



***Manual de Operação
do Espectrógrafo
Eucalyptus***

Índice

1. CONVENÇÕES	4
1.1. ESCRITA DE COMANDOS	4
1.2. UTILIZAÇÃO DO TECLADO E DO MOUSE.....	5
1.3. SÍMBOLOS E EXPRESSÕES REGULARES	5
1.4. EXECUÇÃO DE TAREFAS NO IRAF.....	6
1.5. NOME DOS COMPUTADORES.....	6
1.5.1. <i>Terminais para o controle dos instrumentos</i>	6
1.5.2. <i>Terminal de Aquisição</i>	7
1.5.3. <i>Terminal de Leitura</i>	7
2. VISÃO GERAL SOBRE O ESPECTRÓGRAFO IFU-EUCALYPTUS	7
3. PROCEDIMENTOS.....	12
3.1. A MÁSCARA	12
3.1.1. <i>A necessidade de imagens da máscara</i>	12
3.1.2. <i>Os procedimentos para obtenção das imagens da máscara</i>	14
3.1.3. <i>Geração dos arquivos de reconstrução de imagens</i>	24
3.2. IMAGENS PARA O PROCESSO DE REDUÇÃO	33
3.2.1. <i>Imagens de bias</i>	33
3.2.2. <i>Flat field de cúpula</i>	35
3.2.3. <i>Flat field de CCD</i>	42
3.2.4. <i>Flat field interno</i>	45
3.3. IMAGENS PARA CALIBRAÇÃO DOS ESPECTROS EM COMPRIMENTO DE ONDA.....	47
3.4. PROCESSOS DE AJUSTES DA OBSERVAÇÃO.....	51
3.4.1. <i>A processo de centralização</i>	52
3.4.2. <i>O processo de obtenção do foco e do seeing</i>	65
3.4.3. <i>O Processo de apontamento para os objetos alvo</i>	73
4. REDUÇÃO EM IRAF DE DADOS OBTIDOS COM O IFU-EUCALYPTUS.....	78

Manual de Operação do Espectrógrafo Eucalyptus

O objetivo deste manual é descrever os procedimentos correntes até fevereiro de 2005 para utilização do espectrógrafo *IFU-Eucalyptus* do *Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA)*. Como este instrumento é muito “exigente” nas tarefas que devem ser realizadas para se atingir um dado objetivo observacional, optamos por apresentá-lo na forma de um tutorial passo-a-passo, para que assim o observador possa gerenciar cada uma de suas tarefas sem o inconveniente de, por um erro, repetir um dado procedimento ou até mesmo, em casos mais extremos, comprometer toda sua observação.

1. Convenções

Antes de começarmos o manual propriamente dito, apresentaremos algumas convenções para metodologia de escrita deste, para que o leitor já acostumado com algumas etapas do procedimento possa facilmente “pulá-las” e se direcionar para aquelas de seu interesse.

1.1. Escrita de comandos

Representaremos os nomes de pacotes e tarefas do IRAF com letras maiúsculas e fonte com espaçamento regular, como por exemplo: *SOAR_IFU*, *IFU*, *CCDPROC*, etc. Também utilizaremos esta notação para representar os comandos nos terminais de guiagem, de centragem e de controle, no entanto, apenas as primeiras letras do comando serão maiúsculas.

Nomes de arquivos padrão serão escritos com fonte de espaçamento regular e em itálico. Exemplo disso: *bias0001.fits*, *mask-00-00.fits*, *obj0001.q1*, *neon.q1.w1*, etc. Para o caso de nomes definidos pelo usuário utilizaremos a representação *<nome_do_arquivo>*.

Comandos que devem ser digitados na linha de comando da *shell* e parâmetros de cada tarefa serão escritos em letras minúsculas e fonte com espaçamento regular caso não sejam diretamente apresentados numa imagem representando a própria *shell*. Exemplo: *epar ccdproc, lpar flatcombine, imstat flatcombine.fits*.

1.2. Utilização do teclado e do mouse

No teclado representaremos o nome de cada tecla entre colchetes em letras maiúsculas e fonte de espaçamento regular, como por exemplo [SHIFT], [DELETE], [CTRL], [A], etc. Quando as teclas são acionadas simultaneamente, utilizaremos a notação anterior agregando o sinal “+”, como em [SHIFT]+[A], [CTRL]+[C]. No caso de teclas sendo acionadas em seqüência utilizaremos a notação das teclas separados por vírgulas “,” , como em [w],[r], [w],[r], [w],[u]. Utilizaremos parêntese como agregador de comandos de teclas. Combinações dessas notações como [CTRL]+([U],[L]) também serão utilizados. O significado desta última combinação é apertar a tecla [CTRL] juntamente com a tecla [U] e ainda com a tecla [CTRL] apertada, soltar a tecla [U] e pressionar a tecla [L]. Atenção, pois a seqüência anterior é diferente de ([CTRL]+[U]), ([CTRL]+ [L]), que significa apertar primeiramente as teclas [CTRL] e [U] simultaneamente, soltá-las e depois pressionar as teclas [CTRL] e [L] simultaneamente e soltá-las.

Devido às diferentes configurações de mouses (para canhotos ou destros), nos referiremos aos botões do mouse da seguinte forma: o botão esquerdo será denominado “botão principal”, o botão direito será o “botão secundário”, e o botão central (ou a roda do mouse) será tratada como “botão do meio”. “Cursor” é o nome dado para o indicador onde é inserido o texto e “ponteiro do mouse” o indicador do mouse.

1.3. Símbolos e expressões regulares

O índice n é um número de 0 a 4 que representa uma das cinco posições aferidas para obtenção da imagem das máscaras. O símbolo “#” significa um algarismo numérico qualquer, “?” significa um único caractere qualquer e “*” significa uma seqüência de caracteres qualquer.

<i>Símbolo</i>	<i>Significado</i>
n	Um valor de 0 a 4.
#	Um algarismo numérico qualquer.
?	Um único caractere qualquer.
*	Uma seqüência de caracteres qualquer

Tabela 1.1: Símbolos e expressões regulares que serão combinados com parâmetros, comandos e nomes de arquivos para generalizar a descrição feita pelo texto.

1.4. Execução de tarefas no IRAF

As tarefas são executadas digitando-se `:go` após a inserção dos parâmetros, ou simplesmente registradas digitando-se `:q`. Teclar [Backspace] após ter digitado ":" permite voltar ao modo de inserção de parâmetros. Abrir e fechar aspas "" permite deixar um parâmetro vazio, e alguns parâmetros admitem o valor `indef`.

Reforçamos, porém, que esta convenção não é seguida nas imagens que ilustram os procedimentos, mas apenas nos textos de explicação dos procedimentos e nas legendas.

1.5. Nome dos computadores

Atribuiremos os seguintes nomes aos computadores utilizados.

1.5.1. Terminais para o controle dos instrumentos

São os computadores responsáveis pelo controle de funções do telescópio e da cúpula (*terminal de controle*), pela guiagem do telescópio (*terminal de guiagem*) pela centralização de objetos no campo de microfibras da IFU (*terminal de centragem*). Estes terminais podem ser identificados na figura a seguir:



Figura 1.1: Terminais responsáveis pelo controle dos instrumentos. Da direita para esquerda temos (a) o terminal de centragem, (b) o terminal de guiagem e (c) o terminal de controle.

1.5.2. Terminal de Aquisição

Chamaremos de *terminal de aquisição* o computador pelo qual serão dados os comandos e atribuídos os parâmetros de integração. É nesse computador também em que será feito um processo de pré-redução de dados (*Figura 1.2*).

1.5.3. Terminal de Leitura

Denominaremos de *terminal de leitura* o computador que gerencia a leitura do CCD (*Figura 1.3*).



Figura 1.2: Terminal de aquisição.



Figura 1.3: Terminal de leitura.

2. Visão geral sobre o espectrógrafo IFU-Eucalyptus

Para atender a demanda de espectros bidimensionais em várias áreas de pesquisa, foi construído para o *OPD (Observatório Pico dos Dias)* um espectrógrafo do tipo *IFU* designado *Eucalyptus*, como protótipo de um espectrógrafo maior que está sendo construído para o telescópio de 4,2 m do *SOAR (Southern Observatory for Astrophysical Research)*.

O espectrógrafo *IFU-Eucalyptus* é um instrumento composto por um espectrógrafo ordinário alimentado por uma Unidade de Campo Integral (*IFU* em inglês).

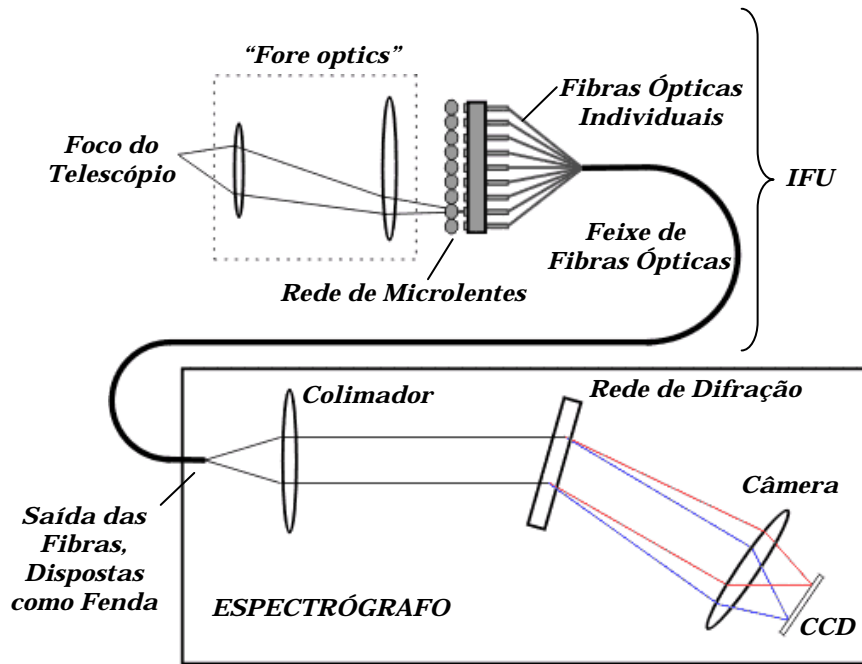


Figura 2.1: Representação esquemática de um espectrógrafo IFU vista por cima. Devemos atentar que no LNA utilizam-se redes de difração de reflexão de modo que a detecção da luz difratada ocorre no mesmo lado em que se encontra a fenda e o colimador.

O que diferencia este espectrógrafo de outros é o modo de captação da radiação por microfibras ópticas, que conduzem a luz do foco do telescópio para o elemento dispersor.

A IFU propriamente dita consiste em um sistema óptico dianteiro colocado no plano focal do telescópio de $1,60\text{ m}$ do LNA. Nele, um conjunto óptico denominado “fore optics” dimensiona uma fração da imagem captada pelo telescópio para que ela incida inteiramente sobre um elemento óptico conhecido como matriz de microlentes. Tal matriz de microlentes, como o próprio nome sugere, é um conjunto de pequenas lentes convergentes, com elementos de 1 mm , compondo uma matriz retangular com 16 elementos de altura e 32 elementos de largura (Figura 2.2).

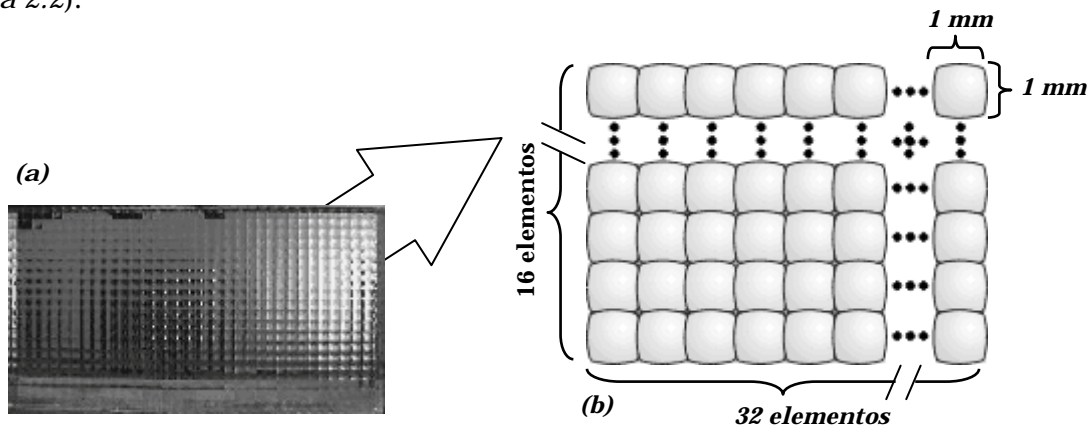


Figura 2.2: (a) Imagem da matriz de microlentes (LNA 2003). (b) Representação ilustrativa da matriz de microlentes com algumas grandezas associadas.

O campo amostrado por cada microlente é de $0,93$ segundos de arco no céu, sendo que o conjunto total de microlentes totaliza uma área de aproximadamente 15×30 segundos de arco quadrado do céu.

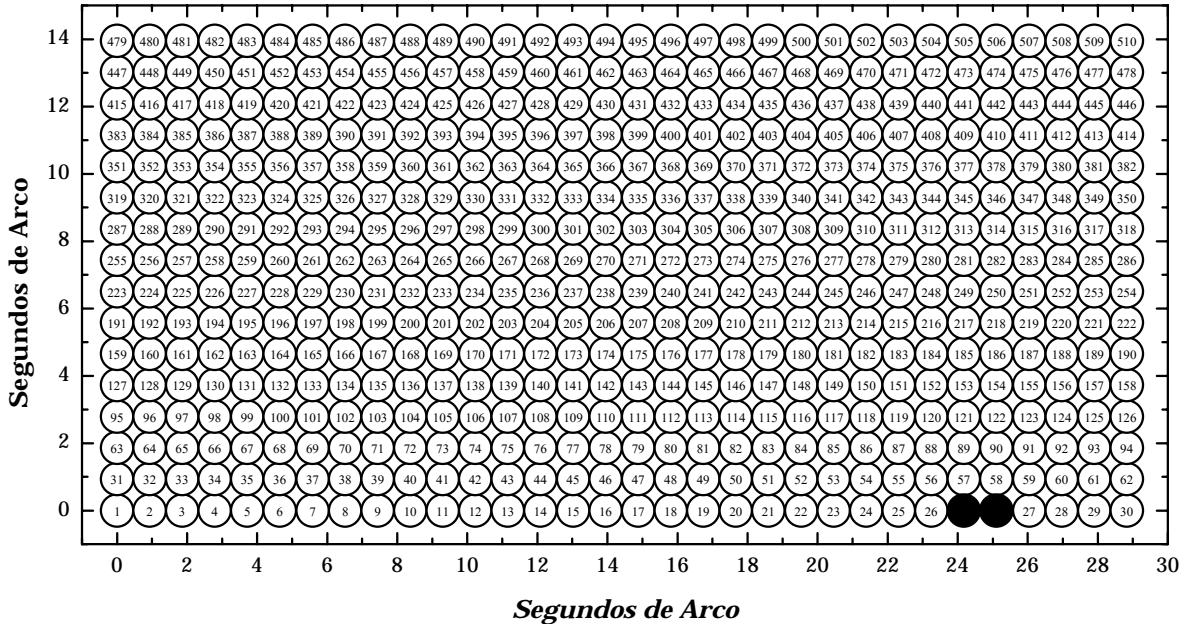


Figura 2.3: Campo do céu amostrado pelo conjunto de todas as lentes. Cada fibra (representada por um círculo) tem cerca de $0,93$ segundos de arco no céu, de forma que a região total amostrada é de aproximadamente 15×30 segundos de arco quadrado. Veremos adiante que os números demarcam a posição da fibra na “fenda” de fibras (Figura 2.4). Os círculos escuros representam as fibras “apagadas”.

Cada microlente alimenta uma fibra óptica com $50 \mu\text{m}$ de core denominadas *blue fibers*. Uma vez que sua eficiência é otimizada para a região azul, o espectrógrafo pode operar na faixa de 3500 \AA até 9000 \AA .

A partir deste ponto, o total de 512 fibras é reunido em 16 grupos de 32 fibras, cada qual envolvido por um tubo flexível, e inserido em um conduto anelar de aço, por onde são levados à sala do espectrógrafo a 12 m de distância.

Em frente à rede de difração, as fibras de cada um dos 16 grupos são dispostas ordenadamente na vertical de forma a se disporem como numa fenda (Figura 2.4). As fibras são colocadas de baixo para cima segundo a ordem dos números que as caracterizam (Figura 2.3) e as fibras “apagas” são excluídas do espectro final pelo processo de redução descrito na seção deste texto que trata sobre o processo de redução. Um pequeno espaçamento entre fibras de diferentes grupos é propositalmente mantido para o reconhecimento destes na imagem produzida no CCD.

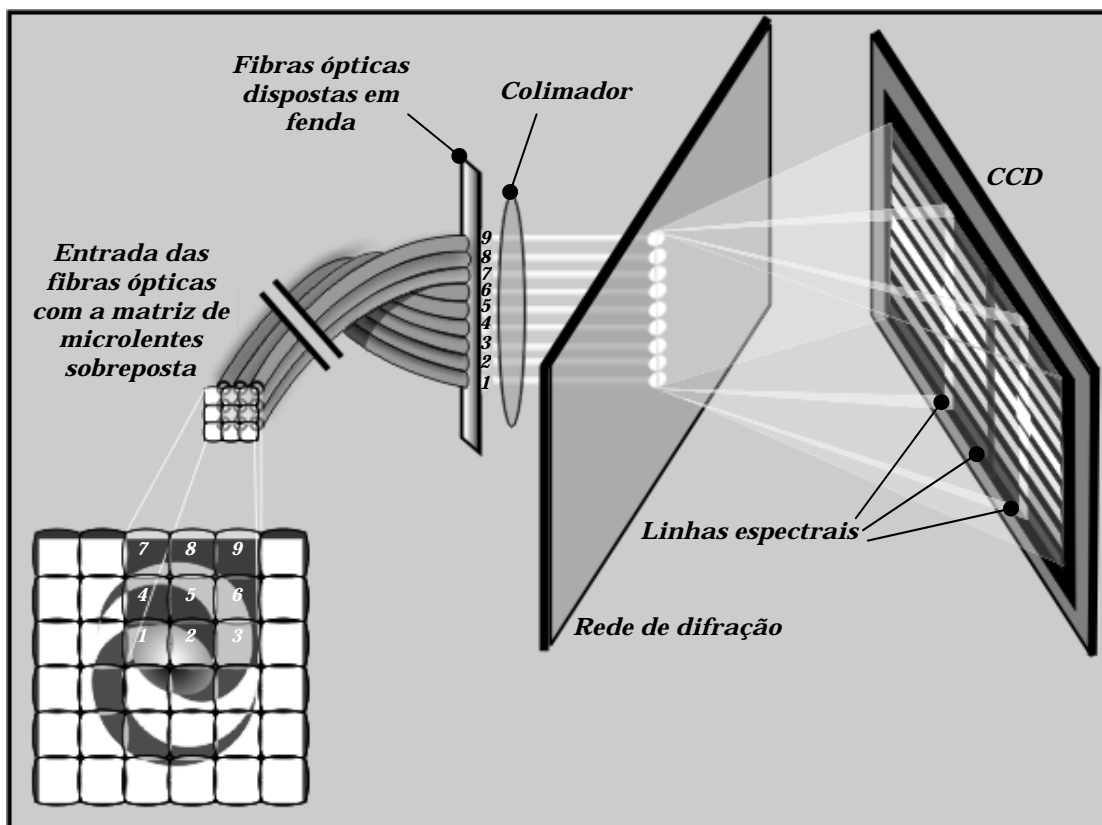


Figura 2.4: Representação do caminho dos fótons desde a imagem formada sobre a matriz de microlentes da IFU até os espectros captados sobre o CCD. Por conveniência na representação, colocamos o CCD no lado oposta ao das fibras (o que não ocorre no espectrógrafo Eucalyptus) e exageramos no grau de colimação dos feixes de cada fibra, ignorando sua abertura de dispersão.

Assim, no espectrógrafo de bancada *quasi Littrow*, a luz proveniente das fibras é enviada para uma rede de difração convenientemente centralizada na faixa espectral de interesse. As redes utilizadas podem ser de *600 linhas/mm* ou *1800 linhas/mm*, de modo que se pode ter uma resolução espectral de *4000* ou *12000* respectivamente.

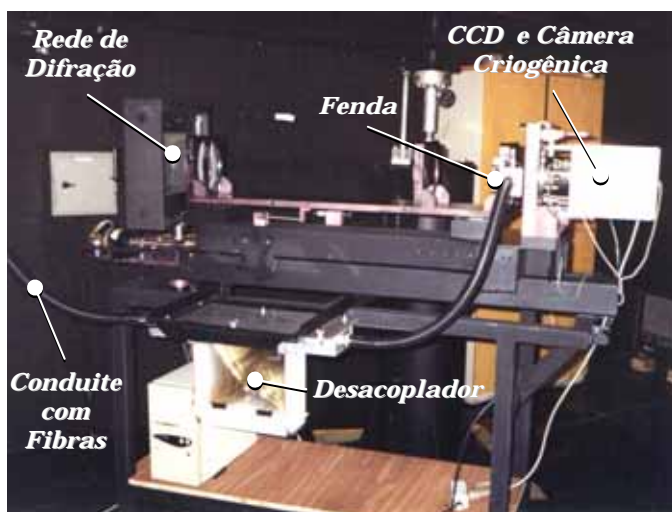


Figura 2.5: Bancada *quasi Littrow* do espectrógrafo Eucalyptus.

Na rede de difração a luz é refletida e dispersada em seus comprimentos de onda constituintes, que são então captadas pelo *CCD 098* cujas características apresentamos na tabela a seguir:



Figura 2.6: Imagem e características gerais do CCD 098.

3. Procedimentos

Nesta etapa passamos a descrever os procedimentos de operação do espectrógrafo *IFU-Eucalyptus*.

3.1. A Máscara

3.1.1. A necessidade de imagens da máscara

O posicionamento das fibras como uma fenda, de modo que esta fique a mais compacta possível (com separações entre as fibras de um *FWHM*, segundo o manual do *IFU-Eucalyptus*) e de forma que todas as fibras caibam na dimensão do *CCD*, gera o inconveniente de haver sobreposição das asas de emissão de cada fibra, e conseqüentemente sobreposição entre espectros de fibras distintas (*Figura 3.1*).

Para contornar esse problema é necessário obter imagens de dispersão pelas quais seja possível distinguir a contribuição luminosa de cada fibra. Com esse objetivo, confeccionam-se máscaras pelas quais se procura permitir a passagem da luz em fibras isoladas entre si, obstruindo-se a passagem de luz em fibras que se tornarão vizinhas na fenda.

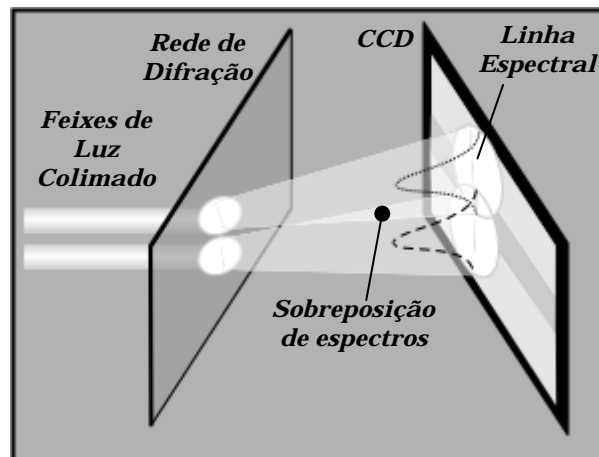


Figura 3.1: Representação do caminho óptico da luz proveniente de duas fibras a partir da fenda. Pela pequena distância entre os dois feixes ocorre a sobreposição nos padrões de iluminação individuais, o que reflete na sobreposição de espectros. Essa sobreposição ocorre desde a saída do feixe de luz das fibras até o colimador e do colimador até a rede de difração. Mas por questões didáticas não a representamos nesta figura

No espectrógrafo *IFU-Eucalyptus* é utilizada uma máscara que permite a passagem da luz de uma fibra, obstruindo-se as próximas quatro fibras, sendo que tal máscara é colocada em frente à matriz de microlentes.

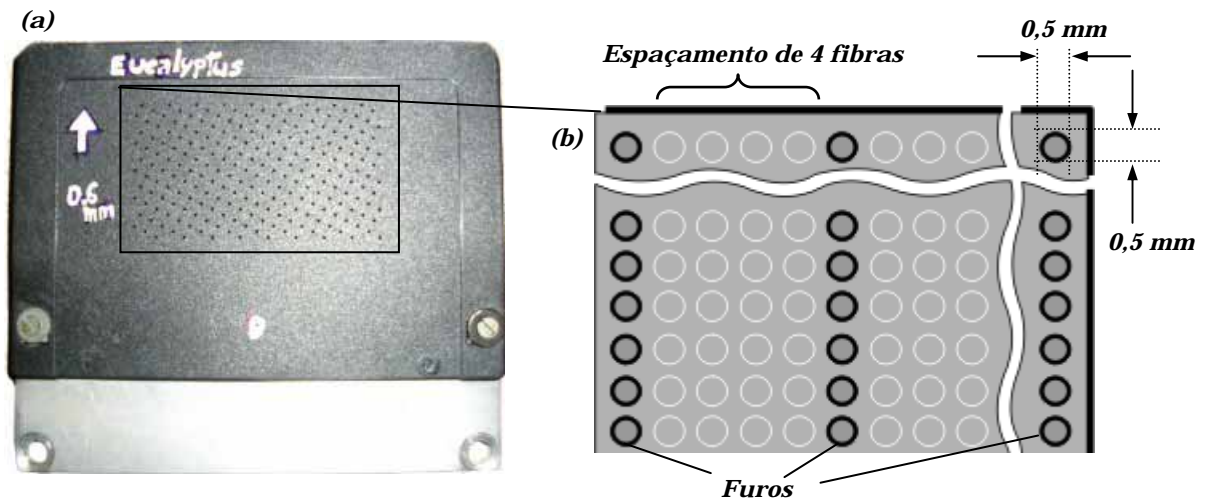


Figura 3.2: (a) Imagem da máscara utilizada no LNA. (b) Representação apenas ilustrativa de uma máscara com as características da utilizada no LNA.

Dessa forma, para se obter a informação do caminho espectral de todas as fibras, deve-se dispor a máscara em cinco posições separadas por 1 mm , que é a distância entre os centros ópticos de cada microlente.

Para marcar a posição das fibras em toda sua extensão de dispersão utilizamos a lâmpada de *flat field*, que tem como resultado ilustrativo, algo como mostrado na Figura 3.3 (a). Ao utilizarmos a máscara numa posição correta, a imagem resultante terá linhas horizontais mais espaçadas, como ilustrado na Figura 3.3 (b).

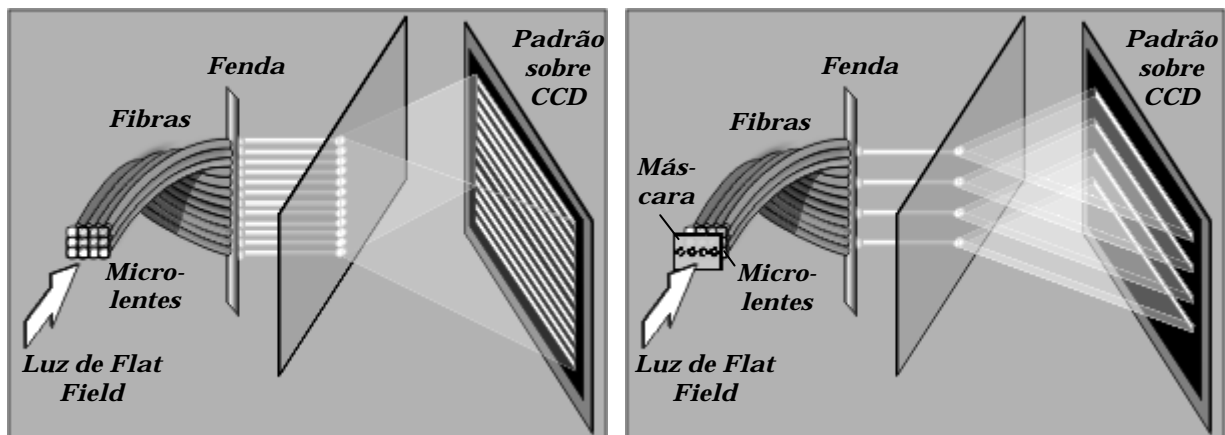


Figura 3.3: (a) Representação da imagem de flat field captada pelo CCD. (b) Representação da imagem de flat field captada pelo CCD mas com a utilização da máscara em uma de suas posições.

A máscara é fixada em trilhos de deslocamento micrométrico de forma a ter dois graus de liberdade: um denominado x e outro y . Isto pode ser visto na figura a seguir:



Figura A1.3.4: Imagem dos micrômetros de deslocamento da máscara.

3.1.2. Os procedimentos para obtenção das imagens da máscara

A etapa mais importante, delicada e crítica ao se trabalhar com o espectrógrafo *IFU-Eucalyptus* é a de aquisição das imagens da máscara em cinco posições diferentes. A metodologia para que isso seja feito é a seguinte:

01-) Abra a tampa que cobre o sistema de óptica dianteira do IFU. As ferramentas se encontram em uma caixa escrita “Eucalyptus” na mesa que se encontra a plataforma do telescópio;

02-) Prenda a máscara em seu suporte localizado no sistema óptico dianteiro da IFU (Figura 3.6). Use os parafusos de cabeça cônica e siga a seguinte instrução: não aperte um parafuso e depois o outro. Ao invés disso prenda levemente os dois parafusos rosqueando-os manualmente, e aplicando o mesmo torque em ambos. Empurre delicadamente (sem forçar) a máscara para frente e depois pressione os parafusos igualmente com a chave estrela. A face que deve ficar para cima é aquela que está escrita “Eucalyptus” (Figura 3.7 (a)).

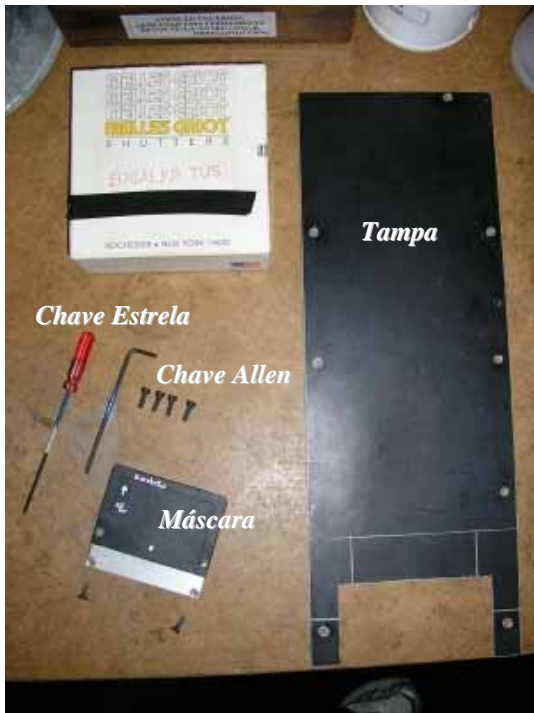


Figura 3.5: Tampa do sistema óptico dianteiro da IFU, ferramentas e a máscara propriamente dita.

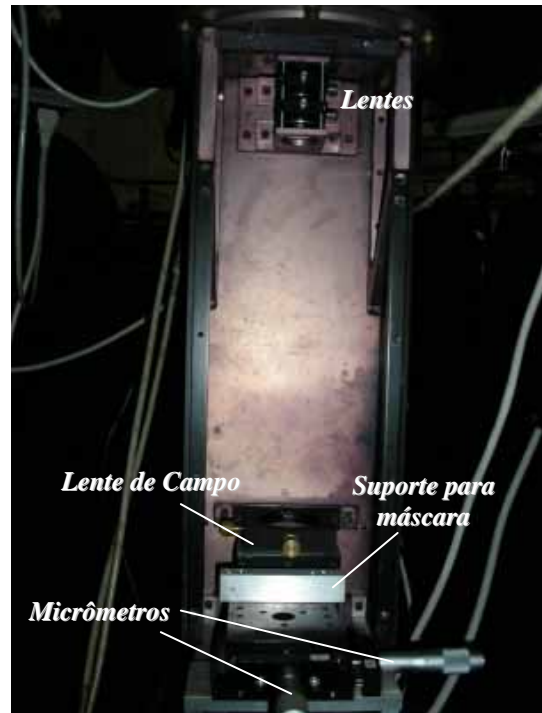


Figura 3.6: O sistema óptico dianteiro da IFU.



Figura 3.7: (a) Máscara com a face que deve ficar direcionada para cima. (b) Posicionamento da máscara. (c) Máscara vista em perspectiva. (d) Imagem da máscara vista por cima.

03-) Verifique nas folhas de anotações do LNA, valores utilizados em outras missões para as posições iniciais de x e y nos micrômetros de posicionamento da máscara. Até fevereiro de 2005 um par de valores adequados era $x = 20,00$ mm e $y = 10,70$. Este valor não foge muito de valores registrados em épocas anteriores.



Figura 3.8: (a) Micrômetros dispostos perpendicularmente. (b) Micrômetro de posicionamento da máscara na direção y . (c) Micrômetro de posicionamento da máscara na direção x .

Assim, adotado um valor inicial, posicione os micrômetros nestas posições. Atenção, para precisão dos micrômetros, que é de centésimo de milímetro e uma volta completa do tambor corresponde a 0,5 mm.

04-) Na caixa de lâmpadas, localizada na base do telescópio, gire a chave de seleção de lâmpadas no sentido horário até a última posição, onde se encontra a lâmpada de luz contínua. São três posições possíveis, e é possível saber que elas foram atingidas pois em cada uma delas a chave dá um “clique” devido ao posicionamento mecânico.

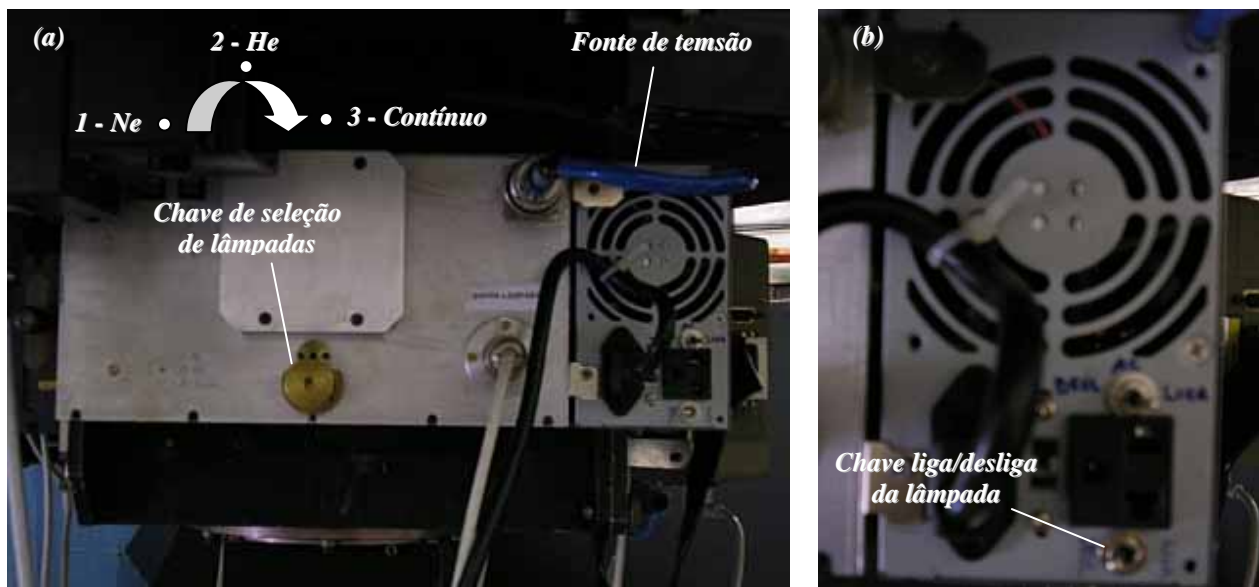


Figura 3.9: (a) Caixa de lâmpadas e (b) Fonte de tensão com chave para ligar e desligar as lâmpadas.

Acende-a pelo interruptor na fonte de tensão localizada à direita da caixa de lâmpadas,

como indicado na Figura 3.9 . Desligar todas as lâmpadas da sala do telescópio.

05-) Ativar o espelho do Cassegrain. Isso é feito no terminal de controle selecionando-se no menu Comando a opção Apontamento, Perifericos e apertar a tecla [Enter] sobre a opção Espelho Lamp. Cass. [R], que assumirá o valor Espelho Lamp. Cass. [A].

