

# DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DIGITALIZAÇÃO E AQUISIÇÃO EM TEMPO REAL DE DADOS DE EXPLOSÕES SOLARES EM ONDAS MILIMÉTRICAS.

Marcelo Nunes de Carvalho

Aluno da Universidade de Taubaté – Bolsista PIBIC/CNPq

Orientador: Dr. José Roberto Cecatto, Pesquisador, DAS

Sabemos que o novo ciclo de máximo de atividade solar já se iniciou e está previsto para estender-se até cerca de 2005. O máximo está previsto para 2000-2001. Por este motivo, estamos desenvolvendo programas para operação com o nosso sistema de aquisição de dados para permitir a coleta de dados em tempo real pelo Receptor de Frequência Variável (RFV). O RFV é um espectroscópio de alta sensibilidade ( $< 0,1$  UFS) e altas resoluções espectral (1 GHz) e temporal (0,6 s) que opera dentro da faixa 18-23 GHz para observações de fenômenos solares.

Usando um microcomputador Pentium II 300 MHz, uma placa digitalizadora CIO-DAS 1600/16 de 16 bits da Computer Boards Inc., a biblioteca universal dos programadores, e a linguagem HP Visual Engineering Environment (HP-VEE) desenvolvemos uma versão do programa de aquisição de dados em tempo real. Na versão atual, o programa já efetua a aquisição de dados necessitando ainda de alguns ajustes para a versão final.

Neste trabalho, apresentaremos as características do sistema micro-placa, da linguagem HP-VEE e a versão atual do programa com fluxograma descrevendo sua operação.

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA  
DIGITALIZAÇÃO E AQUISIÇÃO EM TEMPO REAL DE  
DADOS DE EXPLOSÕES SOLARES EM ONDAS  
MILIMÉTRICAS

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

São José dos Campos, 2 de julho 1999

Bolsa de iniciação científica

Modalidade de bolsa/agência financiadora: PIBIC/CNPQ

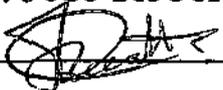
Vigência: Setembro/98 a Julho/99

# RELATÓRIO

Bolsista: Marcelo Nunes de Carvalho

Marcelo Nunes de Carvalho

Orientador: Dr. José Roberto Cecatto

  
\_\_\_\_\_

# Sumário

Introdução.....	2
Receptor de Frequência Variável – RFV.....	3
Método Observacional.....	4
Formato de saída dos dados do RFV.....	5
Sistema atual de aquisição de dados.....	6
Programa de aquisição de dados.....	7
Testes com o programa.....	11
Conclusão.....	12
Referências Bibliográficas.....	12

## 1 – Introdução

A atividade solar e seus efeitos associados não se constituem num fato isolado, uma vez que os fenômenos solares podem atingir a Terra e as atividades humanas direta ou indiretamente. A quantidade de atividades humanas que sofrem influência dos fenômenos solares cresce em proporção a nossa dependência aos sistemas dependentes de tecnologia que são muito sensíveis a seus efeitos.

Entre esses fenômenos estão as chamadas explosões ou fulgurações solares. São fenômenos que liberam grandes quantidades de energia, durante um tempo que pode variar de poucas dezenas de segundos a  $\leq 2$  horas, dependendo de sua intensidade. Apresentam um amplo espectro que vai desde ondas de rádio até raios - X e raios -  $\gamma$ . Ocorrem em determinados locais da atmosfera solar, conhecidos como regiões ativas, que estão associadas às manchas solares e se caracterizam por seus intensos campos magnéticos (100 – 1000 G) distribuídos em forma de arco como mostra a Figura 1 a seguir.

