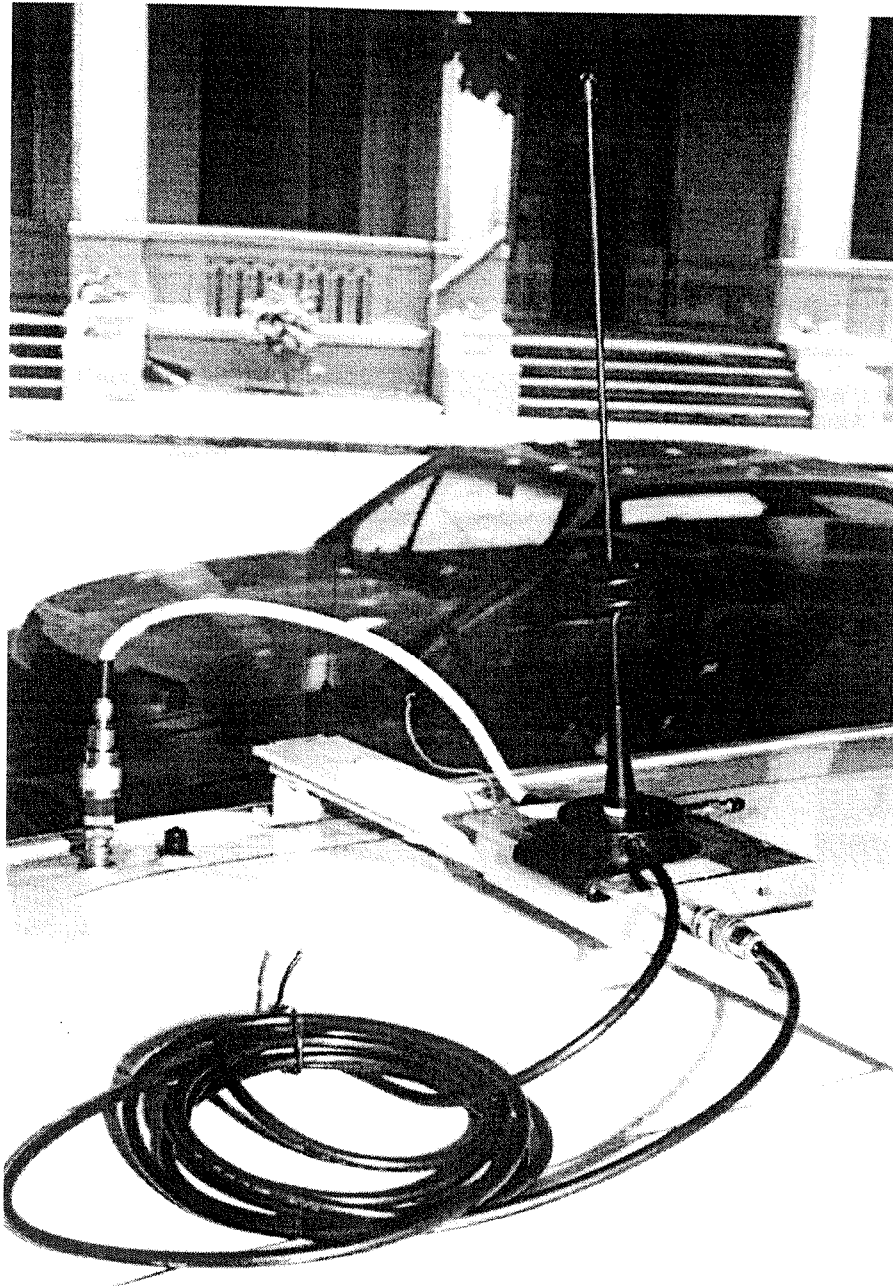


Figura A.5 - Fotografia da antena receptora (monopolo) instalada na unidade móvel

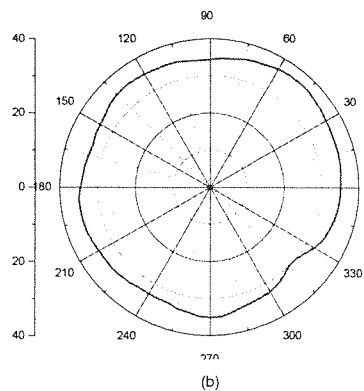


Figura A.6 - Antena receptora (monopolo vertical)
Diagrama horizontal de irradiação

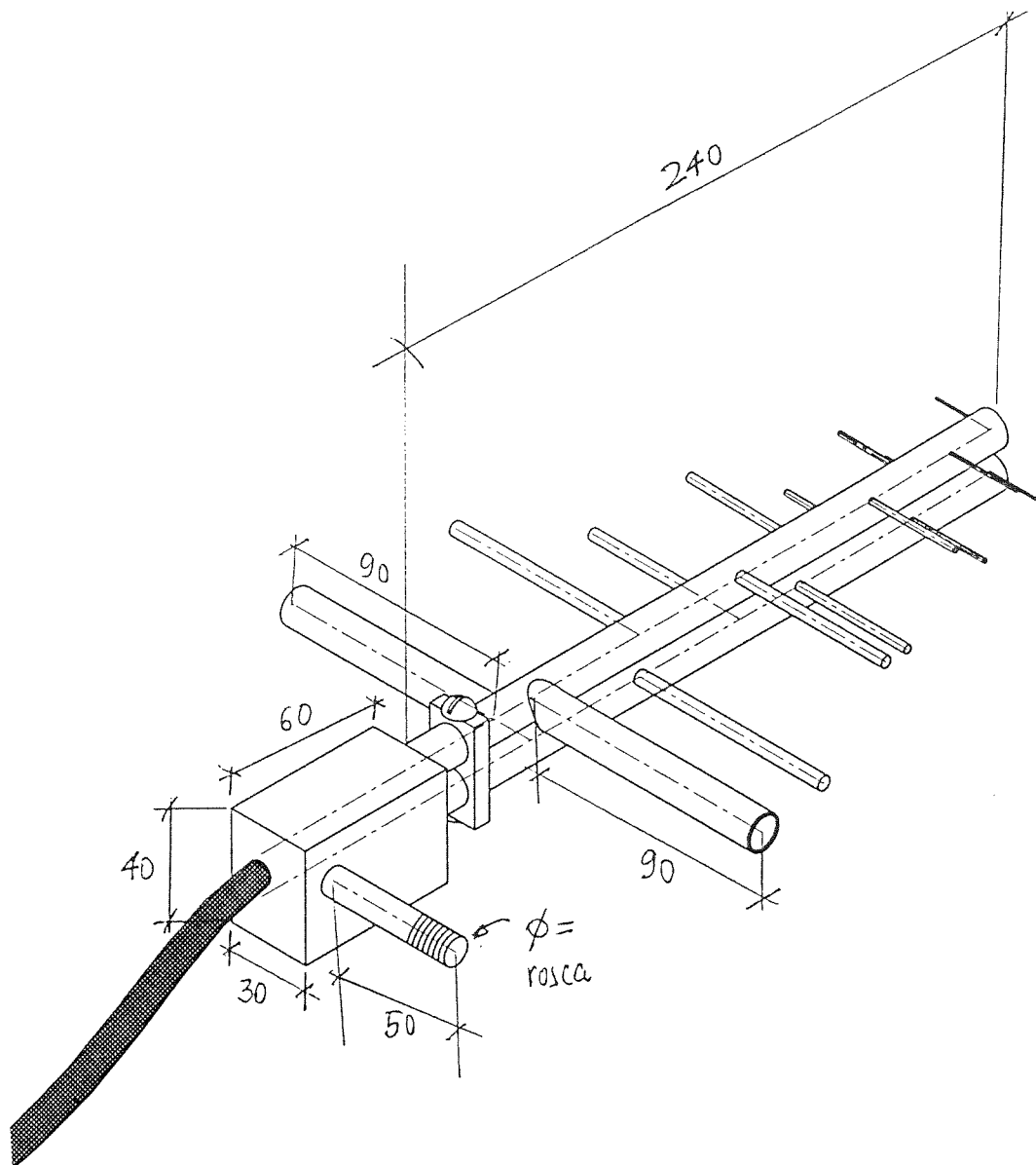
A.3 A UNIDADE MÓVEL

O laboratório móvel foi montado no interior de um veículo Fiorino Furgão, conforme pode ser observado na figura A.10. Para alimentação dos equipamentos de medição instalados no interior da unidade móvel utilizou-se um conjunto de 4 baterias de 60 Ampères-hora. O consumo médio dos principais equipamentos é o seguinte: gravador - 55 W; analisador de espectro - 180 W; micro computador - 250 W, totalizando 485 W. Como estes equipamentos devem ser alimentados por corrente alternada em 60 Hz, utiliza-se, então, um inversor de 500 W, que transforma 12 VDC em 110 VAC. O diagrama em blocos deste conjunto de alimentação pode ser observado na figura A.11. Uma bateria com 60 A-h possui energia de $E = \frac{1}{2} QV = 1269$ KJ. Como a potência a ser consumida é de 500 Watts, tem-se:

$$E = P \cdot \Delta t \quad (A.4)$$

$$\Delta t = \frac{E}{P} = 2592 \text{ segundos} = 0.72 \text{ horas.} \quad (A.5)$$

Como são utilizadas quatro baterias, tem-se uma autonomia de aproximadamente três horas.



