

O PROGRAMA ESPECTRO

CARLOS ALBERTO STEFFEN
JOSÉ LUIS DE OLIVEIRA
FÁBIO FURLAN GAMA

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Laboratório de Radiometria - LARAD
Caixa Postal 515
12201.970 - São José dos Campos - SP - Brasil
email: steffen@ltid.inpe.br

Abstract. The spectroradiometer SPECTRON SE-590 has been frequently used for the field measurement of radiometric quantities for remote sensing purposes. This equipment generates, for each spectrum one set of 256 digital relative values that are recorded on a magnetic tape. This tape is later read and the spectra transferred to a computer file where they could be calibrated as relative or absolute radiometric quantities. To facilitate this work, a special software that is known as ESPECTRO, was developed at the INPE's Laboratory for Radiometry - LARAD. This software has many procedures that are used to transfer, to calibrate and to provide other useful data transformation.

1. INTRODUÇÃO

O espectrorradiômetro de campo SPECTRON SE-590 é um equipamento portátil bastante eficiente na medição de grandezas radiométricas de interesse em Sensoriamento Remoto. O sistema tem sua construção baseada numa rede de dispersão e numa matriz linear de fotodiodos e é capaz de adquirir espectros de 256 componentes, na banda de 350 à 1150 nm, em intervalos de tempo bastante curtos. Durante a medição os espectros obtidos tem seus valores digitalizados e armazenados em uma fita cassete que posteriormente é lida para transferência dos dados para um computador.

O programa **ESPECTRO** foi desenvolvido no Laboratório de Radiometria - LARAD do INPE, com o objetivo de facilitar a transferência e o tratamento de espectros obtidos como o SE-590 e permitir a geração de arquivos compatíveis com outros programas de tratamento de dados de processos experimentais.

2. INSTALAÇÃO

O programa **ESPECTRO** deve ser instalado em um computador do tipo IBM-PC com disco rígido, coprocessador aritmético (opcional), porta de comunicação serial (RS232) e sistema operacional de versão maior ou igual ao DOS 3.0. A instalação é realizada através da rotina **INSTALL.EXE** do disquete de instalação.

3. INICIALIZAÇÃO

O programa é iniciado com a tecla **E** e após a abertura, são apresentados o **MENU PRINCIPAL** e o **HELP**.

4. MENU PRINCIPAL

Como mostra o fluxograma da figura 1, o menu principal contém as opções para a transferência, calibração e tratamento preliminar dos espectros divididas em quatro grupos principais:

a. INSPEÇÃO: conjunto de rotinas utilizadas para examinar graficamente os espectros com seus dados auxiliares ou obter a listagem dos arquivos de espectros contidos no diretório de dados.
(opções: **espectros e arquivos**).

b. CALIBRAÇÃO: rotinas utilizadas para a calibração relativa ou absoluta dos espectros de um arquivo.
(opções: **relativa, absoluta e cosseno**).

c. TRANSFERÊNCIA: rotinas para a transferência, de espectros através da porta serial RS232.
(opções: **memória e comando**).

d. OUTRAS FUNÇÕES: conjunto de rotinas para o tratamento preliminar dos espectros.
(opções: **conversão, utilitários e funções especiais**).