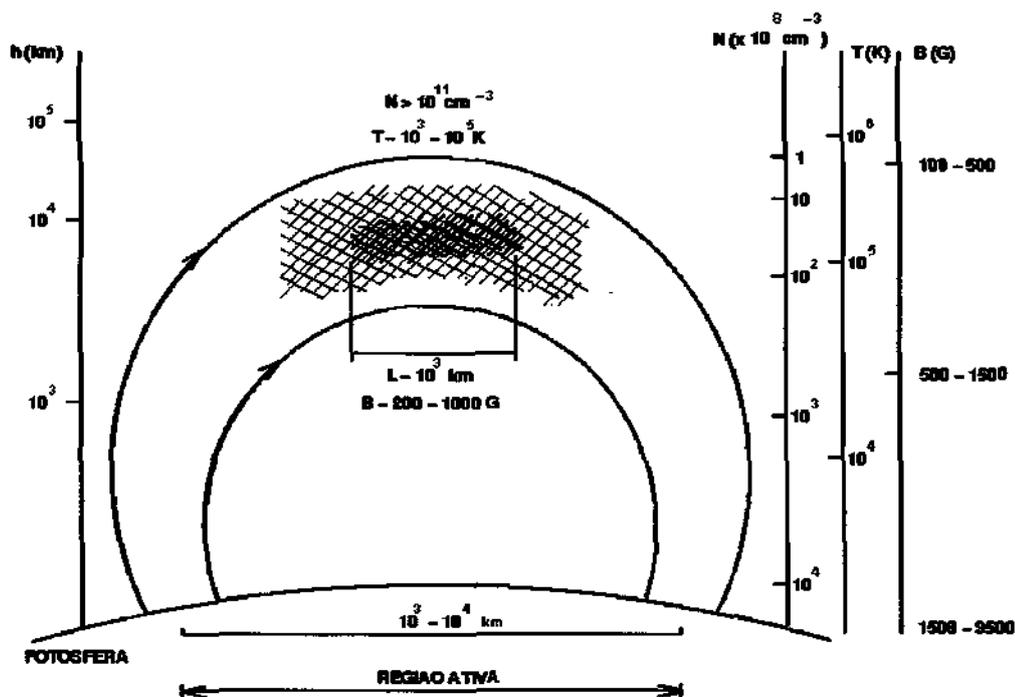


Figura 1 – Região ativa solar

Para a investigação destes fenômenos, que ocorrem em diversos comprimentos de onda do espectro – rádio, ultravioleta, raios - X – são utilizados diversos tipos de instrumento desde imageadores até espectrógrafos e polarímetros. No caso deste trabalho, foi utilizado o Receptor de Frequência Variável (RFV) que é descrito na seção seguinte.

Devido a reformas sofridas no Rádio Observatório do Itapetinga (ROI) e à substituição do sistema de aquisição de dados do RFV, por outro sistema dotado de

tecnologia mais atual, houve a necessidade de desenvolvimento de novos programas para permitir a aquisição de dados deste instrumento para o próximo máximo de atividade solar. A finalidade deste trabalho foi efetuar o desenvolvimento do programa de aquisição de dados de explosões solares para operar junto ao RFV.

## 2 – Receptor de Frequência Variável - RFV

O RFV opera em ondas de rádio dentro da faixa de frequências de 18 a 23 GHz. Este instrumento é um espectrógrafo de alta sensibilidade (0,03 – 0,06 unidades de fluxo solar) com altas resoluções espectral (1GHz) e temporal (0,6 – 1,2s) que está instalado no foco da antena de 13,7m de diâmetro do ROI e efetua observações de fenômenos solares regularmente desde 1988 (Sawant et al., 1994). A figura 2 apresenta o digrama de blocos do instrumento.

Entre as investigações realizadas com dados do RFV, são também realizados estudos das emissões solares observadas simultaneamente com outros observatórios e satélites com instrumentos que medem a emissão em raios - X. Através de observações simultâneas em raios - X, é possível determinar com maior precisão os parâmetros físicos (densidade, campo magnético e energia dos elétrons emissores) de fontes de explosões solares em microondas (Sawant et al., 1997).