ELEMENTO	COMPRIMENTO (cm)	ESPAÇAMENTO (cm)	DIÂMETRO (mm)
1	1,6	1,1	1,1
2	1,9	1,4	1,5
3	2,5	1,8	1,9
4	3,0	2,4	2,4
5	4,1	3,0	3,0
6	5,4	3,8	3,9
7	6,7	4,9	5,0
8	9,0	4,4	12,7

Figura A.7 - Antena Log-Periódica (800-2000 MHz)

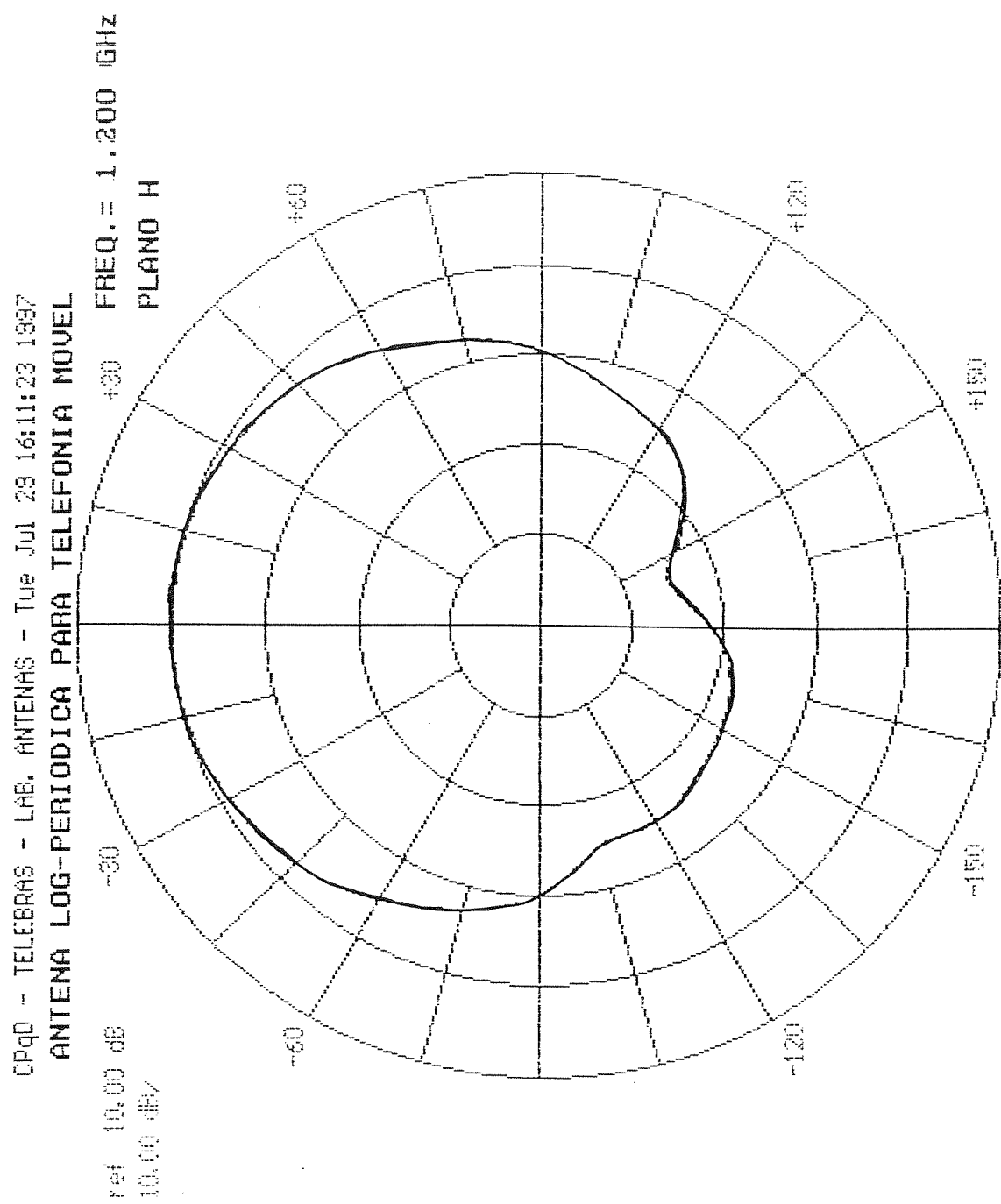


Figura A.8 -a - Diagrama plano H, $f=1.2$ GHz