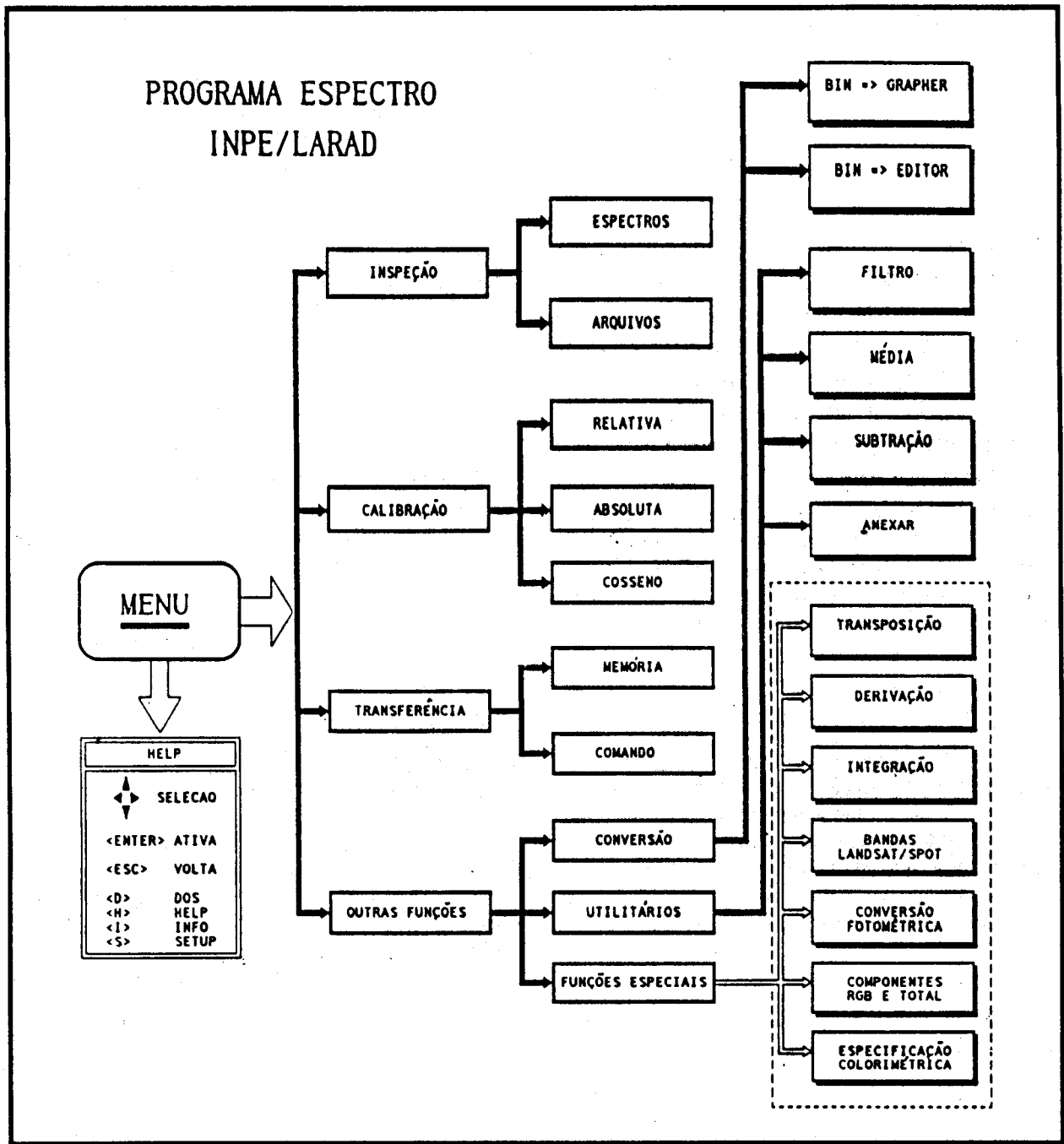


Figura 1: fluxograma do Programa Espectro

5. AJUDA

A janela em destaque no menu, contém informações auxiliares e opções para a utilização do programa:

- INFO (I)
- HELP (H)
- SETUP (H)
- DOS (D)

onde:

a. **INFO:** a tecla I permite obter informações gerais sobre o programa.

b. **HELP:** ao acionar a tecla H, pode-se obter ajuda específica para a rotina em uso.

c. **SETUP:** normalmente os arquivos contendo os espectros, são armazenados no subdiretório:

C:\LARAD\DADOS\...

criado pelo INSTALL, entretanto, acionando-se a tecla S (setup) o usuário poderá criar um subdiretório especial para conter os seus arquivos, por exemplo:

C:\LARAD\DADOS\MEUDIR\...

d. **DOS**: permite a utilização temporária dos comandos do Sistema Operacional retornando ao programa quando a tecla **ENTER** for acionada.