### RECEPTOR DE FREQUENCIA VARIÁVEL

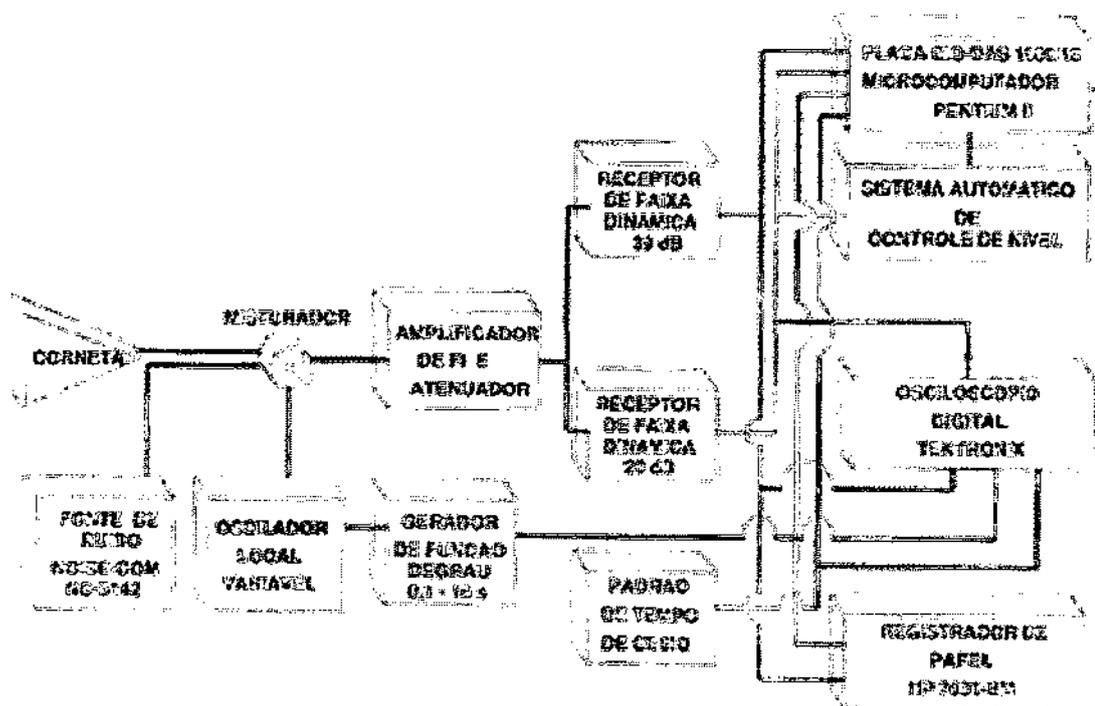


Figura 2 – Diagrama de blocos do Receptor de Frequência Variável

### 3 – Método observacional

O mapa solar é efetuado em 22 GHz (frequência de operação ótima da corneta). Consiste de 19 varreduras do disco solar no sentido leste – oeste e vice-versa, com duração de cerca de 20s e amplitude  $> 30'$  de arco cada varredura, percorrendo desde o limbo norte até o limbo sul do sol. Durante esse tempo são efetuadas cerca de 100 leituras de voltagem. A partir da matriz de dados e da calibração que fornece a razão temperatura/voltagem pode-se construir as isotermas mapeando o disco solar naquela frequência. Também pode-se determinar as coordenadas das regiões ativas solares presentes no disco. A Figura 3 mostra como exemplo um mapa solar obtido pelo RFV em 22GHz (Cecatto, 1996).

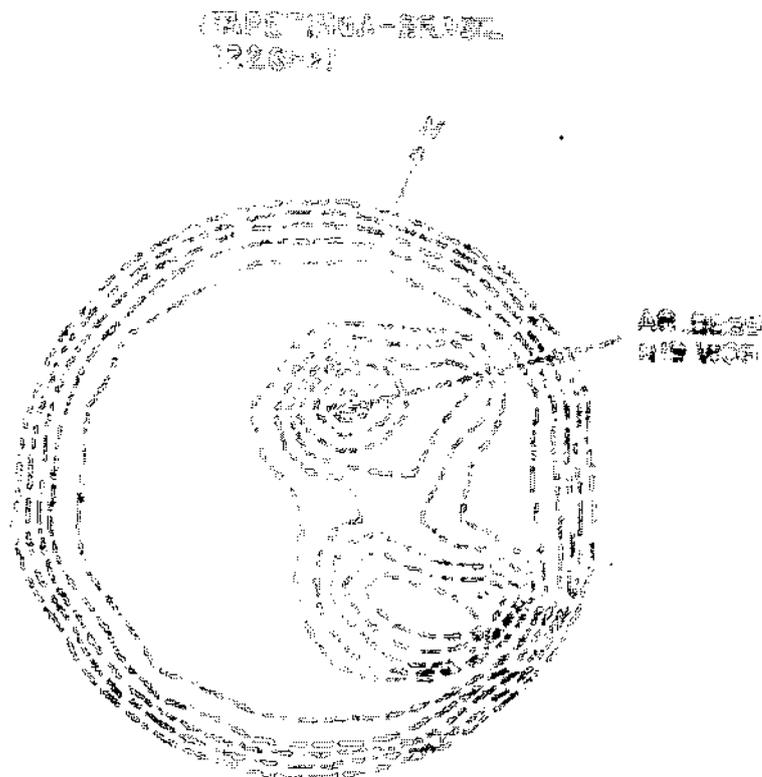


Figura 3 – Mapa solar em rádio na frequência de 22GHz

A partir das coordenadas das regiões ativas determinadas, é feita a escolha da região ativa a ser observada. Tem início, então, o monitoramento da emissão da região ativa escolhida, dentro da faixa de frequências de 18 a 23 GHz, apontando a antena para suas coordenadas. Neste caso, possíveis fenômenos solares explosivos que ocorram durante o tempo das observações podem ser registrados pelo sistema de aquisição de dados.

Ao longo do período de 15-20 dias alocado para as observações, são realizadas sessões de calibração de temperatura de antena, largura do feixe e área

efetiva da antena em cada frequência, e da razão temperatura/voltagem, a partir de uma fonte puntual padrão de fluxo conhecido na frequência de observação ( a saber: Júpiter, Virgo A).

#### 4 – Formato de saída dos dados do RFV

A Figura 4 exibe o formato dos dados nos 3 canais de saída do RFV. Estes dados tem que ser digitalizados e gravados para posterior tratamento e análise. Neste sentido, o programa de aquisição deve ser capaz de permitir o registro dos dados nos 3 canais de acordo tanto com a taxa de amostragem e faixa de voltagem de operação dos canais quanto com a resolução temporal e a sensibilidade do sinal.

Deve ser ressaltado que o sinal possui uma taxa de amostragem de cerca de 100 pontos por segundo e sua faixa vai de  $-5V$  a  $+5V$ . Além disso, é constituído de 6 níveis, correspondendo a cada uma das 6 frequências de operação do RFV, com duração de 0,1s em cada nível. Esses níveis são controlados pela marca de frequências que consiste de uma escada com 6 níveis de tensão, com amplitude de  $-0,2V$  cada, a partir do nível 0V que corresponde à 18 GHz, aplicados ao oscilador local para variar a frequência de operação do RFV entre 18 e 23 GHz.