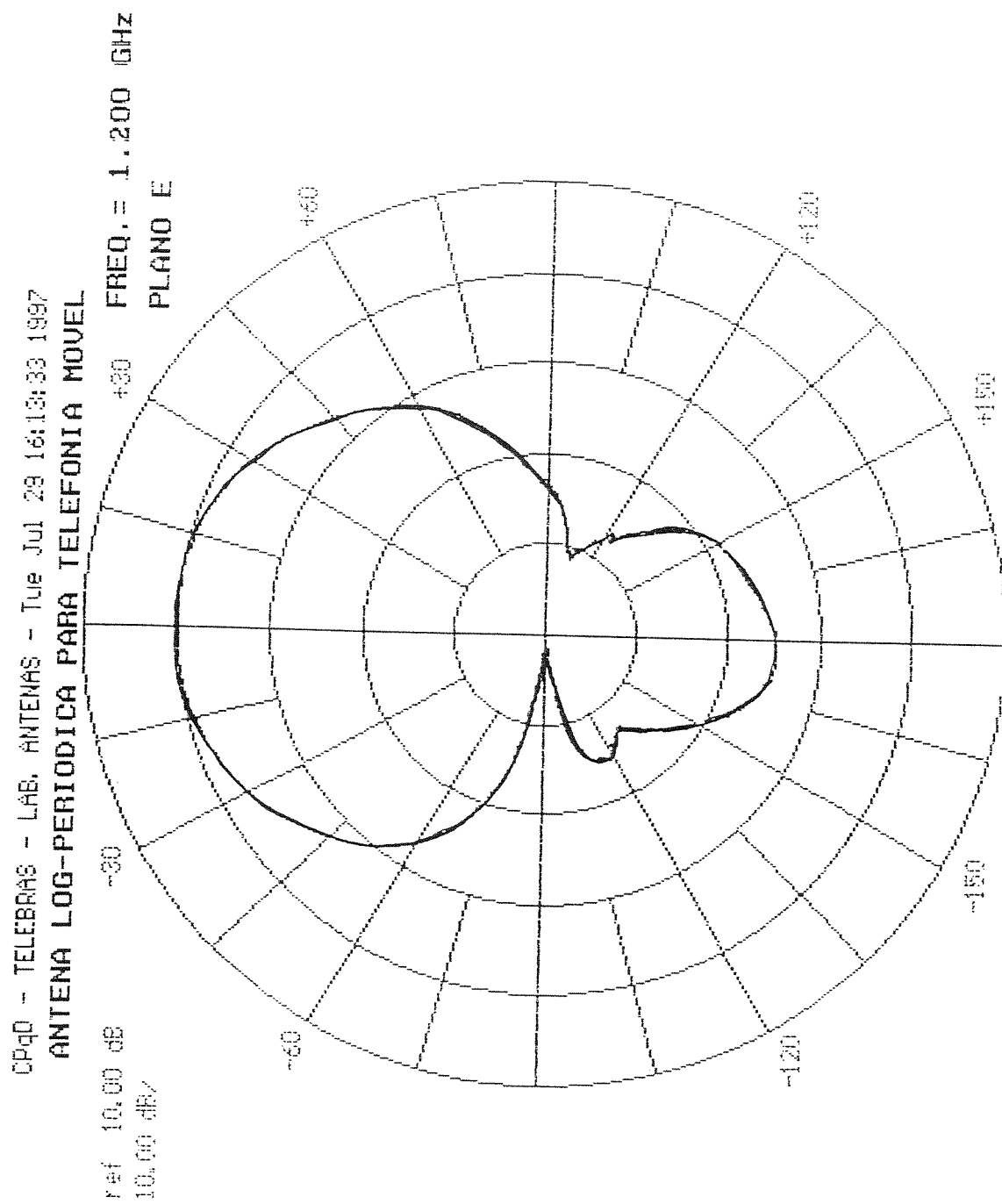


Figura A.8 -b - Diagrama plano E, $f=1.2$ GHz

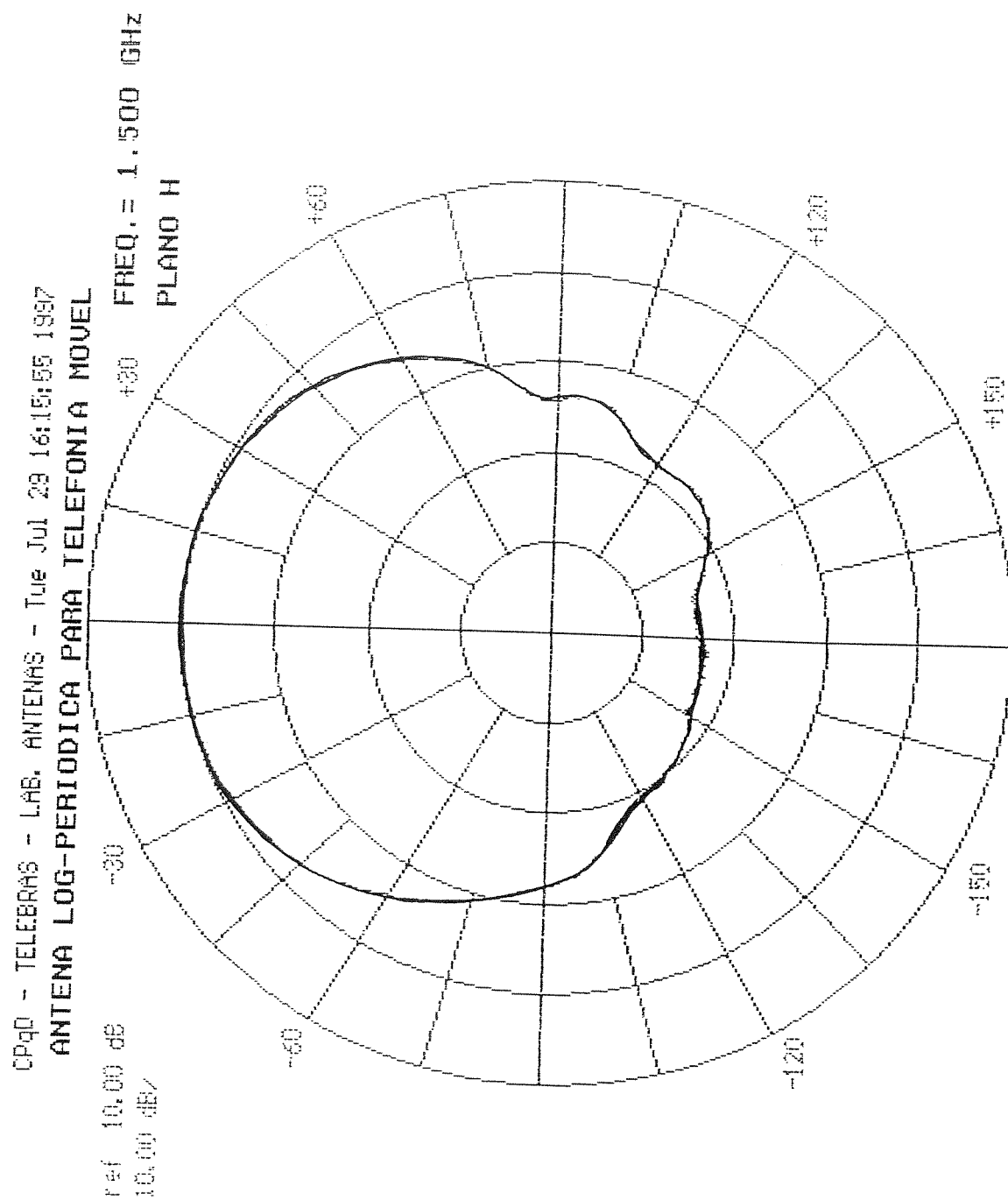


Figura A.8 -c - Diagrama plano H, $f=1.5$ GHz

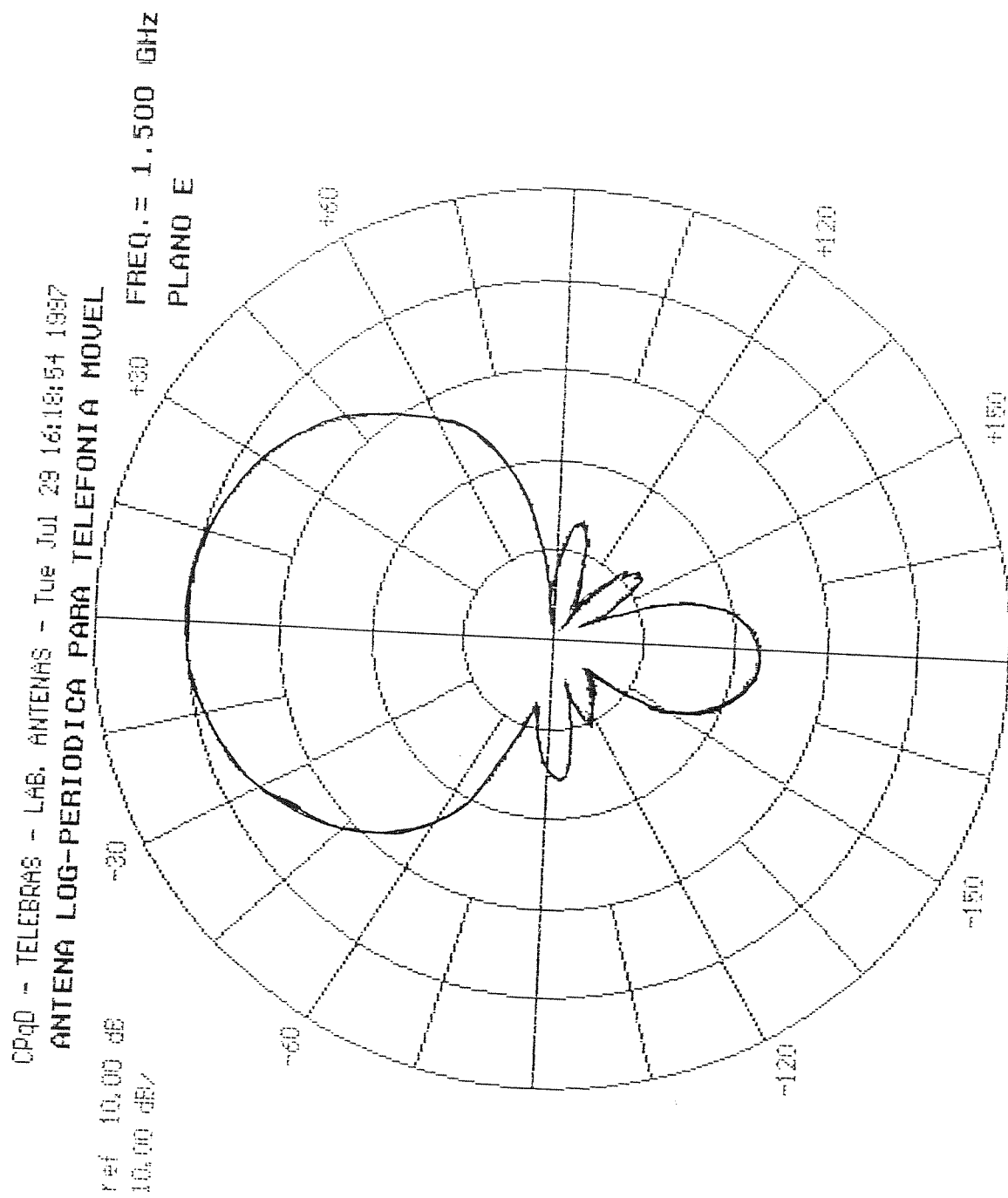


Figura A.8 -d - Diagrama plano E, $f=1.5$ GHz

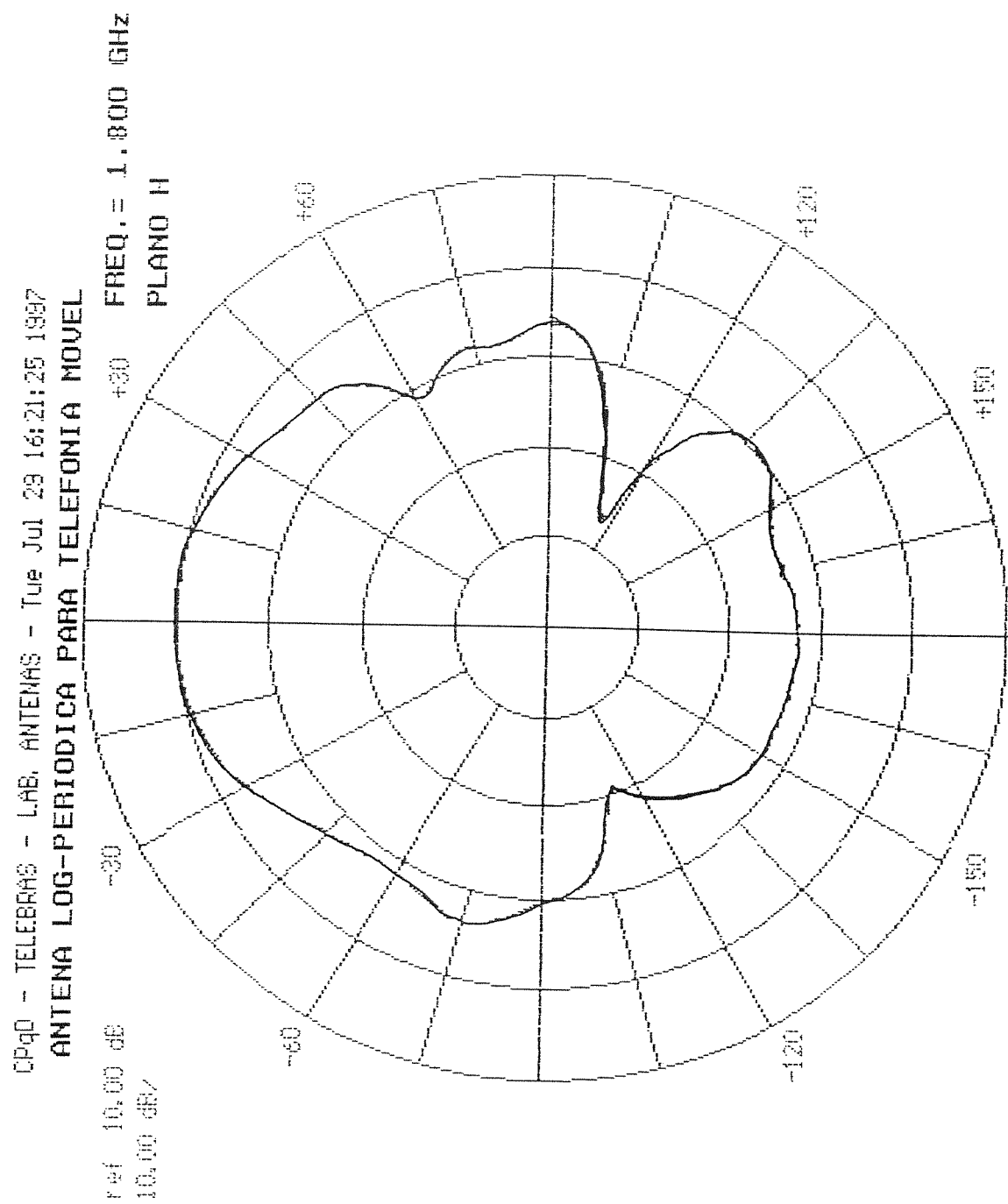