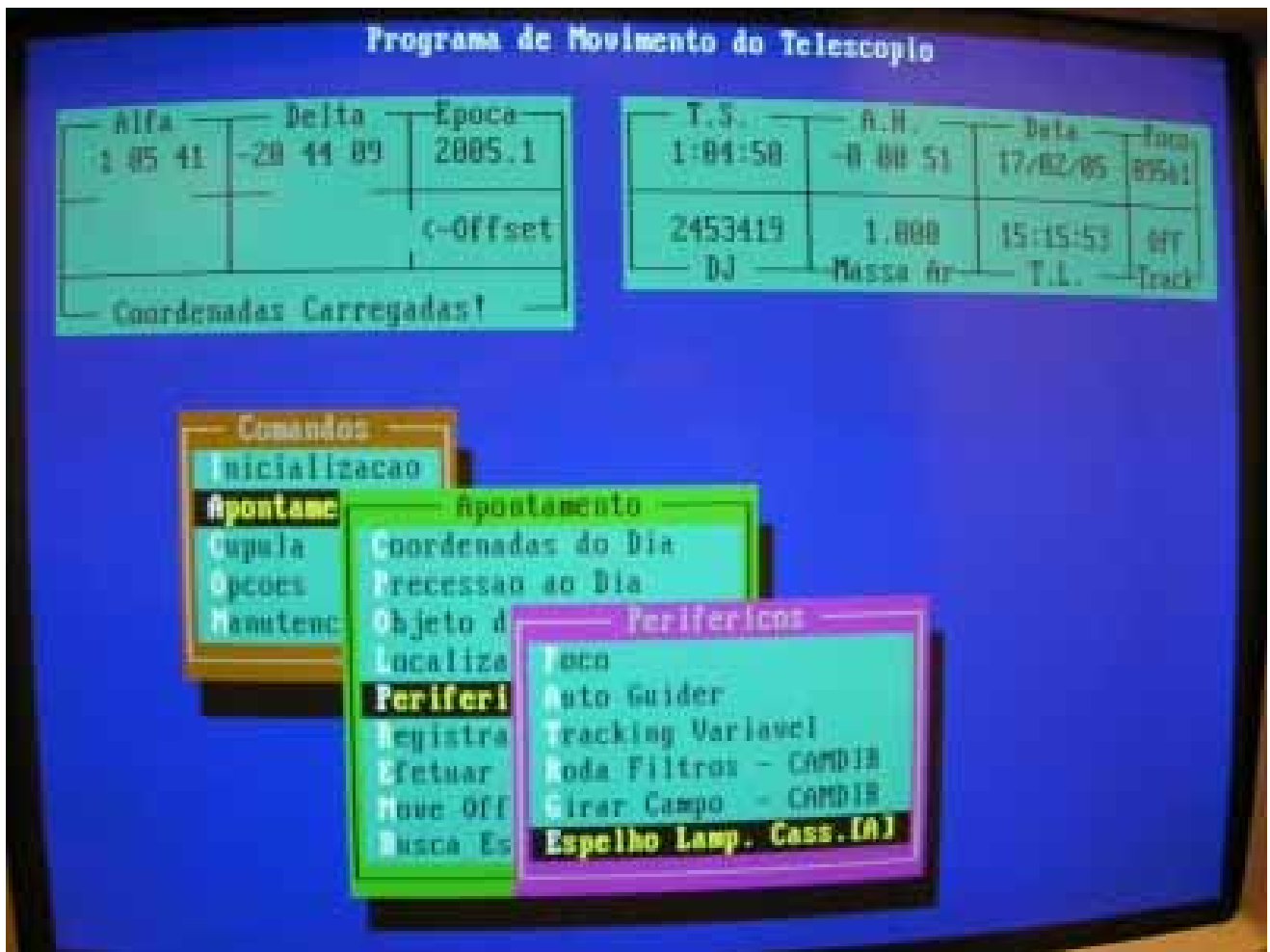


Figura 3.10: Comando de ativação/desativação do espelho do Cassegrain no terminal de comandos. Caso outra janela de comando esteja aberta, basta ir pressionando a tecla [Esc] até que o menu comandos esteja em primeiro plano.

06-) No terminal de aquisição, duas telas de "shell" (Aquisição e Quick Look) e uma do "SAOImage ds9" devem estar abertas. Caso não estejam basta clicar no ícone "Janelas IRAF" que se encontra no "desktop".

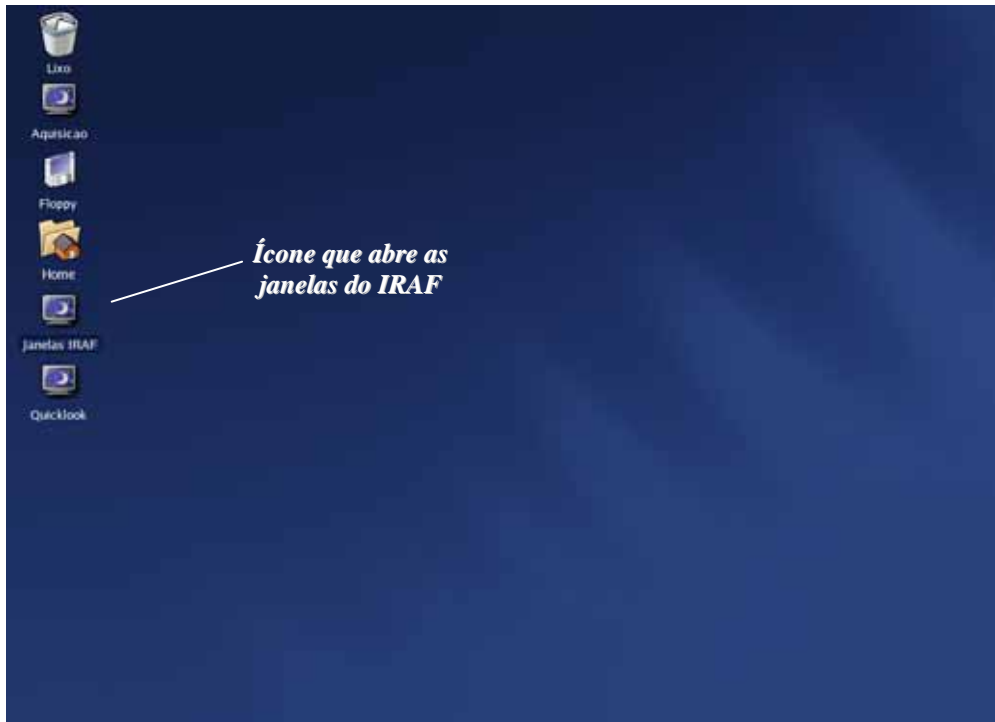


Figura 3.11: "Desktop" e ícone que abre as janelas do IRAF.

(a) Na shell "Aquisição" digitar o comando `epar fixos` e preencha os parâmetros de aquisição como na Figura 3.13. Depois de preenchidos estes parâmetros basta digitar `:q` e teclar [Enter] para que os valores dos parâmetros sejam registrados.

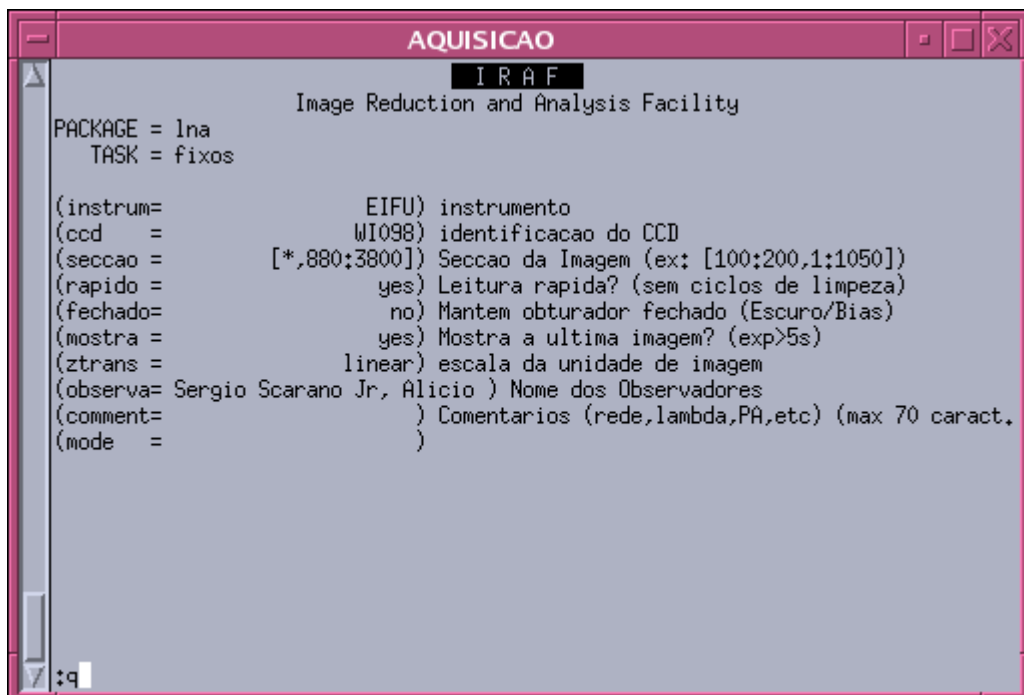


Figura 3.12: Parâmetros para obtenção da máscara.

(b) Novamente na shell “Aquisição” digitar o comando `epar opd` e preencha os parâmetros de aquisição como na Figura 3.13. Neste caso estamos considerando que se esteja usando um dispersor. Caso isso não esteja ocorrendo, é necessário mudar o tempo de exposição da imagem para um tempo menor. Na tabela ? apresentamos os tempos de exposição para cada tipo de imagem que é necessária para o processo de redução. No parâmetro `imagem` escolhemos o prefixo `lixo`, pois esta etapa é baseada em tentativas e erros e os arquivos que forem sendo seqüencialmente gerados, e que não tem valor para redução, podem ser facilmente descartados. Depois de preenchidos estes parâmetros, basta digitar `:go` e teclar [Enter] para que a aquisição seja feita.



Figura 3.13: Parâmetros para a obtenção de uma imagem para verificação do posicionamento da máscara.

07-) Após a aquisição, a imagem será aberta na janela do ds9. Caso isso não ocorra, digite na shell “Out Look” o comando `imexam <nome_do_arquivo>`. Em nosso caso, como se trata do primeiro processo de integração, a imagem recebeu o nome `lixo0001.fits`. A imagem deve ser algo como a Figura 3.14. No caso da imagem ter sido aberta automaticamente, basta digitar `imexam` na shell “Out Look”.

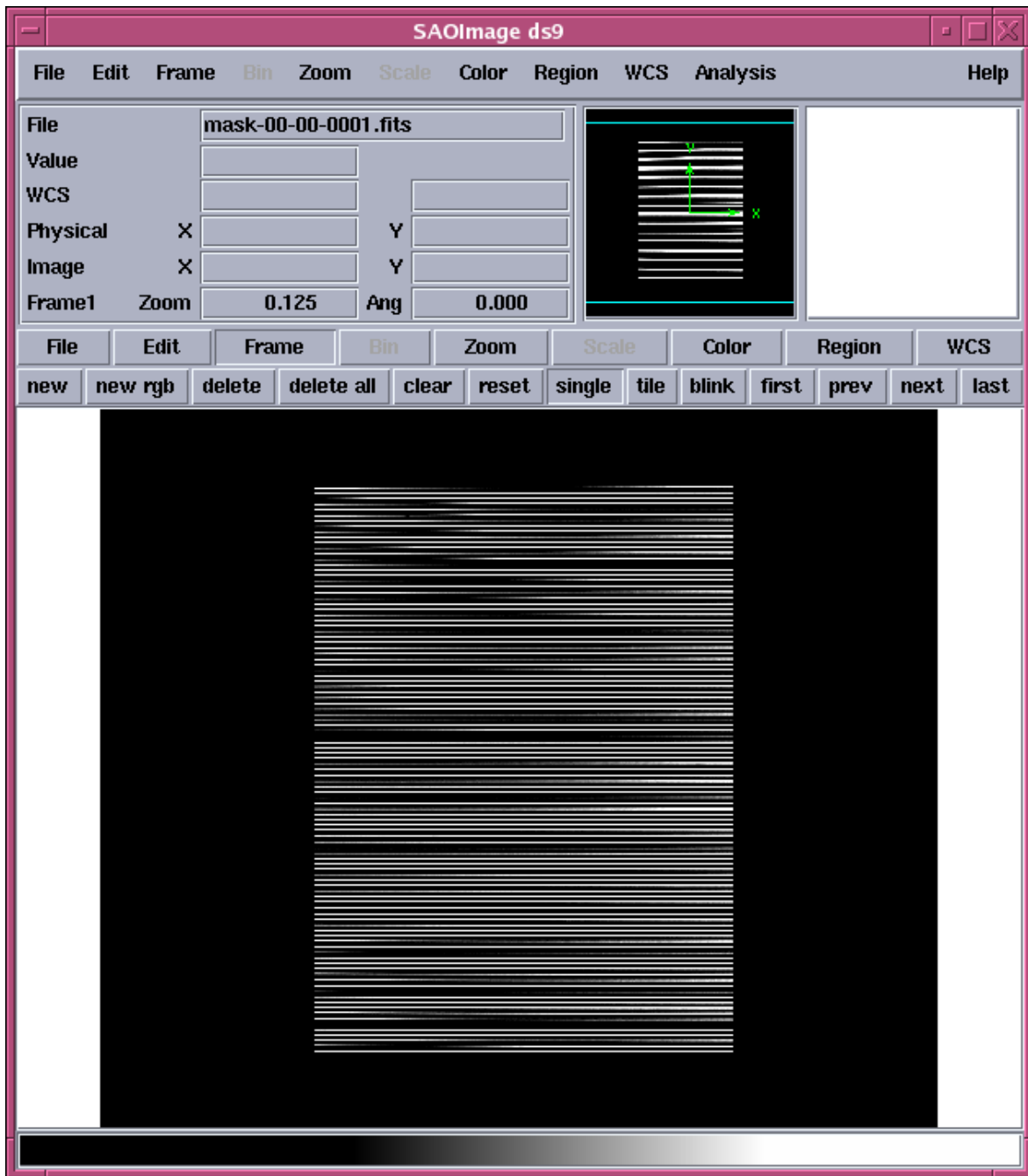


Figura 3.14: Exemplo da imagem de uma máscara.

08-) Note que o ponteiro do mouse toma a forma de uma circunferência pulsante quando em cima da imagem. Isto significa que ele está na forma para "exame" da imagem, e só aguarda um comando extra para "saber" que tipo de exame deve ser feito.

Na imagem, cada linha branca corresponde a luz captada a partir de uma microfibras. Neste momento estamos interessados em saber a distribuição de intensidades vertical. Ou seja,

queremos fazer um recorte vertical na imagem acima e reconhecer o perfil de intensidade de cada uma das linhas em função da posição em que elas foram registradas no CCD.

Desta forma, o comando que devemos fornecer ao cursor é o de análise vertical da imagem, que é habilitado digitando-se a tecla [V], com o ponteiro do mouse em uma parte da imagem abaixo das linhas de interesse, digitando-se [V] com o ponteiro do mouse em uma parte da imagem acima das linhas de interesse.

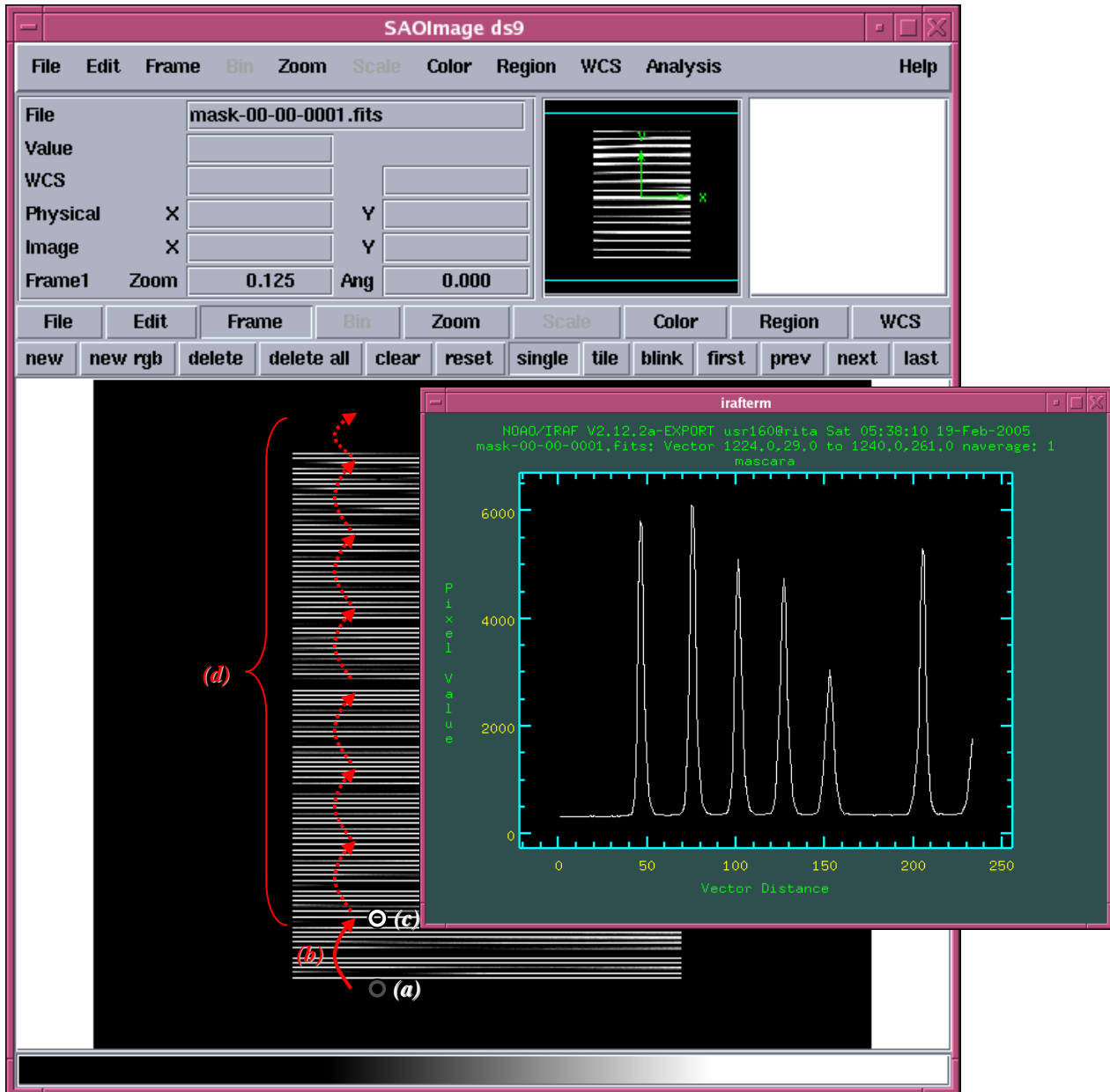


Figura 3.15: (a) Posicionar o ponteiro do mouse abaixo da linha/linhas de interesse, digitar [V] e clicar com o botão principal. (b) Deslocar-se verticalmente o ponteiro do mouse de modo a passar por algumas linhas. (c) Numa região não muito distante da primeira, digitar novamente [V] e clicar com o botão principal do mouse. Aparecerá um gráfico com o perfil do conjunto de linhas que se encontravam na região entre os cliques. (d) repetição do procedimento por toda extensão vertical da imagem.

Deve-se conferir no gráfico aberto se os perfis das linhas estão bem definidos, sem distorções (“barrigas”) ou picos duplos. Também é necessário repetir os procedimentos descritos acima por toda extensão vertical da imagem, fazendo-se a verificação de cada pico.

Caso indícios ou picos duplos sejam encontrados, deve-se deslocar a máscara de uma fração de milímetro para alguma direção, com uma metodologia escolhida a priori, e obter uma nova imagem de máscara para esta posição. Se os picos duplos forem sumindo, insista nessa direção até ter certeza que eles sumiram completamente.

09-) Com os micrômetros posicionados apropriadamente em x e y , imagens da máscara para essa posição podem ser obtidas, mudado adequadamente na tarefa OPD os parâmetros imagem para `mask-00-0n-` (sendo $n=0$ para primeira posição), `addinf` para os valores de x e y encontrados para posição que está sendo integrada e `nexp` (o número de exposição) de 3 a 5, em vista do processo de remoção de raios cósmicos. Preenchidos os parâmetros basta executar a aquisição das imagens digitando-se `:go`.

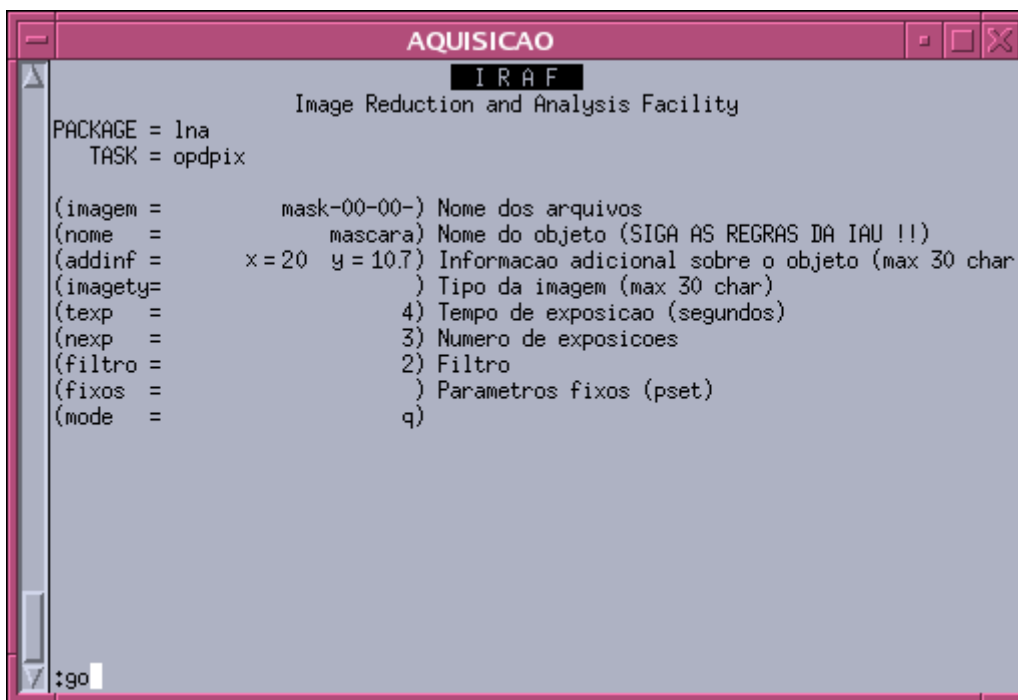


Figura 3.16: Exemplo dos parâmetros de exposição para primeira máscara. No caso das demais máscaras o parâmetro imagem deve ser mudado para um prefixo correspondente à posição da máscara que irá ser integrada (`mask-00-01-`, `mask-00-02-`, `mask-00-03-`, `mask-00-04-`) e as mudanças apropriadas devem ocorrer no parâmetro `addinf`.

10-) Depois de obtido o número adequado de imagens para a posição corrente, basta deslocar a máscara de 1 mm na direção x e repetir os procedimentos de 09-) até 10-) com as demais

posições de máscara (ou seja, até $n=4$). A verificação da existência de picos duplos deve ser feita em toda primeira imagem de uma dada posição, como descrito nos procedimentos 7-) e 8-).

Os prefixos que devem ser inseridos para as máscaras são *mask-00-00-*, *mask-00-01-*, *mask-00-02-*, *mask-00-03-* e *mask-00-04-*. Não esqueça de modificar os valores de x e y no parâmetro *addinf*. Uma sugestão que damos aqui para facilitar o preenchimento dos parâmetros é utilizar o comando de teclas [CTRL]+([U],[L]), que permite editar o nome anteriormente inserido sem apagá-lo completamente.

O que essa seqüência de procedimentos acaba por fazer, pode ser compreendido pela seguinte ilustração:

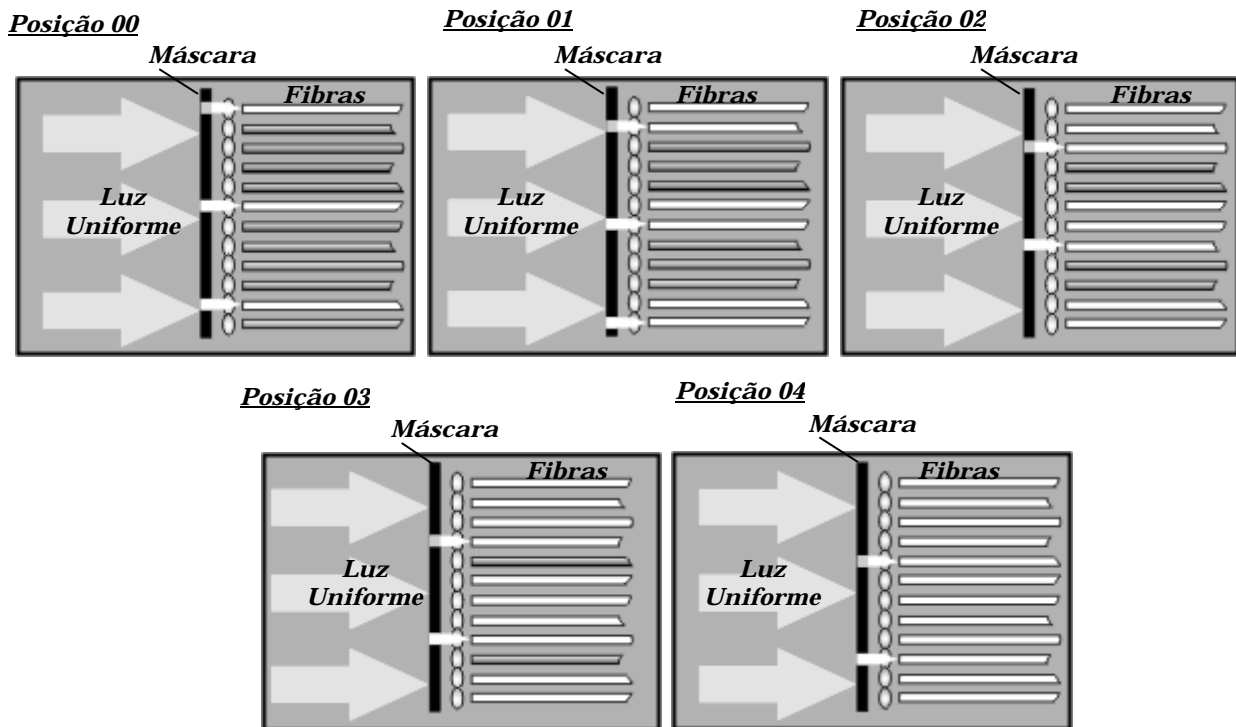


Figura 3.17: Representação de uma vista lateral do conjunto máscara, microlentes e fibras para ilustrar as 5 posições necessárias para amostrar todas as fibras. As fibras amostradas são representadas em um tom mais claro.

No final de todos estes procedimentos você deve estar com os seguintes arquivos no diretório de sua noite de observação (verifique digitando o comando *ls* no diretório em que as imagens foram adquiridas):

Posição	Arquivos*
1	<i>mask-00-00-001.fits; mask-00-00-002.fits; mask-00-00-003.fits</i>
2	<i>mask-00-01-001.fits; mask-00-01-002.fits; mask-00-01-003.fits</i>
3	<i>mask-00-02-001.fits; mask-00-02-002.fits; mask-00-02-003.fits</i>
4	<i>mask-00-03-001.fits; mask-00-03-002.fits; mask-00-03-003.fits</i>
5	<i>mask-00-04-001.fits; mask-00-04-002.fits; mask-00-04-003.fits</i>

Tabela 3.1: Símbolos e expressões regulares que serão combinados com parâmetros, comandos e nomes de arquivos para generalizar a descrição feita pelo texto. *Situação em que adotamos o parâmetro $n_{exp} = 3$ na tarefa OPD.

11-) Na caixa de lâmpadas desligar a lâmpada na fonte de tensão e girar a chave de seleção de lâmpadas até a lâmpada de calibração que for de interesse para o seu caso (Figura 3.9).

3.1.3. Geração dos arquivos de reconstrução de imagens

Os arquivos de máscara devem ser obtidos antes do início da noite de observação, pois é com eles que será possível gerar os arquivos que permitirão reconstruir as imagens observadas pelo IFU, tornando possível a centralização dos objetos alvo no campo das microlentes da IFU, além da obtenção do foco apropriado para o instrumento.

1-) De posse dos arquivos da Tabela 3.1, o primeiro passo a ser dado é combinar as imagens das máscaras de uma mesma posição. Isto é feito utilizando-se a tarefa IMCOMBINE, cujos parâmetros são acessados pelo comando `epar imcombine` na shell "Out Look".

Como são cinco as posições da máscara, então serão cinco vezes que este comando será executado, para cada uma das execuções variando apenas os parâmetros `input` e `output`. Desta maneira, em cada uma das execuções tais parâmetros deverão ser preenchidos da seguinte forma:

Posição	Parâmetro Input	Parâmetro Output
1	<i>mask-00-00-00?.fits</i>	<i>mask-00-00.fits</i>
2	<i>mask-00-01-00?.fits</i>	<i>mask-00-01.fits</i>
3	<i>mask-00-02-00?.fits</i>	<i>mask-00-02.fits</i>
4	<i>mask-00-03-00?.fits</i>	<i>mask-00-03.fits</i>
5	<i>mask-00-04-00?.fits</i>	<i>mask-00-04.fits</i>

Tabela 3.2: Símbolos e expressões regulares que serão combinados com parâmetros, comandos e nomes de arquivos para generalizar a descrição feita pelo texto. *Situação em que adotamos o parâmetro $n_{exp} = 3$ na tarefa OPD

Ao final de cada execução do comando `imcombine` e do preenchimento dos parâmetros como indicado pela tabela Tabela 3.2 basta digitar `:go` para que a combinação das imagens da máscara naquela posição seja realizada.


```

QUICK LOOK
      IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = immatch
TASK = imcombine

input = mask-00-00-000?.fits List of images to combine
output = mask-00-00.fits List of output images
(headers= ) List of header files (optional)
(bpmasks= ) List of bad pixel masks (optional)
(rejmask= ) List of rejection masks (optional)
(nrejmas= ) List of number rejected masks (optional)
(expmask= ) List of exposure masks (optional)
(sigmas = ) List of sigma images (optional)
(logfile= STDOUT) Log file

(average= average) Type of combine operation
(reject = minmax) Type of rejection
(project= no) Project highest dimension of input images?
(outtype= real) Output image pixel datatype
(outlimi= ) Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
(offsets= none) Input image offsets
(masktyp= none) Mask type
(maskval= 0.) Mask value
(blank = 0.) Value if there are no pixels

(scale = none) Image scaling
(zero = none) Image zero point offset
(weight = none) Image weights
(statsec= ) Image section for computing statistics
(expname= ) Image header exposure time keyword

(lthresh= INDEF) Lower threshold
(hthresh= INDEF) Upper threshold
(nlow = 0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise= 0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = 1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = 0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(sigscal= 0.1) Tolerance for sigma clipping scaling corrections
(pclip = -0.5) pclip: Percentile clipping parameter
(grow = 0.) Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode = ql)

:go

```

Figura 3.18: Exemplo do preenchimento dos parâmetros da tarefa IMCOMBINE para a máscara na posição 1.

2-) Executar na shell "Out Look" o comando `epar mask` e preencha os parâmetros como na figura a seguir:

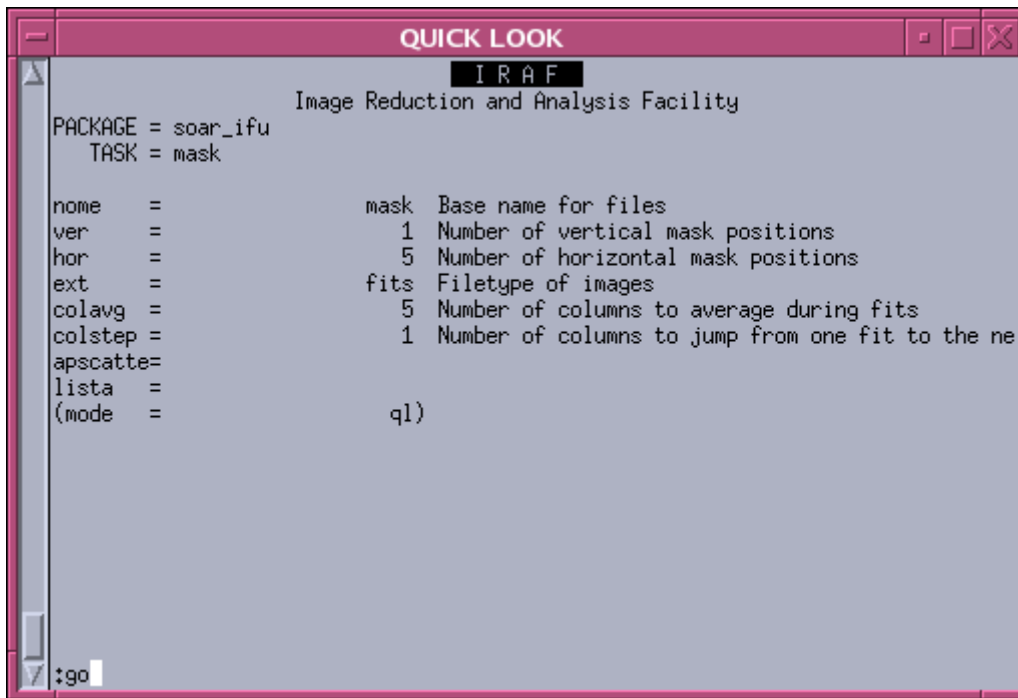


Figura 3.19: Como os parâmetros da tarefa MASK devem estar preenchidos.

Digite :go. Começará um processo iterativo de reconhecimento das máscaras que se repetirá para cada uma das posições.

3-) Executar a tarefa MASK com :go fará com que o programa pergunte: "Find apertures for mask-00-00? (yes):" (Encontrar aberturas para mask-00-00?). Responda yes ([Enter]).

Em seguida o programa perguntará "Number of apertures to be found automatically (102):" (Número de aberturas a serem encontradas automaticamente (102):). Por padrão ele recomendará 102. Aceite esta proposta digitando [Enter].

Após isso, o programa perguntará: "Edit apertures for mask-00-00? (yes):" (Editar aberturas para mask-00-00?). Responda yes ([Enter]).

Abrirá uma janela com um gráfico como o que mostramos a seguir:

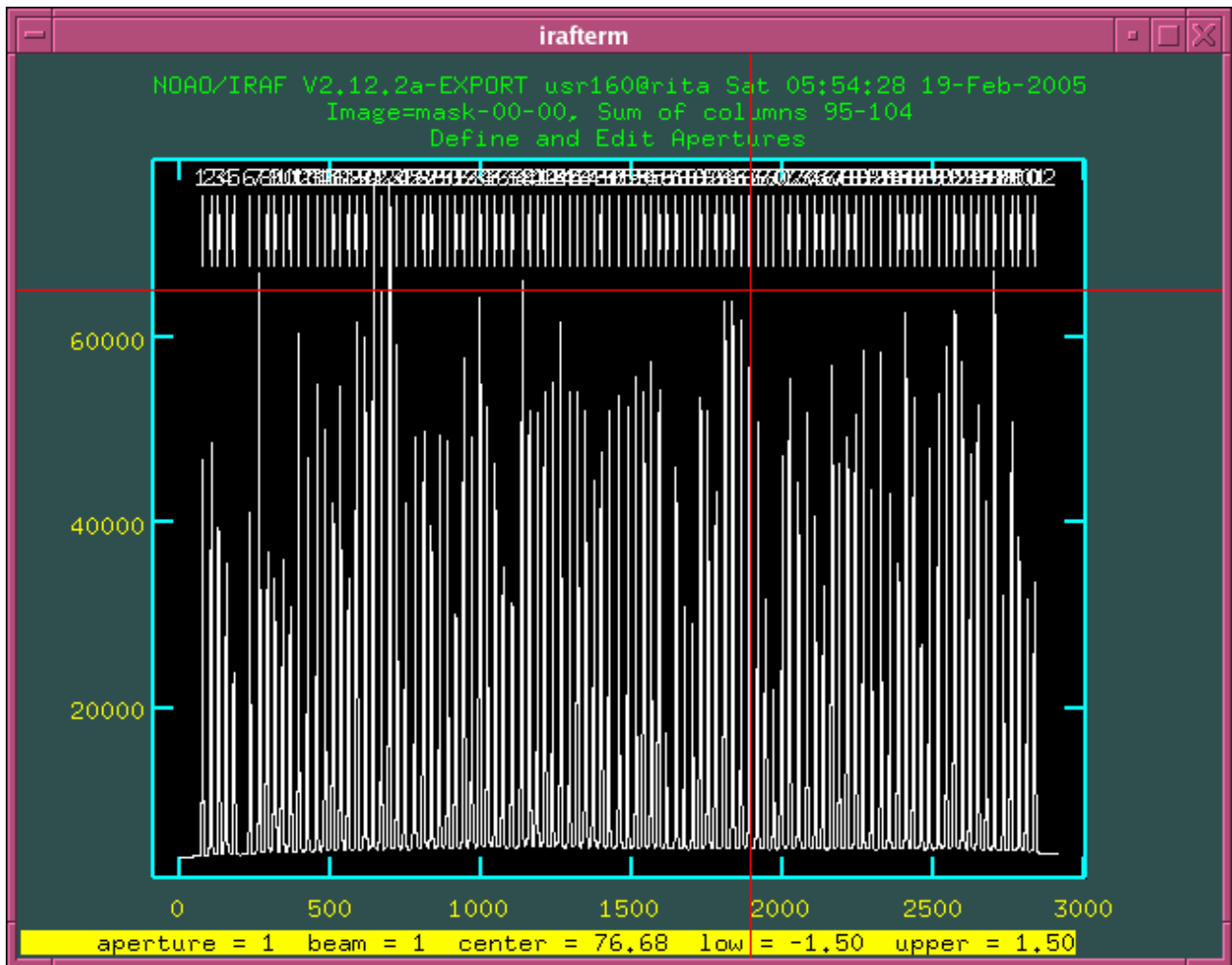


Figura 3.20: Gráfico com a identificação do pico de emissão das fibras expostas com a primeira posição da máscara.

Nesta figura, cada pico representa a emissão captada a partir de uma fibra no início do espectro para a posição da máscara analisada. É necessário fazer uma verificação “manual” do reconhecimento das aberturas pelo programa. Para tanto será necessário ampliar o gráfico de forma a se distinguir cada pico. Isso é feito posicionando-se o cursor do mouse na região inicial do gráfico, digitando-se [w] (para habilitar os comandos da janela) e [x] para ampliar o gráfico na posição do cursor. Faça este procedimento até que a ampliação seja conveniente. A Figura 3.21 ilustra como isso é feito.

Verifique se a cada pico corresponde uma marcação. Utilize as teclas [w] e [r] (de right) para observar os picos mais à direita no gráfico e [w] e [l] (de left) para observar os picos mais à esquerda no gráfico.