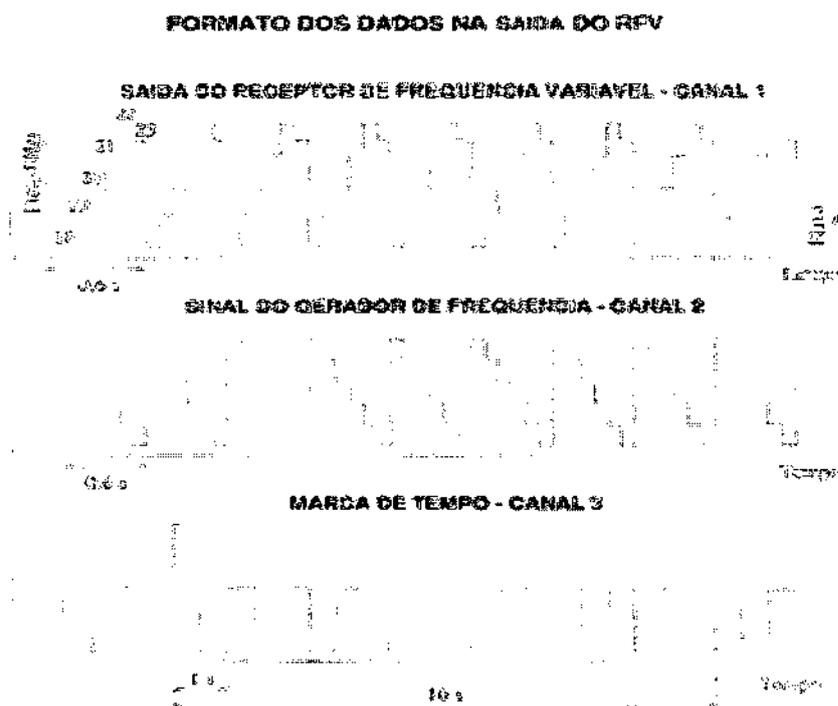


Figura 4 – Formato de saída dos dados do RFV

A marca de tempo, consiste de um sinal fornecido pelo sistema Global Position System (GPS), que fornece o tempo universal (UT), de acordo com o padrão de tempo de Greenwich, com uma precisão da ordem de frações de

milissegundo. Desta forma, é adequado para o registro de fenômenos variações temporais maiores ou da ordem de segundos.

## 5 – Sistema atual de aquisição de dados

O sistema atual é composto de :

- Microcomputador PC-Pentium II 300 MHz
- Placa CIO-DAS 1600/16 (Computer Boards, Inc.)
- HP-VEE
- Biblioteca universal dos programadores

### Microcomputador PC-Pentium II 300MHz

A configuração mínima necessária para se utilizar a linguagem de programação HP-VEE junto a biblioteca universal dos programadores é um Pentium 133 MHz com 32MB de RAM. Foi adotada uma configuração superior com 300MHz de “clock” para evitar problemas com limitação da máquina.

### Placa CIO-DAS 1600/16

A placa possui velocidade compatível com as necessidades do sistema (100000 amostras por segundo) , além de possuir uma série de recursos que facilitam o processo (seletores de endereço, DMA, número de canais, entre outros).

A placa possui 16 canais (CH0-CH15). No esquema de aquisição montado, a placa funciona como “terminal único” (cada entrada de dados só é conectada a um pino, pois a diferença de potencial será dada pelo pino com o terra) com terra comum (apenas uma entrada 0V para todos os canais) (vide Manual da placa, 1997).

### HP-VEE

É uma linguagem de programação visual. Os programas são criados conectando - se objetos (blocos que executam determinadas funções) entre si com linhas de dados. Permite fácil criação de interfaces.

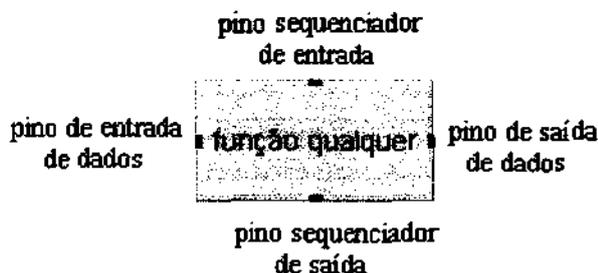


Figura 5 - Pinos de entrada e saída para uma função do HP-VEE

A Figura 5 acima mostra um objeto genérico do HP-VEE. O pino da esquerda deverá ser conectado à saída de alguma função e o pino da direita poderá ser conectado à entrada de outra função. Os pinos sequenciadores servem para mostrar a

seqüência em que o HP-VEE vai executar o programa, ou seja, a função seguinte será aquela que possui uma linha de dados conectando o pino sequenciador de entrada dela com o pino sequenciador de saída da função que está ativa no momento (Helsel, 1997).