Figura A.8 -e - Diagrama plano H, f=1.8 GHz

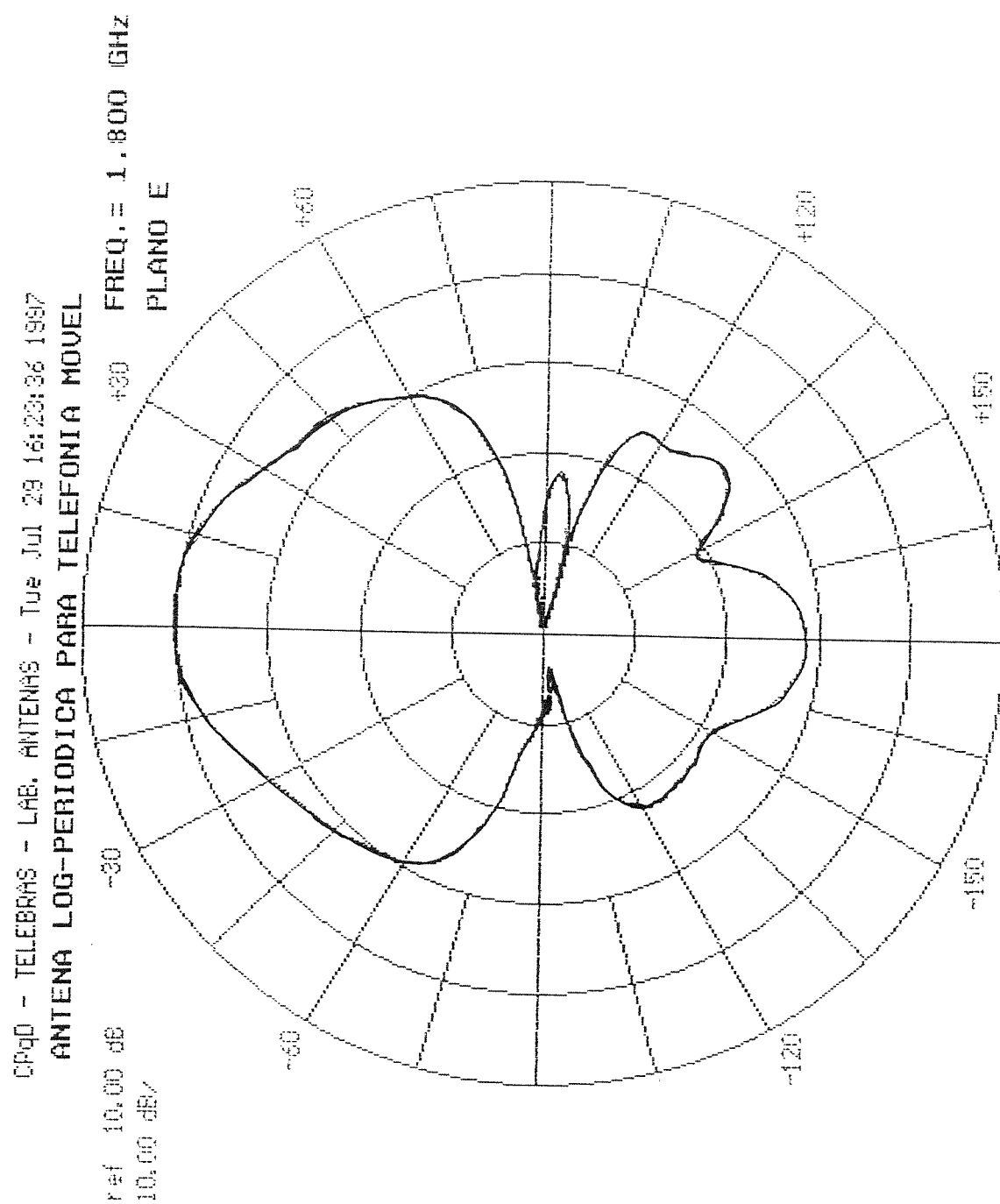
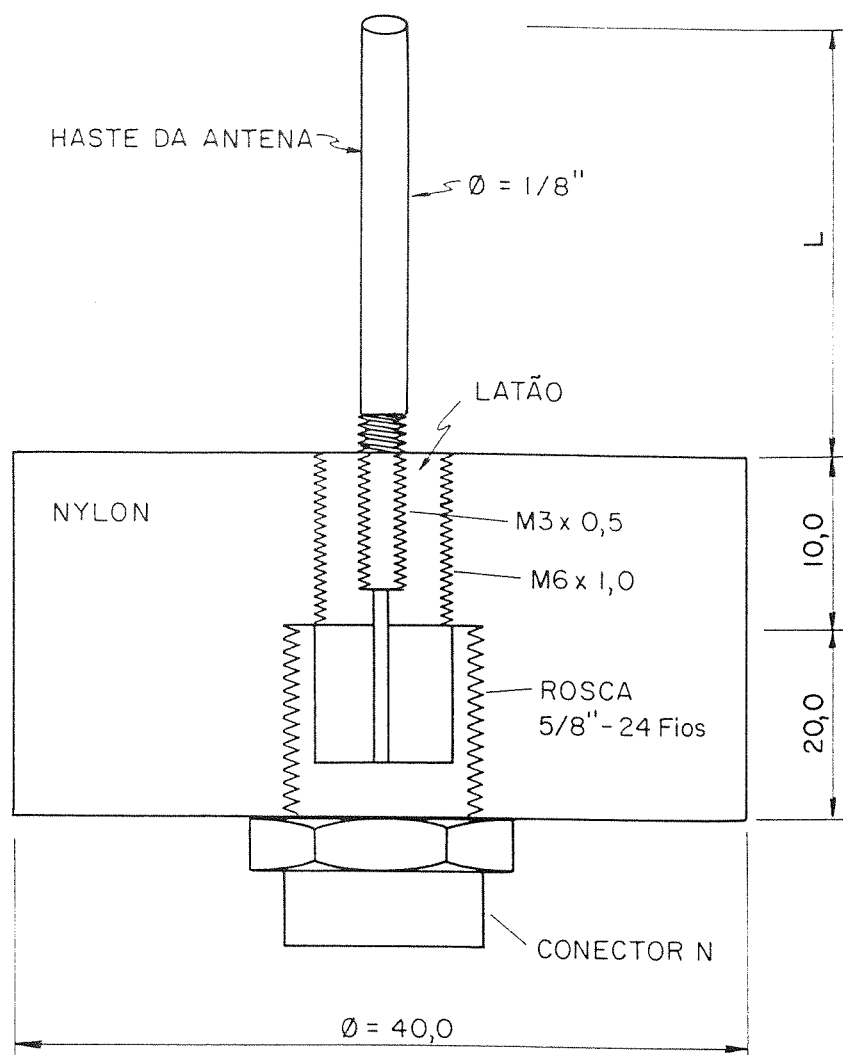


Figura A.8 -f - Diagrama plano E, $f=1.8$ GHz

ANTENA MONOPOLO



COMPRIMENTO DO MONOPOLO

f (GHz)	L (cm)
1,2	5,56
1,5	4,35
1,8	3,58

Figura A.9 - Antena Monopolo (1,2 - 1,5 e 1,8 GHz)

