

## **SOFTWARE GERENCIADOR DE TESTES E MEDIDAS EM TECNOLOGIA FDMA/TDMA**

**Carlos Bruno Fróes dos SANTOS (1); Carlos Gomes FONTINELLE (2)**

(1) CEFET-AM/UNED, Av. Danilo Aersa, S/N, (92) 3613-3535, (92) 3613-3530, e-mail:

[bruno\\_froes@hotmail.com](mailto:bruno_froes@hotmail.com)  
[carlos\\_fontinelle@yahoo.com.br](mailto:carlos_fontinelle@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um ambiente computacional para realização de testes e medidas utilizando telefones móveis celulares das tecnologias FDMA e TDMA no Laboratório de Comunicação Celular da UNED do CEFET-AM. Este programa monitora remotamente, através de uma interface GPIB, os instrumentos específicos dessas tecnologias, onde os ensaios serão realizados por radiofrequência para obter a avaliação de desempenho de um telefone celular. A metodologia utilizada foi o estudo e aplicação da linguagem HPVEE do fabricante Agilent Technologies, leitura e interpretações dos parâmetros elétricos de medidas e testes constantes nos manuais dos equipamentos de Telefonia Celular medidas e testes elétricos realizados nos telefones celulares em fábrica, fins de avaliar o seu desempenho. Por se tratar de uma pesquisa experimental, o software didático criado chamado RF Teste FDMA/TDMA mostrou ser uma ferramenta bastante útil e amigável no controle e gerenciamento remoto dos testes e medidas realizadas nos telefones celulares analógicos e digitais, beneficiando sobremaneira as aulas práticas das disciplinas que tratam sobre comunicações móveis celulares. Foram alcançados os seguintes resultados, entre outros: levantamento das características elétricas dos telefones celulares analógicos e digitais pertencentes ao ambiente laboratorial utilizado e identificação dos parâmetros de identificação e/ou localização do móvel.

**Palavras-chave:** telefonia móvel celular, tecnologias FDMA e TDMA, software didático, testes e medidas

## **1. INTRODUÇÃO**

O CEFET-AM foi contemplado com uma doação significativa da empresa Nokia do Brasil, fabricante de telefones celulares, que doou vários equipamentos de testes e medidas em telecomunicações (analisadores de espectro, analisadores de FDMA/TDMA e CDMA, analisadores de áudio, fontes de alimentação, multímetros digitais, gerador de RF, osciloscópio digital, cabo GPIB, etc), para aperfeiçoar o Laboratório de Comunicação Celular do Curso Superior em Sistemas de Telecomunicações do CEFET-AM. Porém esses equipamentos não vieram acompanhados de seus respectivos acessórios como cabos de RF, conectores, manuais de operação, telefones celulares dentre outros, ocasionando a subutilização desses equipamentos pelo corpo docente da instituição. Tendo em vista a falta de experiência do corpo discente na operação e manuseio dos instrumentos do laboratório supracitado e também a importância de associar o conhecimento teórico adquirido em sala de aula com a utilização prática dos equipamentos, o objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um ambiente computacional na dependência do Laboratório de Comunicação Celular do CEFET-AM para realização de medidas e testes utilizando telefones móveis celulares das tecnologias FDMA e TDMA, destinado às instituições de ensino técnico como software didático para auxiliar as atividades práticas laboratoriais das disciplinas que tratam de sistemas móveis celulares. Esta ferramenta virtual monitorará remotamente os instrumentos específicos dessas tecnologias, onde os testes e medidas serão realizados por rádio frequência (RF) para obter a avaliação de desempenho do telefone celular.

## **2. EQUIPAMENTOS**

O ambiente computacional RF Teste FDMA-TDMA foi desenvolvido na linguagem Agilent VEE Pro versão 7.0 do fabricante Agilent Technologies, na plataforma Windows 98 segunda versão.

Para o desenvolvimento do software foi utilizado o computador do laboratório de comunicação celular e os instrumentos HP 8920B RF Communications Test Set, HP 83206A TIA/EIA-136 Cellular Adapter e HP8594E Spectrum Analyzer, conectados através de cabo GPIB controlados pela interface HP USB/GPIB Cable 82357A. O celular utilizado para teste é o Nokia TDMA modelo 2220.

## **3. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DO SOFTWARE**

Ao executar o software o mesmo mostra inicialmente, passo a passo, através de imagens, como montar detalhadamente e endereçar todo o sistema para o perfeito funcionamento do programa.