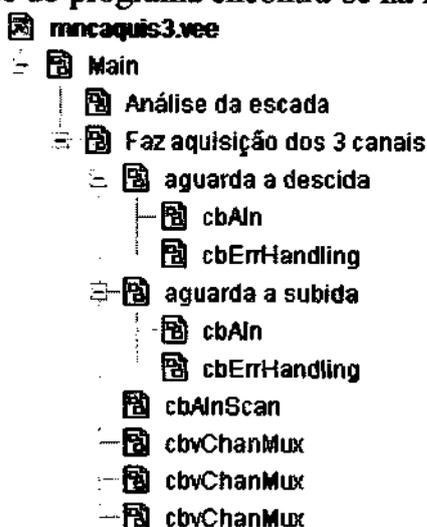
### Biblioteca universal dos programadores

É um conjunto de funções necessárias à criação de programas que usam aquisição de dados e controle de placas digitalizadoras. A biblioteca é universal tanto no sentido de placas (pode ser usada com diversos tipos de placas digitalizadoras), como no sentido de linguagens (BASIC, C, Pascal, etc.).

A operação em tempo real da biblioteca está disponível tanto para DOS como para WINDOWS. Para que a operação possa ser realizada com velocidade máxima no WINDOWS, é necessário que a placa A/D tenha um buffer FIFO(First In First Out). É o caso da placa utilizada (Universal Library, 1996).

## **6 – Programa de aquisição de dados**

A árvore das funções do programa encontra-se na Figura 6 a seguir:

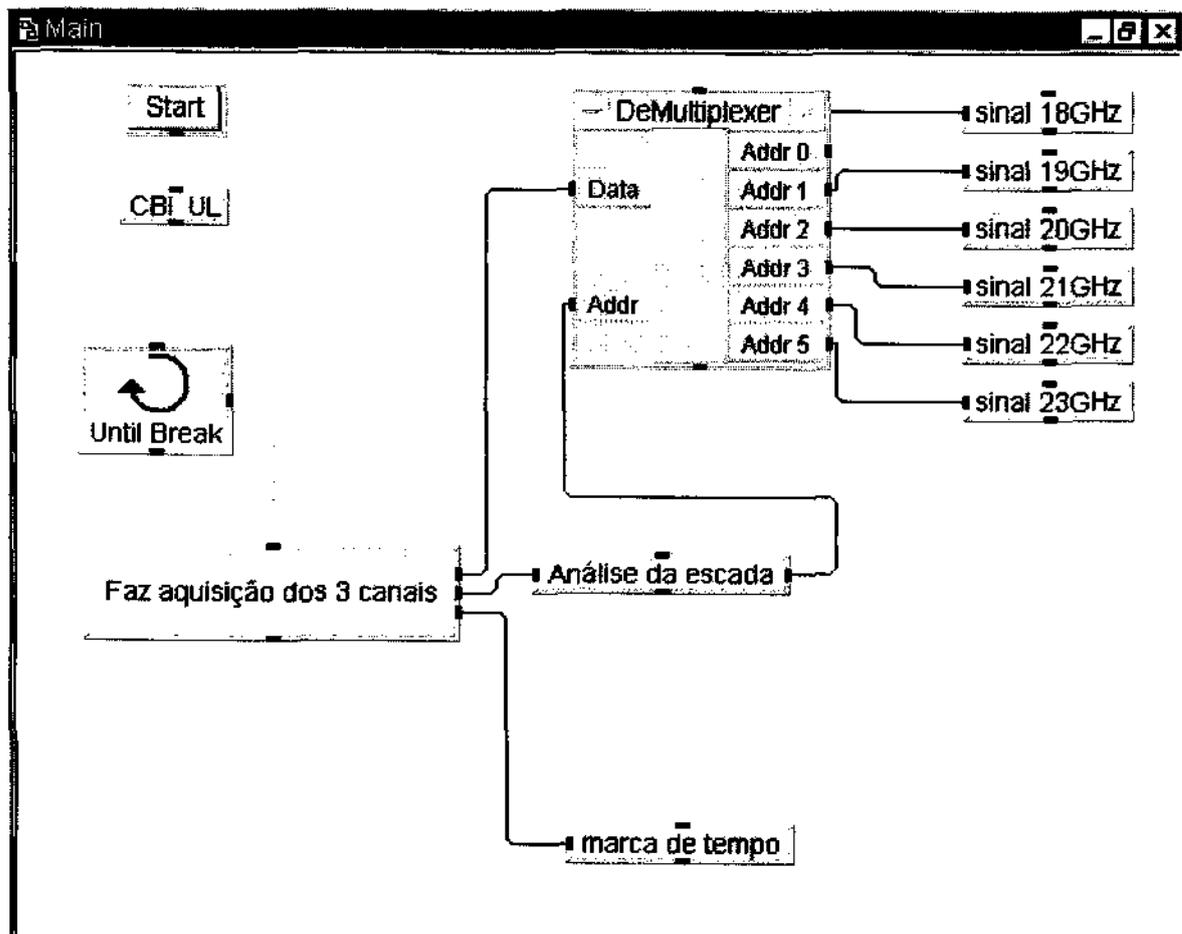


**Figura 6 - Árvore das funções do programa para aquisição e digitalização dos dados**

A árvore acima indica quais blocos estão dentro de um bloco de programa. Difere da Figura 7 a seguir, porque esta última corresponde apenas ao bloco “main” (principal).

Para facilitar a descrição do software, primeiro é descrito o bloco principal e, logo a seguir, os módulos internos.