6. ARQUIVOS

Os arquivos contendo espectros são especificados no formato **XX00.LRD**, onde os dois primeiros caracteres são letras e os dois últimos são dígitos. A extensão **LRD** indica o formato interno (binário) dos arquivos. Cada operação realizada sobre os espectros de um arquivo **LRD**, gera um outro com a mesma denominação, acrescida de um sufixo indicador do tipo de operação realizada; por exemplo, após a operação de **CALIBRAÇÃO RELATIVA** dos espectros de um arquivo de nome **KK12.LRD**, é gerado no diretório de dados, um outro arquivo de nome **KK12R.LRD**, contendo os espectros calibrados. Se a operação envolve dois arquivos, é preservado o nome do primeiro, acrescido do sufixo e da extensão conveniente.

7. CODIFICAÇÃO

As operações realizadas pelo programa sobre um arquivo exigem a codificação de seus espectros, isto é, a atribuição de um código numérico que determina o modo como cada espectro será envolvido na operação. Com exceção da **SUBTRAÇÃO DE ESPECTROS**, esses códigos tem um valor padrão igual a 00 e quando não alterados excluem o espectro da operação atual e do arquivo resultante.

8. COMUNICAÇÃO

A comunicação entre o microcomputador e a unidade controladora do **SPECTRON SE-590** é estabelecida através da porta serial **RS232** dos dois equipamentos.

9. TECLAS ESPECIAIS

Algumas teclas tem funções especiais como:

(ENTER): o programa executa o comando ou aceita um dado fornecido.

(ESCAPE): tecla **ESC** é utilizada para retornar ao estágio anterior de uma opção do **MENU**.

(SETAS): as setas são utilizadas para a seleção das opções do menu ou outras funções indicadas do **HELP**.

0. ROTINAS DO MENU

INSPEÇÃO

Esta opção permite a visualização gráfica dos espectros contidos em um arquivo ou a exibição da listagem dos arquivos contidos num diretório de dados definido através do **SETUP**.

ESPECTROS

Esta rotina permite inspecionar os espectros contidos em um arquivo **LRD**. Ao acioná-la, deve-se fornecer o nome do arquivo e cada espectro é apresentado graficamente acompanhado de seus dados auxiliares:

NOME DO ARQUIVO

DATA

HORÁRIO

TI (tempo de integração)

AMPLITUDE MÁXIMA

ID# (número de identificação)

RG# (número de registro/total de registros)

Neste caso, a **DATA**, **HORÁRIO**, **TEMPO DE INTEGRAÇÃO** e o **ID#**, são lidos diretamente no cabeçalho de cada espectro. A amplitude máxima e o **RG#** são valores atuais e válidos apenas para o espectro em observação; é importante notar que enquanto que o **ID#** é um dado histórico, pois foi atribuído ao espectro no instante de sua aquisição (através da unidade controladora) deve estar referenciado no relatório de campo), o **RG#** se refere a posição atual do espectro no arquivo examinado. A opção de **SELEÇÃO** do **HELP**, permite encontrar rapidamente um dos espectros do arquivo.

ARQUIVOS

Esta rotina permite acessar uma lista dos arquivos contidos no diretório de dados definido no **SETUP**.

CALIBRAÇÃO

Opção para a calibração relativa ou absoluta dos espectros contidos em um arquivo **LRD**. Permite também que os espectros sejam multiplicados ou divididos pelo cosseno de um ângulo determinado.