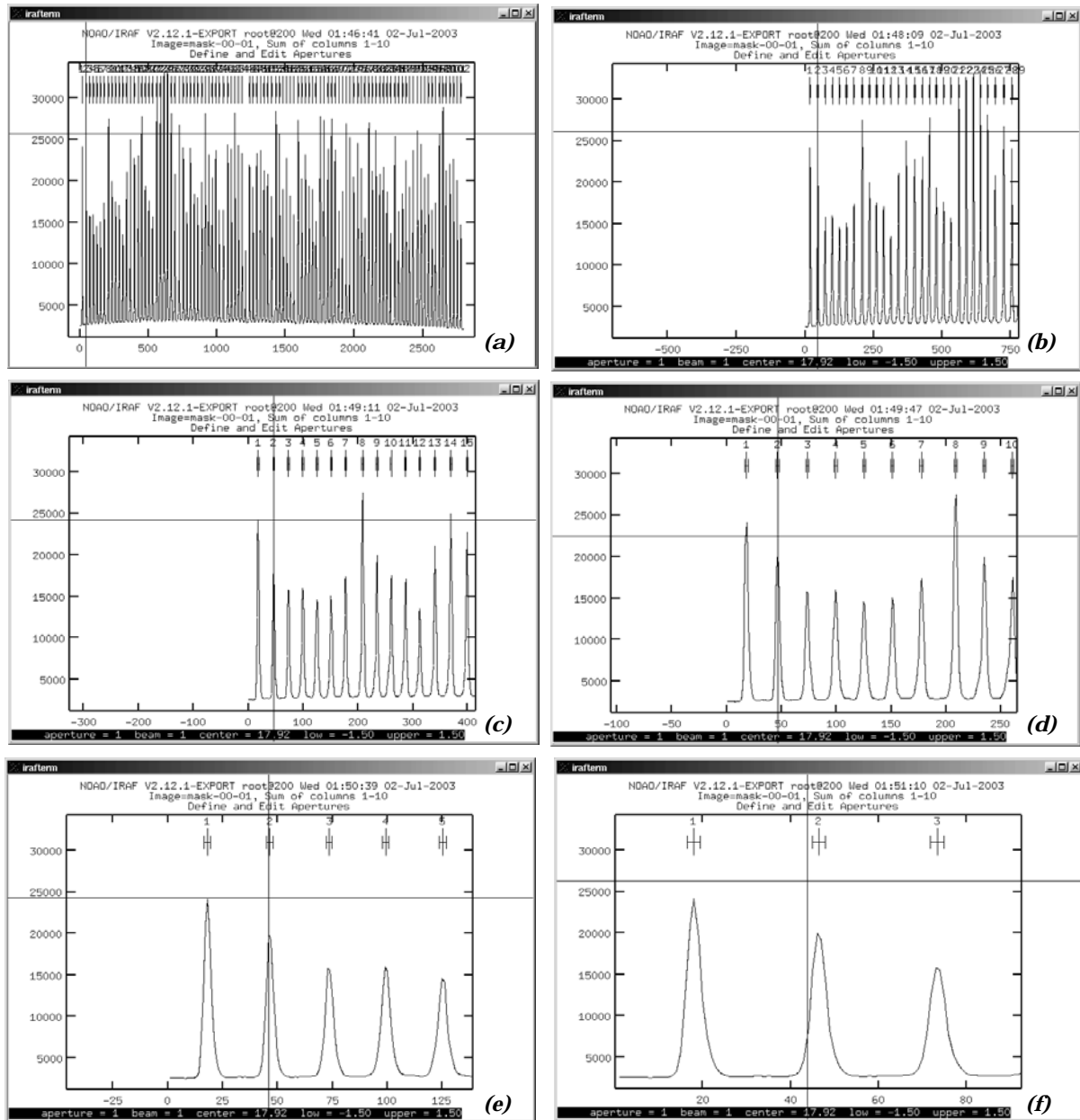


Figura 3.21: Seqüência de imagens mostrando o processo de ampliação da parte inicial do gráfico. Cada pressionar consecutivo das teclas w e x gera uma ampliação na região onde se encontra o cursor do mouse (cruzamento de linhas vermelhas).

Quando um pico não está marcado, como na Figura 3.22, deve-se colocar o cursor do mouse sobre o pico como ilustrado na imagem citada e digitar-se [m] para marcá-lo (Figura 3.23).

Quando uma marca excedente for encontrada onde não há pico, ou onde tal marca seja incoerente com os demais picos (Figura 3.24), basta excluí-la posicionando o cursor sobre ela e digitando [d] (Figura 3.25).

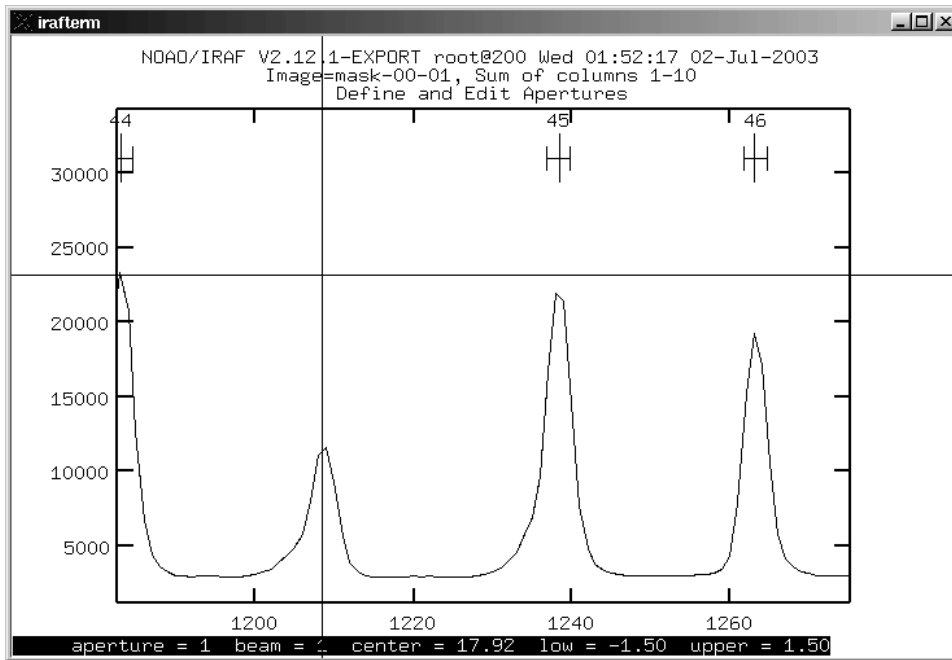


Figura 3.22: Região do gráfico onde um dos picos (uma das aberturas) não foi encontrado.

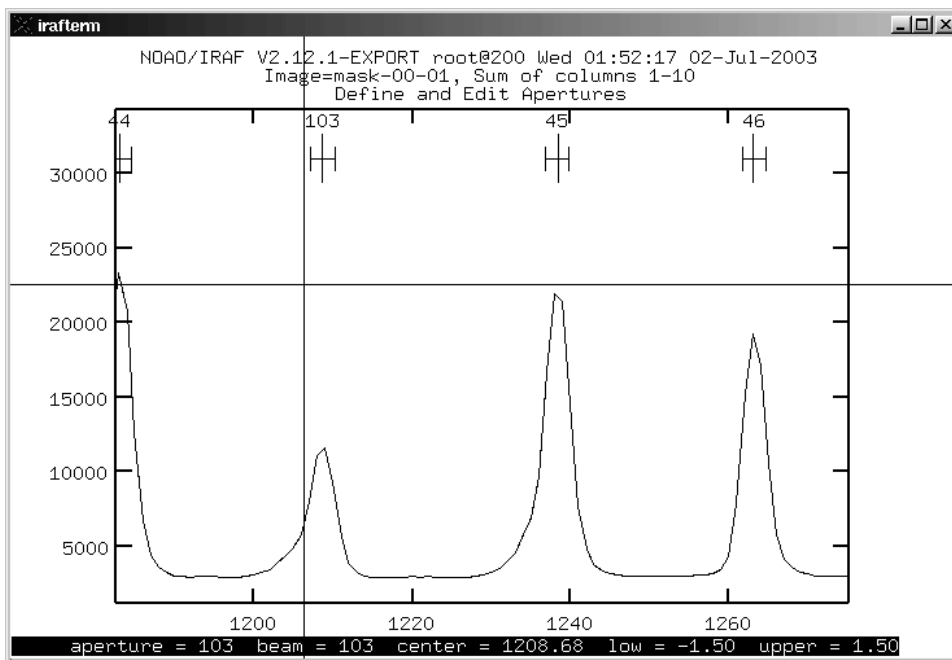


Figura 3.23: Região do gráfico em que se "forçou" o reconhecimento de um pico digitando-se m com o cursor do mouse sobre ele.

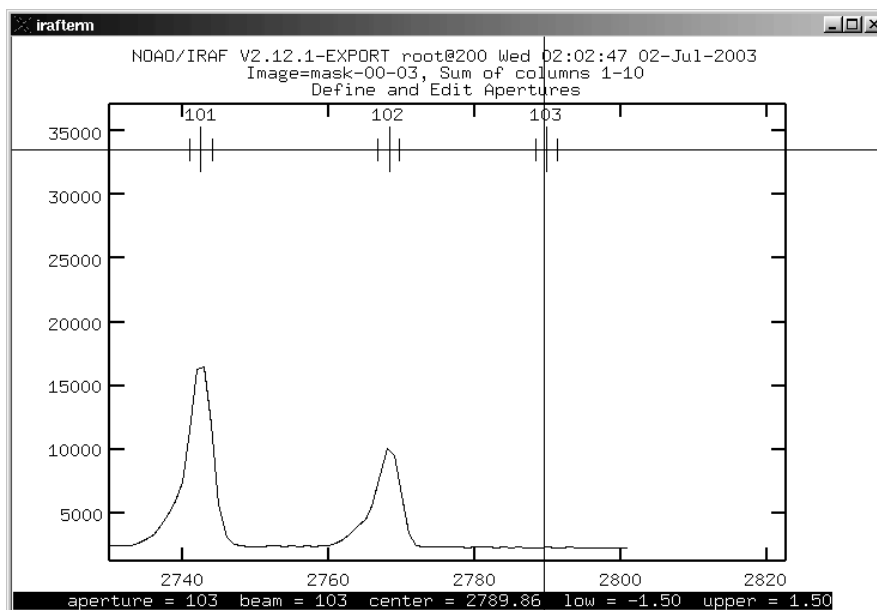


Figura 3.24: Região do gráfico em que um pico desnecessário foi reconhecido.

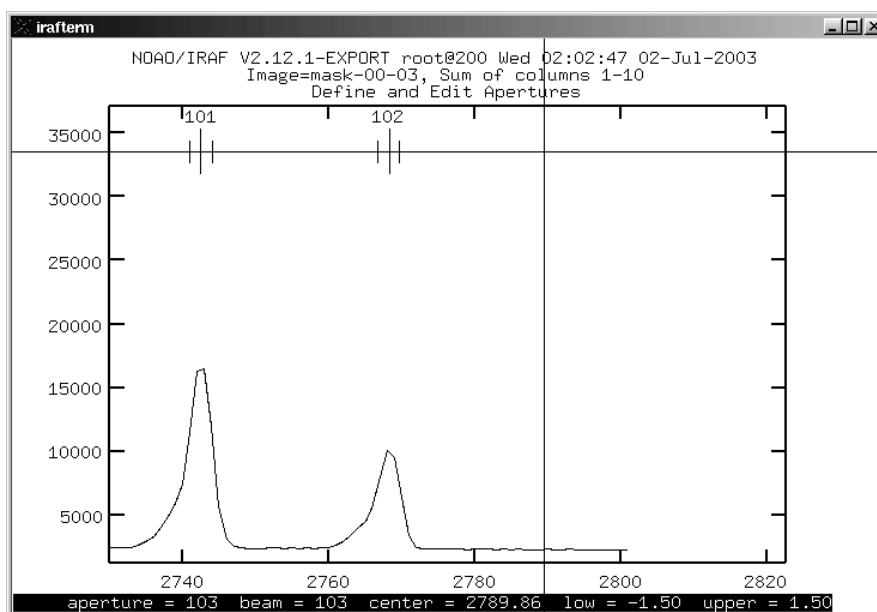


Figura 3.25: Região em que se havia encontrado um pico excedente e este foi apagado ao se digitar d após ser colocado o cursor do mouse sobre ele.

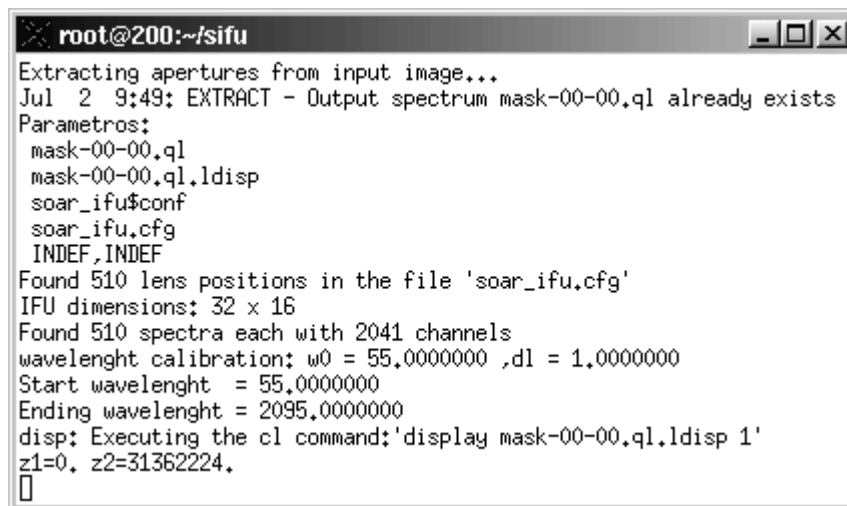
Ao finalizar a verificação digite [q] e registre o número de marcas encontradas nesta posição da máscara. Aparecerá a pergunta: "Trace apertures for mask-00-00.fits? (yes):" (Traçar aberturas para mask-00-00.fits?). Responda yes ([Enter]). O total de marcas (aberturas) somadas nas cinco posições da máscara deve ser 510, ou seja, o número de fibras que efetivamente estão ativas no espectrógrafo.

A partir daí surgem diferentes perguntas, cujas respostas as seguintes:

- *Fit traces positions for mask-00-0n interactively? (yes): NO*
- *Write apertures for mask-00-0n to database? (yes): yes*
- *Subtract scattered light in mask-00-0n? (yes): yes*
- *Fit scattered light interactively? (yes): NO*

Se tudo ocorreu bem até aqui, a imagem de uma máscara pode ser reconstruída. Para fazer isso basta digitar o comando `ifu mask-00-00.fits`.

Executando-se esse comando, teremos uma saída com aproximadamente a seguinte forma:



```
root@200:~/sifu
Extracting apertures from input image...
Jul 2 9:49: EXTRACT - Output spectrum mask-00-00,ql already exists
Parametros:
mask-00-00,ql
mask-00-00,ql,ldisp
soar_ifu$conf
soar_ifu.cfg
INDEF,INDEF
Found 510 lens positions in the file 'soar_ifu.cfg'
IFU dimensions: 32 x 16
Found 510 spectra each with 2041 channels
wavelength calibration: w0 = 55,0000000 ,dl = 1,0000000
Start wavelength = 55,0000000
Ending wavelength = 2095,0000000
disp: Executing the cl command: 'display mask-00-00,ql,ldisp 1'
z1=0, z2=31362224,
█
```

Figura 3.26: Saída após a execução da tarefa IFU.

O que abrirá automaticamente a imagem reconstruída da máscara na posição $n = 0$ (primeira posição).

Uma vez que a imagem reconstruída tem 16 pixels de altura e 32 pixels de largura, será necessário ampliá-la na janela de visualização de imagens ds9 apertando-se o botão Zoom uma vez e o botão In quantas vezes forem necessárias.

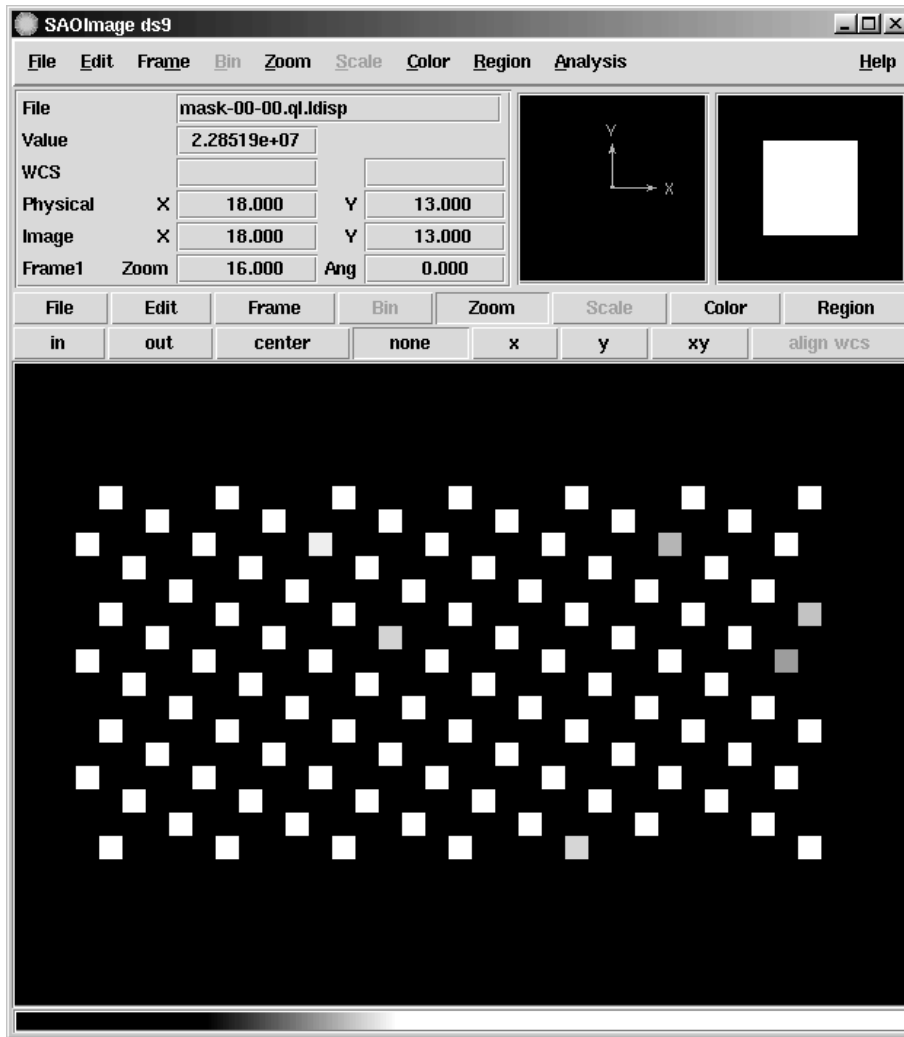


Figura 3.27: Imagem reconstruída da máscara na primeira posição $n = 1$.

A título de curiosidade é interessante notar que a imagem está aberta em um modo em que pode ser examinada. Ou seja, se o cursor do mouse for colocado sobre alguma posição da imagem (em especial os quadrados brancos que demarcam as regiões onde as fibras foram iluminadas) e se for digitada a tecla *e*, será possível observar a dimensão espectral da imagem para aquela fibra.

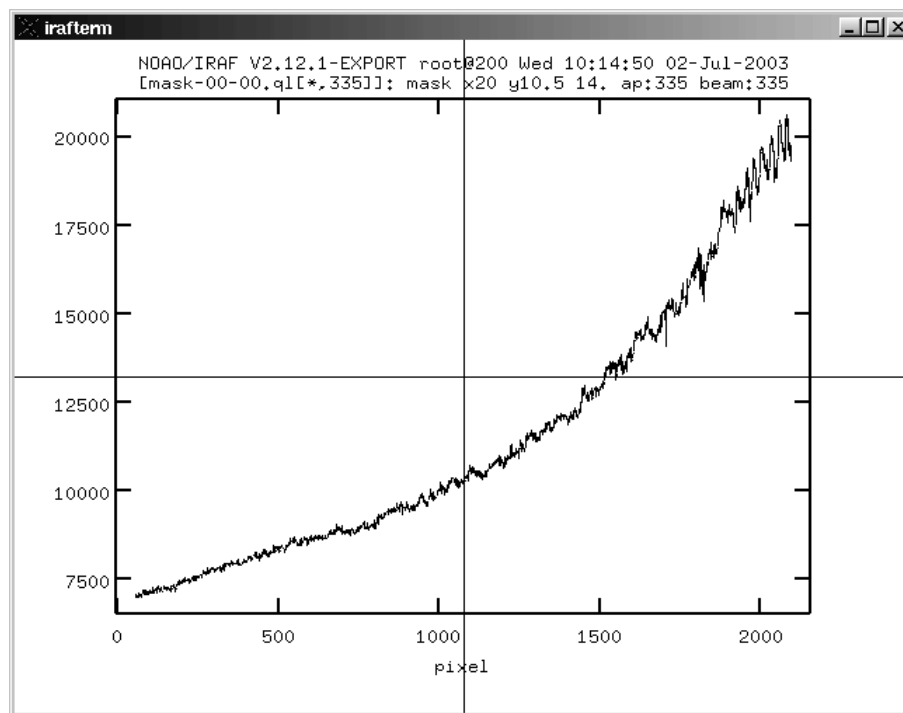


Figura 3.28: Exame gráfico da dispersão espectral de uma das fibras.

Para passar para o próximo procedimento basta digitar [q] na janela gráfica (Figura 3.27) e novamente q na janela contendo a imagem da máscara reconstruída (Figura 3.28).

4-) Recuar o espelho do Cassegrain no terminal de controle selecionando no menu Comando a opção Apontamento, Periféricos e apertar a tecla [Enter] sobre a opção Espelho Lamp. Cass. [A], que assumirá o valor Espelho Lamp. Cass. [R].

3.2. Imagens para o processo de redução

Reunimos nesta seção o processo de obtenção de imagens padrões para o processo de redução que, a exceção das máscaras e das lâmpadas de calibração, podem ser feitas nos momentos que o observador achar conveniente.

3.2.1. Imagens de bias

Para obtenção de imagens de *bias* é necessário preencher os parâmetros da tarefa FIXOS e da tarefa OPD da seguinte maneira:



Figura 3.29: Parâmetros para tarefa `FIXOS` para obtenção de imagens de bias.

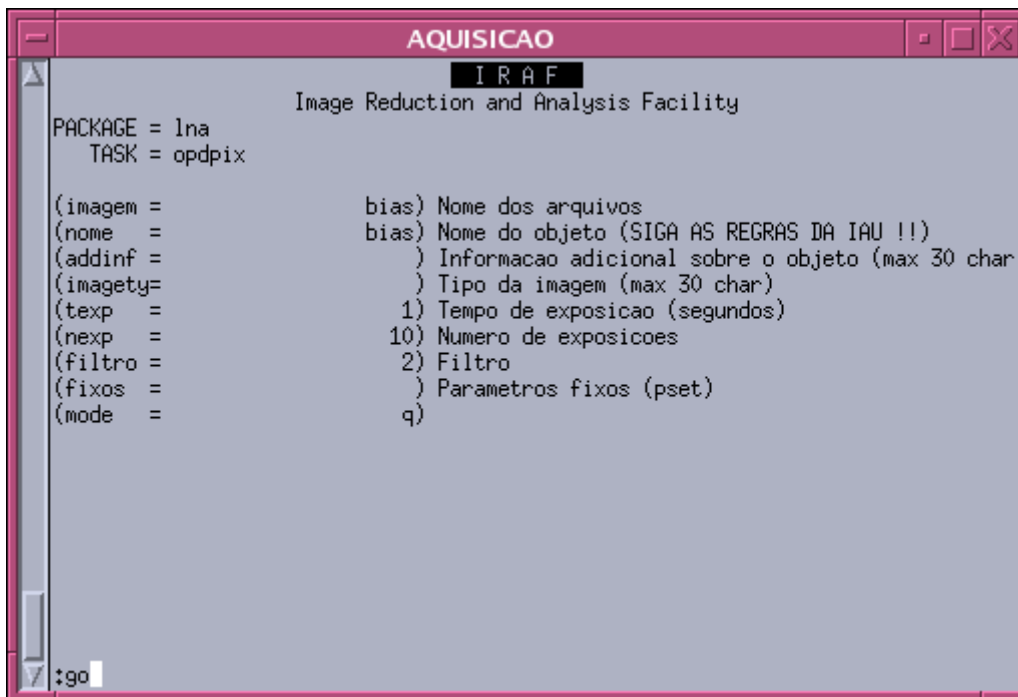


Figura 3.30: Parâmetros para tarefa `OPD` para obtenção de imagens de bias.

Executando-se `:go` na última janela, será obtido algo com na figura a seguir:

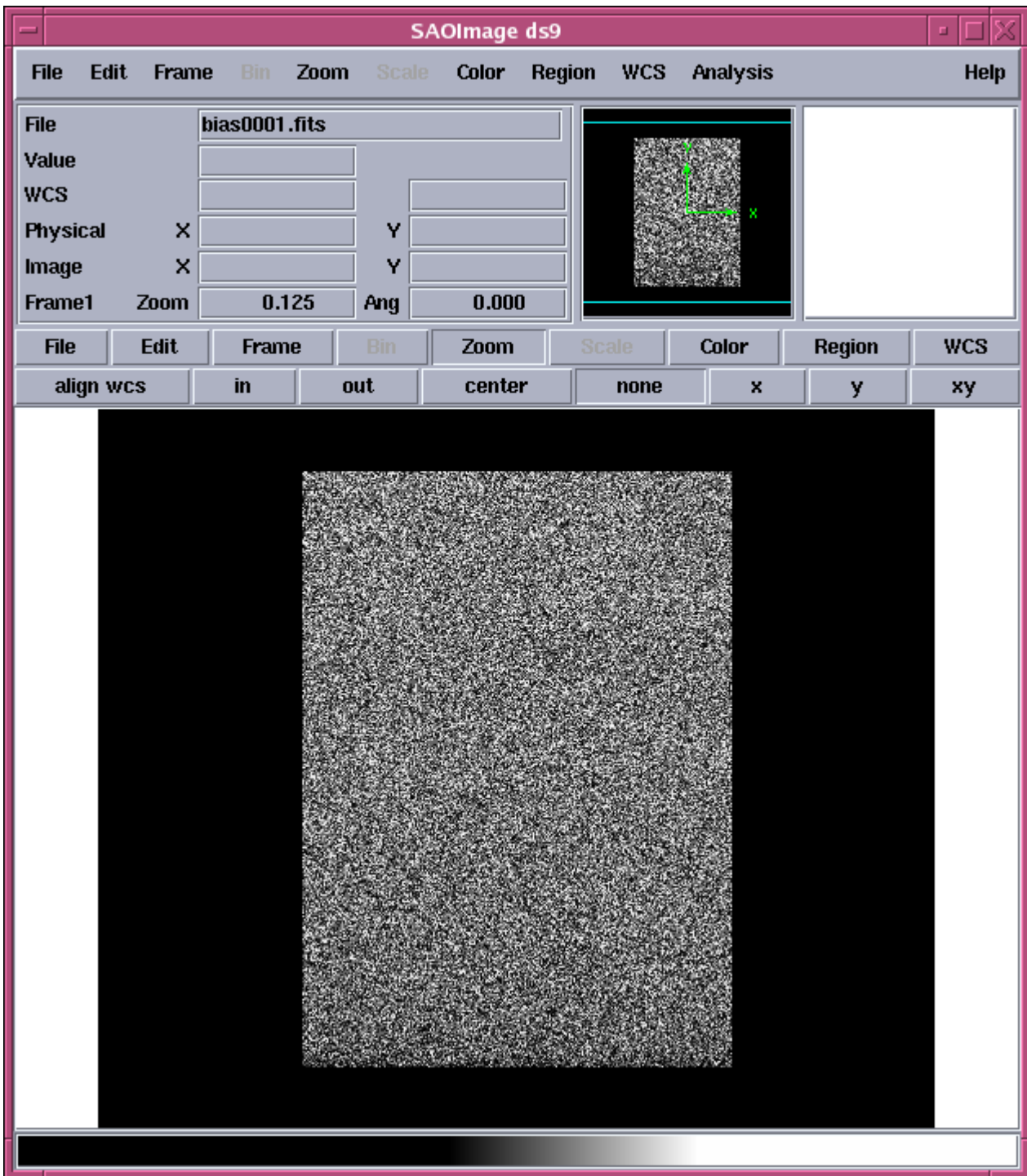


Figura 3.31: Exemplo de uma imagem de bias.

3.2.2. Flat field de cúpula

Para se fazer o *flat field* de cúpula são necessários alguns cuidados. Assim sendo alertaremos sobre algumas precauções ao longo da apresentação do procedimento para obtenção de imagens de *flat* de cúpula.

1-) Verifique se a altura da plataforma está apropriada para o deslocamento do telescópio para posição de flat-field. Isso deve ser feito para que o conduíte das microfibras não deposite todo seu peso sobre o instrumento, gerando flexões indesejáveis. Uma altura pouco acima da corrente de proteção fixada ao piso é o bastante. A Figura 3.32 mostra isso.

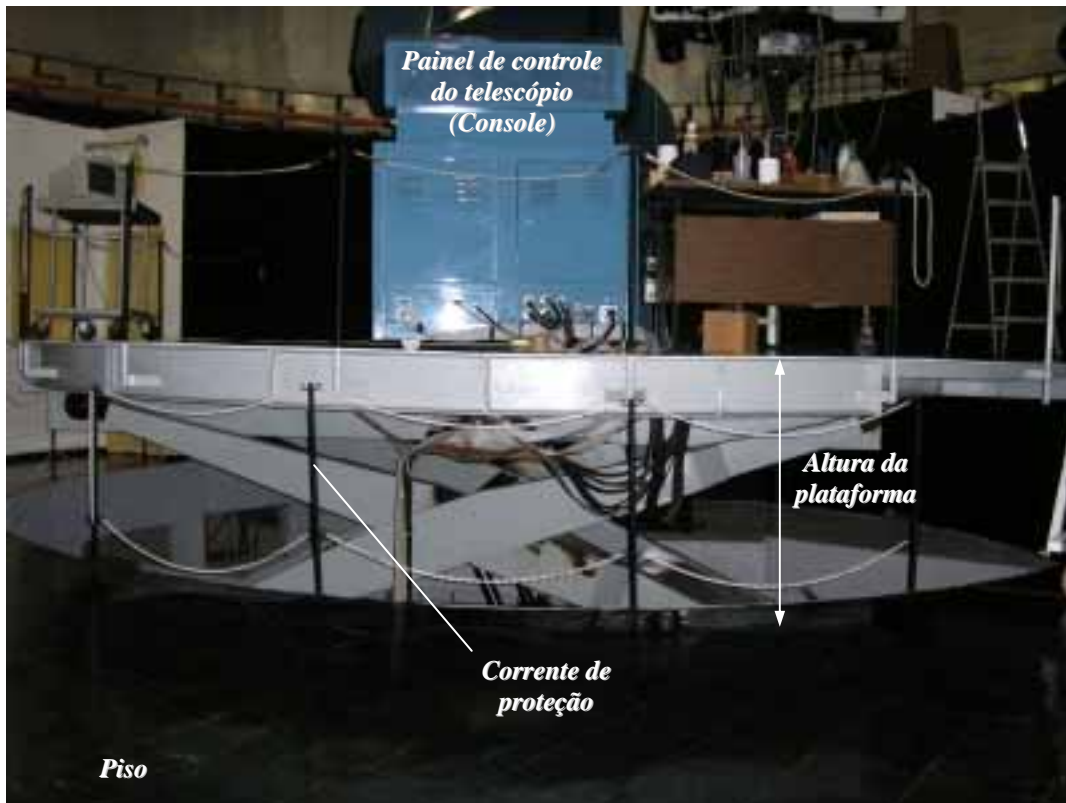


Figura 3.32: Altura apropriada para a plataforma do telescópio.

Para elevar ou abaixar a plataforma, basta ir ao painel de controle do telescópio, que se encontra sobre a plataforma (também conhecido como console), ligar a chave liga-desliga em sua lateral direita (Figura 3.33(b)) e apertar os botões PLATAF \uparrow ou PLATAF \downarrow , na região direita do painel (Figura 3.33 (c)). Ao lado do botão liga-desliga na lateral direita do painel há uma chave de aceleração, que se girada no sentido horário aumentará a velocidade da plataforma (Figura 3.33(b)). Esta chave de aceleração só pode ser girada após um dos botões PLATAF \uparrow ou PLATAF \downarrow ter sido acionado e em hipótese alguma solte estes botões enquanto a chave de aceleração não estiver totalmente girada no sentido anti-horário (desacelerada).



Figura 3.33: Imagens do console. (a) Painel do console. (b) Lateral direita do console, onde se encontram a chave de acionamento do movimento da plataforma e a chave de aceleração da mesma. (c) Botões para subir e descer a plataforma do telescópio, localizados na região direita do painel do console. (d) Compartimento abaixo do painel do console, onde se encontra o botão liga-desliga da lâmpada de flat-field. (e) Detalhe do módulo de acionamento da lâmpada de flat-field e botão liga-desliga da lâmpada.

2-) Ligue as lâmpadas de flat-field no compartimento da direita, abaixo do painel do console (Figura 3.33 (d) e (e)).

3-) Ir ao terminal de controle e no menu Comandos escolher a opção Inicialização, Mover p/ Posição Default e Flat Field.



Figura 3.34: Comandos no terminal de controle para o posicionamento do telescópio para obtenção de imagens de flat field.

4-) Não esquecer de apagar as lâmpadas da cúpula antes de começar a fazer a integração das imagens de flat, pois elas são fluorescentes, e emitem linhas e acabam por criar padrões no CCD não associados a variações intrínsecas do mesmo.

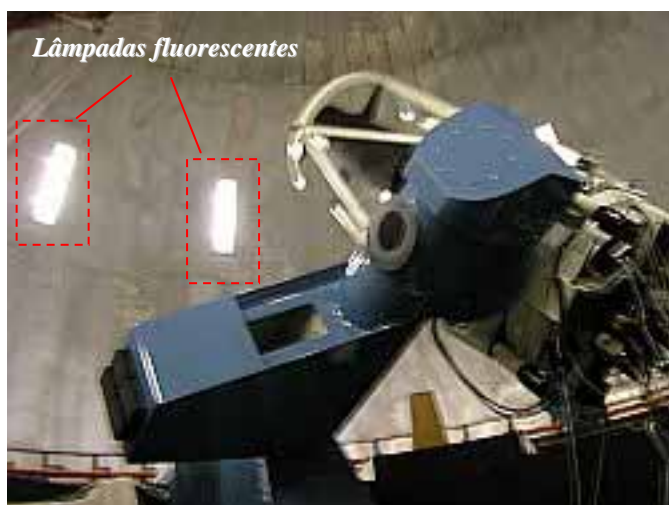


Figura 3.35: Telescópio se direcionando para posição de flat field. No detalhe as lâmpadas fluorescentes que devem ser desligadas durante a integração das imagens de flat field.

5-) Verificar na cúpula, próximo à

escadaria do telescópio se o marcador “FLAT” encontra-se alinhado com placa metálica cinza fixada na estrutura do prédio do telescópio. Caso não esteja, ajustar o posicionamento da cúpula pelos botões mostrados na Figura 3.36 (b).

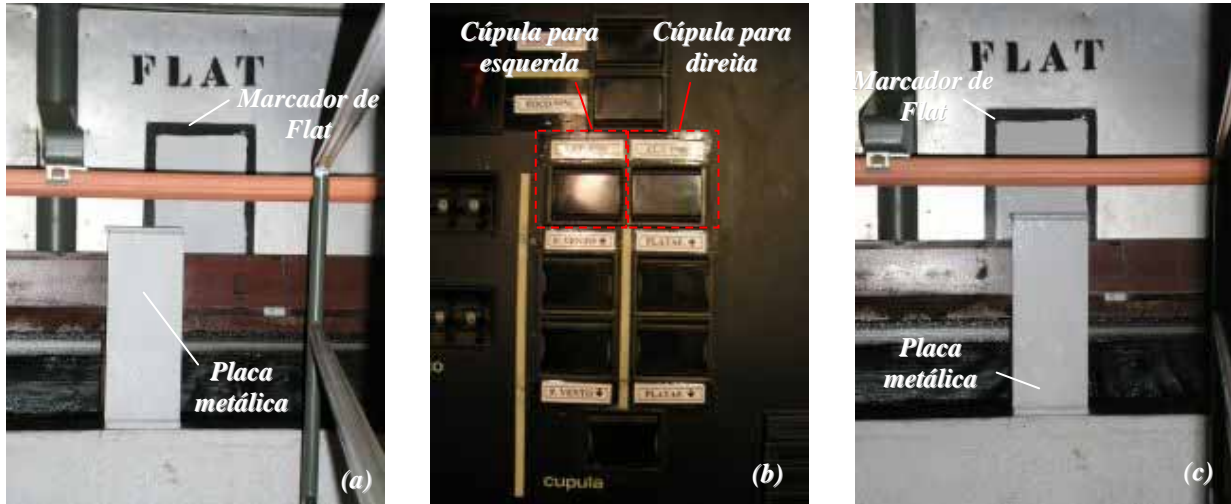


Figura 3.36: (a) Posição da cúpula em que a direção do telescópio está desalinhada com a tela de flat field. (b) Botões de controle de giro da cúpula logo acima dos controles de elevação da plataforma (Figura 3.33 (c)). (c) Exemplo da posição da cúpula quando o telescópio está alinhado com a tela de flat field.

No final desses processos o telescópio deve estar como na imagem a seguir:



Figura 3.37: Telescópio em posição de flat field.

6-) Ir ao terminal de aquisição e na shell “Aquisição” configurar os parâmetros da tarefa FIXOS (epar fixos) de forma que a leitura seja lenta (rápido recebe no) e que o obturador seja

mantido aberto (fechado recebe no).



Figura 3.38: Parâmetros adequados para obtenção de imagens de flat field para a tarefa FIXOS.