## \*PROGRAMA



INVESTIMENTOS MOD

Figura 7 - diagrama de blocos do programa

As funções que aparecem na Figura 7 serão explicadas na mesma seqüência em que o HP-VEE executa o programa.

- botão "Start" : serve apenas para iniciar a execução.

- função "CBI UL" : inicializa todas as funções da biblioteca universal, ou seja, torna-as disponíveis para uso. Por exemplo, a função "cbAInScan" que realiza a varredura dos canais para a aquisição de dados. Desse modo, o acesso à placa fica facilitado.

- função "Until Break" : faz com que a função a qual ele esteja conectado permaneça ativa até ocorrer um erro ou uma parada por usuário. Foi utilizada pois o programa deverá ficar realizando aquisições durante um período de tempo de aproximadamente 8 horas que corresponde a 1 dia de observações.

- Sub-rotina "Faz aquisição dos 3 canais" exibida na figura 8 (canal 0 – sinal propriamente dito, canal 1 – marca de frequência, canal 2 – marca de tempo) : Monitora o canal 1 até que o sinal em forma de escada esteja no início do degrau

mais alto. A partir daí, é iniciada a aquisição dos dados e os 3 canais adquiridos tornam-se saída da sub-rotina.

- arquivo "marca de tempo" : todos os dados adquiridos pela sub-rotina anterior correspondentes ao canal 2 são gravados em arquivo.

- sub-rotina "análise da escada" (que por uma questão de conveniência está exibida na Figura 10 mais adiante na página 11) a partir dos valores lidos no canal 1, a função detecta em que degrau o sinal da marca de frequência se encontra e envia esse número para o demultiplexador.

- função "DeMultiplexer" : recebe duas entradas. O sinal e o valor do degrau do canal 1. Essa função envia o sinal para o arquivo correspondente à frequência respectiva naquele instante.

- arquivos "sinal 18GHz-23GHz" : o sinal recebido é gravado em 6 arquivos correspondentes às frequências de observação. Os dados são gravados como inteiros de 32 bits (que posteriormente, devem ser convertidos para reais na faixa de tensão escolhida).