O ambiente de controle (figura 1) é dividido em várias partes: no canto superior esquerdo, encontra-se o campo de IDENTIFICAÇÃO DO MÓVEL, onde é mostrado o ESN (número de série do telefone celular), Nº. DO TEL (número do telefone), Nº. DISCADO (número discado pelo móvel) e o Nº. CHAMADO (número chamado de quem liga para o móvel). A figura 2 mostra com mais detalhes este campo.

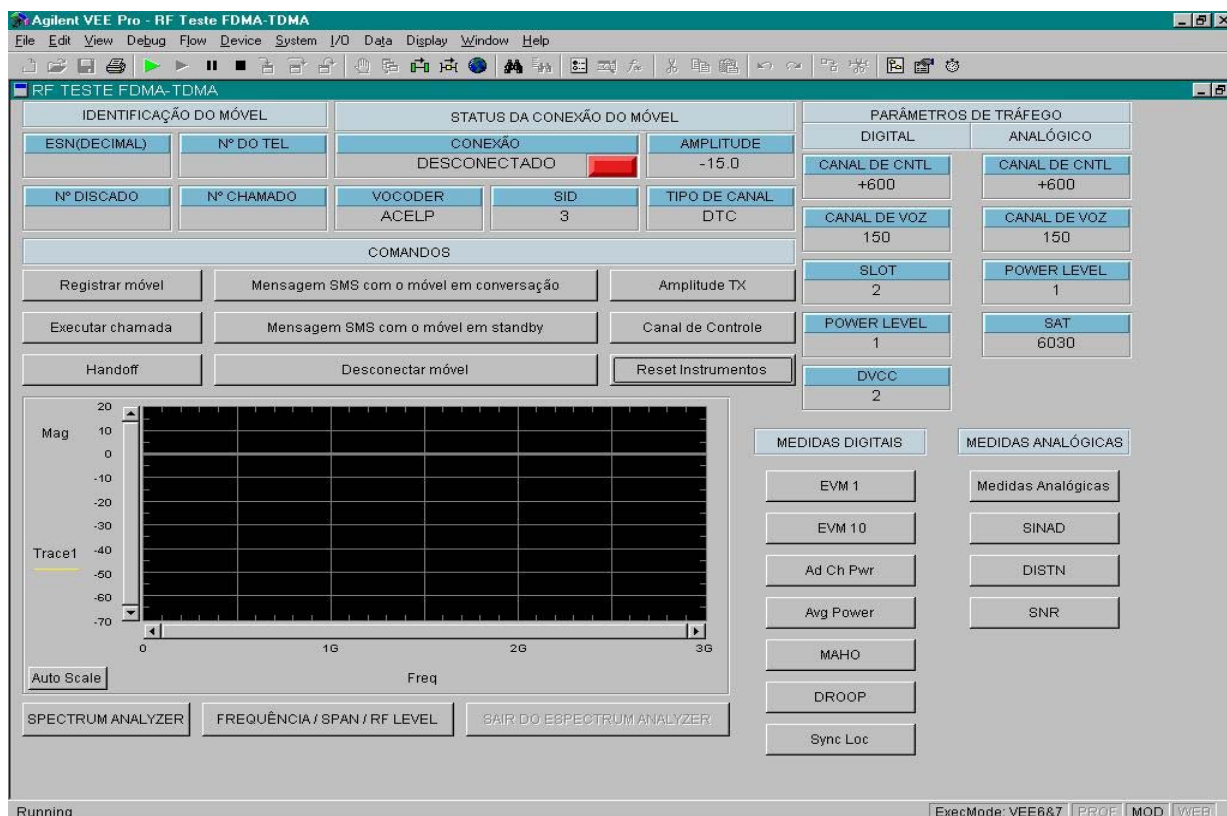


Figura 1 – Ambiente de controle

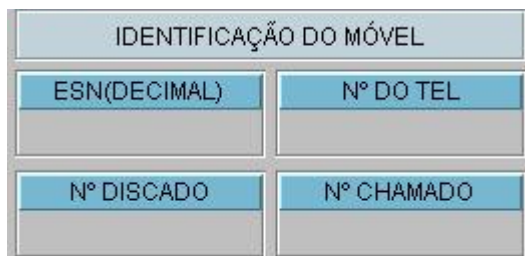


Figura 2 - Campo de identificação do móvel no ambiente de controle

No canto superior central, encontra-se o campo de STATUS DA CONEXÃO DO MÓVEL, onde é mostrada a CONEXÃO que pode representar cinco situações: DESCONECTADO ■, REGISTRANDO MÓVEL ■, EXECUTANDO CHAMADA ■, CHAMANDO O MÓVEL ■ e CONECTADO ■. Também é mostrado a AMPLITUDE (amplitude do canal de controle), VOCODER (codificador de voz), SID (Identificador do Sistema) e TIPO DE CANAL (canal digital DTC ou canal analógico AVC). A figura 3 mostra com mais detalhes este campo.