RELATIVA

Esta rotina permite obter a razão espectral de dois espectros (de um mesmo arquivo), definidos como amostra e referência, respectivamente. Após ser declarado o nome do arquivo, os espectros nele existentes devem ser codificados para definir quais devem ser tratados como amostras ou como referências. Essa **CODIFICAÇÃO**, pode ser feita de duas formas:

a. SELETIVA: quando o arquivo contém quantidades semelhantes de espectros de amostras e de referências, esta opção é a mais indicada. Neste caso, cada espectro é codificado como **amostra** através do código (1) ou **referência** através do código (2).

b. AUTOMÁTICA: quando o arquivo contém muitas amostras e poucas referências, é mais prático utilizar este tipo de codificação. Neste caso, o mesmo código (1 ou 2) é atribuído a todos os espectros e a rotina volta para o modo de codificação **SELETIVA**, onde a recodificação necessária é realizada.

Na área do **HELP**, a opção (A) **ANULAR** pode ser utilizada em qualquer caso, para a correção de códigos indevidos. O valor padrão para o código é 00 e quando não alterado, exclue o espectro da operação e do arquivo resultante. Após a codificação, deve-se acionar a opção (C) **CALIBRAR**; neste instante, o programa solicita a escolha do modo de calibração que pode ser:

a. SELETIVA: permite indicar para cada amostra, a referência correspondente. Neste caso, é exibida a listagem das amostras junto com a listagem das referências. Na primeira listagem, pode-se indicar para cada amostra o **RG#** da respectiva referência; após a indicação dos pares, deve-se acionar (C) **CALIBRAR** para que a operação seja completada.

b. TEMPORAL: neste modo, o programa seleciona automaticamente os pares de amostras e referências, cujos horários de medição estejam mais próximos e realiza a operação de calibração entre eles.

Os arquivos resultantes da calibração relativa recebem um sufixo **R** (**XX00R.LRD**) para indicar essa nova condição.

ABSOLUTA

o conjunto de valores associado a cada espectro de um arquivo **LRD** contém as amplitudes espectrais rela-

tivas do fluxo radiante registrado pelo radiômetro; dependendo do coletor óptico utilizado, os espectros podem ser calibrados para gerar os valores de radiância espectral (em $w/m^2.sr.nm$) no caso dos coletores com campo de visada de 1°, 6° ou 15° ou os valores de irradiância (em $w/m^2.nm$) no caso do coletor de 180° (coletor cosseno). Ao ser selecionada esta opção, deve-se declarar o nome do arquivo e escolher em seguida o código do arquivo que contém o espectro de calibração correspondente a unidade óptica utilizado (o código se refere ao número de série do par detector/coletor). O arquivo resultante da calibração absoluta, recebe um sufixo **A** indicando essa condição (**XX00A.LRD**).

COSSENO

Esta rotina permite multiplicar ou dividir as amplitudes de cada espectro de um arquivo **LRD** pelo **cosseno** de um ângulo entre 0 e 90 graus. Após a declaração do nome do arquivo, a rotina apresenta um quadro contendo a relação dos espectros com um campo destinado a entrada do respectivo valor do ângulo. O valor "default" para o código é 00 e quando não alterado exclue o espectro da operação. Ao acionar a tecla (C), deve-se optar pelo **produto** ou **razão** entre as amplitudes espectrais e os cossenos dos ângulos escolhidos. O arquivo resultante dessa calibração, recebe um sufixo **C** indicando essa condição (**XX00C.LRD**).

TRANSFERÊNCIA

Opção utilizada para a transferência, através da porta serial **RS232**, dos espectros adquiridos pelo **SE-590** para um arquivo de computador (máximo = 99 espectros).

MEMÓRIA

Esta rotina é utilizada para a recuperação dos espectros armazenados na fita cassete digital pelo gravador da unidade controladora do **SPECTRON**. Neste caso, cada espectro lido da fita é armazenado na memória acessível da unidade controladora, de onde é transferido para um arquivo do computador através da via de comunicação serial **RS232C**. Após cada transferência, o espectro é apresentado em um gráfico normalizado, acompanhado de seus dados auxiliares; os procedimentos para a transferência são:

1. estabelecer a comunicação entre a unidade controladora e o **COMPUTADOR** através das

FILTRO

Esta rotina permite aplicar um filtro do tipo mediana nas amplitudes dos dados de um arquivo, com a finalidade de reduzir o nível de ruído dos espectros. Esta operação é recursiva e disponível nas opções de 3 ou 5 pontos. O arquivo de saída é do tipo **XX00F.LRD**.