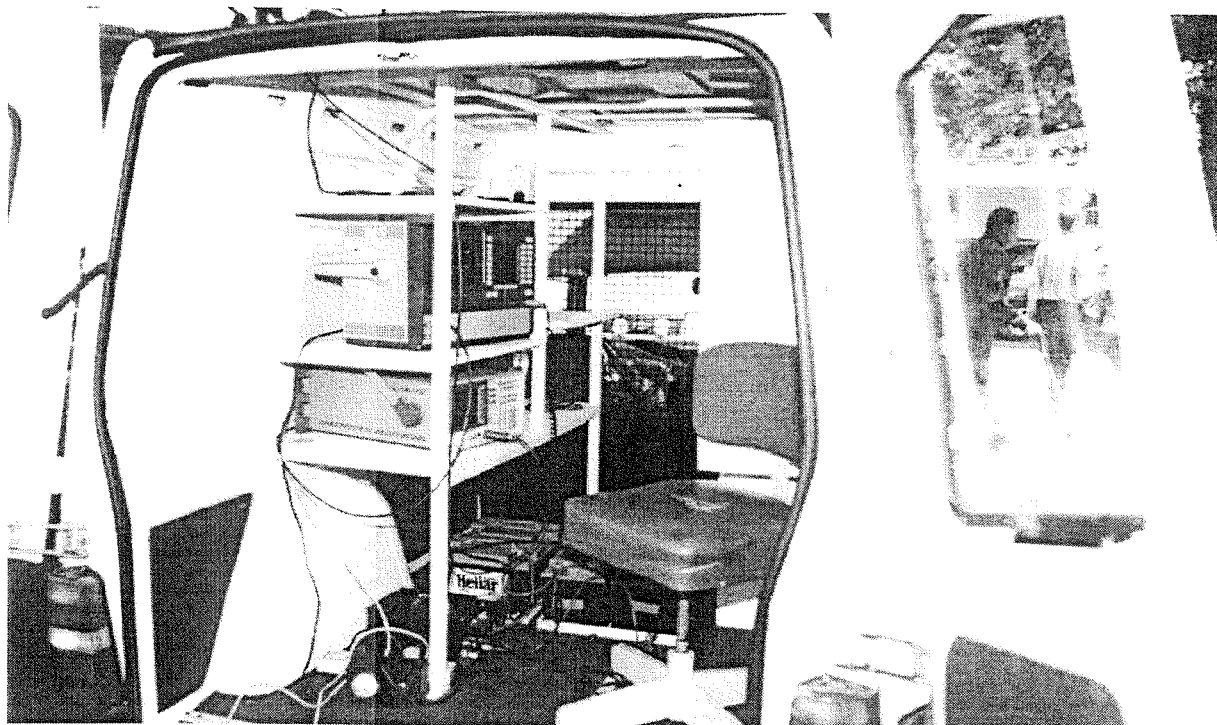


Figura A.10 - Vista interior da unidade móvel de medidas

No laboratório móvel há dois medidores, conforme pode ser observado na figura A.11, um de corrente e outro de tensão, instalados na entrada do inversor. O inversor fornece uma tensão alternada de 120 Volts quando está em plena carga (500 W) e uma tensão próxima a 150 Volts, nos outros regimes. Alguns equipamentos, como o gravador, funcionam dentro de uma faixa de tensão bastante larga, o que não acontece com o analisador de espectro. Para evitar uma sobrecarga na entrada do analisador é utilizado um transformador variável de 250 W, alimentado pelo inversor.

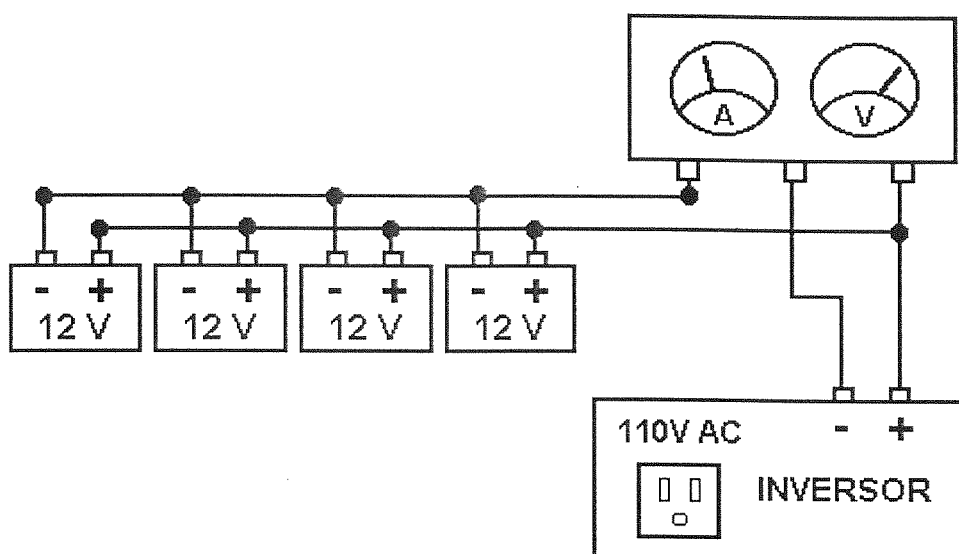


Figura A.11 - Bloco de alimentação do Receptor

REFERÊNCIAS

- [1] HP8656B, HP8657A, HP8657B Synthesized Signal Generators, Operation and Calibration Manual, Hewlett Packard, U.K., March 1992.
- [2] HP8590 E-series and L-series Spectrum Analyzers, User's Guide, Hewlett Packard, U.S.A., March 1994.
- [3] V-Store Instrumentation Recorder, Operator's Manual, Racal Recorders Limited, U.K., April 1990.
- [4] H.Thomas, *Propagation Measurements at 55 GHz in an urban environment*, thesis presented for examination for the degree of PhD at the University of London, April 1990.
- [5] PCL-818H - High Performance Acquisition Card - User's Manual, Advantech Co., Ltd., Taiwan, May 1993.
- [6] H. Jasik; *Antenna Engineering Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1961.
- [7] Y.T. Lo, S.W. Lee; *Antenna Handbook - Theory, Application and Design*, Van Nostrand Reinhold Co. Inc, 1988.
- [8] PCL-818H - High Performance Acquisition Card - User's Manual, Advantech Co., Ltd., Taiwan, May 1993.

APÊNDICE B:

PROGRAMA STADIS

O programa STADIS é um programa computacional que tem por objetivo a realização de análises estatísticas e determinísticas de dados de qualquer natureza, no que pese ter sido desenvolvido para a realização de estudos de caracterização da influência da vegetação nos Sistemas de Comunicações Móveis Celulares. O STADIS foi totalmente programado de forma “amigável” em ambiente MATLAB, isto é, interage constantemente com o usuário e sua inicialização se dá com a digitação da palavra “sta”, no MATLAB.

O STADIS é composto de uma rotina gerente (STA) e seis sub-rotinas sub-gerentes (STA1CREA - STA2SEC - STA3LOSS - STA4DIST - STA5FOR e STA6TOOL) que administram o funcionamento de mais de 100 outras sub-rotinas auxiliares, conforme pode ser observado nas figuras B.1 a B.6.

A principal característica do programa STADIS, que foi o principal motivo para sua criação, é a sua grande velocidade de processamento para realização de estudos científicos e análises estatísticas e determinísticas, uma vez que proporciona acesso imediato a todos os parâmetros do sistema e suas variações, por exemplo, com a distância, altura de transmissão, frequência e polarização. Além disso, possibilita a análise estatística dos dados à luz das distribuições Gaussiana, Rayleigh, Log-normal, Nakagami e Rice. As telas de “menu” utilizadas pelo programa STADIS estão apresentadas nas figuras B.7 a B.13.

Os dados, inicialmente apresentados em matrizes $n \times 2$, onde n é o número de amostras realizadas, são transformados em matrizes MTXF ($n \times 15$), para análises determinísticas e em matrizes MPCF ($n \times 15$), para análises estatísticas conforme foi discutido no capítulo 4. No que pese o STADIS ter sido programado para ser utilizado com 15 diferentes pontos de medidas, o programa pode ser, com facilidade, modificado para analisar um número qualquer de pontos.