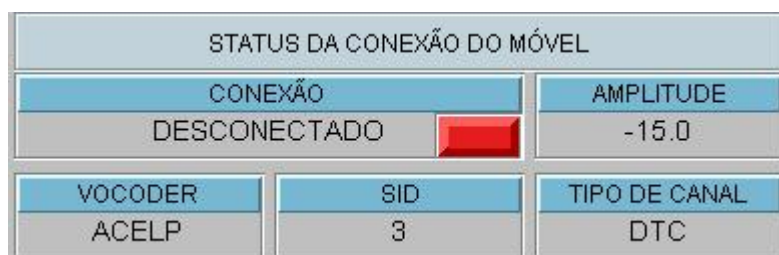


Figura 3 - Campo de Status da conexão do móvel no ambiente de controle

No canto superior direito, encontra-se o campo PARÂMETROS DE TRÁFEGO que pode ser DIGITAL ou ANALÓGICO. No campo DIGITAL, têm-se os seguintes parâmetros: CANAL DE CNTL, CANAL DE VOZ, SLOT, POWER LEVEL e DVCC. No campo ANALÓGICO têm-se os seguintes parâmetros: CANAL DE CNTL, CANAL DE VOZ, POWER LEVEL E SAT. A figura 4 mostra com mais detalhes este campo.

PARÂMETROS DE TRÁFEGO	
DIGITAL	ANALÓGICO
CANAL DE CNTL +600	CANAL DE CNTL +600
CANAL DE VOZ 150	CANAL DE VOZ 150
SLOT 2	POWER LEVEL 1
POWER LEVEL 1	SAT 6030
DVCC 2	

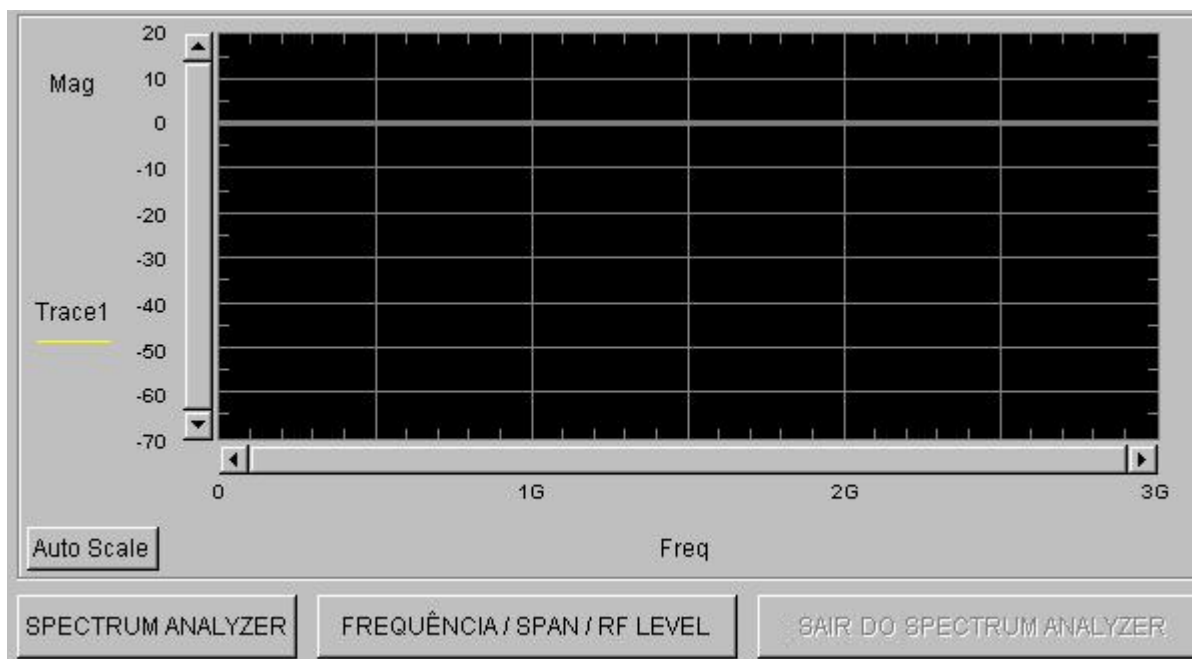
**Figura 4 - Campo de parâmetros de tráfego do móvel no ambiente de controle**