7-) Na shell “Aquisição” configurar os parâmetros da tarefa OPD (epar opd) como na figura a seguir:

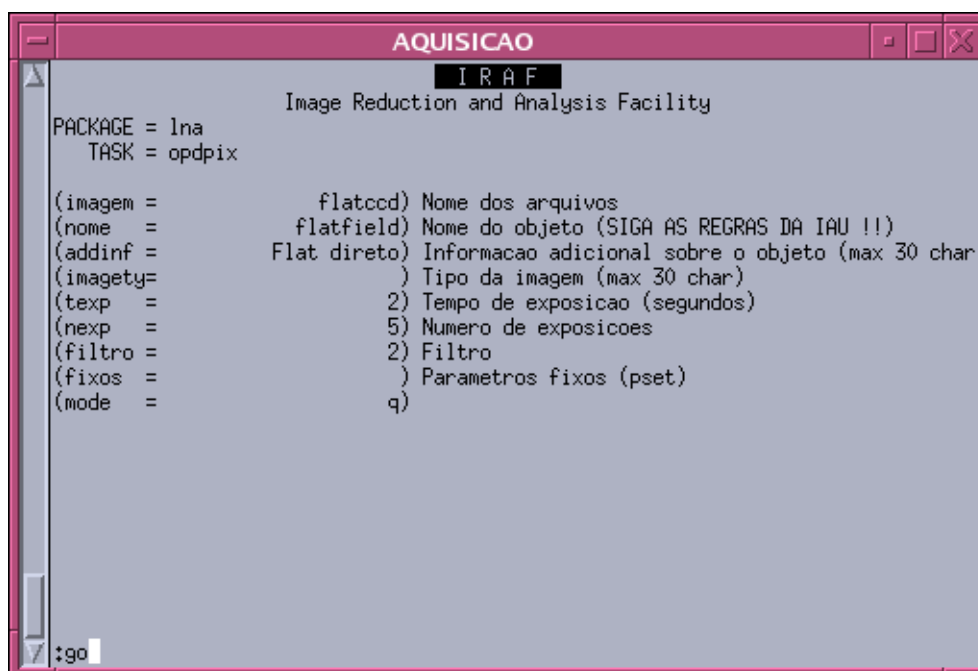


Figura 3.39: Parâmetros adequados para obtenção de imagens de flat field de cúpula para a tarefa OPD.

Com o comando :go será iniciada a aquisição das imagens de flat field de cúpula. A imagem captada é algo como na Figura 3.40:

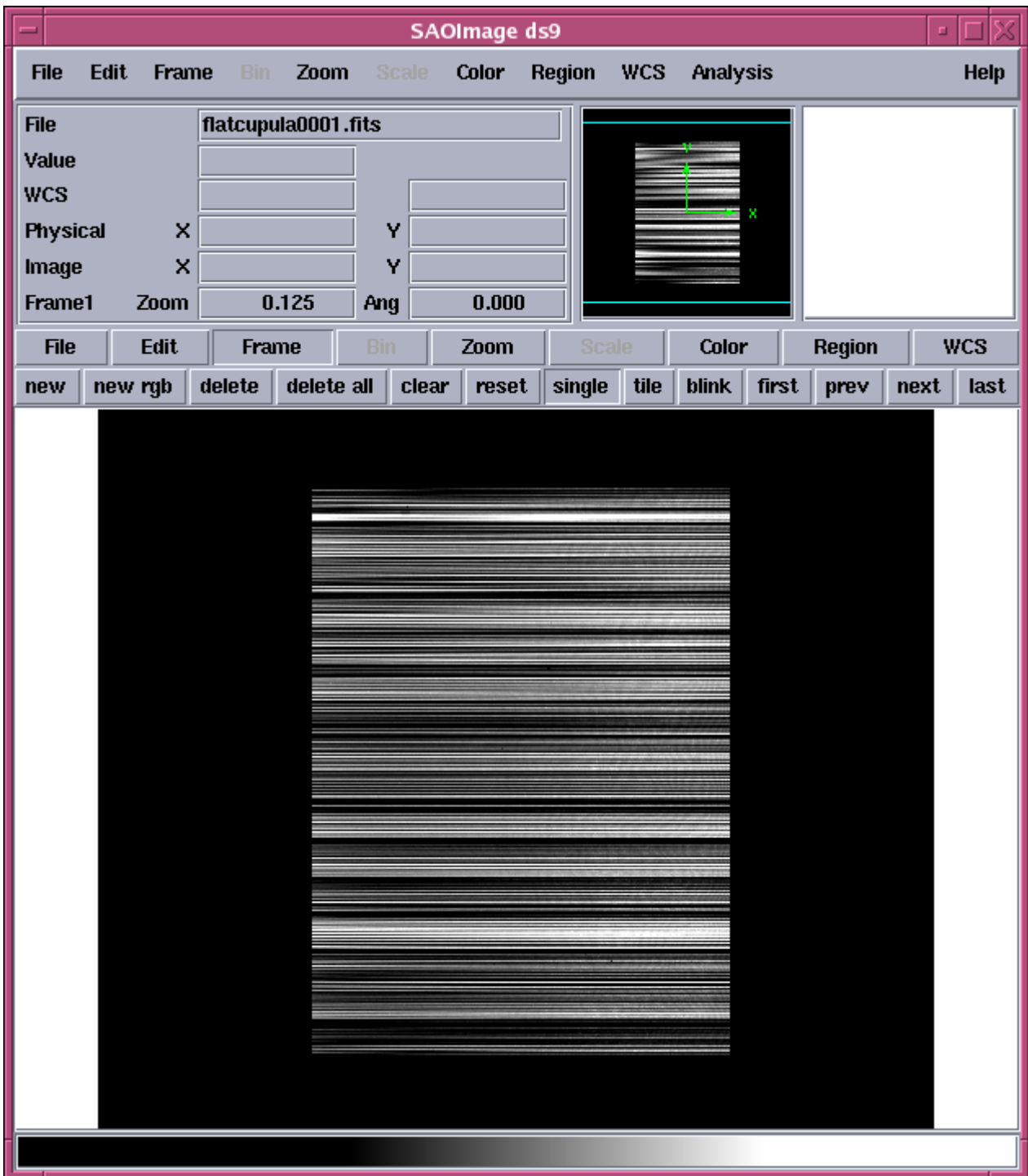


Figura 3.40: Exemplo de uma imagem de flat field de cúpula.

8-) Com a finalização deste procedimento, desligar a lâmpada de flat field (Figura 3.33 (d) e (e)).

3.2.3. Flat field de CCD

Outro tipo de imagem de interesse para o processo de redução são as imagens de *flat field* obtidas diretamente sobre o *CCD* que capta a imagem dispersada pelo espectrógrafo. O dispositivo utilizado para obtenção deste tipo de imagem é composto basicamente por uma caixa com uma fonte luminosa interna, em que uma das faces é composta de um material translúcido, que espalha a luz.

Esta caixa é colocada na sala do espectrógrafo em frente ao sistema óptico que focaliza imagem sobre o *CCD*, de modo que uma correção por transmissão devido a inhomogeneidade das lentes também é feita (*Figura 3.41 (a)*).

Uma amostra da imagem captada pelo *CCD* pode ser vista na *Figura 3.41 (b)*

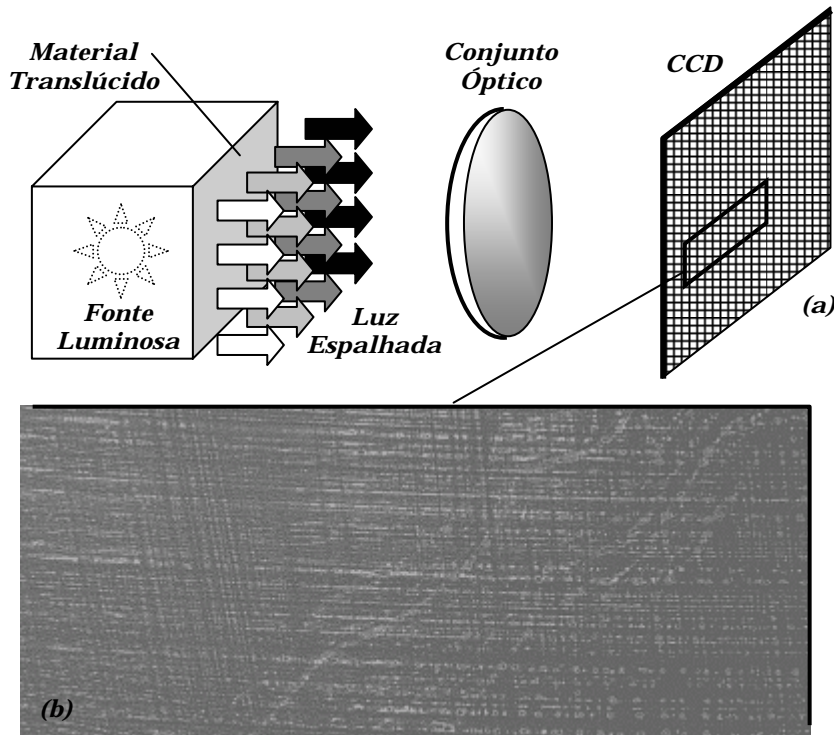


Figura 3.41: (a) Esquema do dispositivo utilizado para se fazer imagens de flat interno. (b) Parte da imagem de flat de CCD registrada no próprio CCD.

De uma forma provisória, a lâmpada e a caixa com elemento dispersor utilizadas são as seguintes:

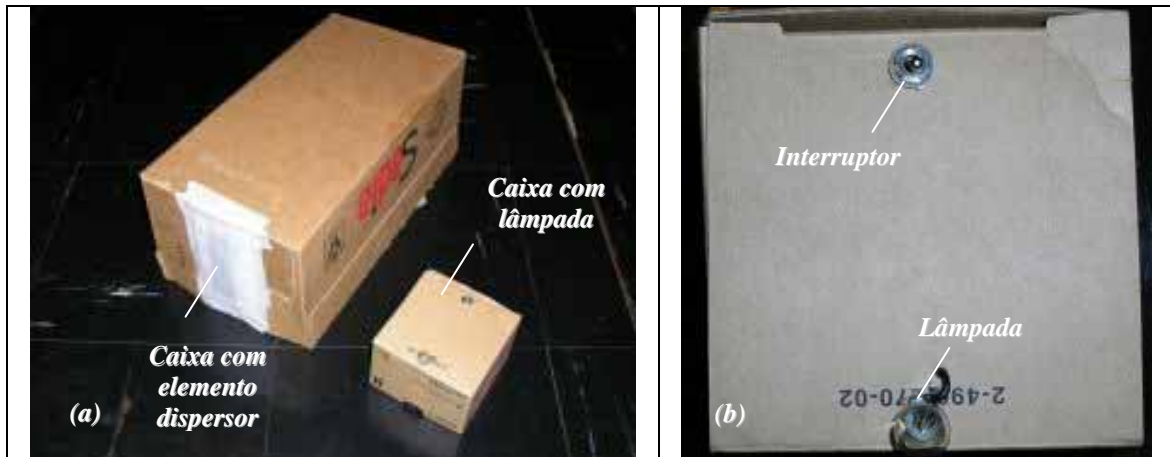


Figura 3.42: (a) Esquema do dispositivo utilizado para se fazer imagens de flat interno. (b) Parte da imagem de flat interno registrado no CCD.

O procedimento envolvido para obtenção deste tipo de imagem é o seguinte:

1-) Vá até a sala do espectrógrafo Cassegrain, coloque o caixa com a lâmpada na posição mais afastada do espectrógrafo e coloque sobre ele a caixa com o elemento dispersor como mostrado na Figura 3.43.



Figura 3.43: Disposição da caixa com elemento dispersor e da lâmpada no espectrógrafo..

Ainda para diminuir a intensidade da fonte é necessário cobrir as lâmpadas com uma folha feita do mesmo elemento dispersor.

2-) Apagar todas as lâmpadas da sala do espectrógrafo e ir ao terminal de aquisição, preencher os parâmetros da tarefa FIXOS (epar fixos) como na Figura 3.38, e os parâmetros da tarefa OPD como na figura Figura 3.44, e executar o comando :go.

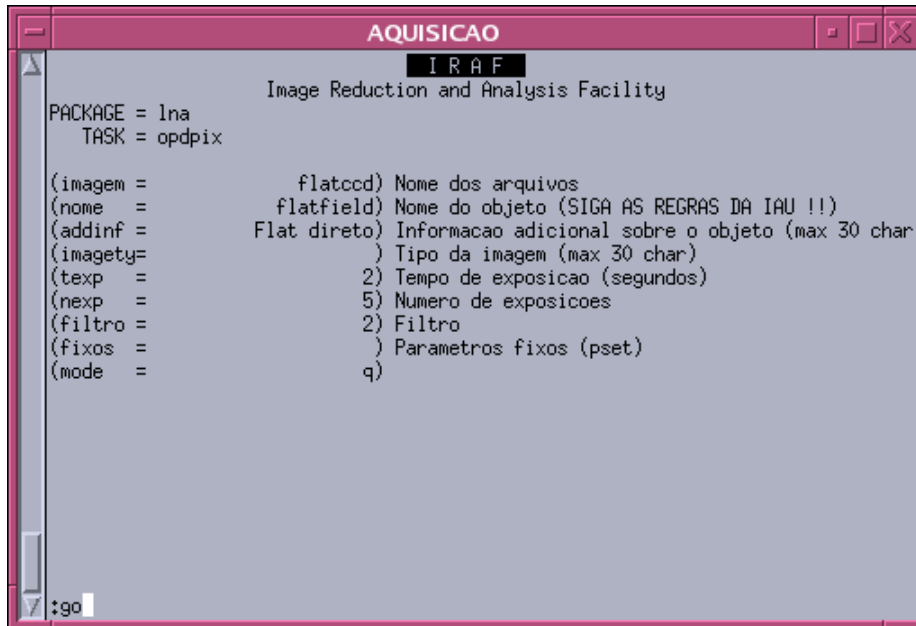


Figura 3.44: Parâmetros adequados para obtenção de imagens de flat field de CCD para a tarefa OPD.

Exemplo da imagem captada:

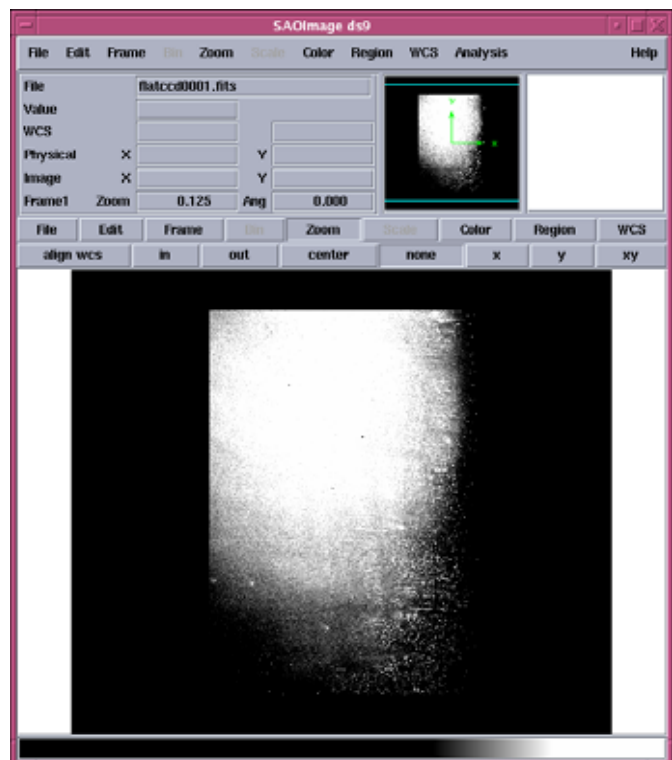


Figura 3.45: Exemplo de uma imagem de flat field de CCD.

3.2.4. Flat field interno

O *flat field* interno é uma forma alternativa para se obter o *flat field* de cúpula. O que diferencia um do outro é que no *flat interno* substitui-se a superfície de uma tela uniformemente iluminada pela imagem da lâmpada contínua espalhada por um dispersor e captada pelas microlentes. Para se obter *flats* internos deve-se fazer o seguinte:

1-) Na caixa de lâmpadas girar a chave de mudança de lâmpadas para posição contínuo (Figura 3.9 (a)) e acenda a lâmpada (Figura 3.9 (b)).

2-) Ativar o espelho do Cassegrain, acessando o menu Comandos, Apontamento, Periféricos e digitando-se [Enter] na opção Espelho Lamp. Cass. [R] que depois de ativado passará a indicar Espelho Lamp. Cass. [A].

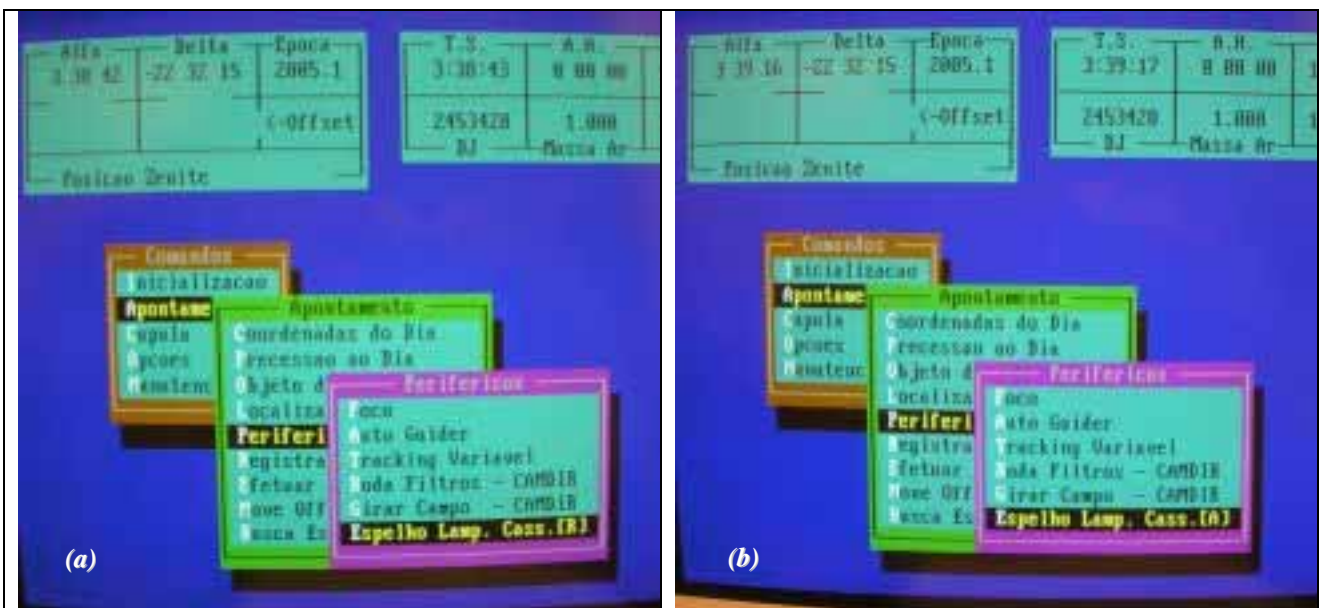


Figura 3.46: No terminal de controle, (a) espelho do Cassegrain desativado e (b) espelho do Cassegrain ativado

3-) Apagar todas as lâmpadas na área do telescópio. No terminal de aquisição, na shell "Aquisição" ativar a tarefa FIXOS (epar fixos) e utilize os parâmetros como mostrados na Figura 3.38. Na tarefa OPD (epar opd) utilizar os parâmetros a seguir:



Figura 3.47: Parâmetros adequados para obtenção de imagens de flat field interno para a tarefa OPD.

Após o comando `:go` a imagem obtida deve ser algo como na Figura 3.50: Apesar das semelhanças entre o flat field de cúpula e o interno, é possível detectar como diferença essencial um gradiente na iluminação na direção da dispersão do flat field interno.

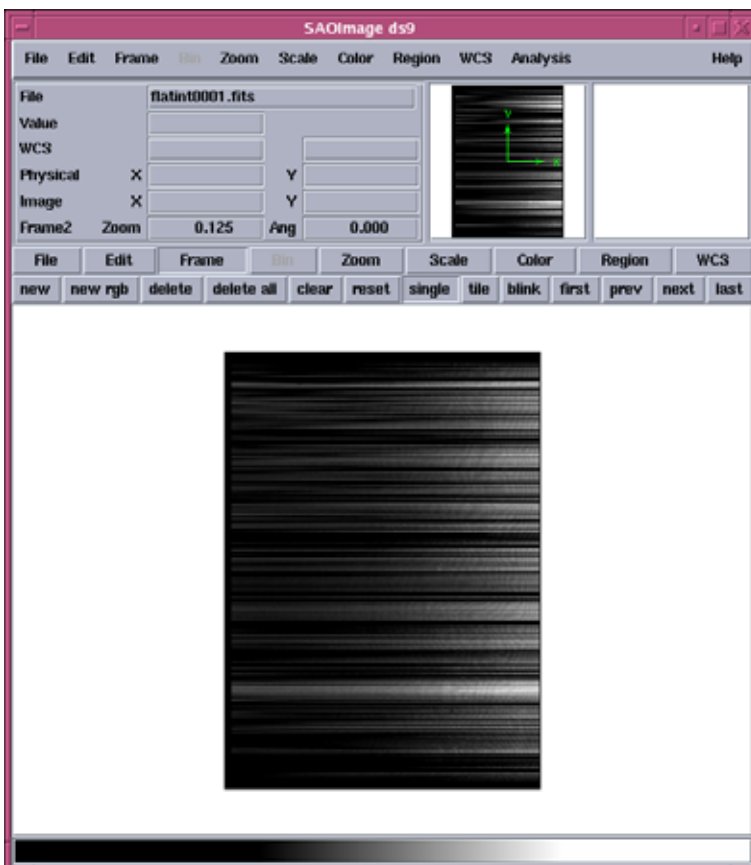


Figura 3.48: Imagem do flat field interno.

4-) Recuar o espelho do Cassegrain no terminal de controle selecionando no menu Comandos a

opção Apontamento, depois Perifericos e apertar a tecla [Enter] sobre a opção Espelho Lamp. Cass. [A], que assumirá o valor Espelho Lamp. Cass. [R].

5-) Na caixa de lâmpadas desligar a lâmpada na fonte de tensão e girar a chave de seleção de lâmpadas até a lâmpada de calibração que for de interesse para o seu caso (Figura 3.9).

3.3. Imagens para calibração dos espectros em comprimento de onda

A obtenção das imagens de lâmpadas de calibração é uma etapa fundamental para análise espectroscópica dos objetos alvo da missão. Este procedimento deve ser realizado para cada direção de apontamento do telescópio onde houver um dos objetos alvo.

1-) Verificar na caixa de lâmpadas se a chave de seleção de lâmpadas está posicionada na lâmpada de calibração de seu interesse (Figura 3.9). Apagar todas as luzes do recinto do telescópio.

2-) Na sala de controle, acima do terminal de controle, há duas chave liga-desliga: uma para a lâmpada de He-Ar e outra a lâmpada de Ne-Ar. Ligue aquela que for de seu interesse verificando se a outra está desligada.



Figura 3.49:Chaves de ativação das lâmpadas de calibração. Neste exemplo a lâmpada de Ne-Ar está ligada (posição L) enquanto a de He-Ar está desligada (posição Desl.).

3-) No terminal de controle ativar o espelho do Cassegrain acessando o menu Opções,

Apontamento, Periféricos e digitando-se [Enter] na opção Espelho Lamp. Cass. [R] que depois de ativado passará a indicar Espelho Lamp. Cass. [A].

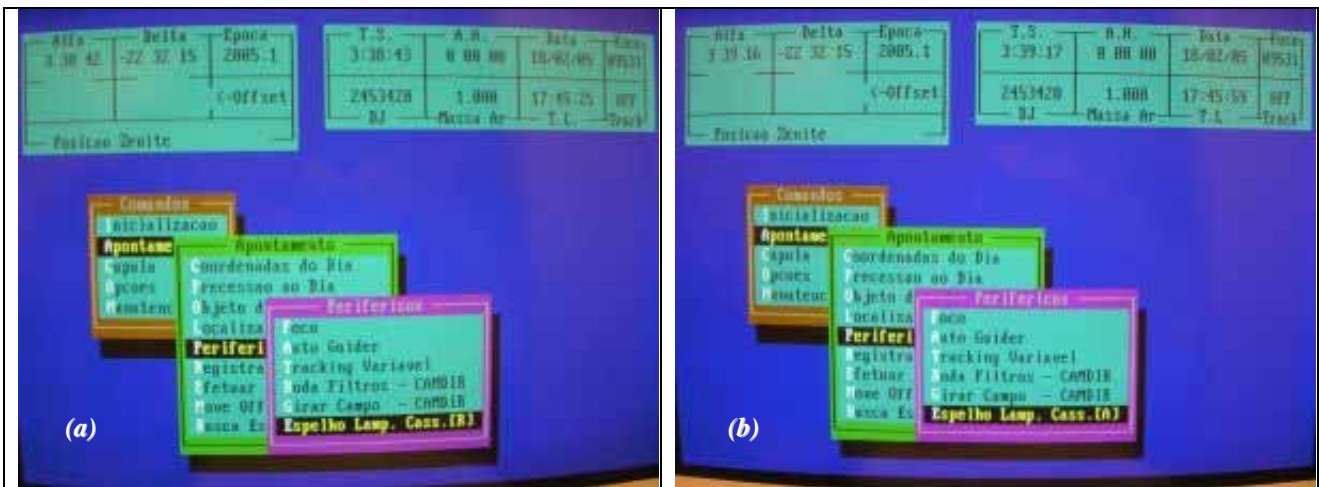


Figura 3.50: No terminal de controle, (a) espelho do Cassegrain desativado e (b) espelho do Cassegrain ativado

4-) No terminal de aquisição, na shell “Aquisição” inserir os parâmetros da tarefa FIXOS (epar fixos) como na Figura 3.38. Na tarefa OPD (epar opd) os parâmetros podem ser preenchidos como no exemplo a seguir:

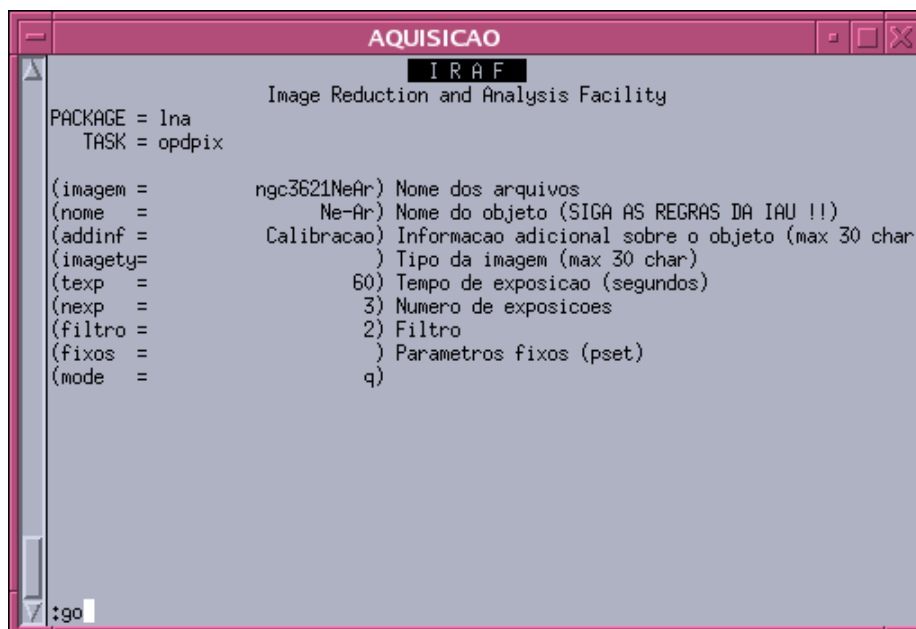


Figura 3.51:Exemplo de preenchimento dos parâmetros da tarefa OPD. Neste caso incorporamos ao nome do parâmetro imagem além da lâmpada, o nome do objeto alvo, NGC3621.

Executar a tarefa OPD com o comando :go.

5-) A imagem obtida deve ser algo como na Figura 3.52.

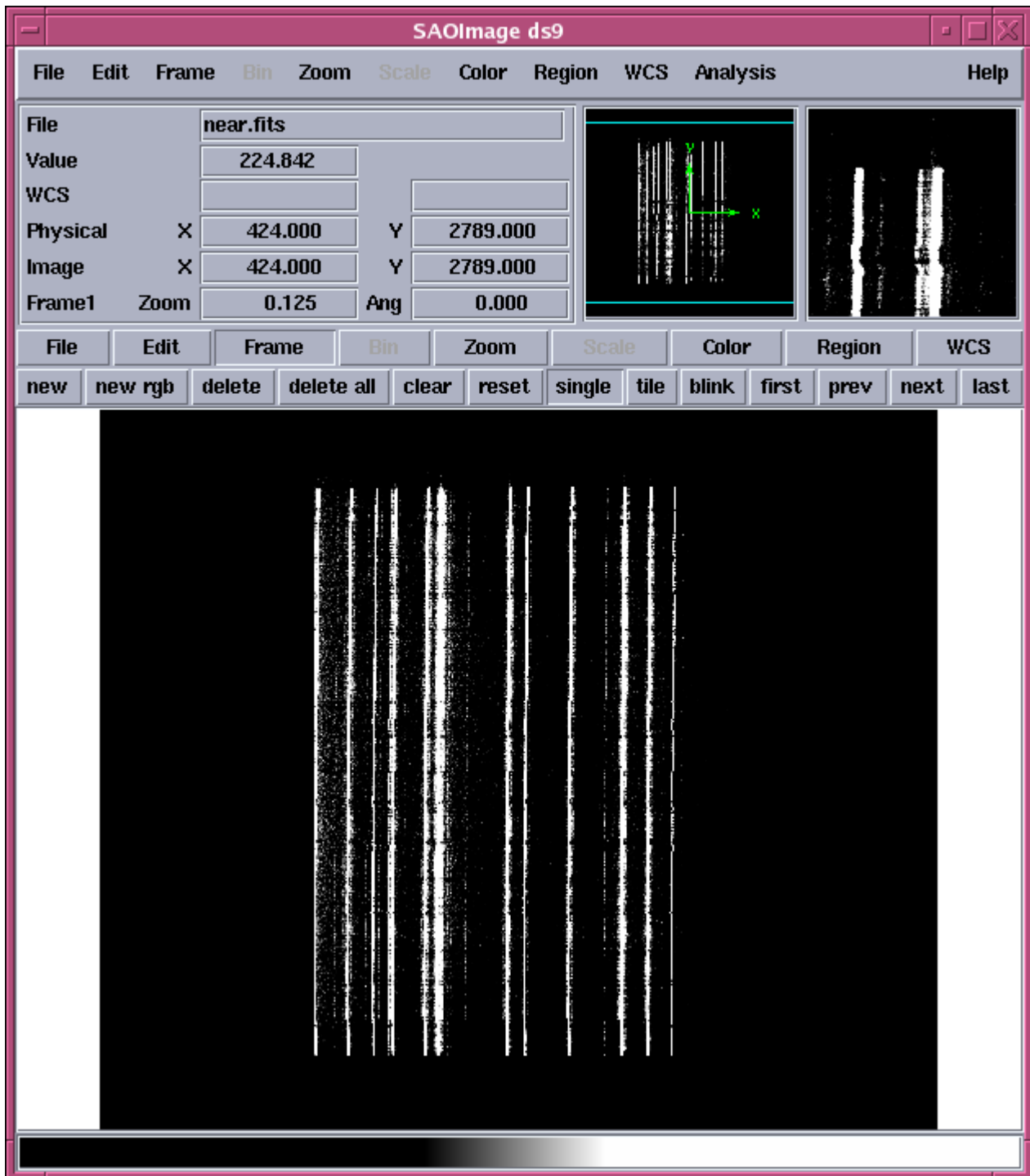


Figura 3.52:Exemplo da imagem de uma lâmpada de calibração. Neste caso trata-se de uma lâmpada de Ne-Ar.

Observando um detalhe da imagem, podemos constatar o seguinte:

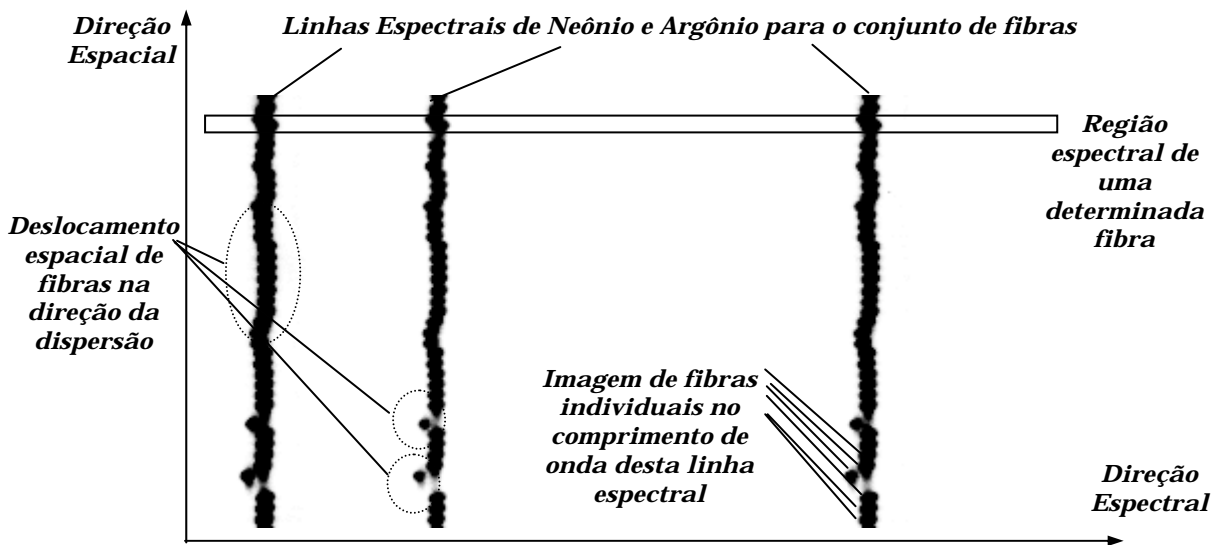


Figura 3.53: Fração da imagem de uma lâmpada de calibração de neônio-argônio. Na figura é possível a identificação de algumas fibras individuais além de ser possível observar imperfeições no posicionamento dessas fibras com relação a uma disposição em fenda.

Desta vez, não aparecem linhas horizontais como na Figura 3.14 e sim linhas verticais, pois a lâmpada de calibração não tem emissão uniforme em todos comprimentos de onda como a lâmpada de flat de cúpula. As linhas verticais ocorrem porque todas as fibras dispostas verticalmente estão dispersando na horizontal as mesmas linhas espectrais, de modo que os máximos de emissão de cada uma das fibras que se encontram na direção vertical ocorrem nas mesmas posições horizontais.

Se a disposição vertical das fibras como uma fenda fosse perfeita, as fibras apareceriam em cada uma das linhas espectrais como imagens da fibra original perfeitamente uma em cima da outra, compondo uma linha vertical. A obtenção de imagens como a da Figura 3.53 permitem a associação de comprimentos de onda a cada pixel do CCD na direção horizontal, que registra a direção de dispersão do espectro, além de possibilitar a correção dos espectros obtidos pelo espectrógrafo dos desalinhamentos das fibras no processo de dispô-las como em uma fenda.

A lâmpada normalmente utilizada é a de Neônio-Argônio, por possuir muitas linhas na banda visível.

Através do comando `imexam` no terminal "Out Look" e digitando-se [L] quando o ponteiro do mouse está posicionado em qualquer ponto da imagem da lâmpada de calibração, será possível observar o espectro de intensidade na linha que passa por aquele ponto.

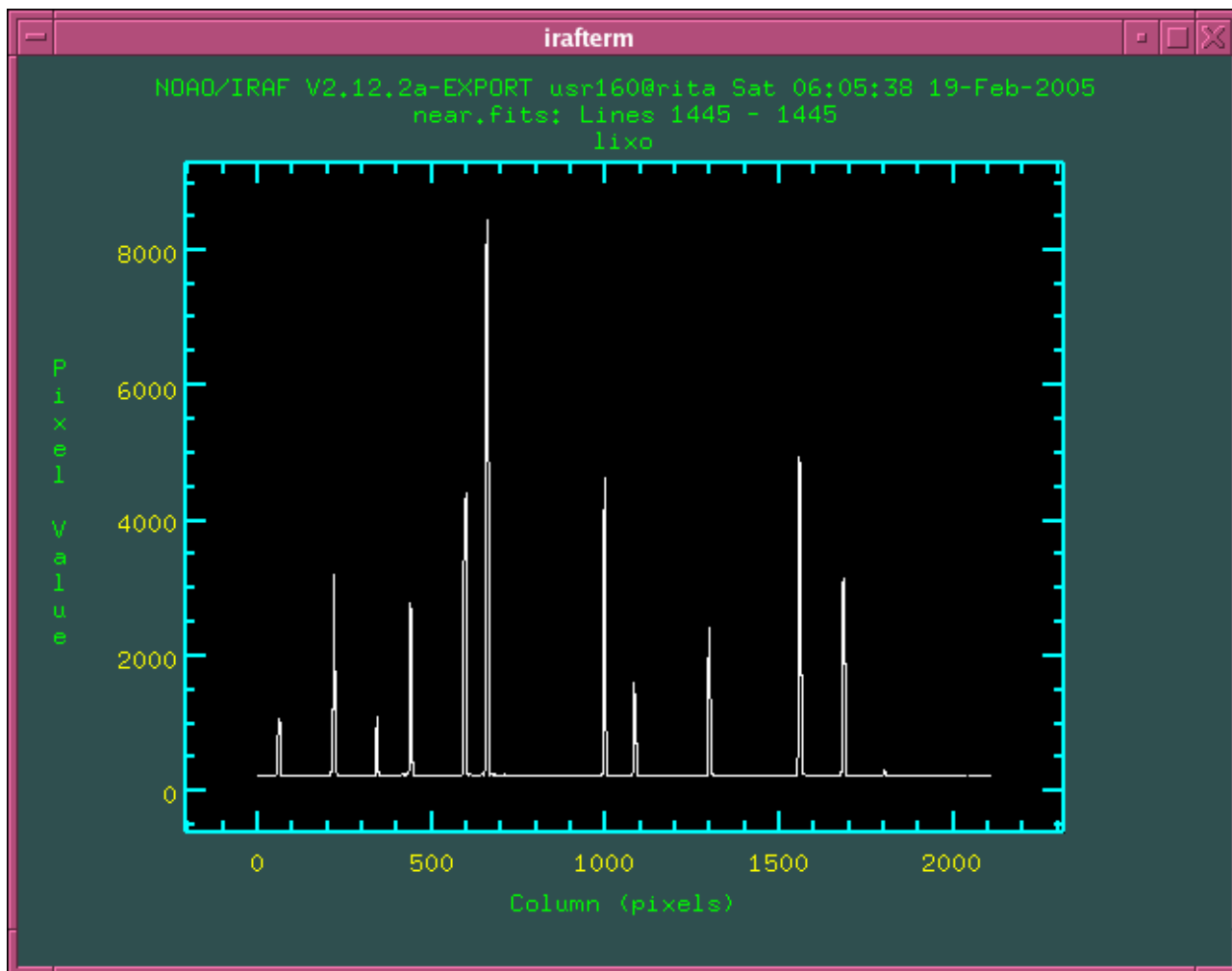


Figura 3.54:Espectro da lâmpada de Ne-Ar, obtida pelo comando imexam e digitando-se [L] quando o ponteiro do mouse sobre a imagem.