MÉDIAS

Rotina para geração dos espectros que representam as médias de outros espectros contidos em um arquivo **LRD**. Após a declaração do nome do arquivo, os espectros devem ser codificados. Neste caso, um mesmo número de código é atribuído para os espectros envolvidos em cada uma das médias a serem obtidas. Os espectros que não devam ser envolvidos nesta operação, mas continuar no arquivo final recebem um código não repetido. Posteriormente, a opção (**M**) é acionada e o arquivo de médias resultante recebe um sufixo **M** para indicar essa situação (**XX00M.LRD**).

SUBTRAÇÃO

Esta rotina permite obter os espectros que representam a diferença entre outros contidos no mesmo ou em dois arquivos diferentes. Após a declaração dos nomes dos arquivos **MINUENDO** e **SUBTRAENDO**, os espectros devem ser codificados. Neste caso, o número do registro (**RG#**) de cada espectro **SUBTRAENDO** é atribuído a cada espectro **MINUENDO** e em seguida é acionada a opção (**D**) para o cálculo dos espectros que correspondem à **DIFERENÇA**. O arquivo resultante recebe um sufixo **D** (**XX00D.LRD**).

ANEXAR

Esta rotina permite acrescentar os espectros de um arquivo **LRD** em outro arquivo do mesmo tipo. O arquivo resultante tem o mesmo nome acrescido do sufixo **X** (**XX00X.LRD**).

FUNÇÕES ESPECIAIS

Este grupo de rotinas permite realizar operações sobre os espectros contidos em arquivos de formato **ASCII/GRAPHER**. Ao ser escolhida uma das funções, deve-se fornecer o nome do arquivo. Existem opções para salvar e imprimir os arquivos resultantes.

TRANSPOSIÇÃO

Num arquivo do tipo **ASCII/GRAPHER**, os espectros aparecem dispostos em colunas sendo a primeira delas formada pelos comprimentos de onda e as demais pelas amplitudes. Esta rotina permite transpor linhas e colunas de forma a obter uma matriz em que a primeira linha contém os comprimentos de onda e as demais as amplitudes espectrais.

DERIVAÇÃO

Rotina para derivação numérica dos espectros.

INTEGRAÇÃO

Rotina para realizar a integração numérica de espectros anteriormente calibrados em unidades radiométricas ou fotométricas.

BANDAS LANDSAT/SPOT

Esta rotina calcula os valores do fator de reflectância espectral médio correspondentes aos canais 1,2,3 e 4 do imageador **TM/LANDSAT**; 4, 5, 6 e 7 do imageador **MSS/LANDSAT** e dos canais **X1,X2,X3** e **P** do sistema **HHRV/SPOT**.

CONVERSÃO FOTOMÉTRICA

Rotina para a conversão de espectros de irradiância ou radiância, calibrados em unidades radiométricas ($W/m^2.nm$ ou $W/m^2.sr.nm$), para as unidades fotométricas equivalentes (lux/nm ou $lux/sr.nm$).

COMPONENTES RGB E TOTAL

Permite calcular os valores das componentes azul (**B**), verde (**G**) e vermelha (**R**) e o total fotométrico dos espectros que tenham sido previamente calibrados em unidades fotométricas.

ESPECIFICAÇÃO COLORIMÉTRICA

Esta rotina realiza a especificação colorimétrica das amostras através de seus espectros de reflectância para o iluminante **C** (método **CIE 1931/2°**). A especificação

fornece para cada espectro, as coordenadas de cromaticidade, o comprimento de onda dominante, o brilho e a pureza da cor associada a amostra.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SPECTRON SE-590. Operating Manual
Spectron Engineering Inc., 1988