No lado esquerdo mediano, encontra-se o campo COMANDOS formado pelos seguintes comandos: Registrar móvel, Executar chamada, Handoff, Mensagem SMS com o móvel em conversação, Mensagem SMS com o móvel em standby, Desconectar móvel, Amplitude TX (amplitude do canal de controle), Canal de controle e Reset instrumentos (reinicia os instrumentos para a configuração padrão). A figura 5 mostra com mais detalhes este campo.

COMANDOS		
Registrar móvel	Mensagem SMS com o móvel em conversação	Amplitude TX
Executar chamada	Mensagem SMS com o móvel em standby	Canal de Controle
Handoff	Desconectar móvel	Reset Instrumentos

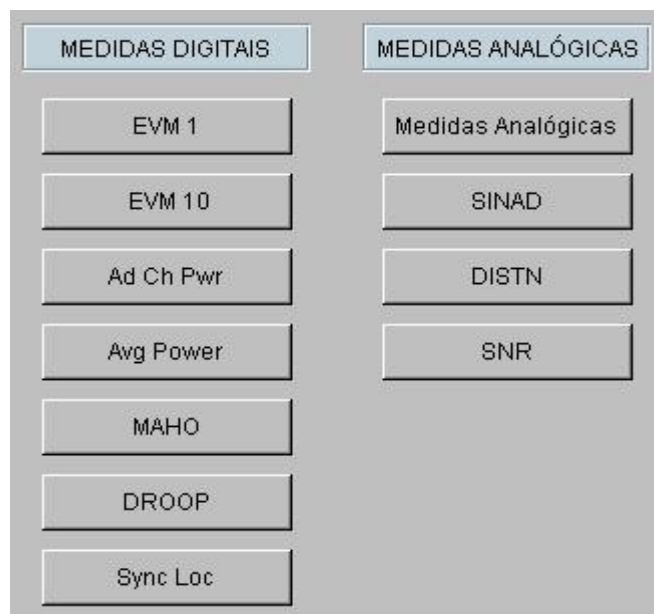
**Figura 5 - Campo de comandos no ambiente de controle**

No canto inferior esquerdo, encontra-se o campo do SPECTRUM ANALYZER formado pela tela do espectro de frequência e os comandos SPECTRUM ANALYZER (habilita o analisador de espectro), FREQUÊNCIA /SPAN / RF LEVEL (seleciona frequência central, largura da banda de frequências e nível de potência, respectivamente) e SAIR DO SPECTRUM ANALYZER (desabilita o analisador de espectro). Abaixo da tela, encontra-se o comando Freq (seleciona a banda de frequências a ser analisada), o comando Mag (seleciona o intervalo do nível de amplitude a ser analisada e também pode ser configurado para manual ou automático a varredura das amplitudes) e o Trace1 (seleciona o tipo de cor do traço exibido na tela do espectro de frequência no ambiente de controle) A figura 6 mostra com mais detalhes este campo.



**Figura 6 - Campo do analisador de espectro no ambiente de controle**

No canto inferior direito, encontra-se o campo MEDIDAS DIGITAIS e MEDIDAS ANALÓGICAS. O campo MEDIDAS DIGITAIS é formado por: EVM 1, EVM 10, Ad Ch Pwr, Avg Power, MAHO, DROOP e Sync Loc, e o campo MEDIDAS ANALÓGICAS é formado por: Medidas Analógicas, SINAD, DISTN e SNR. A figura 7 mostra com mais detalhes este campo.



**Figura 7 - Campo de medidas digitais e analógicas no ambiente de controle**

## **4. MEDIDAS REALIZADAS NO AMBIENTE COMPUTACIONAL**

### **4.1. Inicialização**

Quando o móvel é ligado, ele executa uma série de tarefas de inicialização antes de incorporar um estado de acampado (sintonizado). O móvel permanece neste estado de acampado até que receba uma ordem diferente.