6-) Desligar a lâmpada de calibração na chave de ativação das lâmpadas de calibração, acima do terminal de controle (Figura 3.49)

7-) Recuar o espelho do Cassegrain no terminal de controle selecionando no menu Comando a opção Apontamento, depois Periféricos e apertar a tecla [Enter] sobre a opção Espelho Lamp. Cass. [A], que assumirá o valor Espelho Lamp. Cass. [R].

3.4. Processos de ajustes da observação

Outra etapa importante da observação são os procedimentos relacionados aos ajustes e procedimentos controle da qualidade da observação do objeto alvo. Estes processos constituem a centralização, a focagem com a estimação do *seeing* e o apontamento do telescópio.

Mostraremos cada um desses processos separadamente para facilitar a busca no texto, no entanto é muito conveniente executá-los em conjunto para economia de tempo.

3.4.1. A processo de centralização

A centralização dos objetos alvo no campo da IFU é uma etapa básica para todas as demais tarefas de ajuste e controle da qualidade da imagem. Assim sendo apresentamos a seguir os procedimentos para tal centralização:

01-) Posicionar o telescópio no zênite. Para isso é necessário ir ao terminal de controle e no menu Comandos escolher Move p/ Posição Default e por fim escolher ZÊNITE.

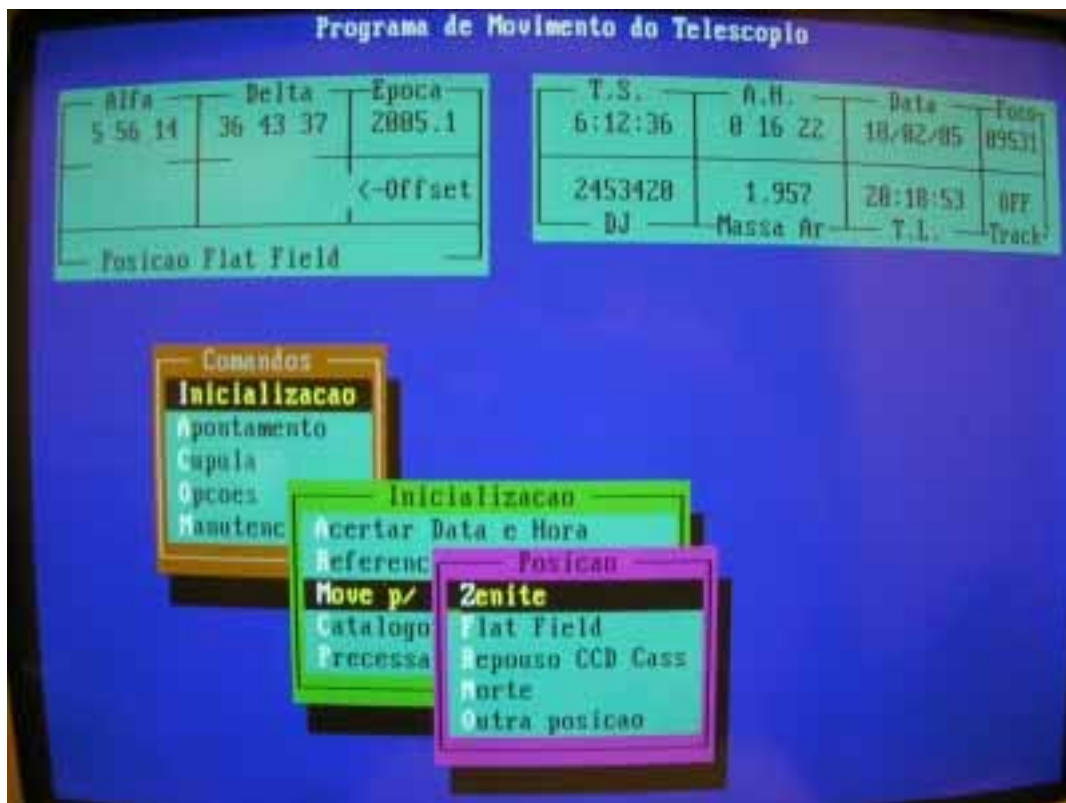


Figura 3.55:Seqüência de comandos no terminal de controle para posicionar o telescópio no zênite..

02-) Abaixar o paravento e abrir a trapeira. Para a primeira tarefa basta selecionar no menu Comandos do terminal de controle a opção Cupula, depois Paravento e escolher a opção Abaixar. Para segunda tarefa, no mesmo menu Comandos, Cupula, escolher Trapeira [F] e escolher Abrir, o que faz com que esta opção assuma o valor Trapeira [A].

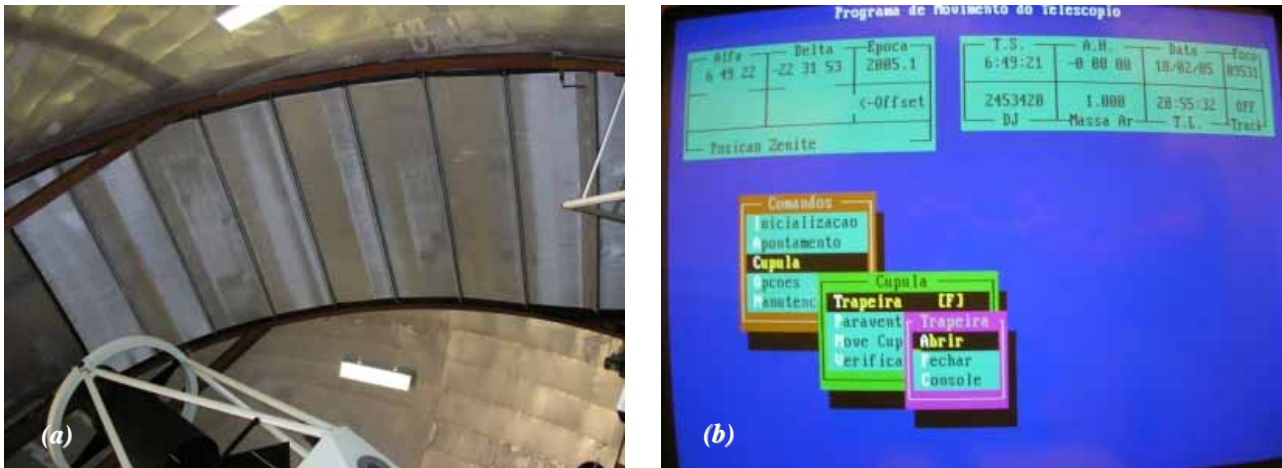


Figura 3.56: (a) Imagem do paravento. (b) No menu Cúpula as opções para abrir a trapeira (no detalhe) e para abaixar o paravento.

03-) No terminal de controle, verificar o Tempo Sideral (TS) e buscar por uma estrela que tenha ascensão reta próxima ao valor do tempo sideral (ou seja, que esteja próximo do meridiano). Para isso, no menu Comandos escolha Apontamento e depois Localiza Obj. SAO/FK4. O programa solicitará uma ascensão reta, declinação e magnitude. Para primeira coloque a hora sideral, para segunda um valor apropriado para declinação próxima ao zênite.

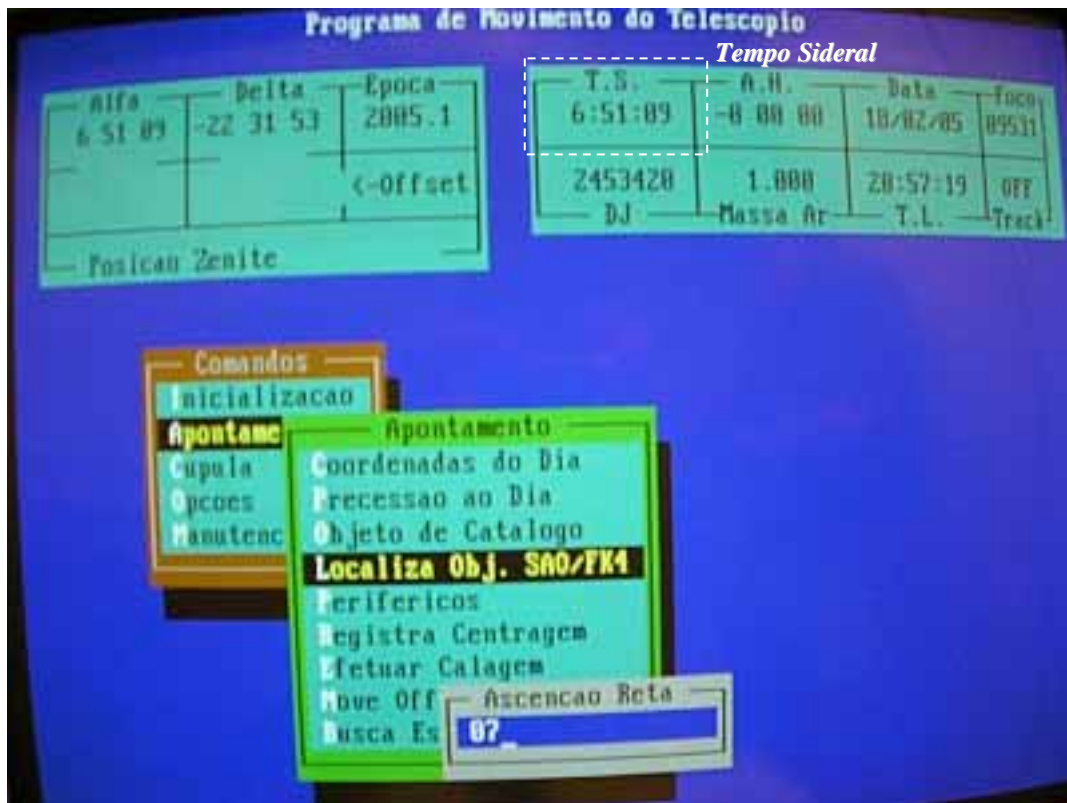


Figura 3.57: Primeira parte do procedimento para o apontamento do telescópio para uma estrela dentro do catálogo interno SÃO/FK4, selecionando aquela que tem ascensão reta (7h) com valor próximo ao TS (6h51m09s).

Para magnitude escolha algo de brilho intermediário como 7.

04-) No resultado da busca por estrelas próximas no catálogo interno do terminal de controle escolher a estrela que tiver coordenadas e/ou brilho mais convenientes.

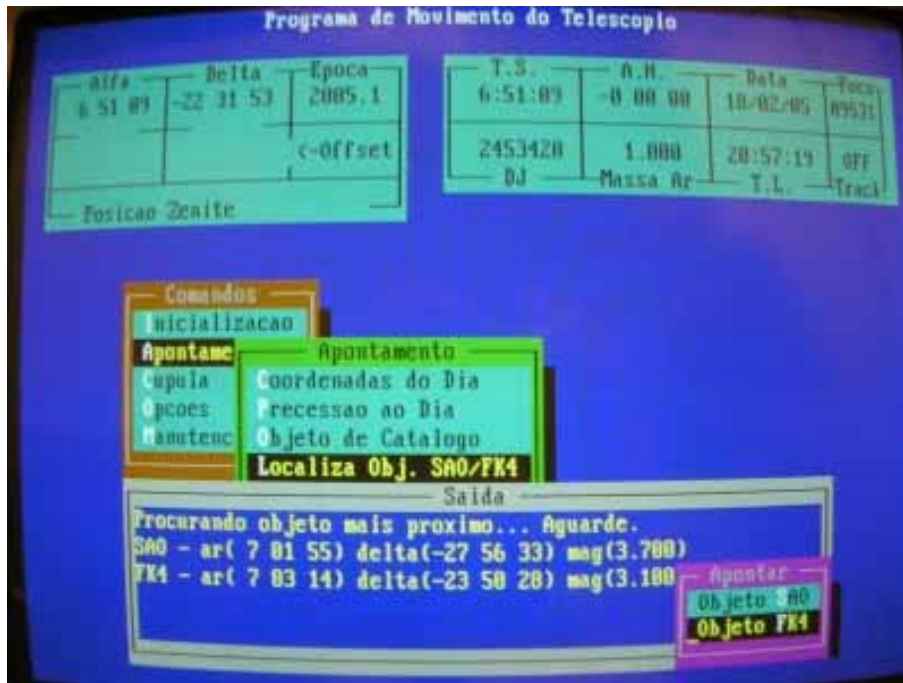


Figura 3.58: Segunda parte do procedimento para o apontamento do telescópio para uma estrela dentro do catálogo interno SÃO/FK4, apresentando os resultados que podem ser escolhidos através das setas do teclado.

05-) No dispositivo de ativação e desativação do espelho de centragem, no terminal de centragem, apertar e segurar o botão “Ativo” do espelho até que a luz verde se acenda.



Figura 3.59: (a) O terminal de centragem. (b) Detalhe do dispositivo de ativação e repouso do espelho para centragem.

Este procedimento ativa um espelho que desvia o caminho da luz do campo da IFU, para o CCD de centragem, cujas imagens são registradas na tela do terminal de centragem.

06-) No terminal de centragem apertar a tecla [E] de Expor. Se os dispositivos estiverem bem alinhados, deve aparecer na área de varredura do CCD de centragem a estrela indicada.

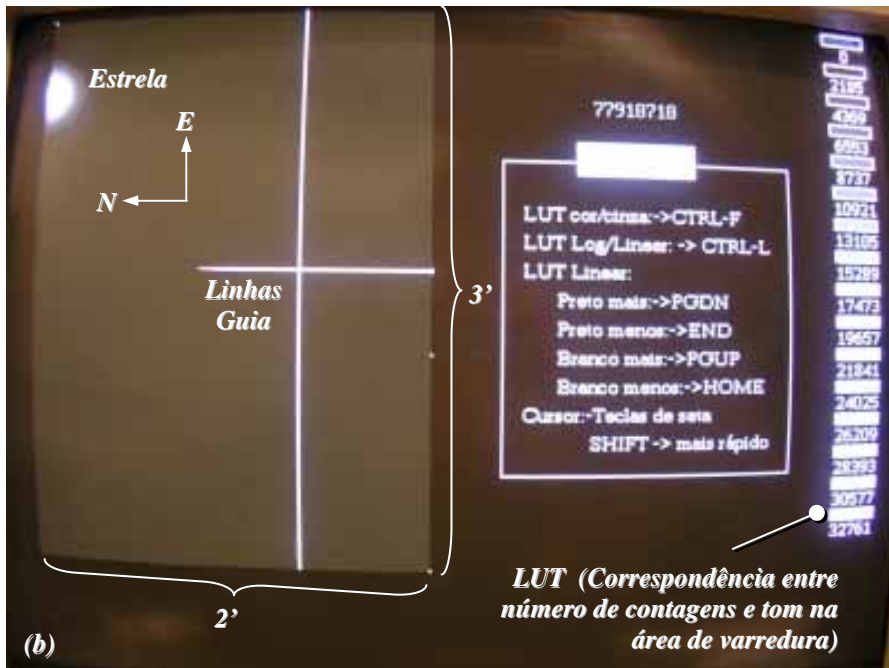
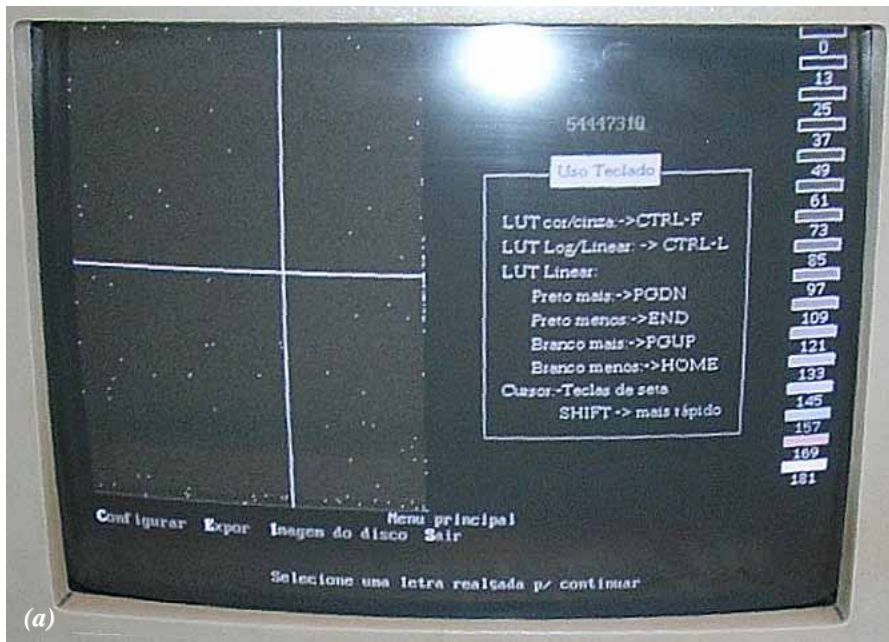


Figura 3.60: (a) Tela do terminal de centragem em modo desativado. (b) Tela do terminal de centragem em modo de exposição. A área de varredura é 2×3 arcmin² e a orientação do CCD é aquela mostrada na figura pela setas perpendiculares.

07-) Regule as tonalidades no terminal de centragem utilizando as teclas [Page Down] para associar um valor de contagem maior ao tom mais escuro, [Page Up] para associar valores de contagens maiores para o tom mais claro, [End] para associar um valor de contagem menor para o tom mais escuro e [Home] para associar valores de contagens menores para o tom mais claro.

08-) Caso a estrela esteja saturando (efeito conhecido como "blooming" (Figura 3.61)) deve-se diminuir o tempo de exposição do CCD de centragem. Isto é feito apertando-se as teclas [Ctrl]+[Q] e depois pressionando-se as teclas [C] de configurar, [E] de exposição, [E] novamente e digitando-se um valor de varredura menor do que o apresentado. Se o valor apresentado for o menor é aconselhável procurar outra estrela no campo. Após isso, digita-se [V] (de voltar) duas vezes e [E] de expor novamente.

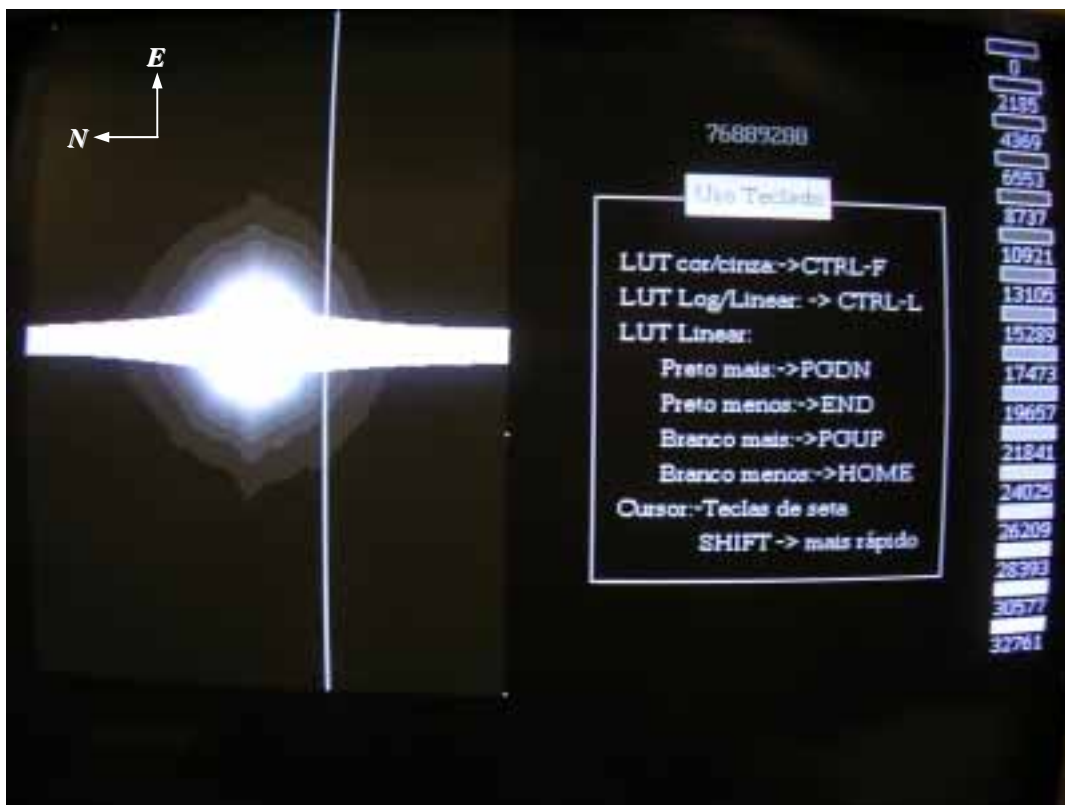


Figura 3.61: Exemplo de estrela cujo número de contagens atinge o limite de saturação do CCD.

09-) Com o manete do telescópio na sala de controle (Figura 3.62 (a)), posicionar a estrela no centro da área do CCD de centragem (Figura 3.62 (b)). Uma coisa a se atentar é que os movimentos são contrários aos da orientação do CCD. Por exemplo: se consideramos o exemplo da estrela da Figura 3.60 (b), ela está numa posição mais ao norte e ao leste do ponto central do

CCD. Assim sendo, queremos deslocar a imagem da estrela para oeste e para sul. Para isto, devemos deslocar o telescópio para leste (botão E no manete) e para norte (botão N no manete) (Figura 3.63).

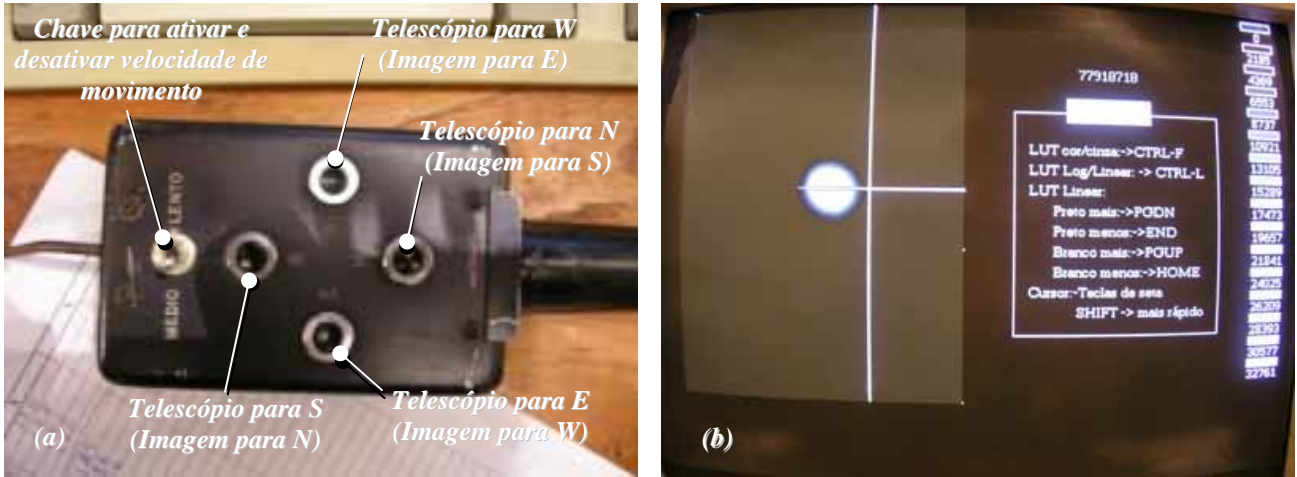


Figura 3.62: (a) Manete de deslocamento do telescópio. (b) Estrela posicionada no centro do campo do CCD de centragem.

Caso a estrela não apareça na área de varredura será necessário verificar se a estrela está no campo da buscadora, e com o manete que se encontra no telescópio centralizá-la no retículo da buscadora. Isso deve ser o suficiente para colocá-la no campo do CCD de centragem. Tenha certeza de que o espelho do CCD de centragem está ativo.

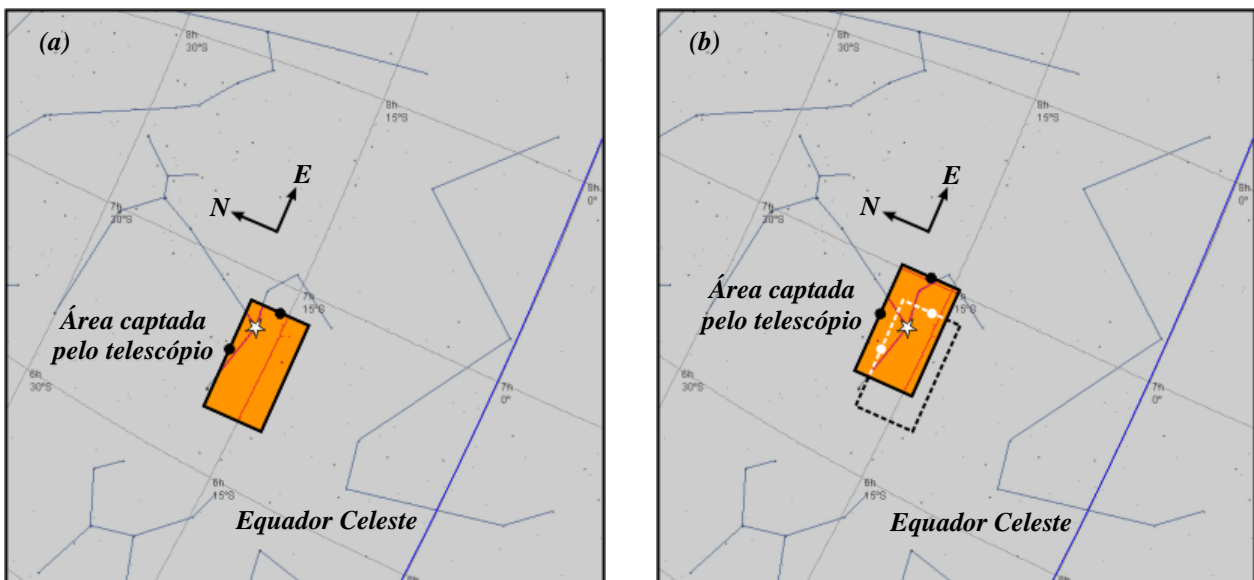


Figura 3.63: Ilustração exemplificando a disposição da área de registro do CCD no céu. (a) A posição da estrela é semelhante àquela da Figura 3.60 (b). (b) Para que a imagem da estrela sobre o CCD esteja centralizada, queremos que a sua imagem se desloque para Sul e para Oeste. Desta forma, devemos deslocar o telescópio (e conseqüentemente a imagem do CCD no céu) para Norte e para Leste.

10-) Prepare uma observação provisória (lixo) para constatar o posicionamento da imagem da estrela sobre o campo da IFU. Na tarefa FIXOS (epar fixos) e na tarefa OPD (epar opd) preencha os parâmetros da seguinte forma:

```

AQUISICAO
  IRAF
  Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = lna
  TASK = fixos

(instrum=      EIFU) instrumento
(ccd   =      WI098) identificacao do CCD
(seccao = [900:1100,880:3800]) Seccao da Imagem (ex: [100:200,1:1050])
(rapido =      yes) Leitura rapida? (sem ciclos de limpeza)
(fechado=     no) Mantem obturador fechado (Escuro/Bias)
(mostra =     yes) Mostra a ultima imagem? (exp>5s)
(ztrans =     linear) escala da unidade de imagem
(observa= Sergio Scarano Jr, Alicia ) Nome dos Observadores
(comment=      ) Comentarios (rede,lambdas,PA,etc) (max 70 caract.
(mode   =      )
  
```

Figura 3.64: Preenchimento dos parâmetros da tarefa FIXOS para obtenção de imagens provisórias de centralização.

```

AQUISICAO
  IRAF
  Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = lna
  TASK = opdix

(imagem =      lixo) Nome dos arquivos
(nome   =      ) Nome do objeto (SIGA AS REGRAS DA IAU !!)
(addinf =      ) Informacao adicional sobre o objeto (max 30 char)
(imagety=     ) Tipo da imagem (max 30 char)
(texp  =      2) Tempo de exposicao (segundos)
(nexp  =      1) Numero de exposicoes
(filtro =      2) Filtro
(fixos  =      ) Parametros fixos (pset)
(mode  =      q)
  
```

Figura 3.65: Preenchimento dos parâmetros da tarefa OPD para obtenção de imagens provisórias de centralização.

Digite o comando :q na shell "Aquisição".

11-) Recuar o espelho do dispositivo de ativação e repouso do espelho para centralagem, apertando e segurando o botão "Repouso" até que o led verde acenda (Figura 3.59 (b)). Digite `opd` na Shell "Aquisição".

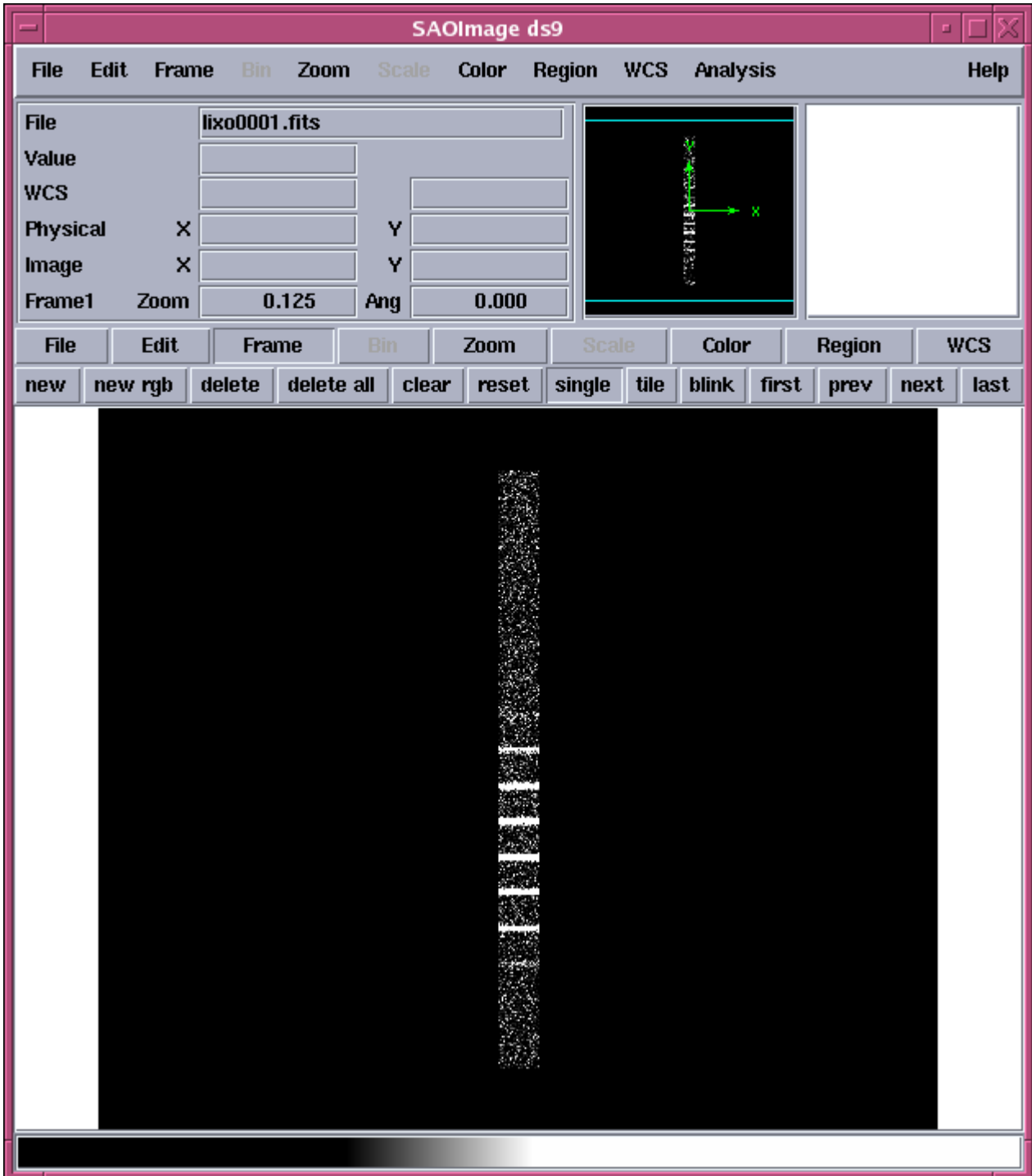


Figura 3.66: Trecho do espectro obtido para estrela usada para centralização.

12-) Feito o processo de geração dos arquivos de reconstrução de imagens, digitar o comando `ifu <nome_do_arquivo>`, para o arquivo feito na etapa anterior. A imagem reconstruída assim é:

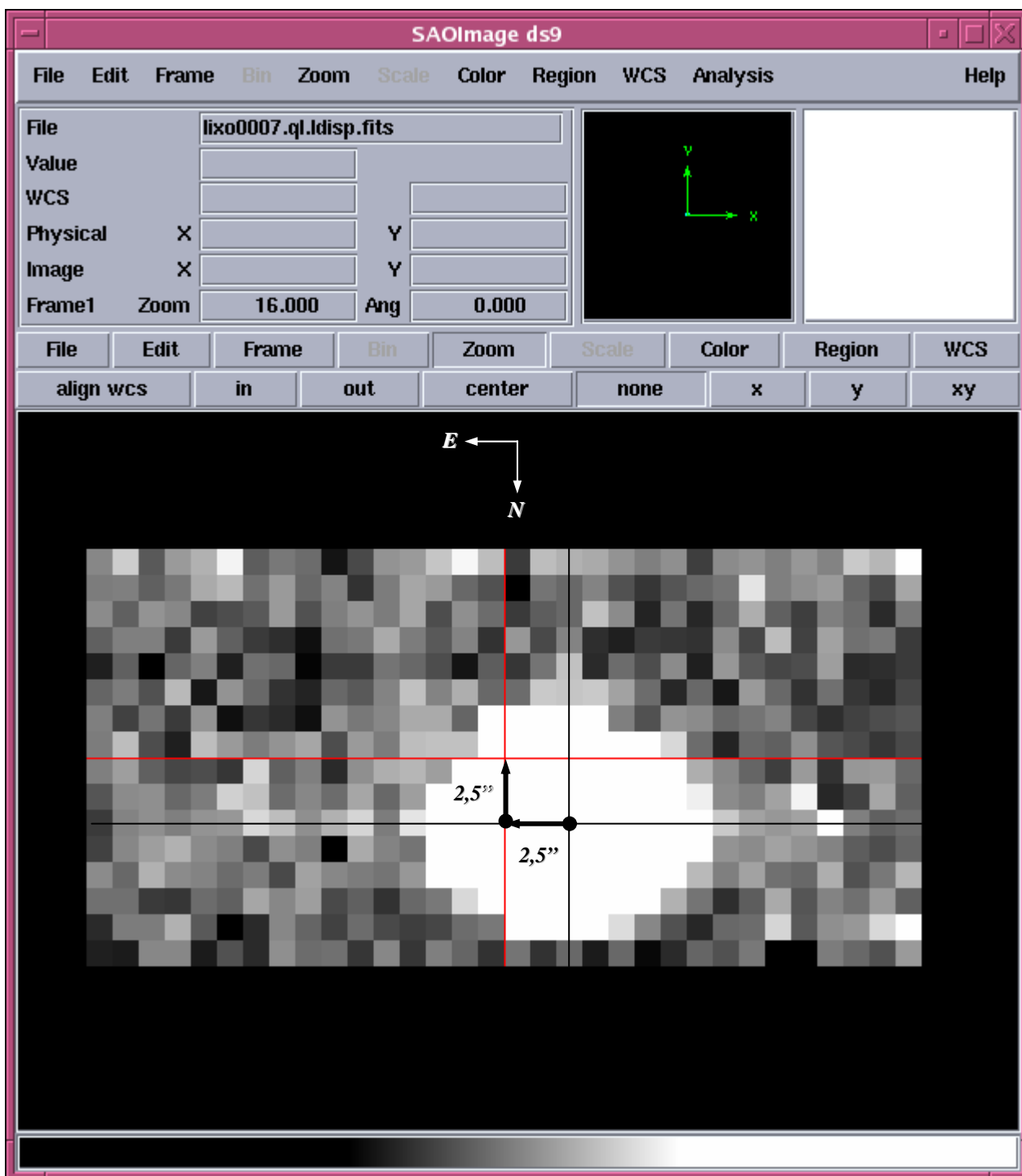


Figura 3.67: Imagem reconstruída de uma estrela decentralizada em relação ao campo da IFU.

Nesta imagem podemos constatar que a estrela está decentralizada em relação ao campo da IFU. Cada pixel na imagem equivale a aproximadamente 1 segundo de arco e a orientação

do campo da IFU no céu é apresentada na Figura 3.67 pelas setas dispostas perpendicularmente. Assim, para imagem ficar centralizada, basta contar quantos pixels são necessários, em cada orientação, para deslocar o centro da imagem da estrela para o centro do campo da IFU.

Note que a imagem está em modo de exame (ponteiro do mouse circular). Para sair deste modo pressione a tecla [q].