SOFTWARE STADIS

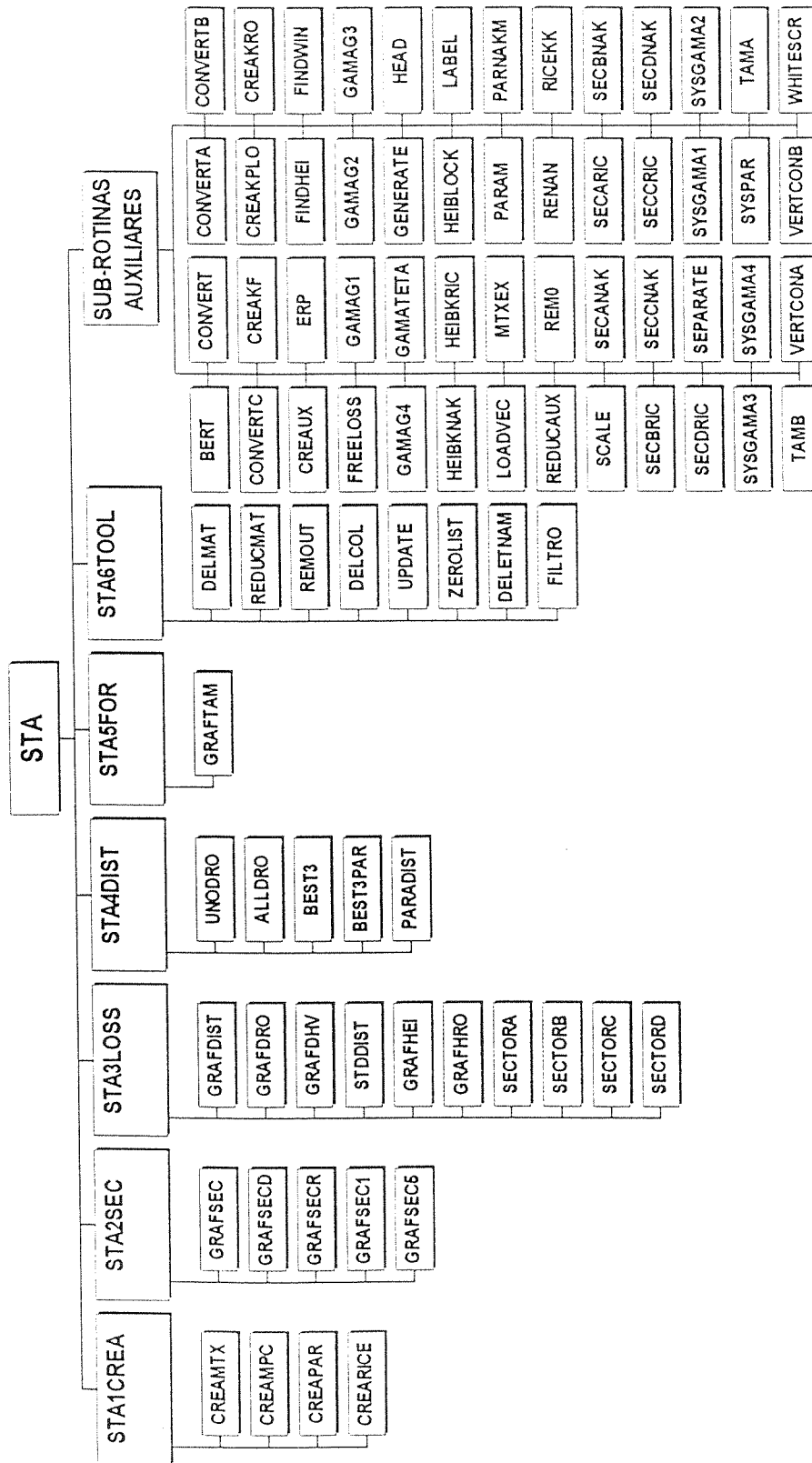


Fig. B.1 – As sub-rotinas do software STADIS

SUB-ROTINA STA1CREA

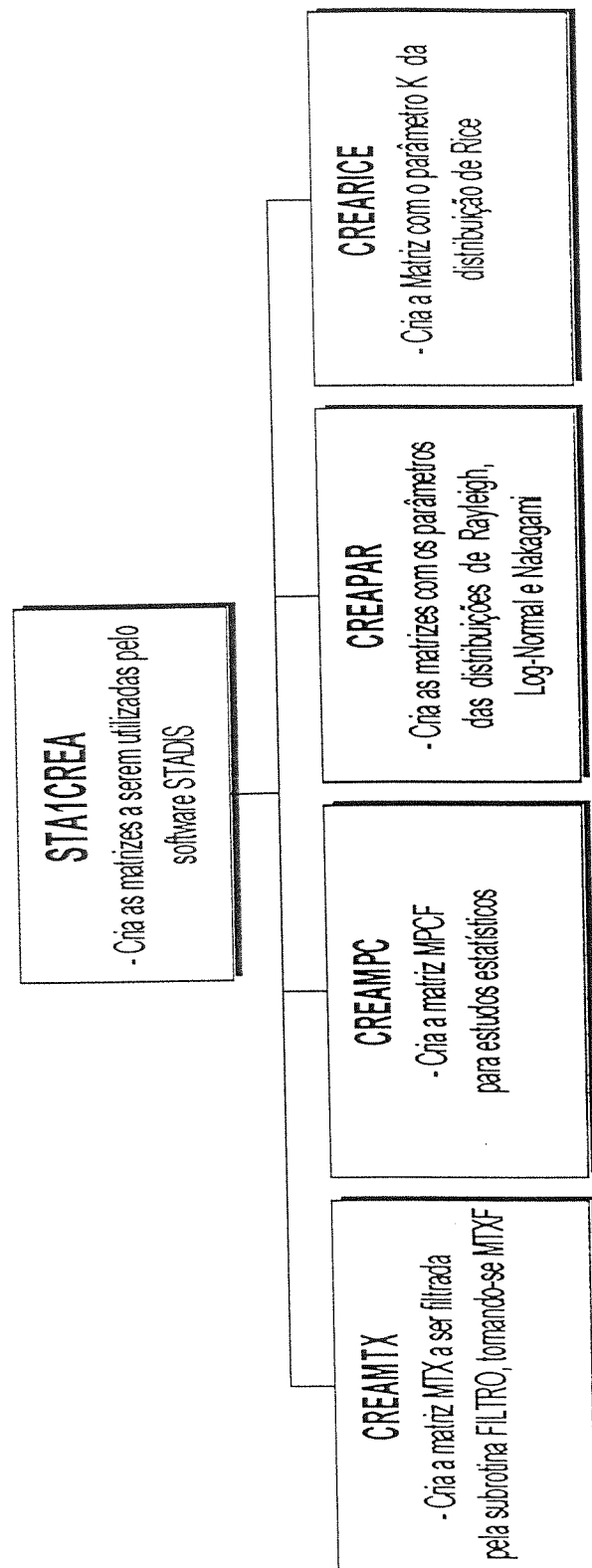


Fig. B.2 – Sub-rotina utilizada para criação das matrizes a serem processadas pelo software STADIS

SUBROTINA STA2SEC

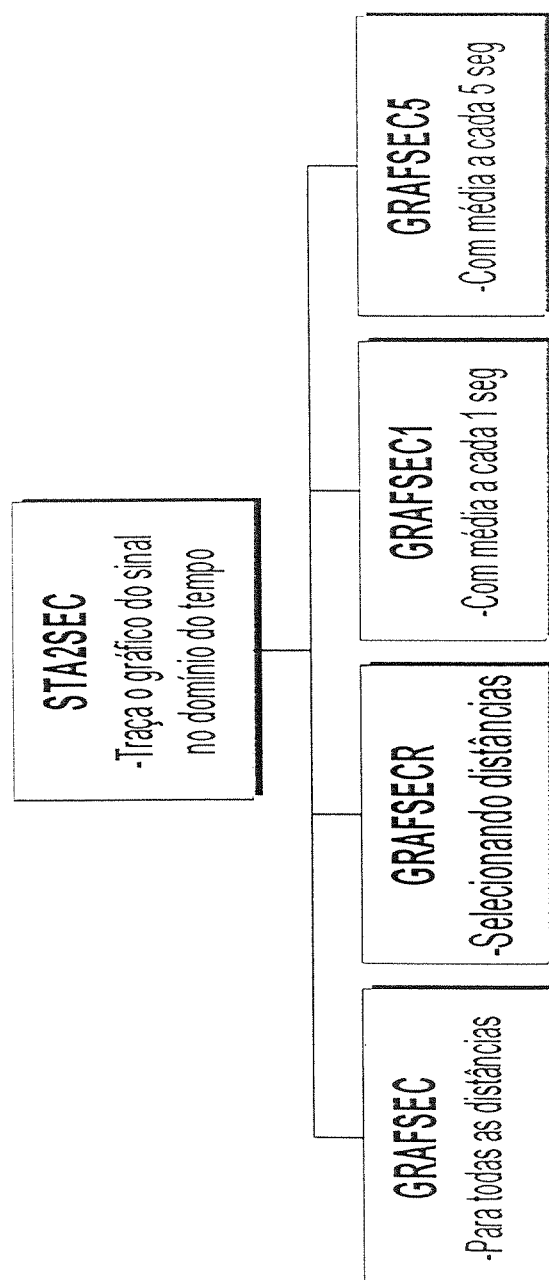


Fig. B.3 – Sub-rotina utilizada para traçado do gráfico do sinal recebido versus distância