#### **4.2. Registrar Móvel**

Uma vez que o móvel acampa, o comando REGISTRAR MÓVEL executa um registro autônomo de modo que o sistema saiba onde o móvel está situado dentro da área de cobertura dos sistemas. O registro inclui o número de telefone do móvel, o Electronic Serial Number (ESN), seu protocolo, nível de potência e capacidades de banda de frequência.

#### **4.3. Originação de Chamadas**

A originação de chamadas ocorre quando o usuário do telefone celular realiza uma chamada.

#### **4.4. Executar Chamadas (paging)**

Realiza uma chamada para um telefone celular.

#### **4.5. Handoff**

Faz com que uma chamada seja roteada para uma novo parâmetro de tráfego de acordo com o tipo de handoff digital para digital, digital para analógico, analógico para digital ou analógico para analógico.

#### **4.6. Mensagem SMS (Short Message Service)**

É o comando de serviço de mensagens curtas que permite que o aparelho de celular em modo de conversação e standby (modo de espera) envie e receba mensagens de texto.

#### **4.7. Desconectar Móvel**

Realiza a desconexão do canal de voz utilizado pelo telefone celular.

#### **4.8. Amplitude TX**

Ajusta o nível de potência do sinal de controle.

#### **4.9. Reset Instrumentos**

Reinicializa os instrumentos para a configuração inicial.

### **5. MEDIDAS REALIZADAS NO AMBIENTE COMPUTACIONAL**

#### **5.1. EVM (%)**

A magnitude do vetor de erro (EVM) é uma medida da qualidade da modulação. O teste mede um “erro de vetor” como a diferença entre o ponto de dados modulado atual e ponto de dados “ideal”.

#### **5.2. Peak EVM (%)**

A magnitude de pico do vetor de erro, EVM% de pico, é o pior caso de EVM medido para um símbolo em todo burst de medição, e é dada em porcentagem.

#### **5.3. TX Power (dB)**

A medida TX Power (dB) mostrada durante a medida de EVM 1 é relativa ao nível de um sinal de referência externo que você deseja emitir. O principal benefício desta medida é habilitar a medida de sinais com níveis muito baixos.

#### **5.4. Frequency Error (kHz)**

É a medida do quanto de deslocamento que há da frequência do centro através do curso de único burst, ou seja, é a diferença de frequência entre a portadora do aparelho celular e a frequência recebida pelo Test Set.

#### **5.5. Ad Ch Power**

É a medida de potência dos canais adjacente e alternados em relação à potência do canal de transmissão.

### **5.6. Average Power (mW)**

É a medida da média de potência do envelope de um burst.

### **5.7. Max ABS (dB)**

É uma medida da potência entre o conversor analógico-digital (ADC) até a entrada do Conector de RF do Celular.

### **5.8. RSSI – Curr Chan (dBm)**

O Received Signal Strength Indicator (RSSI) é a informação sobre a potência de RF recebida e medida pelo móvel que é transmitida do móvel à estação rádio base;

### **5.9. BER (%)**

O Bit Error Rate (BER) é a medida primária de sensibilidade do receptor. Melhor sensibilidade do receptor significa que o telefone terá melhor desempenho quando um sinal baixo estiver presente, ou seja, indica a capacidade do receptor de demodular corretamente os dados.

### **5.10. DROOP (dB)**

É a medida que observa o comprimento ao longo do burst e calcula o quanto a amplitude baixa do início ao fim do burst durante a transmissão.

### **5.11. Sync Loc (bits)**

É a medida dos números de períodos de bits de um trigger para o começo da primeira palavra de sincronismo detectada no domínio do tempo.

### **5.12. TX Freq Error (kHz)**

É a medida da frequência de erro da portadora sendo transmitida pela estação móvel.

### **5.13. FM Deviation (kHz)**

É a medida de desvio de FM da portadora sendo transmitida pela estação móvel.

### **5.14. AF Freq (kHz)**

É a medida de frequência do sinal aplicado no conector do painel frontal AUDIO IN.

### **5.15. SINAD (dB)**

É a medida de sensibilidade de áudio do receptor do móvel em canal de voz analógico. Ela é a razão do sinal + ruído + distorção dividido por ruído + distorção, expressa em dB.

### **5.16. DISTN (%)**

É a medida de qualidade de áudio que compara o nível de sinal de áudio do móvel da frequência especificada ao nível das frequências presentes na harmônica.