13-) Segundo o exemplo da Figura 3.67, para imagem ficar centralizada devemos deslocá-la 2,5 segundos de arco para Leste e 2,5 segundos de arco para Sul. Desta maneira devemos deslocar o telescópio pelo manete de 2,5 segundos de arco para Oeste (W no manete) e 2,5 segundos de arco para Sul (S no manete). Este deslocamento pode ser acompanhado na tela do terminal de controle como mostra a Figura 3.68

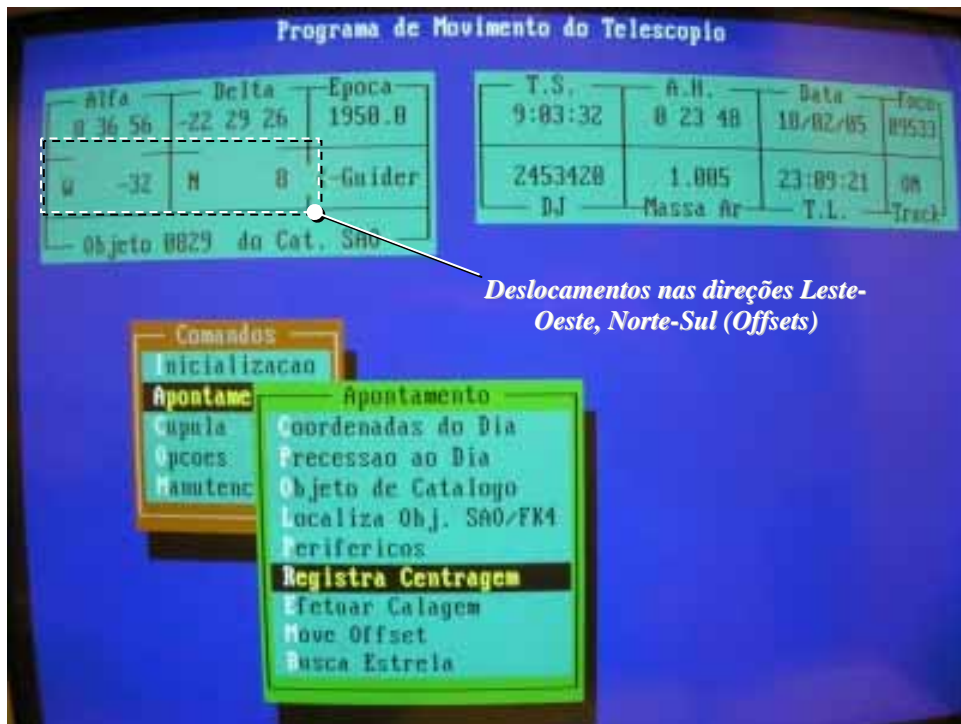


Figura 3.68: Menus para registro de centragem e detalhe da tela do terminal de controle onde são registrados os deslocamentos do telescópio a partir de uma referência relativa marcada pelo registro de centragem.

Por conveniência, os deslocamentos na região Leste-Oeste, Norte-Sul (Offsets) podem ser zerados. Para tanto, basta escolher a opção Apontamento, no menu Comandos e escolher Registra Centragem.

14-) Fazer uma nova imagem digitando o comando OPD na shell "Aquisição". O processo de auto-numeração da tarefa de aquisição usará a raiz do parâmetro imagem, utilizada na Figura 3.65, acrescentando um índice numérico crescente ####.

15-) Repetir os procedimentos de 12-) – 15-) até que a centralização seja satisfatória.

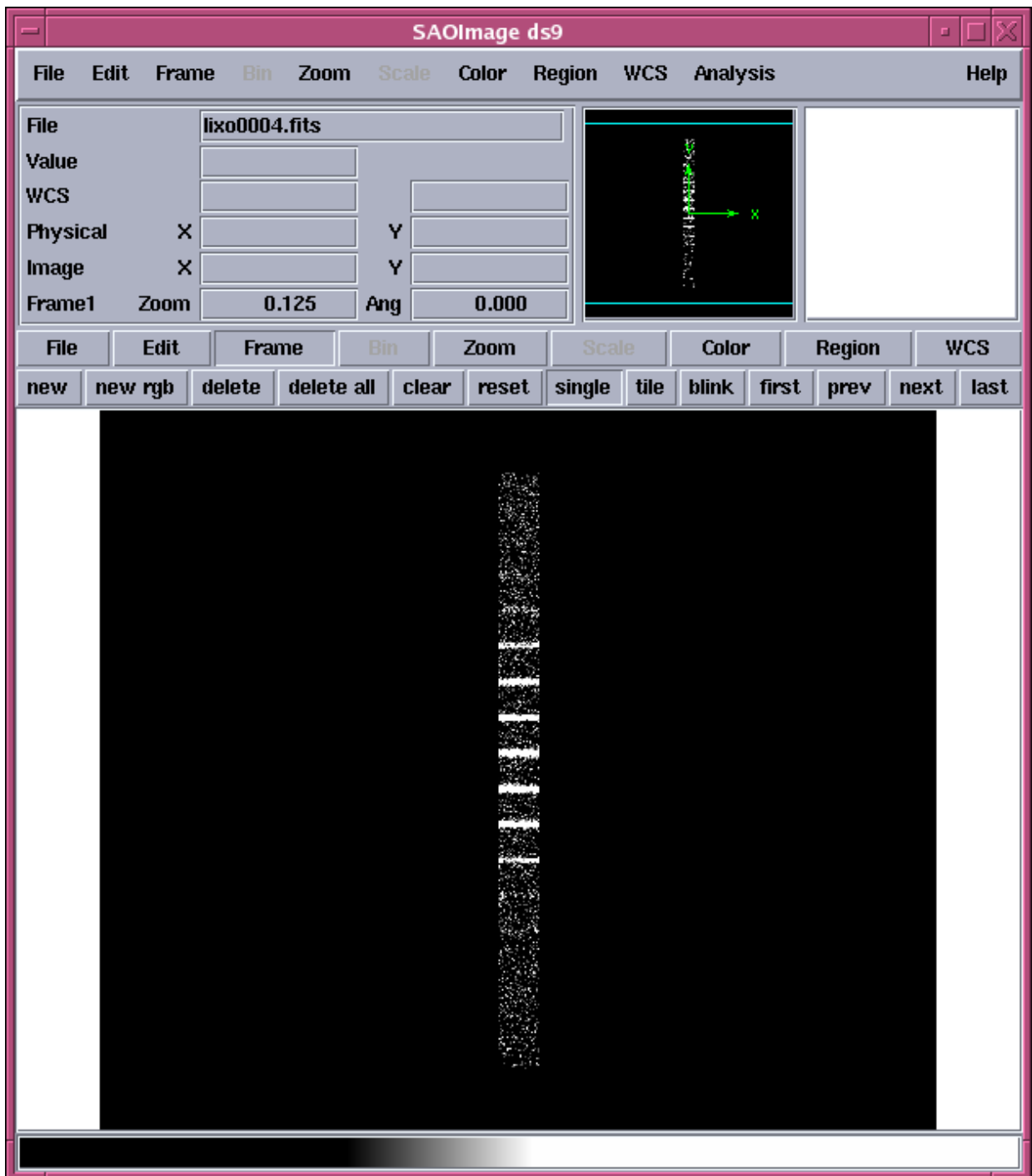


Figura 3.69: Trecho do espectro obtido de uma estrela cuja centralização é considerada satisfatória.

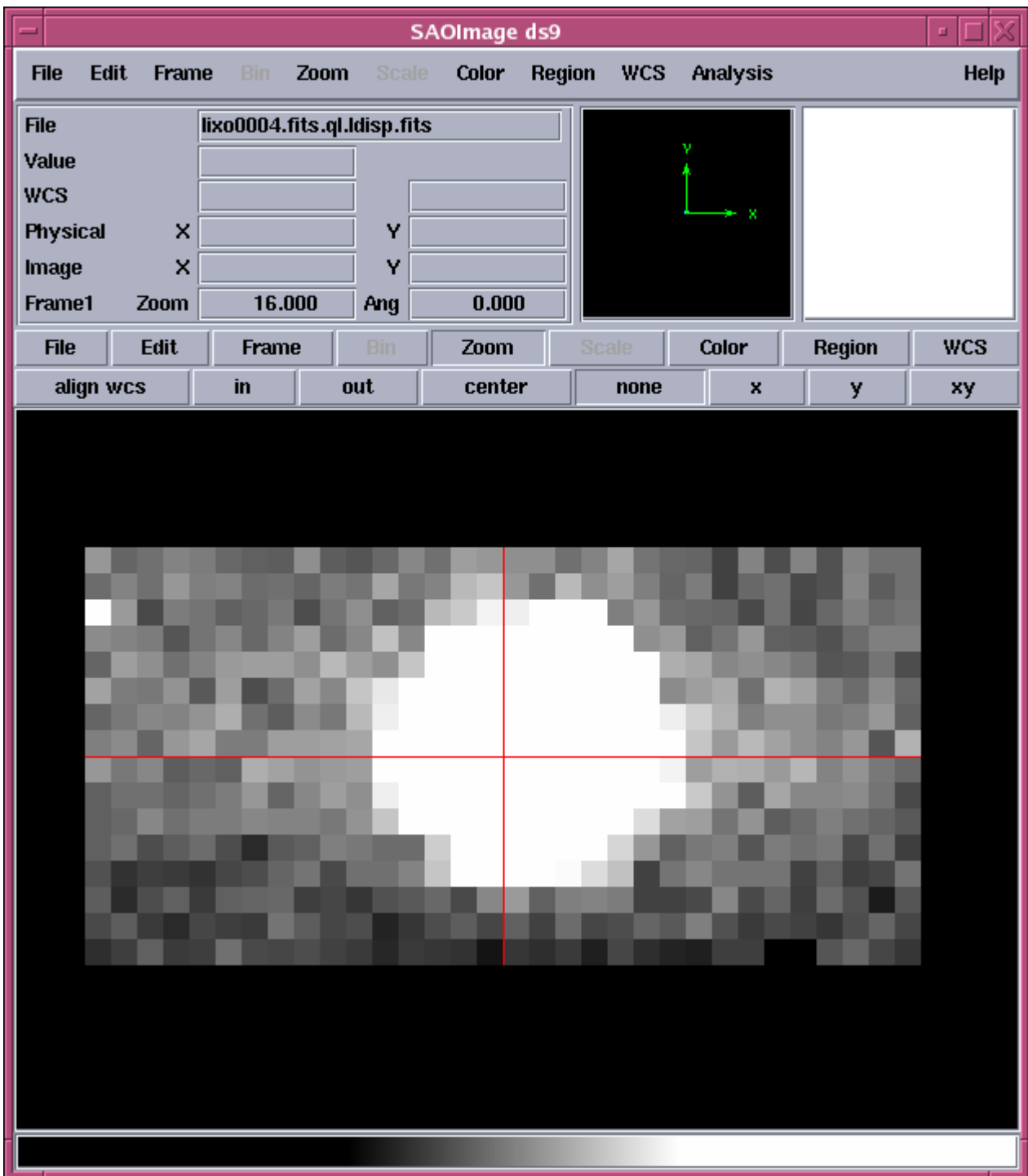


Figura 3.70: Imagem de uma estrela cuja centralização foi considerada satisfatória.

16-) Acione o dispositivo de ativação e desativação do espelho de centragem apertando e segurando o botão de "Ativo" do espelho até que a luz verde se acenda (Figura 3.59 (b)).

17-) Encontrada uma posição em que a imagem da estrela reconstruída esteja centralizada no campo da IFU, deve-se deslocar as linhas guias da área de varredura do terminal de centragem, de modo que o ponto de cruzamento delas esteja sobre o centro da imagem da estrela observada.

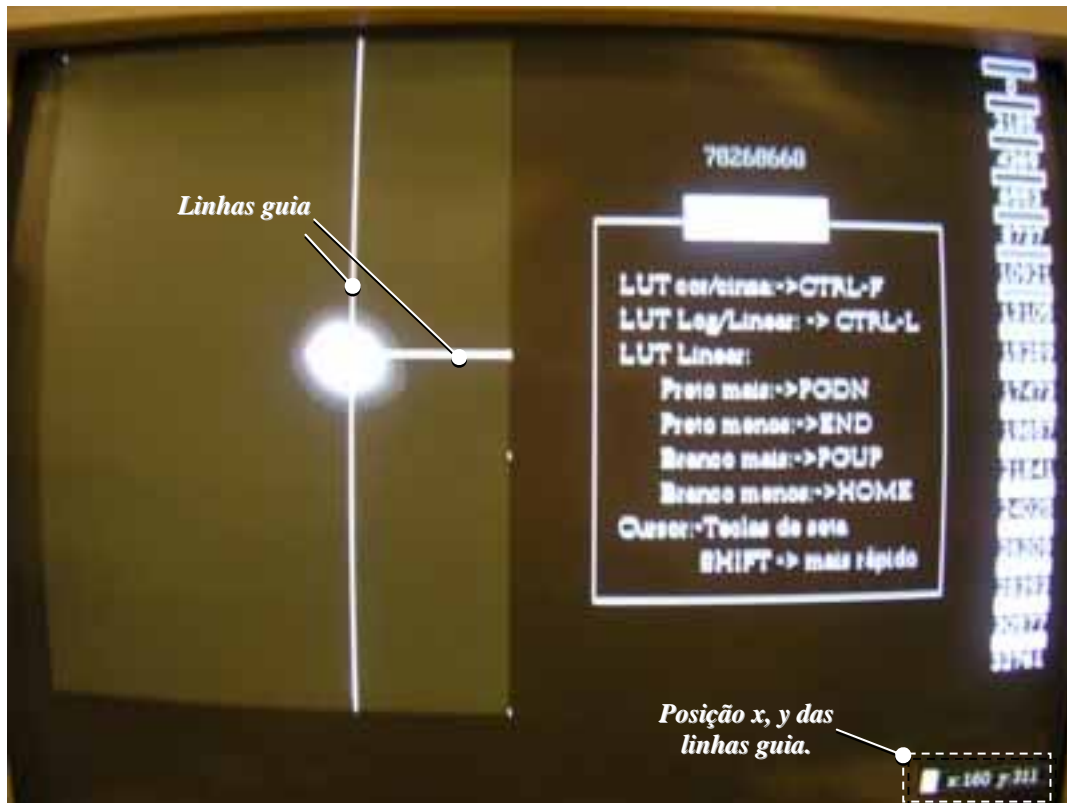


Figura 3.71: Deslocamento das linhas guias do terminal de centragem de modo que seu ponto de cruzamento sobreponha o centro da imagem da estrela.

18-) Com as linhas guia apropriadamente posicionadas, registrar a posição x, y indicada no canto inferior direito do terminal de centragem. Se elas não estiverem aparecendo, basta utilizar as setas do teclado digitando-as uma vez para direita e outra para esquerda ou uma vez para cima e outra para baixo. Esta posição corresponde ao ponto onde coincide o centro do campo da IFU quando o espelho de centragem está em repouso.

17-) Efetuar calagem do telescópio selecionando a opção Apontamento no menu Comandos do terminal de controle, escolher a opção Efetuar Calagem e Corrige.

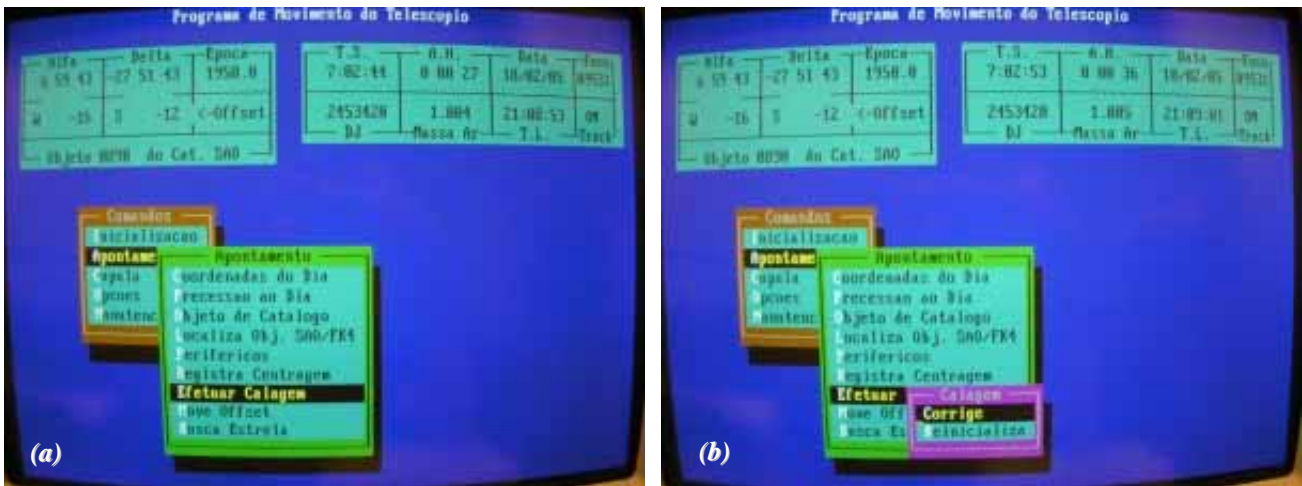


Figura 3.72: Comandos no terminal de controle para a calagem do telescópio.

3.4.2. O processo de obtenção do foco e do seeing

O ajuste de foco é um dos processos primários para obtenção de imagens de boa qualidade e uma das medidas desta qualidade é o *seeing* da imagem. Devido a variações da atmosfera e do instrumento ao longo da noite, o foco e o *seeing* devem ser constantemente aferidos durante a noite. Sugerimos, então, que a cada objeto alvo, essas grandezas sejam avaliadas

Para avaliarmos o foco e o *seeing*, utilizaremos o método de minimização da *fwhm*, como apresentado no procedimento a seguir:

1-) Apontar o telescópio para uma estrela próxima ao objeto alvo. Para isso, no menu Comandos escolha Apontamento e depois Localiza Obj. SAO/FK4. O programa solicitará a ascensão reta, a declinação do objeto e uma magnitude para estrela a ser buscada.

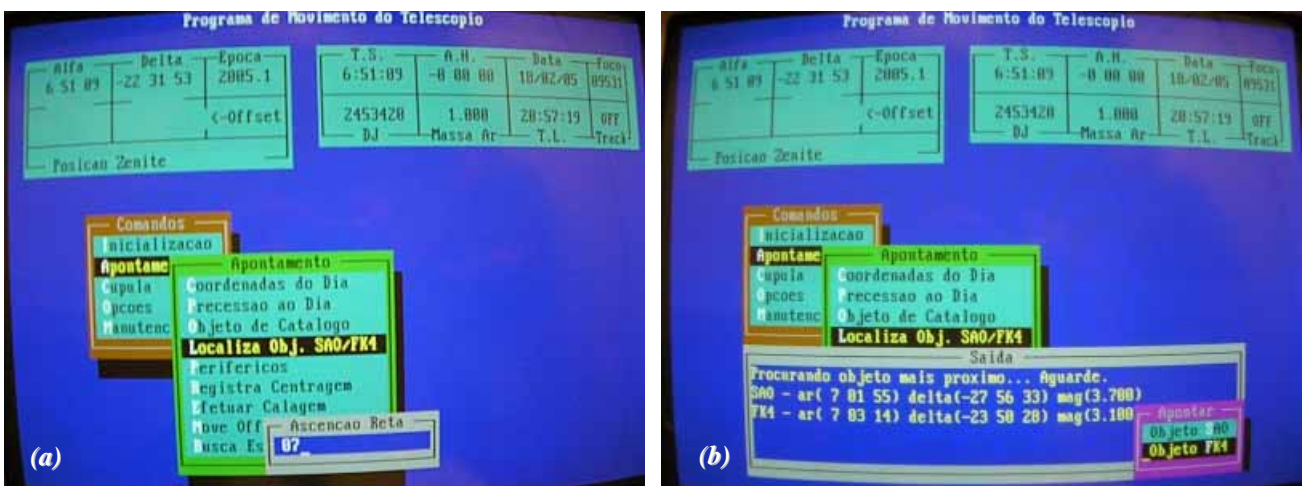


Figura 3.73: Comandos no terminal de controle para busca de uma estrela próxima ao objeto alvo.

Escolha valores próximos ao da ascensão reta, declinação do objeto alvo e uma magnitude da ordem de 7.

2-) Ativar o espelho de centragem como na etapa 5-) do procedimento de centralização.

3-) Após o posicionamento do telescópio, a estrela deve se encontrar na área de varredura do CCD de centragem. Sendo assim, repita as etapas de 6-) a 8-) do procedimento de centralização.

4-) Caso você esteja fazendo o processo de centralização concomitantemente ao de focagem ou você avalie que este é necessário, execute as tarefas de 9-) a 17-). Caso contrário, com o manete do telescópio (Figura 3.62 (a)) posicionar a estrela de modo que o seu centro coincida com o ponto de cruzamento das linhas guia do terminal de centragem posicionadas nas coordenadas x , y obtidas no procedimento de centralização (Figura 3.71).

5-) No terminal de guiagem digitar a tecla [E], e com o manete de guiagem girar o espelho de campo apertando o botão vermelho e regulando a velocidade até encontrar uma estrela. Caso acenda o led vermelho da manete de guiagem, inverta o sentido de rotação do espelho mudando a chave "Repouso" de posição.



Figura 3.74: (a) Terminal de guiagem. (b) Detalhe do manete de guiagem.

No terminal de guiagem, a LUT e as configurações do tempo de exposição são reguladas da mesma forma como feito no terminal de centragem (procedimento 7 e 8 do procedimento de centralização)

6-) Encontrada uma estrela no campo do CCD de guiagem, deslocar com as setas do teclado o cursor de guiagem até que seu retículo esteja sobre a estrela. Pressionar a tecla [Esc], depois apertar a tecla [G], de guiagem e por fim pressionar [Y], [Enter] para aceitar o processo de auto-guiagem. No caso de nuvens ocultarem a estrela de guiagem pressione as teclas [Ctrl]+[A] para suspender temporariamente a guiagem sem perder a referência do cursor ou [Ctrl]+[Q] para desistir do processo de guiagem.

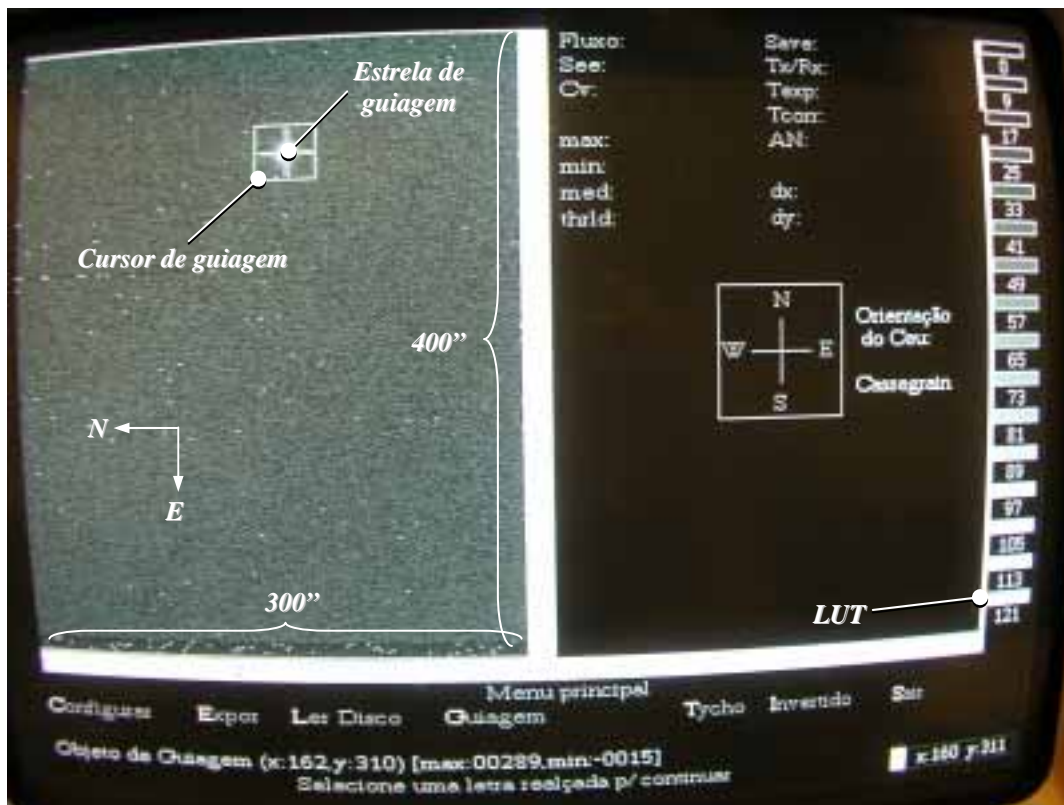


Figura 3.75: Tela do terminal de guiagem e seus elementos. A orientação dentro da área de varredura do CCD de guiagem é a correta.

7-) Faça uma aquisição seguindo os procedimentos 10-) e 11-) do procedimento de centralização.

8-) Reconstruir a imagem da estrela segundo o procedimento 12-) do procedimento de centralização.

9-) Para avaliação da *fw hm* da imagem reconstruída duas tarefas podem ser utilizadas. Ambas necessitam do arquivo com a imagem reconstruída da estrela. Este arquivo é aquele cuja extensão é `.fits.q1.ldisp.fits`.

(a) Na shell "Aquisição" digitar o comando `implot <nome_do_arquivo>.fits.q1.ldisp.fits`. Aparecerá um gráfico como na figura. Posicionar o ponteiro do mouse sobre a linha do gráfico, na extremidade esquerda e pressionar a tecla [P]. Depois posicionar o ponteiro do mouse sobre a linha do gráfico, na extremidade direita e pressionar a tecla [P] novamente.

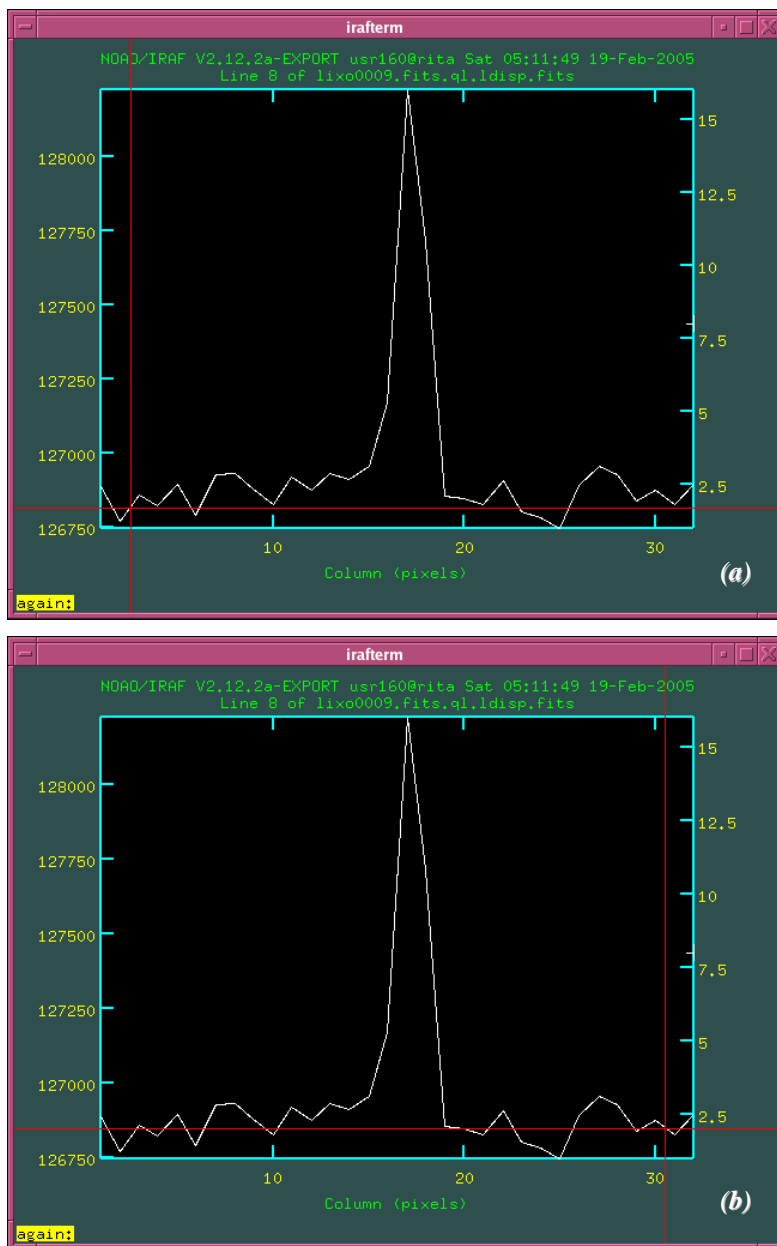


Figura 3.76: Resultado do comando `implot`. (a) Posicionando-se o ponteiro do mouse sobre a linha do gráfico na extremidade esquerda e pressionando-se [p] e (b) fazendo o mesmo na extremidade direita do gráfico.

Aparecerá no gráfico linhas marcando o nível de base, a altura e a largura do pico, além de uma faixa amarela, contendo as informações do centro (Center), da largura (Width), da altura do pico (Peak) e do nível de fundo (Bkg).

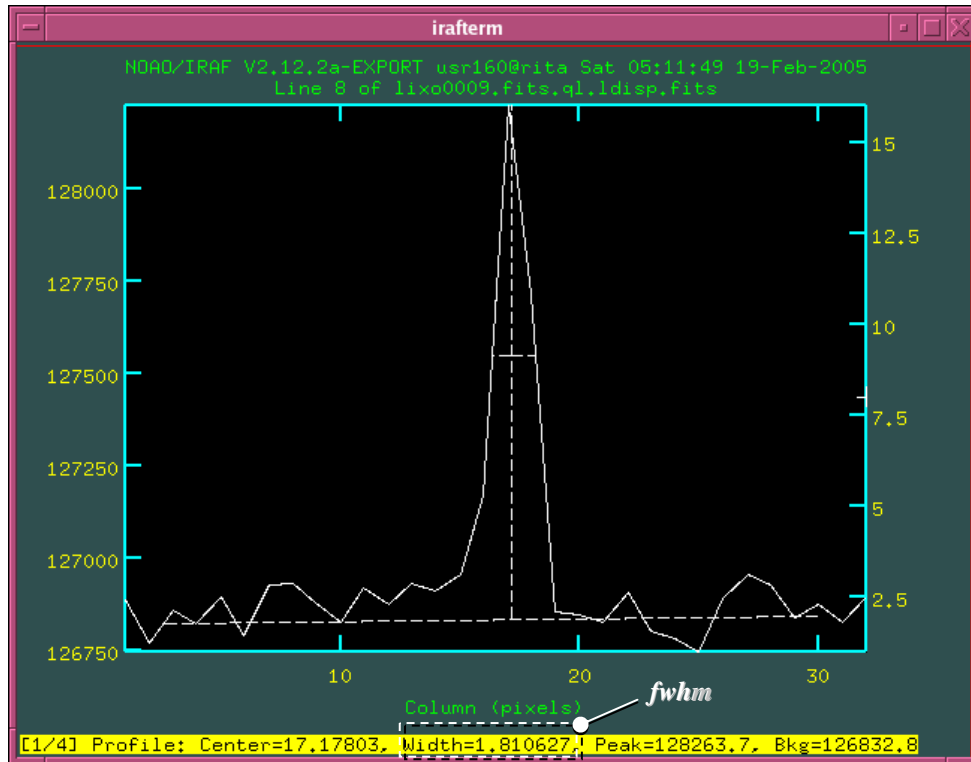


Figura 3.77: Resultado do comando para obtenção das informações sobre o pico.

A informação da largura é o *fwhm* do pico. Para sair do gráfico basta pressionar a tecla [q] com o mouse sobre a janela do gráfico.

(b) Na shell "Aquisição" digitar o comando `imexam <nome_do_arquivo>.fits.q1.ldisp.fits`. O ponteiro do mouse tomará a forma de uma circunferência

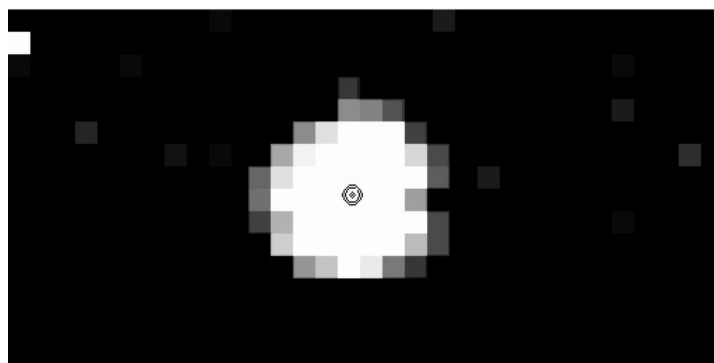


Figura 3.78: Exemplo da imagem reconstruída e ponteiro do mouse em modo de examinação.

Com o ponteiro do mouse sobre o centro da estrela (Figura 3.78), pressionar a tecla [J].
Abrirá um gráfico já com um ajuste gaussiano.

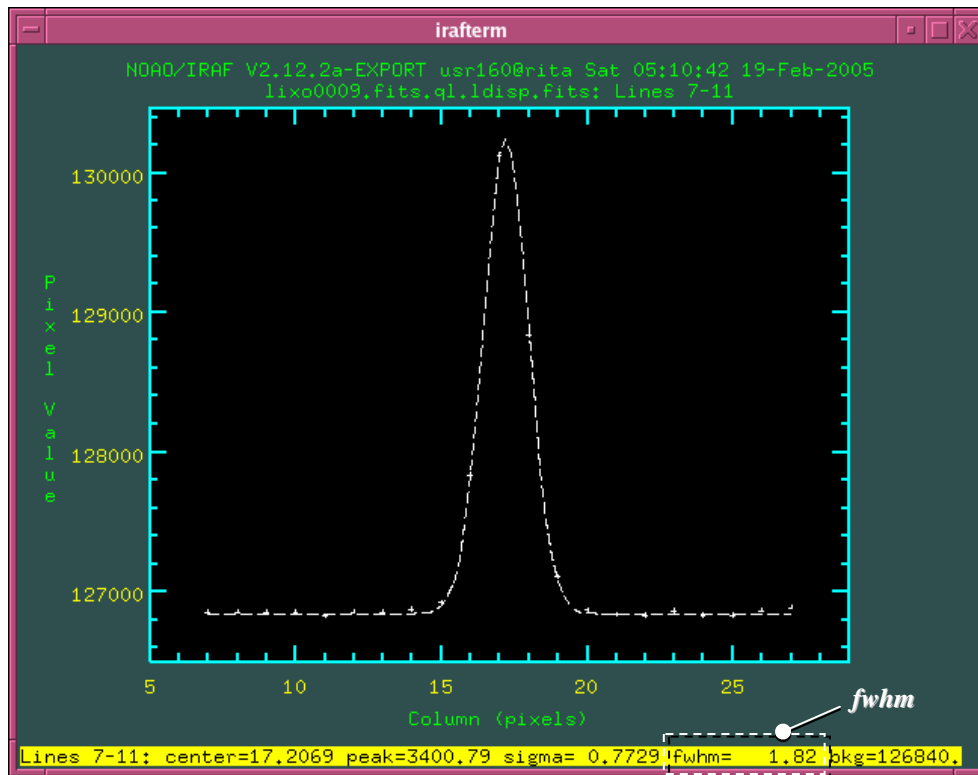


Figura 3.79: Resultado do comando `imexam` para obtenção das informações sobre o pico.

Na faixa amarela do próprio gráfico é possível se obter diretamente o `fwhm` do ajuste.

10-) O `seeing` é dado pelo produto entre o `fwhm` e a escala de placa da imagem. Como cada pixel corresponde a 0,93 segundos de arco no céu, então, no exemplo da estrela do procedimento anterior, o `seeing` é aproximadamente 1,7 segundos de arco.

$$\text{seeing} = 0,93 \cdot (\text{fwhm})$$

11-) No terminal de controle entre na opção Apontamento, do menu Comandos, entrando após na opção Periféricos, em seguida Foco e por fim Ler Valor.

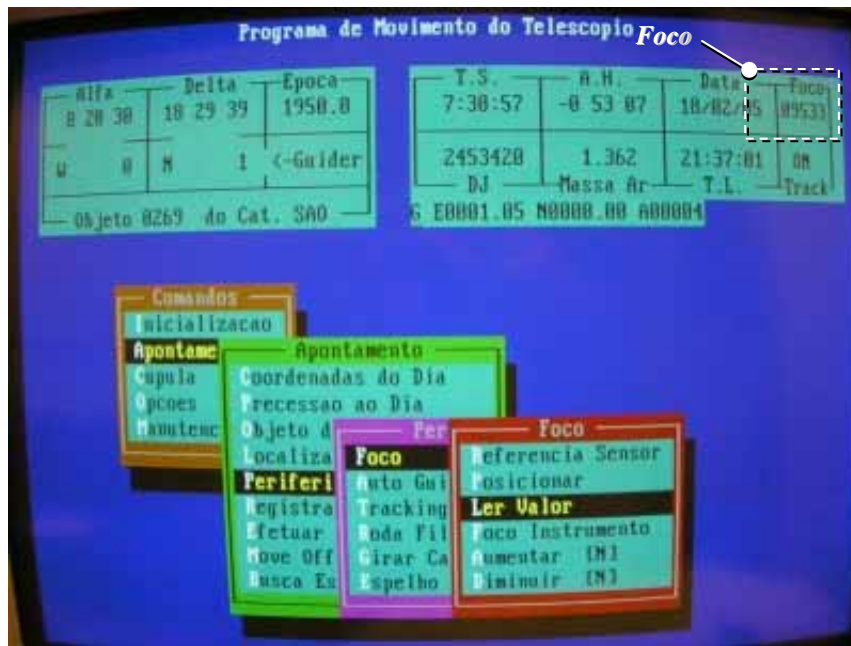


Figura 3.80: Seqüência de comandos para leitura do foco no terminal de controle.

12-) Registrar numa tabela o fwhm e o valor do foco.

13-) Para modificar o foco é necessário acessar no menu Comandos do terminal de controle a opção Apontamento, Periféricos, Foco, Posicionar e digitar o novo valor do foco na caixa de entrada Valor do Foco.



Figura 3.81: Seqüência de comandos para modificar o foco no terminal de controle.

Modifique o foco em 10 unidades, escolhendo se a mudança sistemática será de acrescentar ou subtrair 10 unidades ao foco. Repetir os procedimentos de 7-) a 13-). Se a mudança estiver implicando num aumento do fwhm opte por inverter a sistemática da mudança do foco (se antes você estava acrescentando 10 unidade ao foco passe a subtrair 10 unidades a partir do primeiro valor registrado).