#### \* FAZ AQUISIÇÃO DOS 3 CANAIS

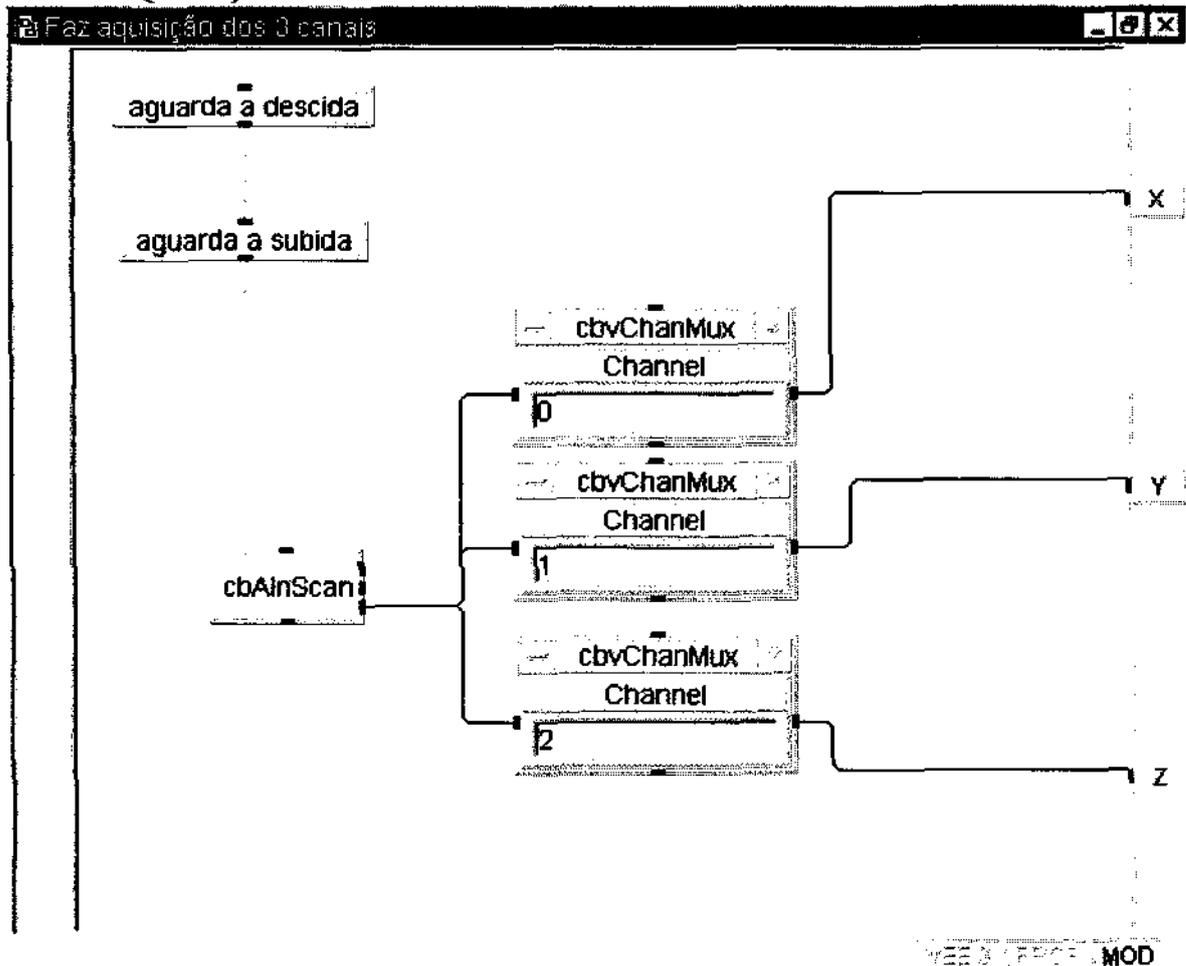


Figura 8 - Sub-rotina que realiza a aquisição dos dados

- Sub-rotina “aguarda a descida” : monitora o canal 1 e aguarda a função sair do degrau mais alto, caso esteja nesse nível.
- Sub-rotina “aguarda a subida” : monitora o canal 1 até o momento em que o sinal (marca de frequência) vai entrar no degrau mais alto.
- função “cbAInScan” : realiza a aquisição dos dados diretamente da placa. Faz a varredura de todos os canais e deixa disponível na saída um array com esses dados (inteiro 32 bits).

A Figura 9 a seguir mostra a função “cbAInScan” :

Board Number	Rate	Clock	External Trigger
0	100	INTERNAL CLOCK	NO TRIGGER
Low Channel	Range	Convert Data	DTConnect
0	+/- 5 VOLTS	CONVERT DATA	NO DTCONNECT
High Channel	Fore/Back	Burst Mode	Ext Memory
2	BACKGROUND	BURST MODE	NORM MEM
Count	Mode	Continuous	Calibrate Data
1755	DEFAULT I/O	CONTINUOUS	CALIBRATE

Figura 9 - Função da biblioteca universal responsável pela aquisição dos dados

Os números colocados no “low channel” e “high channel” servem para estabelecer o limite de varredura (Nesse caso, a leitura será feita do canal 0 até o 2). O “Range” corresponde a faixa de tensão dos dados que serão adquiridos. No campo “Rate” deve ser colocada a taxa de amostragem considerando a resolução temporal do RFV. No campo “Count”, é colocado o número de aquisições que serão feitas considerando-se o tempo de observações e a duração de cada aquisição.

- função cbvChanMux : separa um array genérico de um canal qualquer (dependendo do número que está escrito no campo) da saída do cbAInScan com a finalidade de tratar cada canal adquirido separadamente.