SUB-ROTINA STA3LOSS

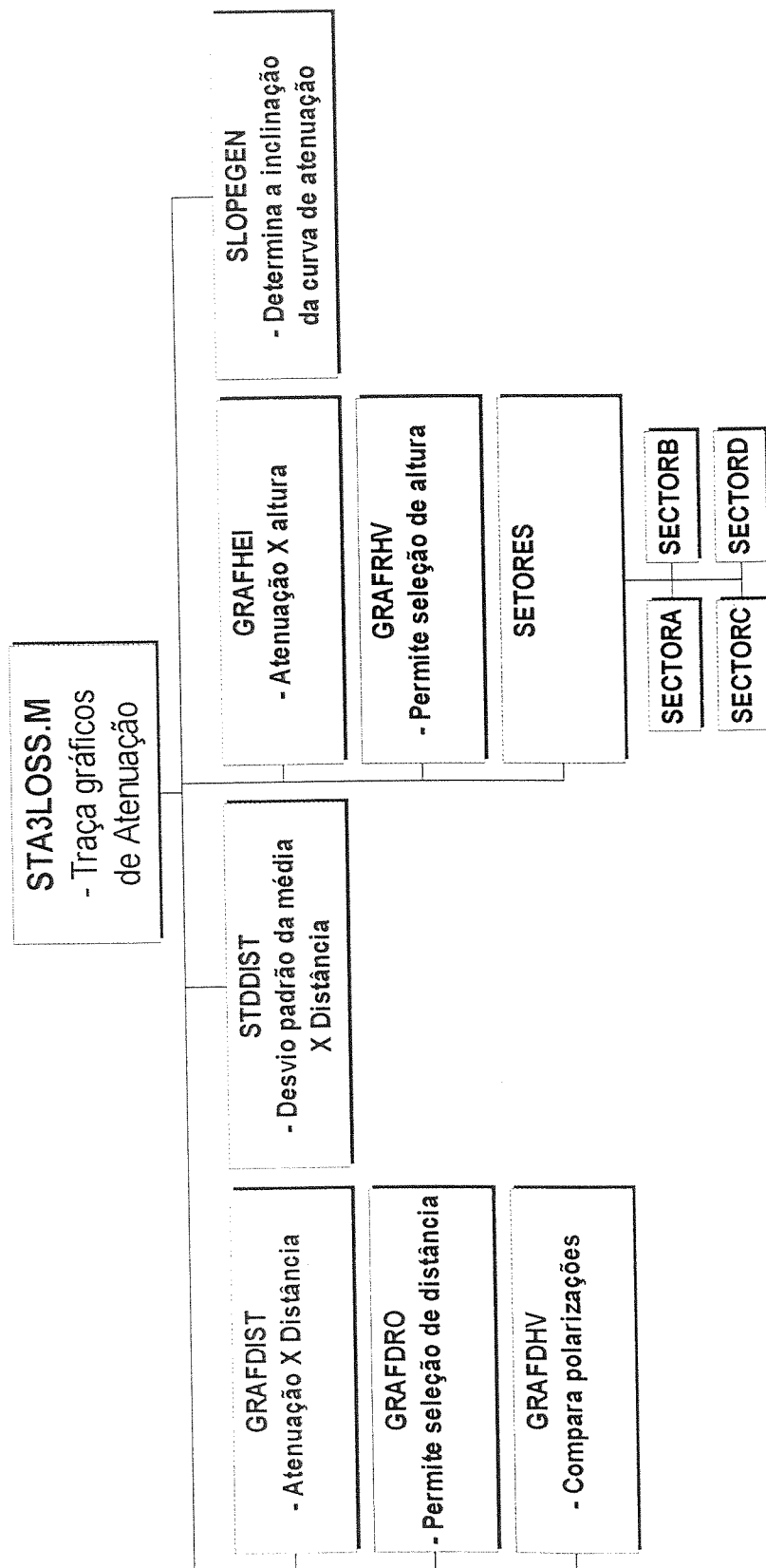


Fig. B.4 – Sub-rotina utilizada para traçado dos gráficos de atenuação de propagação

SUB-ROTINA STA4DIST

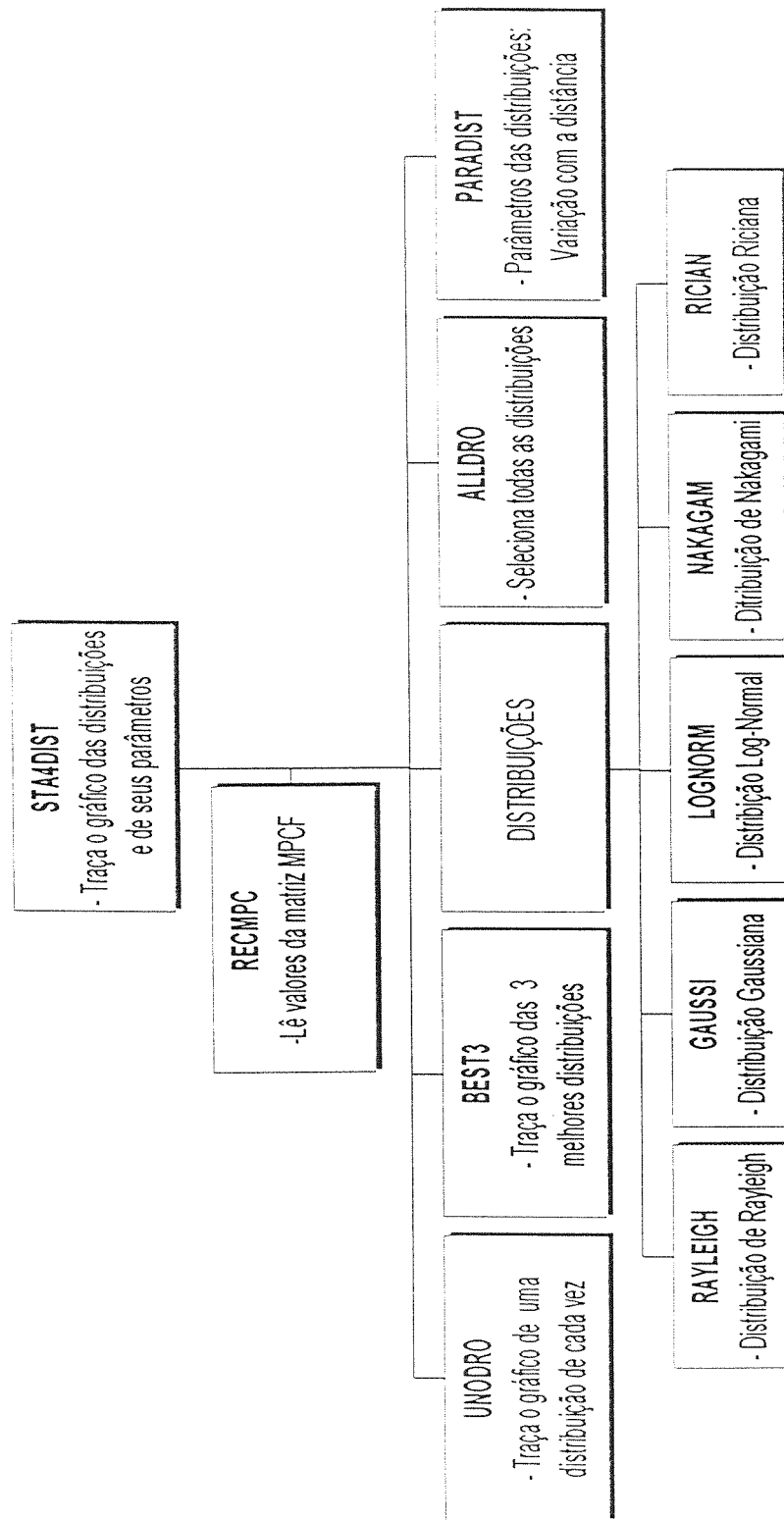


Fig. B.5— Sub-rotina utilizada para traçado dos gráficos das distribuições

SUB-ROTINA STA6TOOL

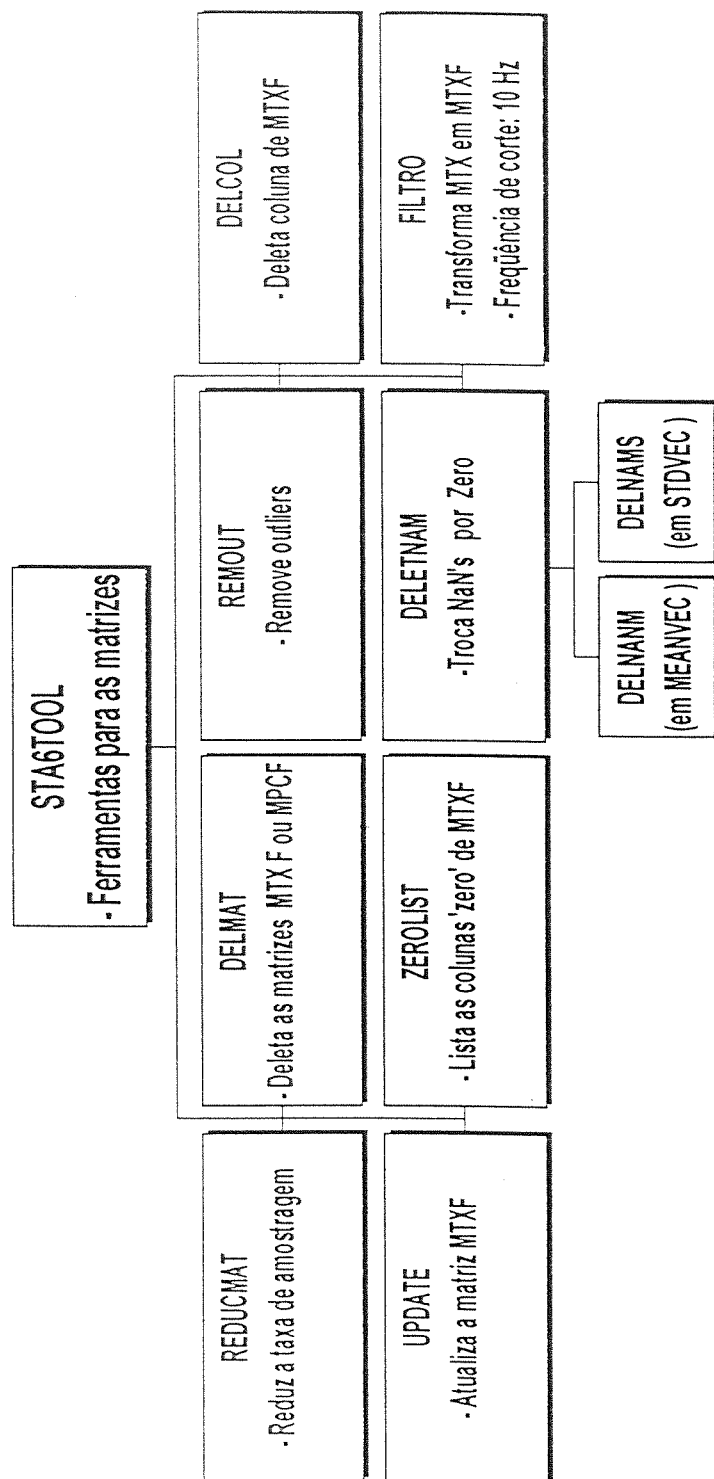


Fig. B.6- Sub-rotina das “ferramentas” para utilização com as matrizes

disp('		)
disp(' ')		
disp('	MAIN MENU	)
disp('		)
disp(' ')		
disp('	1. CREATING THE MATRICES	)
disp(' ')		
disp('	2. PLOT SIGNAL x TIME	)
disp(' ')		
disp('	3. PLOT MEAN PATH LOSS	)
disp(' ')		
disp('	4. PLOT DISTRIBUTIONS	)
disp(' ')		
disp('	5. FOREST-TAMIR THEORY	)
disp(' ')		
disp('	6. TOOLS FOR MATRICES	)
disp(' ')		
disp('	7. QUIT SOFT "STADIS"	)
disp(' ')		
disp('	8. EXIT PGM "MATLAB"	)
disp('		)
disp(' ')		