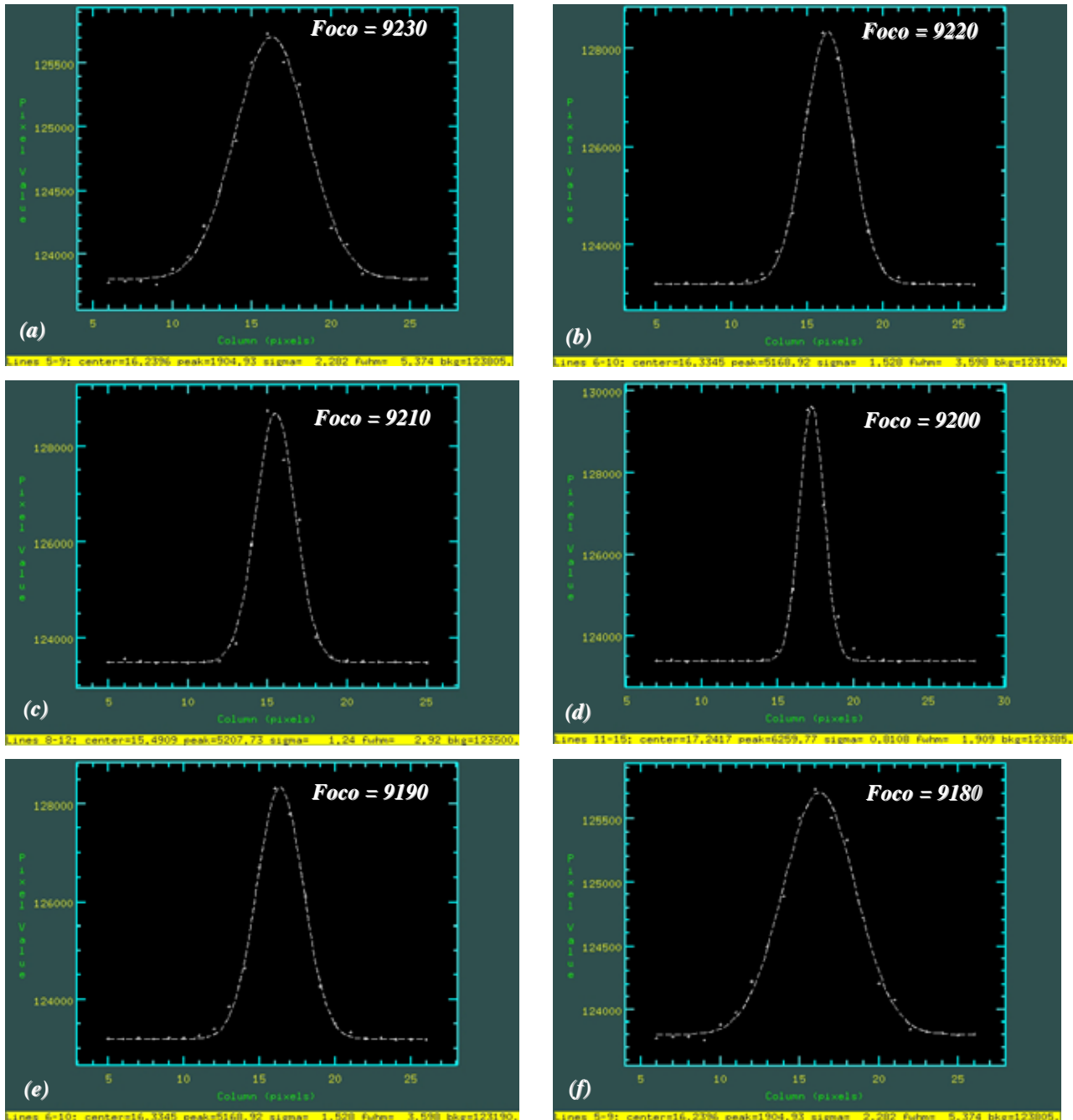


Figura 3.82: Seqüência de curvas para obtenção do foco.

Mesmo encontrado um valor de mínimo insista na sistemática de mudança do foco um pouco, para constatar de que o mínimo encontrado não é apenas um mínimo local.

Da tabela gerada no procedimento 12-) para obtenção do foco e do seeing, escolha o valor do foco que está associado ao menor fwhm.

Nesta condição, o seeing observacional é aquele calculado pela expressão do procedimento 10-) para obtenção do foco e do seeing, sendo o fwhm o menor registrado na tabela.

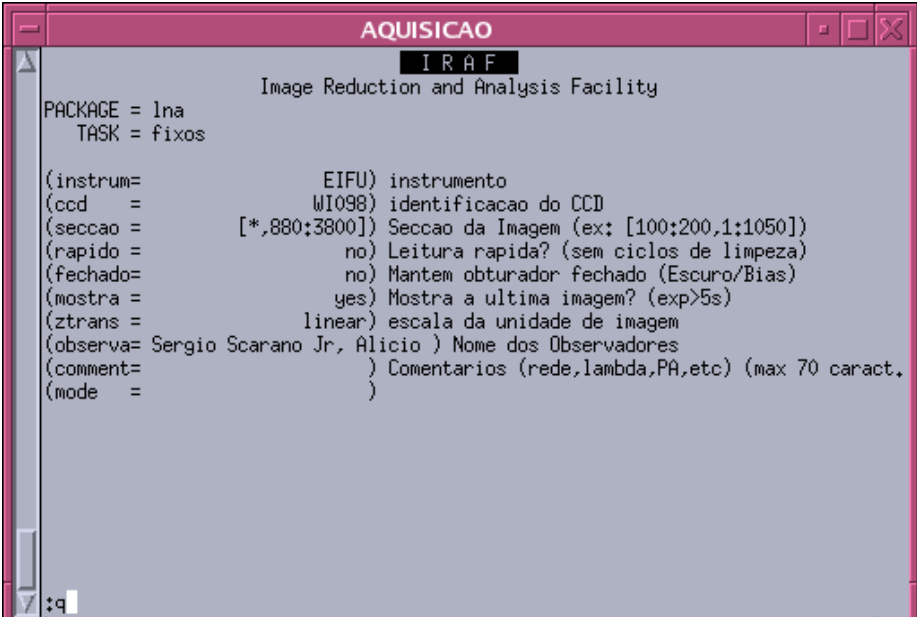
3.4.3. O Processo de apontamento para os objetos alvo

O apontamento do telescópio para objetos alvo depende da natureza dos objetos que se deseja observar. Caso sejam estrelas, o apontamento do telescópio é feito de forma direta pelos procedimentos que descrevem a centralização ou a obtenção do foco, dispensando a utilização de uma estrela intermediária.

No entanto, para objetos extensos (aqueles que são o alvo principal da espectroscopia IFU), a utilização de uma estrela como passo intermediário para o apontamento do telescópio para o objeto principal é fundamental para minimizar as incertezas sobre o campo que está sendo observado. Desta maneira, apresentamos em seguida os procedimentos para o processo de apontamento para objetos alvo.

1-) Fazer todas as tarefas do procedimento de determinação do foco e do seeing.

2-) Executar na shell "Out Look" o comando epar fixos para modificar os parâmetros de aquisição de modo que a leitura seja lenta e sobre todo o CCD (Figura 3.83):



```
AQUISICAO
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = Ina
TASK = fixos

(instrum=      EIFU) instrumento
(ccd =        W1098) identificacao do CCD
(seccao =     [*,880:3800]) Seccao da Imagem (ex: [100:200,1:1050])
(rapido =     no) Leitura rapida? (sem ciclos de limpeza)
(fechado=     no) Mantem obturador fechado (Escuro/Bias)
(mostra =     yes) Mostra a ultima imagem? (exp>5s)
(ztrans =     linear) escala da unidade de imagem
(observa= Sergio Scarano Jr, Alicia ) Nome dos Observadores
(comment=     ) Comentarios (rede,lambda,PA,etc) (max 70 caract.
(mode =      )
```

Figura 3.83: Parâmetros para a tarefa FIXOS.

2-) Executar na shell "Out Look" o comando `epar mask` e preencha os parâmetros segundo sua conveniência como na figura a seguir:

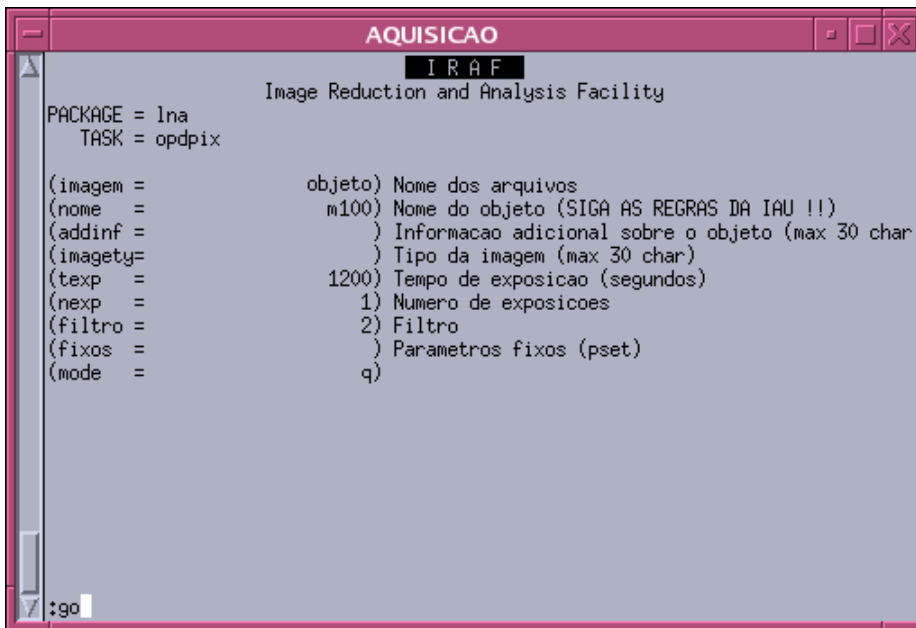


Figura 3.84: Parâmetros para a tarefa OPD.

3-) Parar o processo de guiagem digitando [Ctrl]+[Q] no terminal de guiagem.

4-) No terminal de controle do telescópio fazer o apontamento do telescópio para posição precisa do objeto. Para tanto, no menu Comandos, selecionar a opção Apontamento, e escolher Precessão ao Dia.

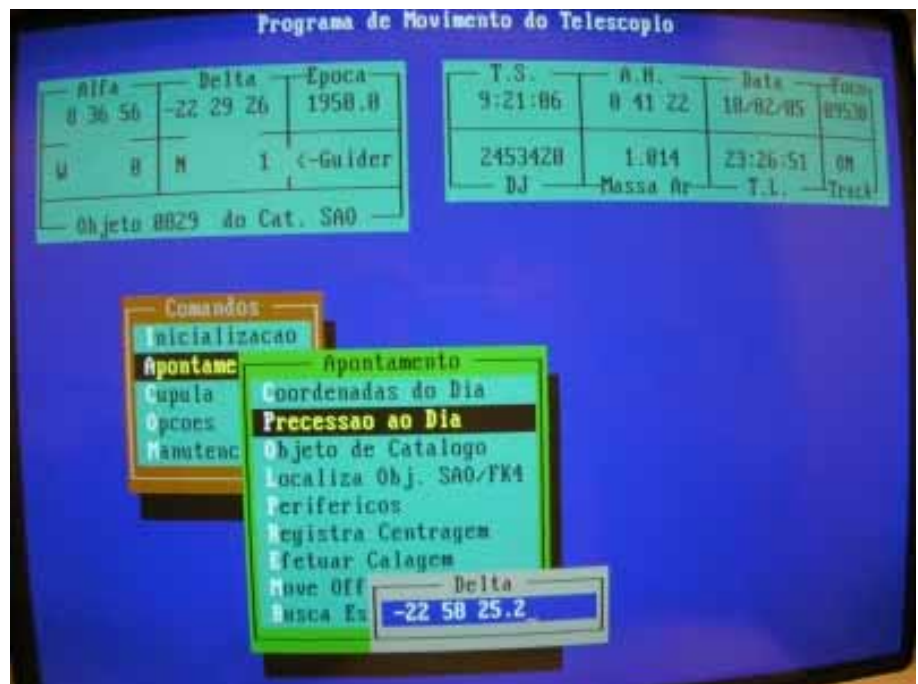


Figura 3.85: Processo de apontamento do telescópio para um objeto alvo.

Abrirá três caixas de preenchimento: a primeira e a segunda solicitando as coordenadas equatoriais do objeto e a terceira perguntando para que ano valem tais coordenadas. O telescópio se deslocará até o objeto.

5-) Execute os procedimentos 4-) a 6-) do processo de obtenção do foco e do seeing para fazer o ajuste fino da centralização e a guiagem do telescópio para a nova direção de apontamento. Depois execute o procedimento de 11-) a 12-), do processo de centralização. O resultado pode ser algo como nas Figura 3.86 e Figura 3.87.

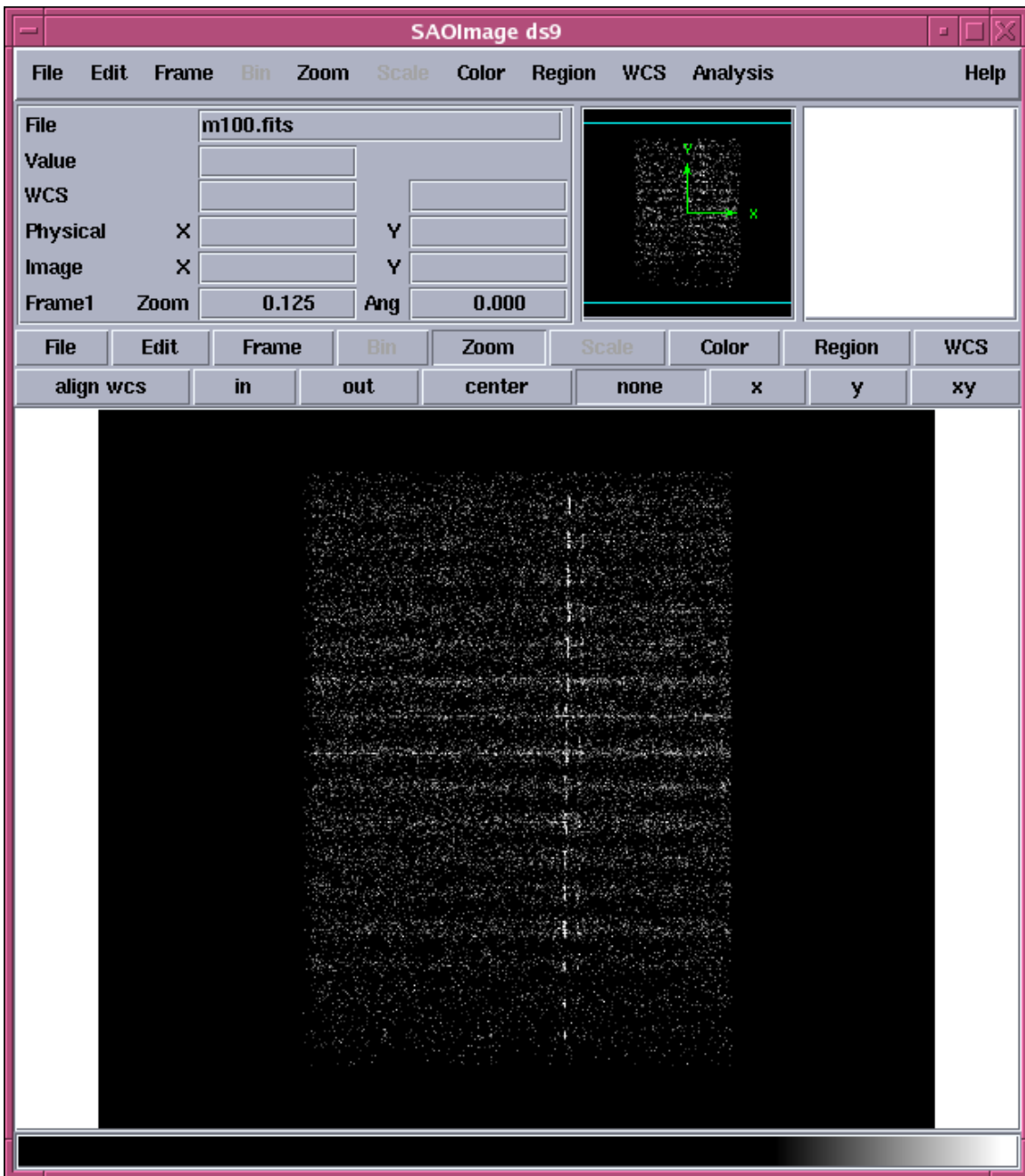


Figura 3.86: Espectro IFU para um objeto alvo.

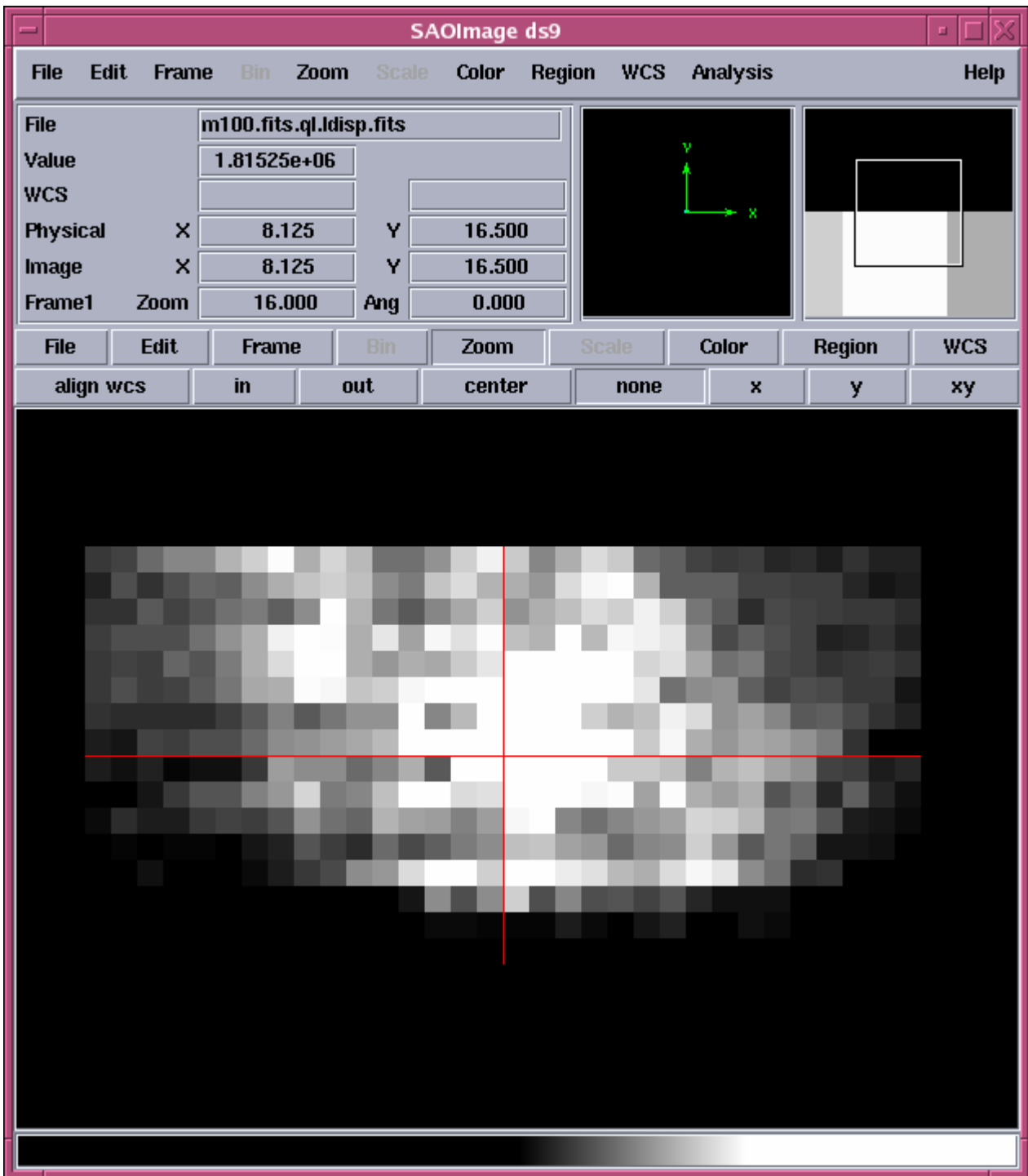


Figura 3.87: Imagem reconstruída para o objeto alvo observado.

6-) Caso esteja montando um mosaico, não use somente uma centralização e deslocamentos (offsets) do telescópio pelo manete em relação a está única centralização. Antes de fazer uma nova imagem, volte o posicionamento do telescópio novamente para o centro do objeto usando manete do telescópio (Figura 3.62 (a)). Acione o dispositivo de ativação e repouso do espelho para centragem, apertando e segurando o botão "Ativo" até que o led verde acenda (Figura

3.59). Verifique a centralização do objeto pela tela do terminal de centragem (Figura 3.71). Caso a centralização não confira, digite [Ctrl]+[Q] no terminal de guiagem, mova o telescópio com o manete e posicione o centro do objeto sobre o ponto de cruzamento das linhas guia no terminal de centragem (as linhas guia que marcam o centro do campo da IFU). Refaça o procedimento 5-) e 6-) do processo de obtenção do foco e do seeing. Marque a centragem do telescópio, ativando no menu Comandos a opção Apontamento e escolhendo a opção Registra Centragem (Figura 3.88). Acione o dispositivo de ativação e repouso do espelho para centragem, apertando e segurando o botão “Repouso” até que o led verde acenda (Figura 3.59). Modifique os parâmetros convenientemente na tarefa OPD (epar opd) de forma a informar na imagem a que trecho ela corresponde no mosaico. Agora sim Digite opd na shell “Aquisição” para obtenção da imagem em uma nova posição.



Figura 3.88: Processo de centragem e anulamento do offset do telescópio.

7-) Não esquecer de obter imagens da lâmpada de calibração para cada objeto apontado, segundo os procedimentos para obtenção de imagens para calibração dos espectros em comprimento de onda.

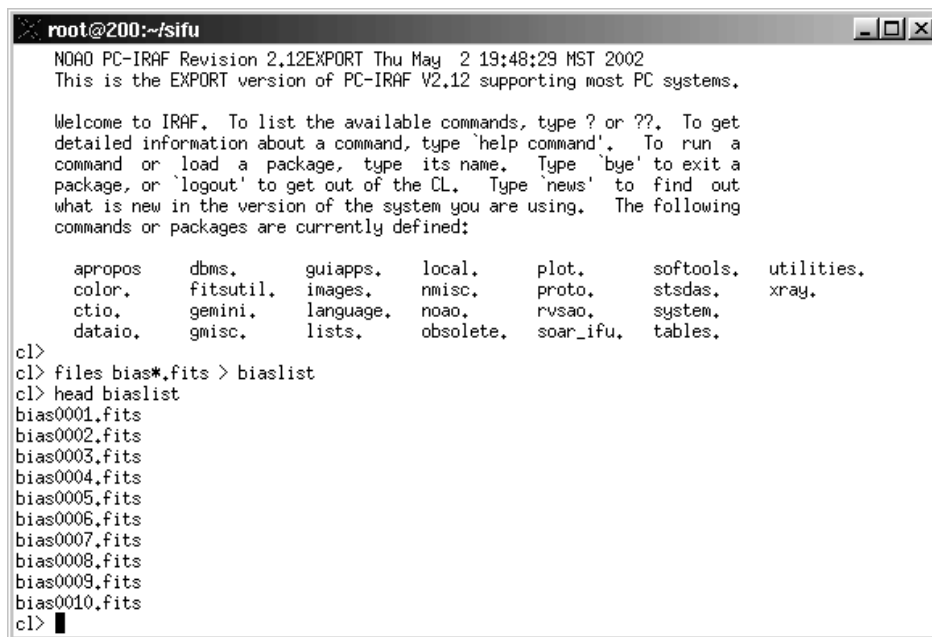
4. Redução em IRAF de dados obtidos com o IFU-Eucalyptus

Em paralelo ao desenvolvimento do protótipo do espectrógrafo *IFU*, foi implementado por Antônio Kanaan (*UFSC*) e César Strauss (*IAG-USP*) um algoritmo (Strauss 2003) para automatizar as tarefas de processamento básico de imagens, de extração de espectros gerados pelas fibras ópticas e de reconstrução das imagens captadas a partir da composição bidimensional dos espectros de todas as fibras.

Apresentamos a seguir o conjunto de procedimentos gerais, sucintamente explicados, necessários para se fazer a redução de dados obtidos com o espectrógrafo *IFU do LNA*.

1-) Para cada categoria de imagem (ex. *bias*, *flat de cúpula*, *flat interno*, *máscaras*, etc) fazer um arquivo texto contendo o nome de todas as imagens que a compõem, uma por linha, denominando-as *biaslist*, *dirflatlist*, *masklist*, etc.

Para que o trabalho seja facilitado, é conveniente que imagens de uma mesma categoria tenham um mesmo nome base, como por exemplo: *bias####.fits*, *dirflat####.fits*, *obj####.fits*, *domeflat####.fits*, *neon####.fits* e *mask0n####.fits* (sendo *n* o índice de uma das cinco posições aferidas para totalização da máscara). Com isso, é possível gerar as listas para cada categoria utilizando-se o comando *files* como feito na Figura 4.1 para os arquivos de *bias* na obtenção do arquivo *biaslist*.



```
root@200:~/sifu
NOAO PC-IRAF Revision 2.12EXPORT Thu May 2 19:48:29 MST 2002
This is the EXPORT version of PC-IRAF V2.12 supporting most PC systems.

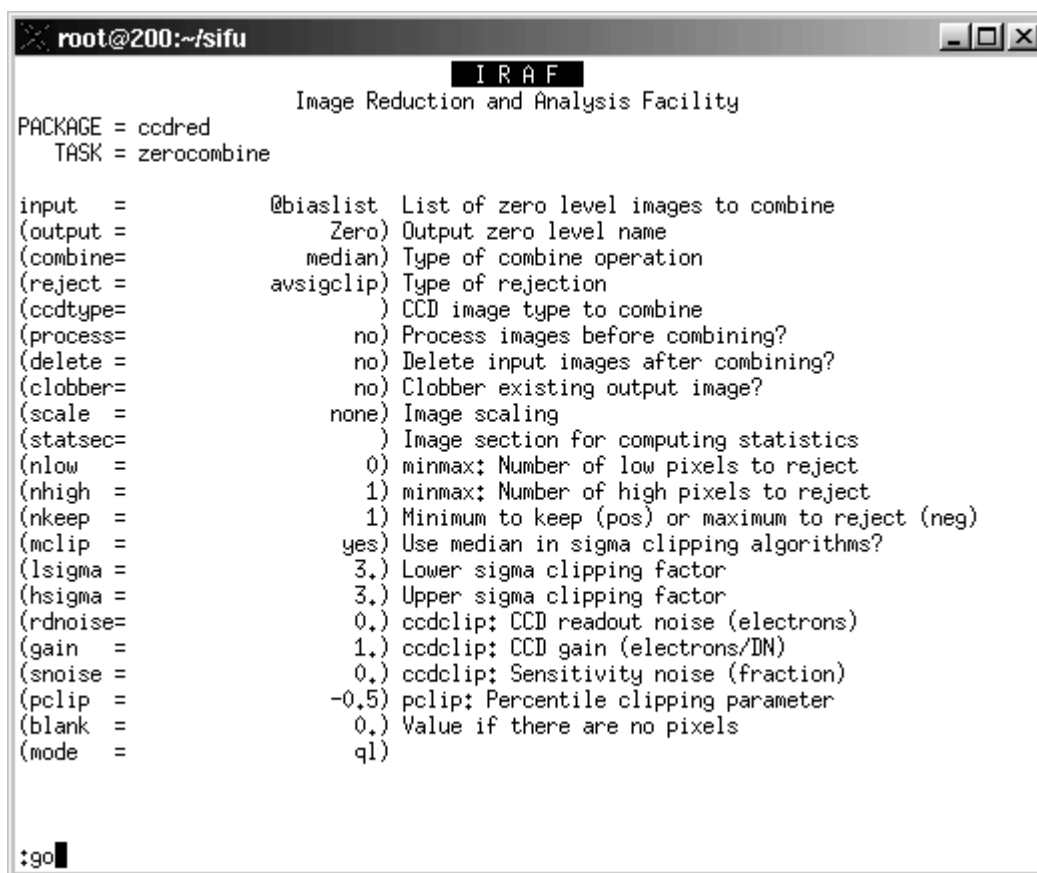
Welcome to IRAF. To list the available commands, type ? or ??. To get
detailed information about a command, type 'help command'. To run a
command or load a package, type its name. Type 'bye' to exit a
package, or 'logout' to get out of the CL. Type 'news' to find out
what is new in the version of the system you are using. The following
commands or packages are currently defined:

    apropos      dbms.        guiapps.     local.       plot.        softtools.   utilities.
    color.       fitsutil.    images.      nmisc.       proto.       stsdas.      xray.
    ctio.        gemini.     language.   noao.        rvsao.      system.
    dataio.     gmisc.      lists.       obsolete.    soar_ifu.    tables.

cl>
cl> files bias*.fits > biaslist
cl> head biaslist
bias0001.fits
bias0002.fits
bias0003.fits
bias0004.fits
bias0005.fits
bias0006.fits
bias0007.fits
bias0008.fits
bias0009.fits
bias0010.fits
cl>
```

Figura 4.1: Exemplo da geração e exibição de um arquivo texto contendo a lista dos nomes das imagens de *bias*.

- 2-) Iniciar o pacote ZEROCOMBINE digitando `epar zerocomb` no prompt de comandos da shell `xgterm` em que o IRAF foi aberto. A edição dos parâmetros deste pacote será a seguinte:



```

root@200:~/sifu
I R A F
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = ccdred
TASK = zerocombine

input = @biaslist List of zero level images to combine
(output = Zero) Output zero level name
(combine = median) Type of combine operation
(reject = avsigclip) Type of rejection
(ccdtype = ) CCD image type to combine
(process = no) Process images before combining?
(delete = no) Delete input images after combining?
(clobber = no) Clobber existing output image?
(scale = none) Image scaling
(statsec = ) Image section for computing statistics
(nlow = 0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise = 0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = 1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = 0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(pclip = -0.5) pclip: Percentile clipping parameter
(blank = 0.) Value if there are no pixels
(mode = ql)

:go

```

Figura 4.2: Exemplo do preenchimento dos parâmetros para o comando `epar zerocomb`.

Terminada a inserção dos parâmetros digite `:go`, para realizar as tarefas do procedimento ou `:q` para sair do processo de edição sem realizar as tarefas indicadas. Esse procedimento gera um arquivo de nome `Zero.fits` que será utilizado para correção de nível zero em todas as demais imagens.

- 3-) Como todas as imagens são afetadas pelo bias, deve-se subtrair o seu efeito em todas as categorias de imagem. Para isso é utilizado o pacote `CCDPROC`, cujos parâmetros podem ser editados digitando-se o comando `epar ccdproc` na linha de comando da shell. Isso iniciará a edição de parâmetros, que deve ser feita como apresentado a seguir:

```

root@200:~/sifu
I R A F
Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = ccdred
TASK = ccdproc

images = @dirflatlist,@objlist,@domeflatlist,@masklist,@neonlist List of CCD images to correct
(output = ) List of output CCD images
(ccdtype= ) CCD image type to correct
(max_cac= 0) Maximum image caching memory (in Mbytes)
(noproc = no) List processing steps only?

(fixpix = no) Fix bad CCD lines and columns?
(oversca= yes) Apply overscan strip correction?
(trim = yes) Trim the image?
(zero = yes) Apply zero level correction?
(dark = no) Apply dark count correction?
(flat = no) Apply flat field correction?
(illum = no) Apply illumination correction?
(fringe = no) Apply fringe correction?
(readcor= no) Convert zero level image to readout correction?
(scancor= no) Convert flat field image to scan correction?

(readaxi= line) Read out axis (column\line)
(fixfile= ) File describing the bad lines and columns
(biassec= [1:50,50:2850]) Overscan strip image section
(trimsec= [55:2095,50:2850]) Trim data section
(zero = Zero) Zero level calibration image
(dark = Dark) Dark count calibration image
(flat = corrdirflat) Flat field images
(illum = ) Illumination correction images
(fringe = ) Fringe correction images
(minrepl= 1.) Minimum flat field value
(scantyp= shortscan) Scan type (shortscan\longscan)
(nscan = 1) Number of short scan lines

(interac= no) Fit overscan interactively?
(funcio= legendre) Fitting function
(order = 1) Number of polynomial terms or spline pieces
(sample = *) Sample points to fit
(naverag= 1) Number of sample points to combine
(niterat= 1) Number of rejection iterations
(low_rej= 3.) Low sigma rejection factor
(high_re= 3.) High sigma rejection factor
(grow = 0.) Rejection growing radius
(mode = ql)

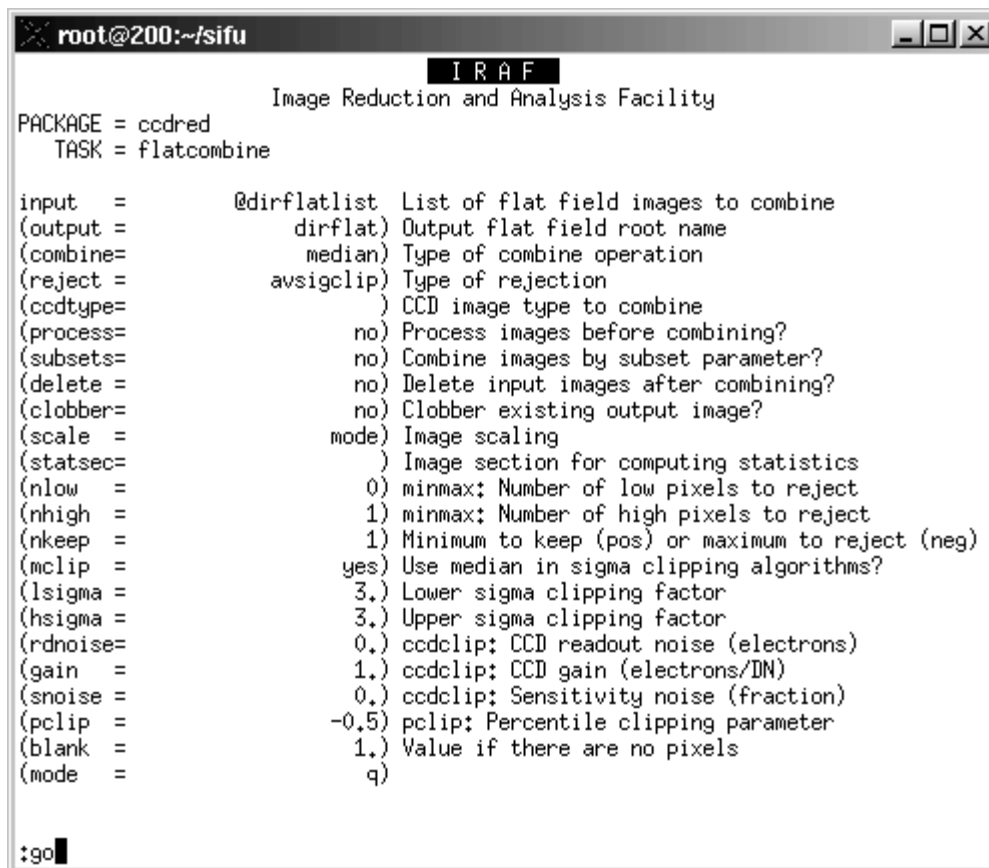
:go

```

Figura 4.3: Valores que os parâmetros devem assumir ao se executar o comando `epar ccdproc`.

Ao fim da inserção dos parâmetros, digite `:go` para realizar as tarefas indicadas. Tais tarefas farão a correção de todas as imagens por overscan, recortarão a imagem em sua área útil e aplicarão a correção de nível zero.

4-) Combinar as imagens de flat interno (`dirflatlist`) utilizando a tarefa `FLATCOMBINE`, digitando `epar flatcombine` na linha de comando da shell. Os parâmetros devem ser preenchidos como indicado na seguinte imagem:



```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = ccdred
TASK = flatcombine

input =      @dirflatlist List of flat field images to combine
(output =   dirflat) Output flat field root name
(combine=   median) Type of combine operation
(reject =   avsigclip) Type of rejection
(ccdtype=   ) CCD image type to combine
(process=   no) Process images before combining?
(subsets=   no) Combine images by subset parameter?
(delete =   no) Delete input images after combining?
(clobber=   no) Clobber existing output image?
(scale =    mode) Image scaling
(statsec=   ) Image section for computing statistics
(nlow =    0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh =   1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep =   1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip =   yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma =  3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma =  3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise=   0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain =    1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise =   0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(pclip =   -0.5) pclip: Percentile clipping parameter
(blank =    1.) Value if there are no pixels
(mode =    q)

:go

```

Figura 4.4: Valores que os parâmetros devem assumir ao se executar o comando `epar flatcombine`.

Com isso será gerada uma imagem com o nome `dirflat.fits`, que será posteriormente utilizada na uniformização da resposta CCD em toda sua extensão. Pelo comando `display dirflat.fits` podemos observar que a imagem resultante é sujeita a variações de iluminação tanto em pequena quanto em grande escala (Figura 4.5).

Para obtermos uma imagem representativa das variações de sensibilidade pixel a pixel devemos remover as variações de grande escala. Isso será feito na etapa a seguir.