## \* ANÁLISE DA ESCADA

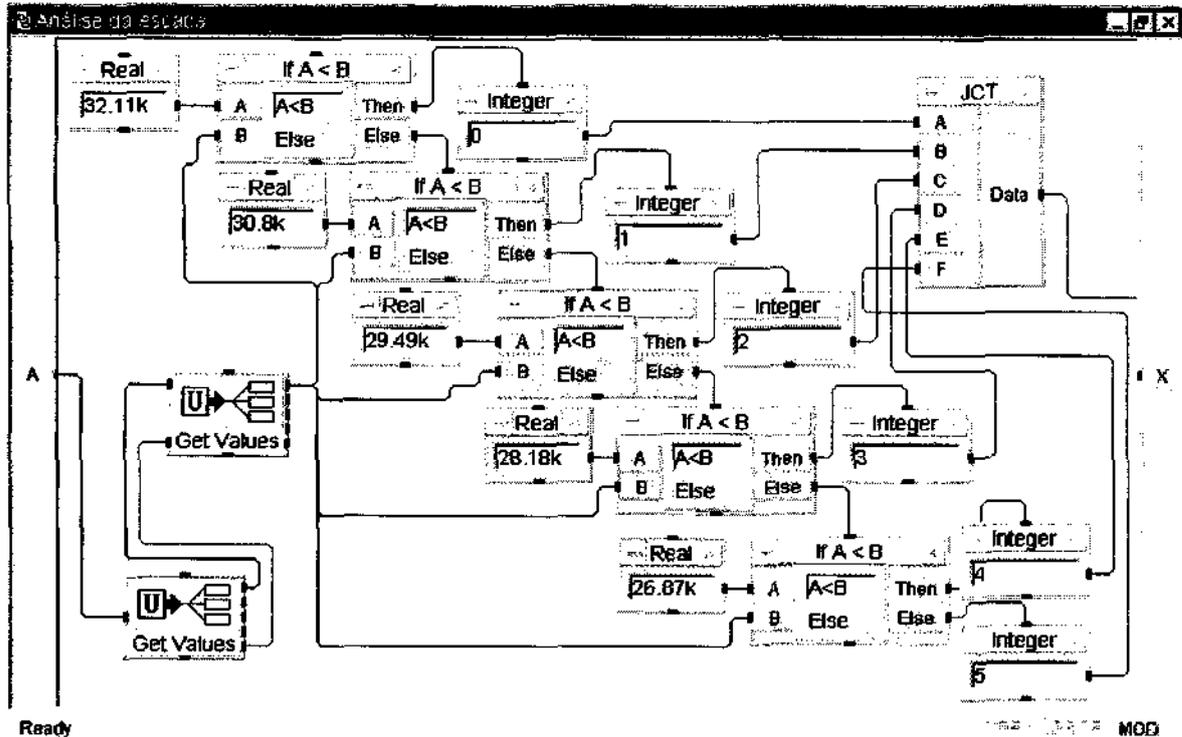


Figura 10 - sub-rotina que realiza a análise da marca de frequência

- função “Get Values” : recebe um array e tem como saída apenas um dos elementos. Nesse caso, o último, ou seja, temos uma matriz coluna como entrada e o elemento da última linha fica disponível na saída (serve para obter-se o último valor adquirido pela placa digitalizadora).

- constante “Real” : constante real

- função “if” : compara as duas entradas e percorre um determinado caminho dependendo de quem é maior.

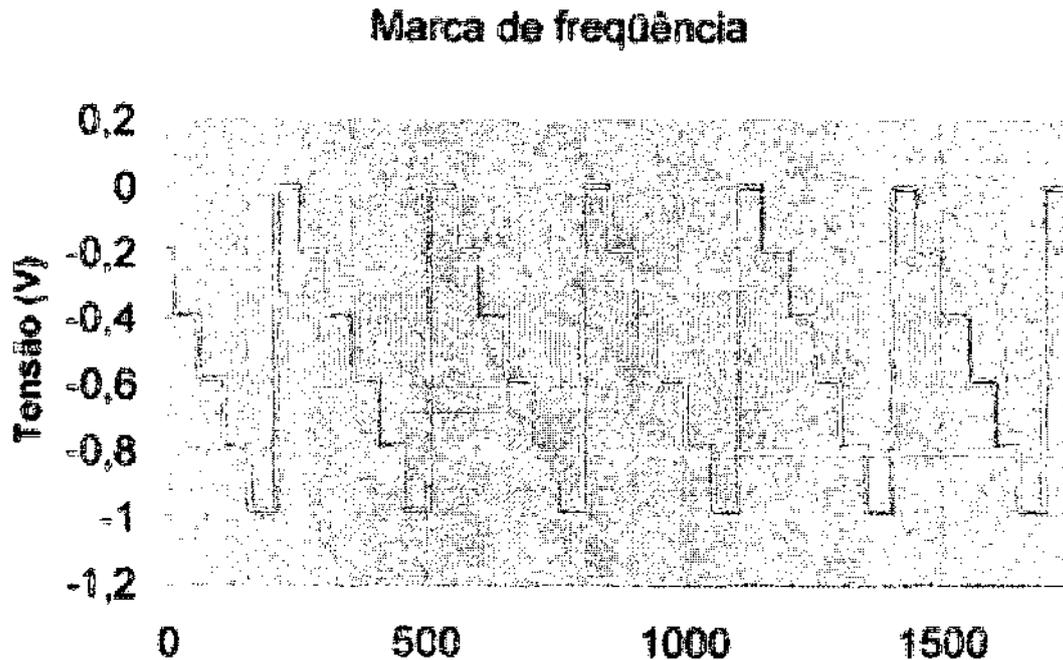
- constante “integer” : constante inteira.

- função “jct” : Possui como saída o último dado recebido em qualquer uma das entradas.

## 7 – Testes do programa

Foram realizados diversos testes com o programa com computadores de diferentes velocidades, diferentes quantidades de memória RAM e diferentes tamanhos de disco rígido.

A Figura 11 mostra um dos gráficos resultantes da aquisição da marca de frequência em testes realizados em bancada utilizando-se um gerador de funções com o RFV para simulação do sinal de entrada.



**Figura 11**– Gráfico da marca de frequência obtida na saída do programa de aquisição de dados

## **8 - Conclusão**

Foi desenvolvido um programa para permitir a aquisição de dados de fenômenos solares observados com o Receptor de Frequência Variável usando a ferramenta do HP-VEE.

Os testes desse programa em bancada utilizando o RFV e um gerador de funções para simulação do sinal foram satisfatórios, porém são necessários aperfeiçoamentos no programa.

## **9 – Referência Bibliográficas**

- 1 - Cecatto, J.R INPE-6126-TDI/587, 1996, Tese de Doutorado – Cap. 2.
- 2 - Helsel, R. Visual Programming with HP-VEE (Hewlett Packard – Visual Engineering Environment) Second edition. Hewlett Packard – Professional Books, 1997.
- 3 - Manual da placa CIO-DAS1602/16 (standard and –P5 versions), 1997.
- 4 – Sawant, H.S.; Cecatto, J.R. Solar Physics, 150:375, 1994.
- 5 - Sawant, H.S.; Rosa, R.R.; Cecatto, J.R.; Gopalswamy, N. Solar Physics, 171:155, 1997.
- 6 - Universal Library – Programmers Manual. Computer Boards Inc., 1996.