### **5.17. SNR (dB)**

É a medida da relação Sinal/Ruído da estação móvel.

## **6. CONCLUSÃO**

Diante da implementação do software RF Teste FDMA/TDMA, o mesmo mostrou ser uma ferramenta bastante útil e amigável para controlar e gerenciar remotamente os testes e medidas realizadas em telefones celulares da tecnologia FDMA/TDMA, utilizando os equipamentos do Laboratório de Comunicação Móvel Celular do CEFET-AM.

Primeiramente, foram apresentados os equipamentos e linguagem utilizados pelo software. Em seguida, foi abordado o ambiente computacional descrevendo-se os campos do ambiente de controle. Depois, foram explanados os principais testes e medidas utilizados pelo fabricante dos aparelhos celulares. Este trabalho pode, ainda, servir como referência para elaboração de procedimentos de práticas laboratoriais utilizando tais tecnologias.

Um fator determinante para a qualidade de captação do sinal do telefone celular é a diversidade dos sinais irradiados das operadoras TDMA atuantes na área de cobertura da instituição, ocasionando a “disputa” do móvel pelo “acampamento” do melhor nível de sinal independente da operadora, tendo em vista que o laboratório do CEFET-AM não tem isolamento eletromagnético. Conseqüentemente, em todos os procedimentos de testes e medidas, deve-se aproximar o telefone celular das antenas conectadas nos instrumentos para um melhor desempenho.

Em trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de ferramenta computacional similar para a tecnologia CDMA.

Outra sugestão para trabalhos futuros é criar uma rede FDMA/TDMA e/ou CDMA, desde que a infraestrutura laboratorial possua uma blindagem eletromagnética.

## REFERÊNCIAS

DOS SANTOS, Carlos Bruno Fróes. **Software Gerenciador de Testes e Medidas em Tecnologia FDMA/TDMA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Manaus: CEFET/UNED, 2006.

AZEVEDO, Raimundo Edney dos Santos. **Medidas e testes de telefones celulares em equipamentos de tecnologia TDMA do Laboratório de Comunicação Celular da Uned**. Manaus: CEFET/UNED, 2006.

AGILENT. **Fundamentals of AMPS / TDMA Technology**. Manaus, 2004.

HEWLETT PACKARD. **Seminário de Telefonia Celular**. Manaus, [S.d.].

AGILENT. **Agilent VEE PRO User's Guide**. Agilent Technologies, 2004.

AGILENT. **Advanced Programming Techniques**. Agilent Technologies, 2004.

AGILENT. **HP 8920B TDMA Mobile Station Test Set Application Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 10 de maio 2006.

AGILET. **8920B GPIB Programmers Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 15 de setembro 2005.

AGIELNT. **8920B RF Communications Test Set User's Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 10 de maio 2006.

AGILENT. **8920B Option 800 and 801 Programming Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 15 de outubro 2005.

AGILENT. **HP 83206A IS-136 Test Adapter User's Guide**. Agilent Technologies, 2000.

AGILENT. **HP 8590 E-Series and L-Series Spectrum Analyzer User's Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 07 de outubro 2005.

AGILENT. **HP 8590 E-Series and L-Series Spectrum Analyzer Programming Guide**. Agilent Technologies, 2000. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 07 de outubro 2005.

AGILENT. **82357A User's Guide**. Agilent Technologies, 2005. Disponível em <<http://www.agilent.com>> Acesso em: 23 de junho 2005.

BERNI, Daniel. **Entenda o que é o FIELD TEST**. Revista Saber Eletrônica, São Paulo, n.356, set. 2002.



HELFRICK, Albert D.; COOPER, William D. **Instrumentação Eletrônica Moderna e Técnicas de Medição**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1990.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, Nosso Senhor, por me conceder mais uma conquista em minha vida.

Aos meus pais, Carlos e Graça, pelas preocupações que passaram por minha causa, por terem dedicado suas vidas a mim, pelo amor, carinho e estímulo que me ofereceram.

Às minhas irmãs, Cristina e Vanessa, que sempre me apoiaram e me compreenderam em todas as minhas decisões.

À minha noiva, Cláudia, pela paciência, dedicação e apoio nas horas difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Carlos Fontinelle, pelo apoio, paciência, orientação, amizade e confiança depositada. Agradeço muito por tudo que aprendi com ele.