Fig. B.7 – Menu principal do Programa STADIS

```

%
%
%
%          SUBROUTINE STA1CREA
%
%
%
pointer
disp('          ')
disp(' ')
disp('          CREATING MATRICES          ')
disp('          ')
disp(' ')
disp('          1. MTX - DETERMINISTIC          ')
disp(' ')
disp('          2. MPCF - STATISTICS          ')
disp(' ')
disp('          3. PARAMETERS FOR DIST:          ')
disp(' ')
disp('          - RAYLEIGH          ')
disp('          - LOG-NORMAL          ')
disp('          - NAKAGAMI          ')
disp(' ')
disp('          4. RICIEN K-FACTOR          ')
disp(' ')
disp('          5. BACK TO MAIN MENU          ')
disp('          ')

```

Fig. B.8 – Menu para criação das matrizes a serem utilizadas pelo STADIS

```

%
%
%
%          SUBROUTINE STA2SEC
%
%
%
disp('
disp(' ')
disp('          PLOTTING SIGNAL x TIME  ')
disp('
disp(' ')
disp(' ')
disp('          1. ALL DISTANCES- MTX  ')
disp(' ')
disp('          2. ALL DISTANCES-MTXF  ')
disp(' ')
disp('          3. SELECTING DISTANCE  ')
disp(' ')
disp('          4. MEAN - 1 SECOND      ')
disp(' ')
disp('          5. MEAN - 5 SECONDS     ')
disp(' ')
disp('          6. BACK TO MAIN MENU  ')
disp('

```

Fig. B.9 – Menu para traçado do gráfico sinal recebido versus distância

```

%
%
%
%          SUBROUTINE STA3LOSS
%
%
%
disp('          ')
disp(' ')
disp('          PLOTTING PATH LOSS          ')
disp('          ')
disp(' ')
disp('          I-DISTANCES x 1. ALL HEIGHTS    ')
disp(' ')
disp('          2. SELECTED HEIGHT              ')
disp(' ')
disp('          3. H/V POLARIZATIONS            ')
disp(' ')
disp('          4. STANDARD DEVIATION            ')
disp(' ')
disp('          II-HEIGHTS x 5. All DISTANCES    ')
disp(' ')
disp('          6. SELECTED DISTANCE             ')
disp(' ')
disp('          7. DISTANCE SECTORS              ')
disp('          ')
disp('          8. PATH LOSS SLOPE               ')
disp(' ')
disp('          9. DATA CONSTELATION            ')
disp(' ')
disp('          10.RETURN TO MAIN MENU           ')
disp('          ')

```

Fig. B.10 – Menu para traçado dos gráficos de atenuação de propagação

```

%
%
%
%          SUBROUTINE STA4DIST
%
%
%
disp('
disp(' ')
disp('          PLOTTING          ')
disp('
disp(' ')
disp('          1. RAYLEIGH  DISTRIBUTION  ')
disp(' ')
disp('          2. GAUSSIAN  DISTRIBUTION  ')
disp(' ')
disp('          3. LOG-NORMAL DISTRIBUTION ')
disp(' ')
disp('          4. NAKAGAMI  DISTRIBUTION  ')
disp(' ')
disp('          5. RICIAN   DISTRIBUTION   ')
disp('
disp('
disp('          6. ALL FIVE DISTRIBUTIONS ')
disp(' ')
disp('          7. THE  BEST DISTRIBUTIONS  ')
disp(' ')
disp('          8. TABLE OF PARAMETERS (7) ')
disp(' ')
disp('          9. PARAMETERS x DIST / HEI  ')
disp(' ')
disp('          10. BACKING TO MAIN MENU    ')
disp('
disp('
disp(' ')

```

Fig. B.11 – Menu para traçado dos gráficos das distribuições

```

% _____
%
%
%
%          SUBROUTINE STA5FOR
%
% _____
whitescr
disp('          _____ ')
disp(' ')
disp('          FOREST THEORY          ')
disp('          _____ ')
disp(' ')
disp('          1. LOW BASE STATION      ')
disp(' ')
disp('          2. HIGH BASE STATION      ')
disp(' ')
disp('          3. GAMMA COEFFICIENT      ')
disp(' ')
disp('          4. MAIN MENU              ')
disp('          _____ ')

```

Fig. B.12 – Menu para traçado dos gráficos relativos ao modelo de Tamir

```

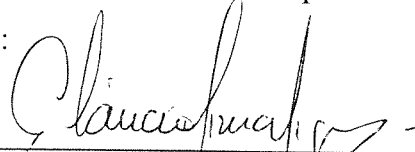
%
%
%
%          SUBROUTINE STA6TOOL
%
%
%
disp('          ')
disp(' ')
disp('          MATRICES TOOLS          ')
disp('          ')
disp(' ')
disp('          1. DELETING MATRIX MTXF ')
disp(' ')
disp('          2. DELETING MATRIX MPCF ')
disp(' ')
disp('          3. REDUCING SAMPLE RATE ')
disp(' ')
disp('          4. REMOVING THE OUTLIERS ')
disp(' ')
disp('          5. DELETING COLUMN MTXF ')
disp(' ')
disp('          6. UPDATING MATRIX MTXF ')
disp(' ')
disp('          7. FINDIND 0-COL OF MTXF  ')
disp(' ')
disp('          8. CHANGING NaN TO ZERO  ')
disp(' ')
disp('          9. FILTERING MATRIX MTX  ')
disp(' ')
disp('          10.BACKING TO MAIN MENU ')
disp('          ')

```

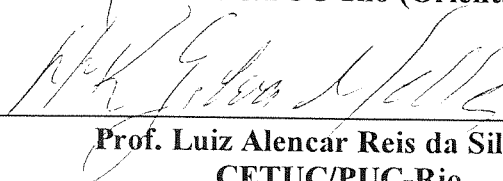
Fig. B.13 – Menu das “ferramentas” para utilização com as matrizes

**CARACTERIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO
NOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS CELULARES
EM ÁREAS URBANAS**

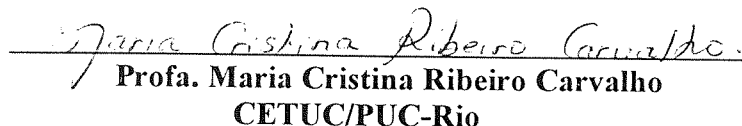
Tese de Doutorado apresentada por *Julio Cesar Rodrigues Dal Bello* em 06 de fevereiro de 1998 ao Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio e aprovada pela Comissão Julgadora, formada pelos seguintes membros:



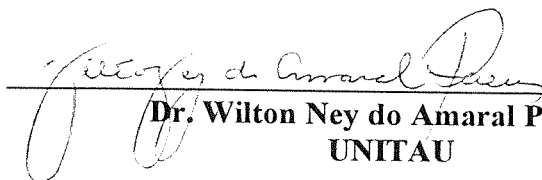
Prof. Gláucio Lima Siqueira
CETUC/PUC-Rio (Orientador)



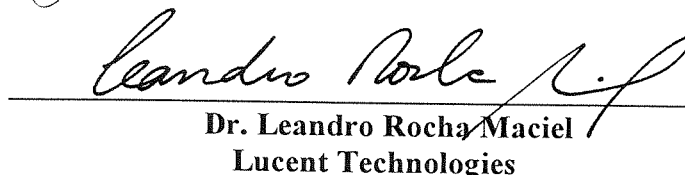
Prof. Luiz Alencar Reis da Silva Mello
CETUC/PUC-Rio



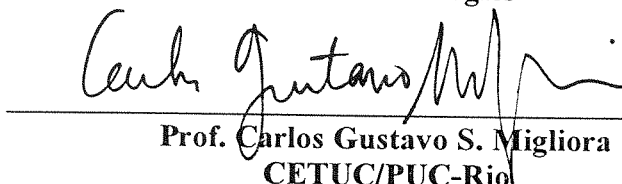
Profa. Maria Cristina Ribeiro Carvalho
CETUC/PUC-Rio



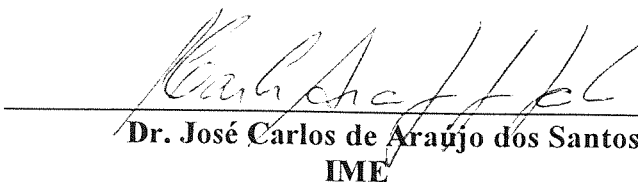
Dr. Wilton Ney do Amaral Pereira
UNITAU



Dr. Leandro Rocha Maciel
Lucent Technologies



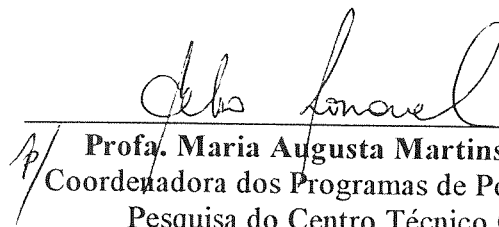
Prof. Carlos Gustavo S. Migliora
CETUC/PUC-Rio



Dr. José Carlos de Araújo dos Santos
IME

Visto e permitida a impressão

Rio de Janeiro, 09/02/98



Profa. Maria Augusta Martins Davidovich
**Coordenadora dos Programas de Pós-Graduação e
Pesquisa do Centro Técnico Científico**