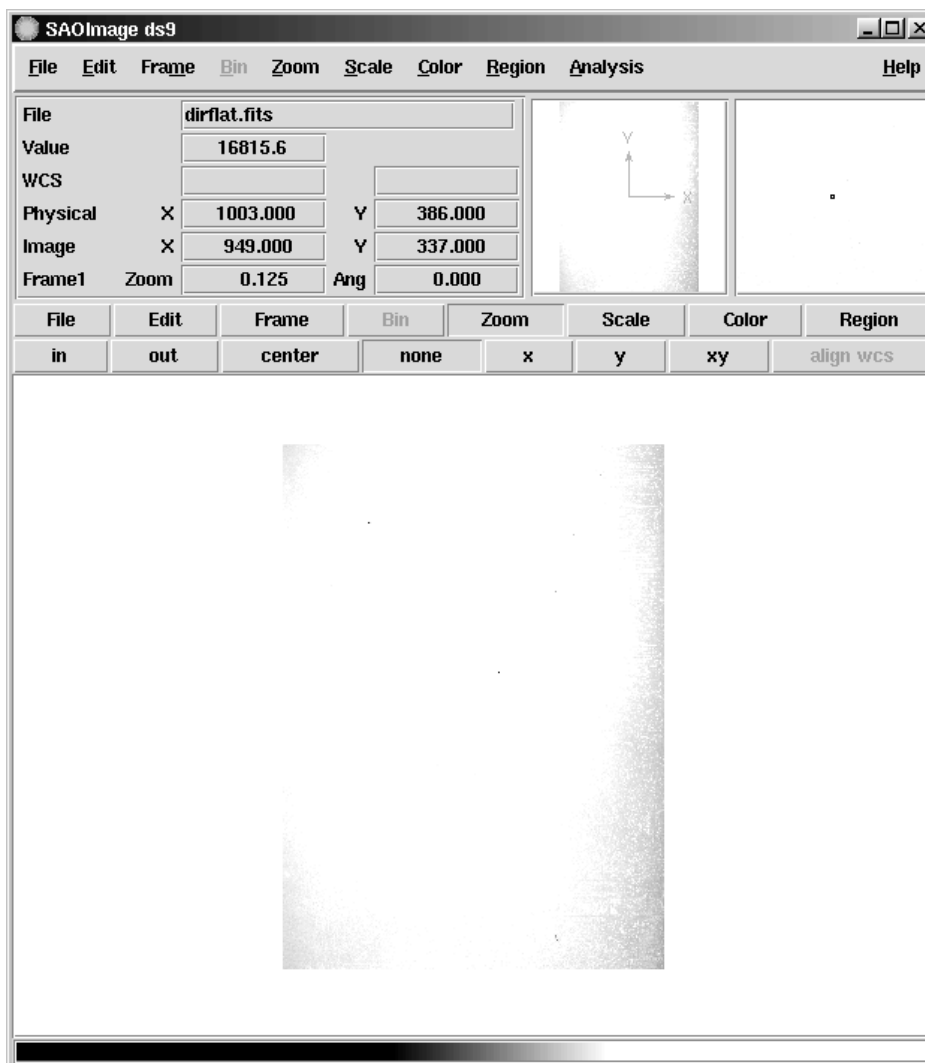


Figura 4.5: Visualização da imagem `dirflat.fits`, obtida com o comando `epar dirflat.fits`.

5-) A remoção de variações de iluminação de grande escala pode ser feita através de um dos dois procedimentos apresentados a seguir:

(a) A tarefa `IMSURFIT` pode ser editada através do comando `epar imsurfit` no prompt de comandos da shell. Seu preenchimento deve ser feito como na Figura 4.6.

Este comando ajusta um polinômio bidimensional às imagens de flat field, gerando uma nova imagem pela razão dos flats internos combinados e a superfície ajustada, de nome `corrdirflat.fits`.

Depois disso, deve-se dar o comando `hedit corrdirflat ccdmean 1 upd+`.

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = imfit
TASK = imsurfit

input =          dirflat  Input images to be fit
output =        corrdirflat  Output images
xorder =          3      Order of function in x
yorder =          3      Order of function in y
(type_ou=        response) Type of output (fit,residual,response,clean)
(function=       spline3) Function to be fit (legendre,chebyshev,spline3)
(cross_t=        yes)    Include cross-terms for polynomials?
(xmedian=        1)      X length of median box
(ymedian=        1)      Y length of median box
(median_=       50.)    Minimum fraction of pixels in median box
(lower =         0.)    Lower limit for residuals
(upper =         0.)    Upper limit for residuals
(ngrow =         0)     Radius of region growing circle
(niter =         0)     Maximum number of rejection cycles
(regions=        all)   Good regions (all,rows,columns,border,sections,ci
(rows =          *)     Rows to be fit
(columns=        *)     Columns to be fit
(border =        50)    Width of border to be fit
(section=        )     File name for sections list
(circle =        )     Circle specifications
(div_min=        INDEF) Division minimum for response output
(mode =          ql)

:go

```

Figura 4.6: Parâmetros escolhidos após o comando `epar imsurfit`.

(b) A tarefa `MKILLUMFLAT`, acessada pelo comando `epar mkillumflat` e editada como na Figura 4.7.

Tal comando suaviza a imagem dos flats internos combinados e faz a sobreposição desta imagem com a razão entre a imagem dos flats internos combinados e a imagem de flat suavizada.

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = ccdred
TASK = mkillumflat

input =          corrdirflat  Input CCD flat field images
output =          Output images (same as input if none given)
(ccdtype=        )         CCD image type to select
(xboxmin=        5.)       Minimum smoothing box size in x at edges
(xboxmax=        0,25)     Maximum smoothing box size in x
(yboxmin=        5.)       Minimum smoothing box size in y at edges
(yboxmax=        0,25)     Maximum smoothing box size in y
(clip =          yes)     Clip input pixels?
(lowsigm=        2,5)     Low clipping sigma
(higsig=         2,5)     High clipping sigma
(divbyze=        1.)      Result for division by zero
(ccdproc=        )         CCD processing parameters
(mode =          ql)

:go

```

Figura 4.7: Parâmetros escolhidos após o comando `epar mkillumflat`.

O resultado após se executar uma dessas tarefas pode ser visto através do comando `display corrdirflat.fits` que tem por resultado o seguinte:

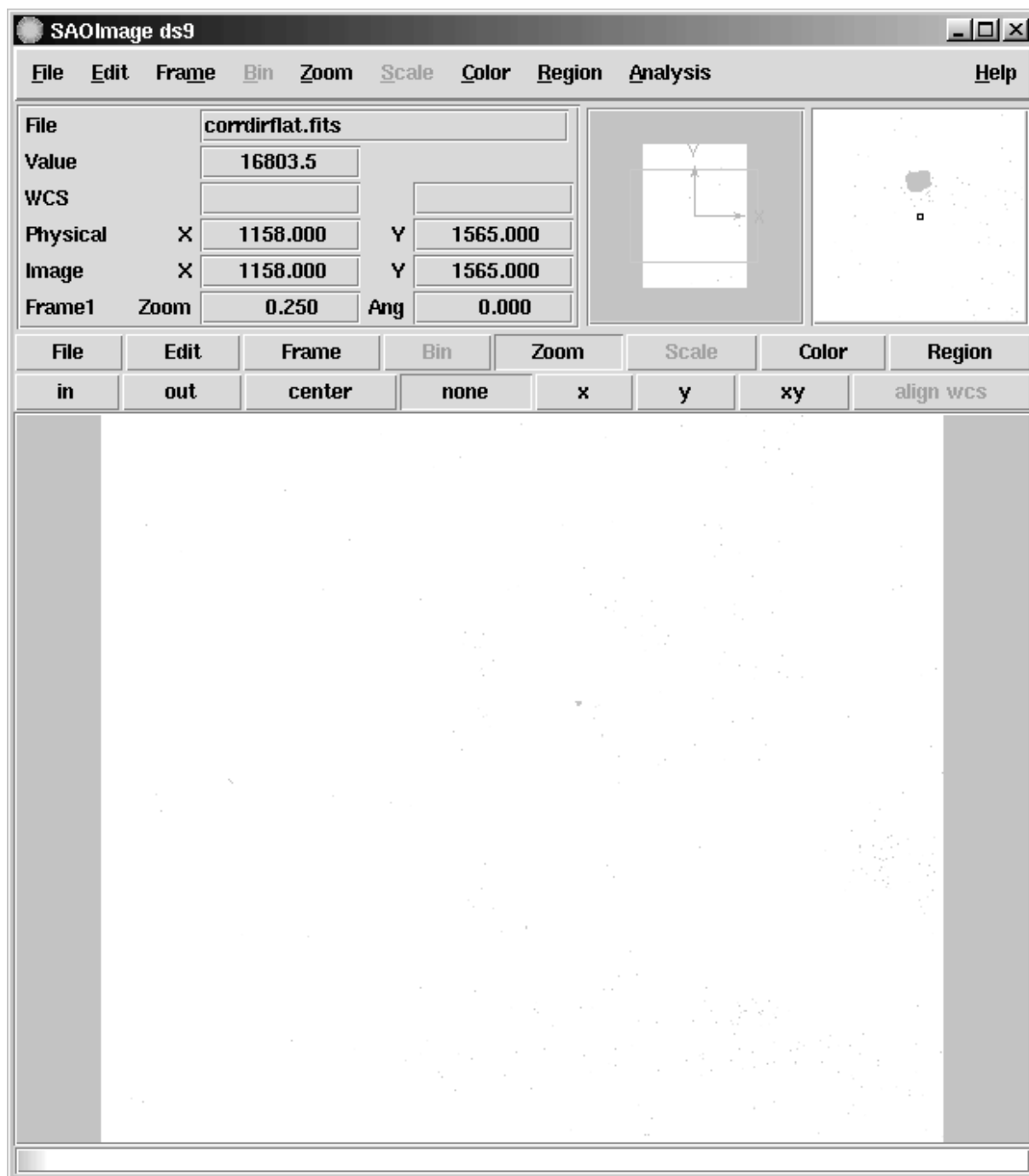


Figura 4.8: Visualização da imagem `corrdirflat.fits`, resultante da aplicação ou da tarefa `IMSURFIT` ou da tarefa `MKILLUMFLAT` sobre a imagem `dirflat.fits`.

6-) Nesta etapa deve-se fazer a correção de todas as imagens pela imagem de flat obtida na etapa anterior. Para isso utiliza-se novamente a tarefa CCDPROC com o comando `epar ccdproc`. Desta vez os parâmetros serão:

```

root@200:~/sifu
                                I R A F
                                Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = ccdred
TASK = ccdproc

images = @domeflatlist,@masklist,@neonlist,@objlist List of CCD images to correct
(output = ) List of output CCD images
(ccdtype= ) CCD image type to correct
(max_cac= 0) Maximum image caching memory (in Mbytes)
(noproc = no) List processing steps only?

(fixpix = no) Fix bad CCD lines and columns?
(oversca= no) Apply overscan strip correction?
(trim = no) Trim the image?
(zero= no) Apply zero level correction?
(darkcor= no) Apply dark count correction?
(flatcor= yes) Apply flat field correction?
(illumco= no) Apply illumination correction?
(fringec= no) Apply fringe correction?
(readcor= no) Convert zero level image to readout correction?
(scancor= no) Convert flat field image to scan correction?

(readaxi= line) Read out axis (column|line)
(fixfile= ) File describing the bad lines and columns
(biassec= [1:50,50:2850]) Overscan strip image section
(trimsec= [55:2095,50:2850]) Trim data section
(zero = Zero) Zero level calibration image
(dark = Dark) Dark count calibration image
(flat = corrdirflat) Flat field images
(illum = ) Illumination correction images
(fringe = ) Fringe correction images
(minrepl= 1.) Minimum flat field value
(scantyp= shortscan) Scan type (shortscan|longscan)
(nscan = 1) Number of short scan lines

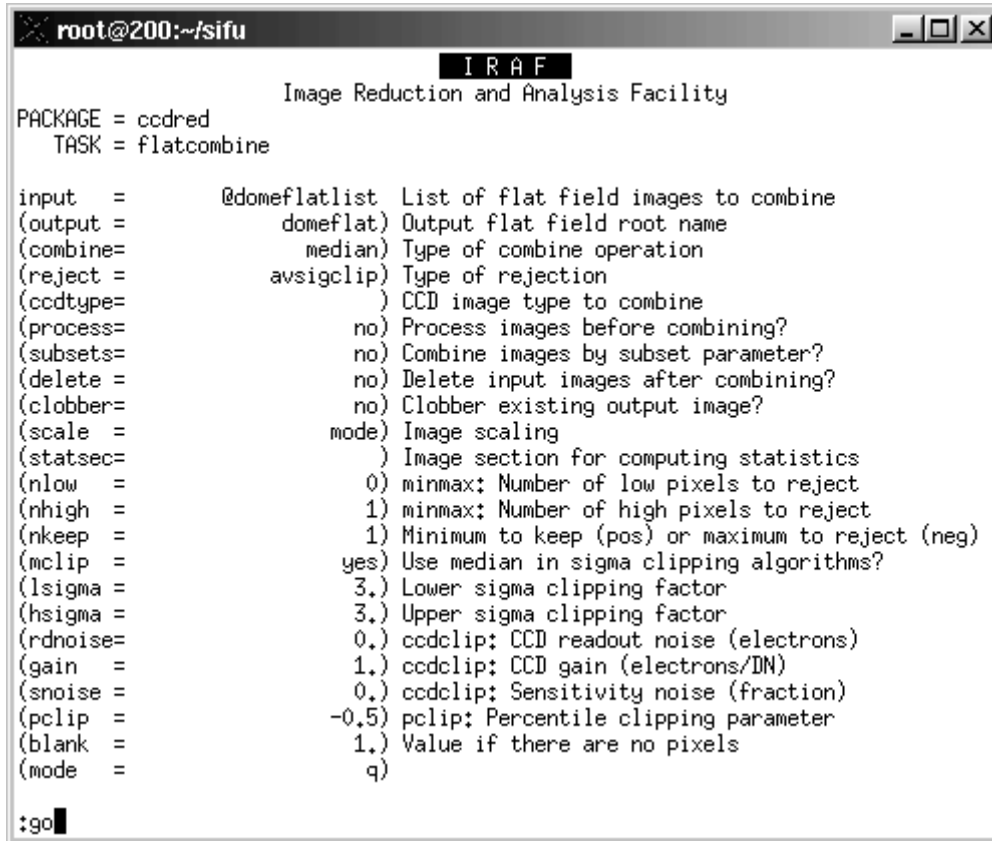
(interac= no) Fit overscan interactively?
(funcio= legendre) Fitting function
(order = 1) Number of polynomial terms or spline pieces
(sample = *) Sample points to fit
(naverag= 1) Number of sample points to combine
(niterat= 1) Number of rejection iterations
(low_rej= 3.) Low sigma rejection factor
(high_re= 3.) High sigma rejection factor
(grow = 0.) Rejection growing radius
(mode = ql)

:go

```

Figura 4.9: Parâmetros adotados após o comando `epar ccdproc`.

7-) Combinar os arquivos de flat de cúpula com o comando `epar flatcombine`. Isso será necessário, pois uma vez que a luz provinda da cúpula irá passar pelas fibras, será possível criar uma imagem de correção para transmissão de cada fibra. Os parâmetros do comando `flatcombine` devem ser os seguintes:



```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = ccdred
TASK = flatcombine

input = @domeflatlist List of flat field images to combine
(output = domeflat) Output flat field root name
(combine= median) Type of combine operation
(reject = avsigclip) Type of rejection
(ccdtype= ) CCD image type to combine
(process= no) Process images before combining?
(subsets= no) Combine images by subset parameter?
(delete = no) Delete input images after combining?
(clobber= no) Clobber existing output image?
(scale = mode) Image scaling
(statsec= ) Image section for computing statistics
(nlow = 0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise= 0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = 1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = 0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(pclip = -0.5) pclip: Percentile clipping parameter
(blank = 1.) Value if there are no pixels
(mode = q)

:go

```

Figura 4.10: Parâmetros para tarefa `FLATCOMBINE`.

O arquivo gerado terá o nome `domeflat.fits`, como indicado pelo parâmetro `output`.

8-) Combinar as imagens com a informação espectral das lâmpadas de calibração (neônio, argônio, etc). Isso é feito com o comando `epar imcombine` do modo apresentado na Figura 4.11. Neste caso, a imagem combinada receberá o nome `neon.fits` como revela o nome no parâmetro `output`.

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = immatch
TASK = imcombine

input = @neonlist List of images to combine
output = neon.fits List of output images
(headers= ) List of header files (optional)
(bpmasks= ) List of bad pixel masks (optional)
(rejmask= ) List of rejection masks (optional)
(nrejmas= ) List of number rejected masks (optional)
(expmask= ) List of exposure masks (optional)
(sigmas = ) List of sigma images (optional)
(logfile= STDOUT) Log file

(combine= median) Type of combine operation
(reject = minmax) Type of rejection
(project= no) Project highest dimension of input images?
(outtype= real) Output image pixel datatype
(outlimi= ) Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
(offsets= none) Input image offsets
(masktyp= none) Mask type
(maskval= 0.) Mask value
(blank = 0.) Value if there are no pixels

(scale = none) Image scaling
(zero = none) Image zero point offset
(weight = none) Image weights
(statsec= ) Image section for computing statistics
(expname= ) Image header exposure time keyword

(lthresh= INDEF) Lower threshold
(hthresh= INDEF) Upper threshold
(nlow = 0) minmax; Number of low pixels to reject
(nhigh = 1) minmax; Number of high pixels to reject
(nkeep = 1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise= 0.) ccdclip; CCD readout noise (electrons)
(gain = 1.) ccdclip; CCD gain (electrons/DN)
(snoise = 0.) ccdclip; Sensitivity noise (fraction)
(sigscal= 0.1) Tolerance for sigma clipping scaling corrections
(pclip = -0.5) pclip; Percentile clipping parameter
(grow = 0.) Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode = ql)

:go

```

Figura 4.11: Preenchimento dos parâmetros para execução da tarefa IMCOMBINE.

9-) A próxima etapa consiste em combinar todos os espectros das máscaras de uma mesma posição. Isso é feito pela tarefa IMCOMBINE cujos parâmetros devem ser inseridos através do comando `epar imcombine`. Essa tarefa deve ser repetida cinco vezes (de 0 a 4), cada qual para uma posição da máscara, em que o *n* no nome colocado nos parâmetros `input` e `output` do comando `epar imcombine` deve assumir o valor de 0 a *n* (Figura 4.12).

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = immatch
TASK = imcombine

input = mask-00-0n-000?.fits List of images to combine
output = mask-00-0n.fits List of output images
(headers= ) List of header files (optional)
(bpmasks= ) List of bad pixel masks (optional)
(rejmask= ) List of rejection masks (optional)
(nrejmas= ) List of number rejected masks (optional)
(expmask= ) List of exposure masks (optional)
(sigmas = ) List of sigma images (optional)
(logfile= STDOUT) Log file

(combine= median) Type of combine operation
(reject = minmax) Type of rejection
(project = no) Project highest dimension of input images?
(outtype= real) Output image pixel datatype
(outlimi= ) Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
(offsets= none) Input image offsets
(masktyp= none) Mask type
(maskval= 0.) Mask value
(blank = 0.) Value if there are no pixels

(scale = none) Image scaling
(zero = none) Image zero point offset
(weight = none) Image weights
(statsec= ) Image section for computing statistics
(expname= ) Image header exposure time keyword

(lthresh= INDEF) Lower threshold
(hthresh= INDEF) Upper threshold
(nlow = 0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise= 0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = 1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = 0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(sigscal= 0,1) Tolerance for sigma clipping scaling corrections
(pclip = -0,5) pclip: Percentile clipping parameter
(grow = 0.) Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode = ql)

:go

```

Figura 4.12: Parâmetros adotados após o comando `epar imcombine`. A letra *n* no meio do nome colocado nos parâmetros *input* e *output* deve ser substituída por um número de 0 a 4 de acordo com a posição da máscara (primeira posição = 0, segunda posição = 1, e assim por diante)

Tomando o exemplo $n = 0$ (primeira posição), teremos:


```

root@200:~/sifu
      I R A F
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = immatch
  TASK = imcombine

input  = mask-00-00-000?.fits  List of images to combine
output =      mask-00-00.fits  List of output images
(headers=      ) List of header files (optional)
(bpmasks=     ) List of bad pixel masks (optional)
(rejmask=     ) List of rejection masks (optional)
(nrejmas=     ) List of number rejected masks (optional)
(expmask=     ) List of exposure masks (optional)
(sigmas =     ) List of sigma images (optional)
(logfile=     STDOUT) Log file

(combine=     median) Type of combine operation
(reject =     minmax) Type of rejection
(project=     no) Project highest dimension of input images?
(outtype=     real) Output image pixel datatype
(outlimi=    ) Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
(offsets=     none) Input image offsets
(masktyp=     none) Mask type
(maskval=     0.) Mask value
(blank =     0.) Value if there are no pixels

(scale =     none) Image scaling
(zero =     none) Image zero point offset
(weight =     none) Image weights
(statsec=    ) Image section for computing statistics
(expname=    ) Image header exposure time keyword

(lthresh=    INDEF) Lower threshold
(hthresh=    INDEF) Upper threshold
(nlow =     0) minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh =    1) minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep =    1) Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip =    yes) Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma =    3.) Lower sigma clipping factor
(hsigma =    3.) Upper sigma clipping factor
(rdnoise=    0.) ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain =     1.) ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise =    0.) ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(sigscal=    0.1) Tolerance for sigma clipping scaling corrections
(pclip =    -0.5) pclip: Percentile clipping parameter
(grow =     0.) Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode =     ql)

:go

```

Figura 4.13: Exemplo ilustrativo do preenchimento dos parâmetros *input* e *output* para o caso da primeira posição da máscara após o comando *epar imcombine*.

Cuja saída é algo como apresentado na Figura 4.14:

```

root@200:~/sifu
Jul 1 21:24: IMCOMBINE
combine = median, scale = none, zero = none, weight = none
reject = minmax, nlow = 0, nhigh = 1
blank = 0.
      Images
mask-00-00-0001.fits
mask-00-00-0002.fits
mask-00-00-0003.fits

Output image = mask-00-00.fits, ncombine = 3
cl>

```

Figura 4.14: Saída após a execução do comando imcombine.

10-) Verificar, sem executar, se as tarefas APSCATTER (Figura 4.15), APDEF (Figura 4.16) e APFIND (Figura 4.17) estão com os parâmetros preenchidos como nas figuras correspondentes:

(a) Comando epar apscatter:

```

root@200:~/sifu
                                I R A F
                                Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = apextract
TASK = apscatter

input =                          List of input images to subtract scattered light
output =                          List of output corrected images
(apertur=                          ) Apertures
(scatter=                          ) List of scattered light images (optional)
(referen=                          ) List of aperture reference images

(interac=                          yes) Run task interactively?
(find =                             yes) Find apertures?
(recente=                          no) Recenter apertures?
(resize =                          no) Resize apertures?
(edit =                             yes) Edit apertures?
(trace =                             yes) Trace apertures?
(fittrac=                          yes) Fit the traced points interactively?
(subtrac=                          yes) Subtract scattered light?
(smooth =                          no) Smooth scattered light along the dispersion?
(fitscat=                          yes) Fit scattered light interactively?
(fitsmoo=                          no) Smooth the scattered light interactively?

(line =                             1) Dispersion line
(nsum =                             10) Number of dispersion lines to sum or median
(buffer =                          1.) Buffer distance from apertures
(apscat1=                          ) Fitting parameters across the dispersion
(apscat2=                          ) Fitting parameters along the dispersion
(mode =                             q)

:q

```

Figura 4.15: Parâmetros para tarefa APSCATTER.

(b) Comando epar apdef:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = apextract
TASK = apdefault

(lower =          -1.5) Lower aperture limit relative to center
(upper =           1.5) Upper aperture limit relative to center
(apidtab=          ) Aperture ID table

(b_funct=         chebyshev) Background function
(b_order=          1) Background function order
(b_sampl=        -10;-6,6;10) Background sample regions
(b_naver=         -3) Background average or median
(b_niter=          0) Background rejection iterations
(b_low_r=         3.) Background lower rejection sigma
(b_high_r=        3.) Background upper rejection sigma
(b_grow =         0.) Background rejection growing radius
(mode =           q1)

:q
    
```

Figura 4.16: Parâmetros para tarefa APDEF.

(c) Comando epar apfind:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = apextract
TASK = apfind

input =           List of input images
(apertur=         ) Apertures
(referen=         ) Reference images

(interac=         yes) Run task interactively?
(find =           yes) Find apertures?
(recente=         no) Recenter apertures?
(resize =         no) Resize apertures?
(edit =           yes) Edit apertures?

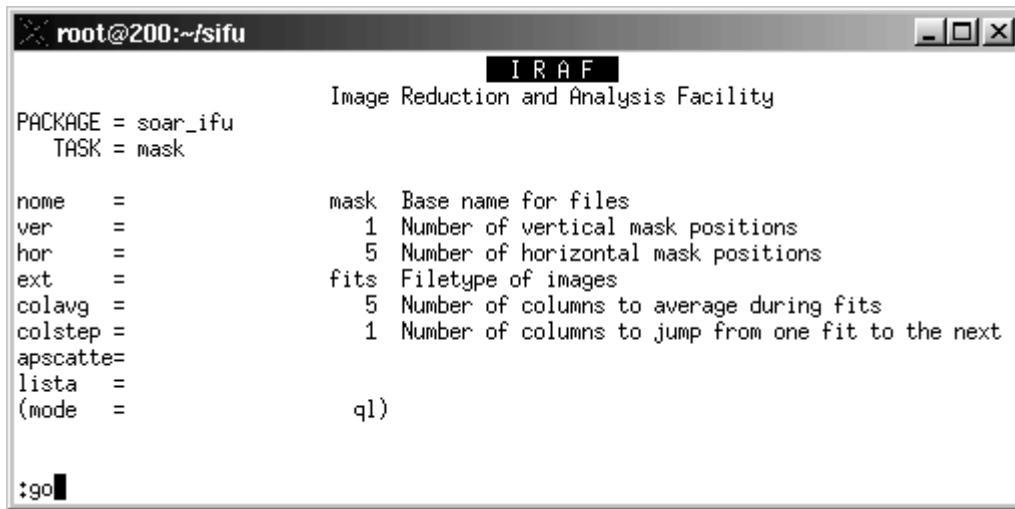
(line =           INDEF) Dispersion line
(nsum =           1) Number of dispersion lines to sum or median
nfind =           102 Number of apertures to be found automatically
(minsep =          5.) Minimum separation between spectra
(maxsep =         1000.) Maximum separation between spectra
(order =          increasing) Order of apertures
(mode =           q)

:q
    
```

Figura 4.17: Parâmetros para tarefa APFIND.

Vale a pena lembrar que após se digitar “:”, pode-se voltar ao modo edição de parâmetros digitando-se a tecla “Backspace”. O parâmetro vazio é representado abrindo-se e fechando-se aspas (“”) e alguns parâmetros admitem o valor `indef`, de modo que o próprio programa calcula o valor adequado a este parâmetro.

11-) Nesta etapa podemos executar a tarefa `MASK` digitando `epar mask` na linha de comando da `shell`. Os parâmetros deste comando são os seguintes:



```
root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = mask
nome = mask Base name for files
ver = 1 Number of vertical mask positions
hor = 5 Number of horizontal mask positions
ext = fits Filetype of images
colavg = 5 Number of columns to average during fits
colstep = 1 Number of columns to jump from one fit to the next
apscatte=
lista =
(mode = ql)
:go
```

Figura 4.18: Valores para os parâmetros da tarefa `MASK`.

Executar a tarefa `MASK` com `:go` fará com que o programa pergunte: “Find apertures for `mask-00-00?` (yes):” (Encontrar aberturas para `mask-00-00?`). Responder `yes` ([Enter]). Em seguida o programa perguntará “Number of apertures to be found automatically (102):” (Número de aberturas a serem encontradas automaticamente (102):). Por padrão ele recomendará 102. Aceite esta proposta digitando [Enter]. Após isso, o programa perguntará: “Edit apertures for `mask-00-00?` (yes):” (Editar aberturas para `mask-00-00?`). Responder `yes` ([Enter]).

Abrirá uma janela com um gráfico como o que mostramos a seguir:

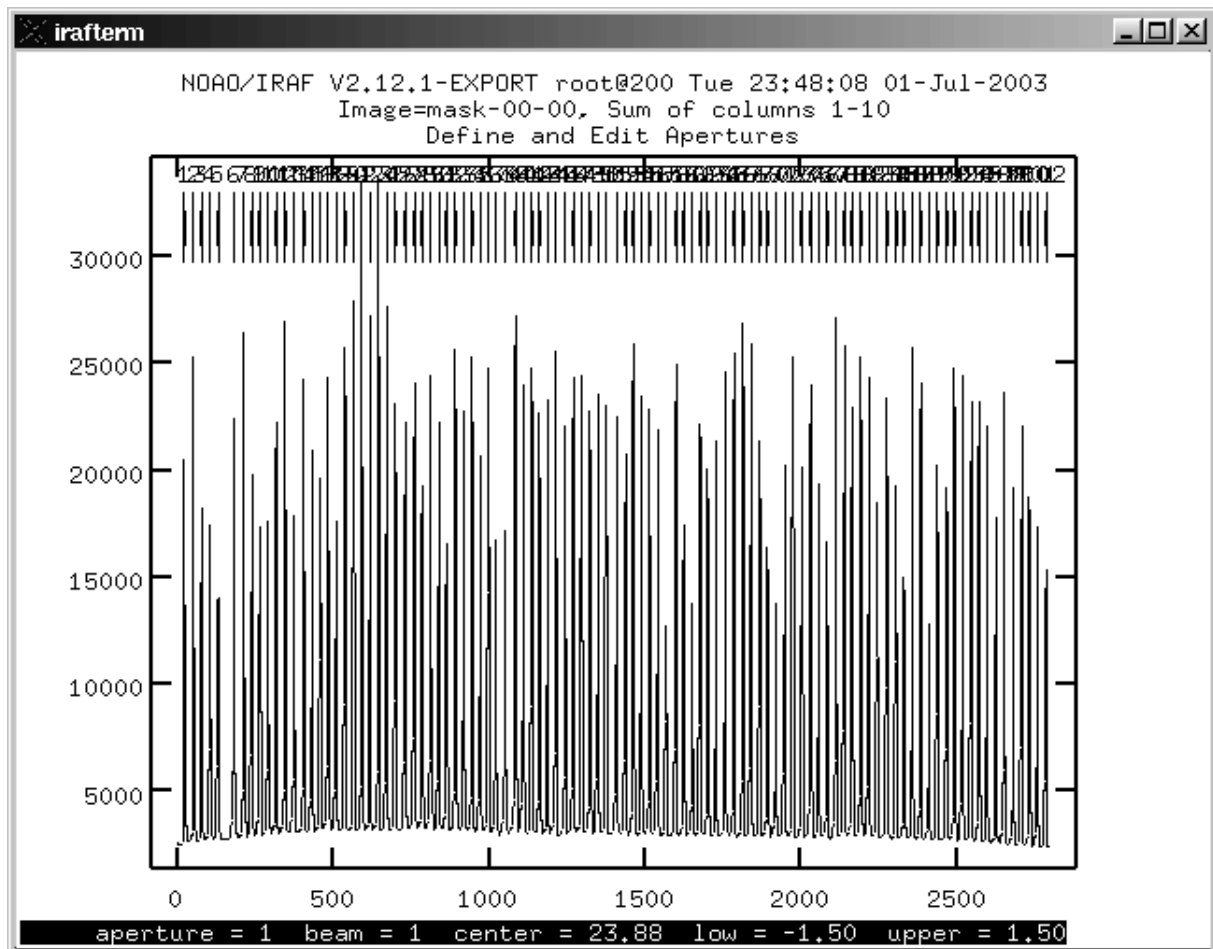


Figura 4.19: Gráfico com a identificação do pico de emissão das fibras expostas com a primeira posição da máscara.

Nela, cada pico representa a emissão captada a partir de uma fibra no início do espectro para a posição da máscara analisada. É necessário fazer uma verificação “manual” do reconhecimento das aberturas pelo programa. Para tanto será necessário ampliar o gráfico de forma a se distinguir cada pico. Isso é feito posicionando-se o cursor do mouse na região inicial do gráfico, digitando-se [W] (para habilitar os comandos da janela) e [x] para ampliar o gráfico na posição do cursor. Faça este procedimento até que a ampliação seja conveniente. A Figura 4.20 ilustra como isso é feito. Verifique se a cada pico corresponde uma marcação. Utilize as teclas [W] e [R] (de right) para observar os picos mais à direita no gráfico e [W] e [L] (de left) para observar os picos mais à esquerda no gráfico.

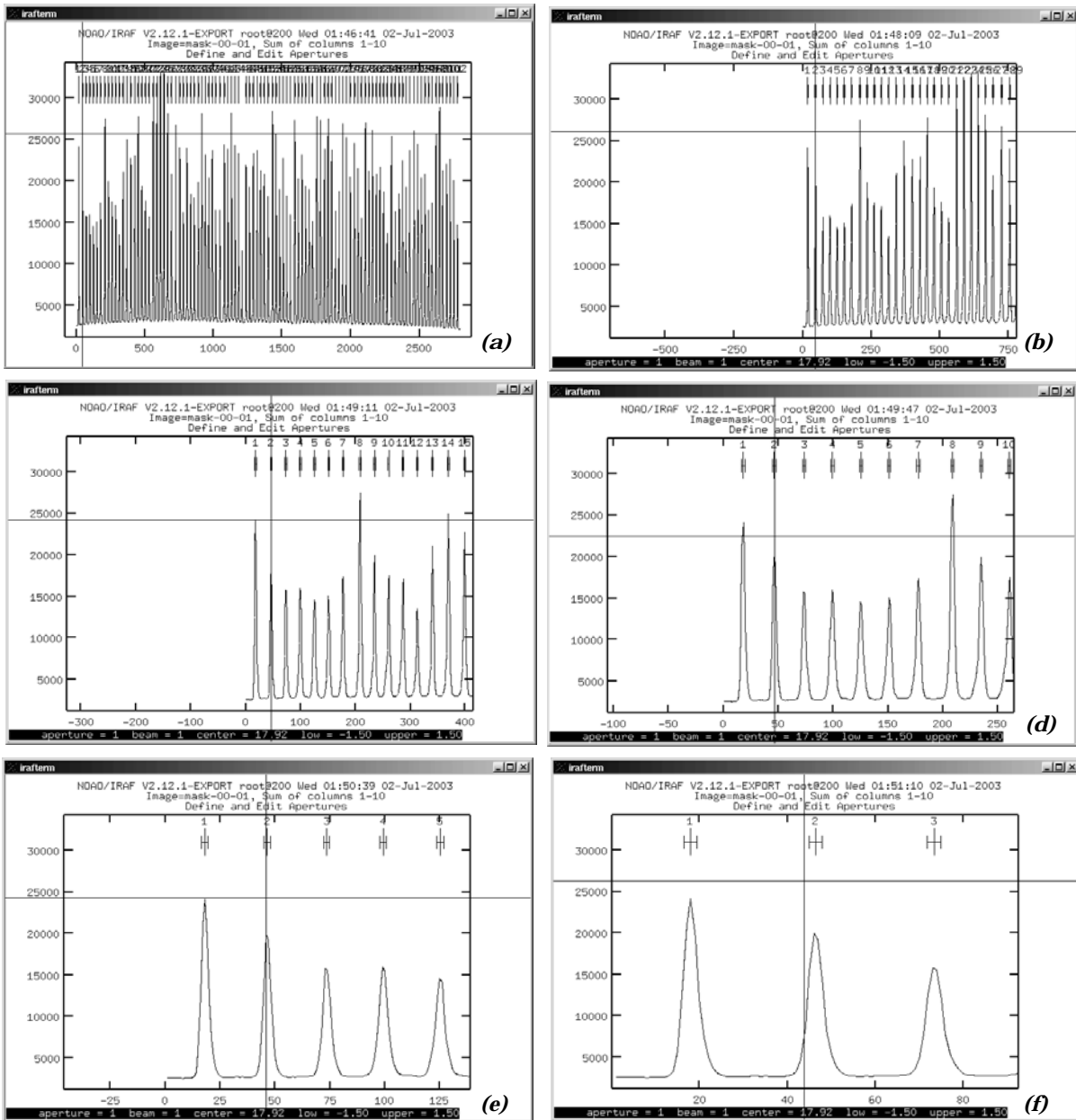


Figura 4.20: Seqüência de imagens mostrando o processo de ampliação da parte inicial do gráfico. Cada pressionar consecutivo das teclas w e x gera uma ampliação na região onde se encontra o cursor do mouse (cruzamento de linhas vermelhas).

Quando um pico não está marcado, como na Figura 4.21, deve-se colocar o cursor do mouse sobre o pico como ilustrado na imagem citada e digitar-se m para marcá-lo (Figura 4.22).

Quando uma marca excedente for encontrada onde não há pico, ou onde tal marca seja incoerente com os demais picos (Figura 4.23), basta excluí-la posicionando o cursor sobre ela e digitando $[D]$ (Figura 4.24).

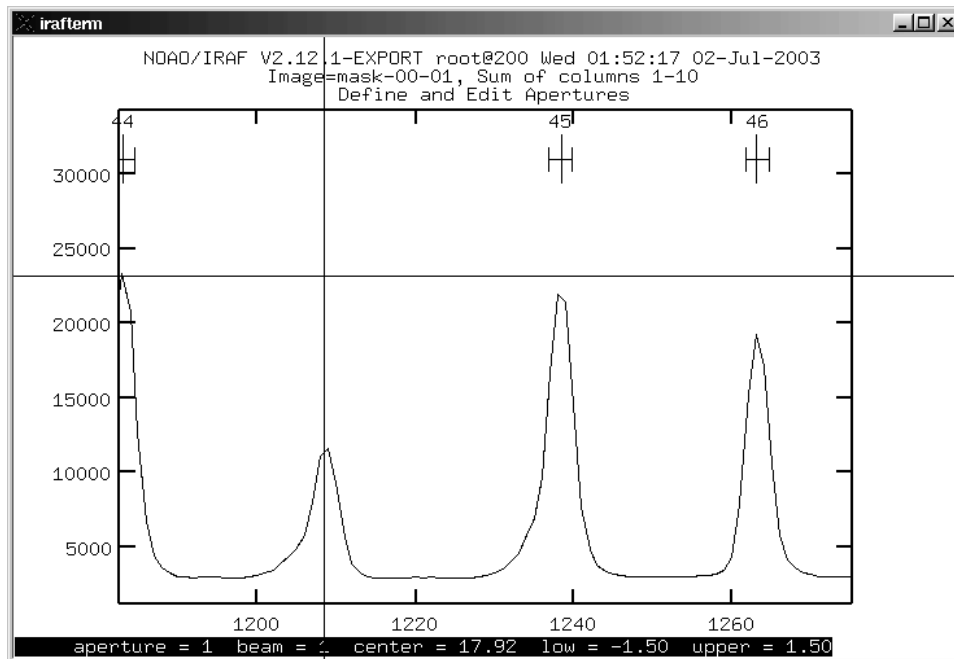


Figura 4.21: Região do gráfico onde um dos picos (uma das aberturas) não foi encontrado.

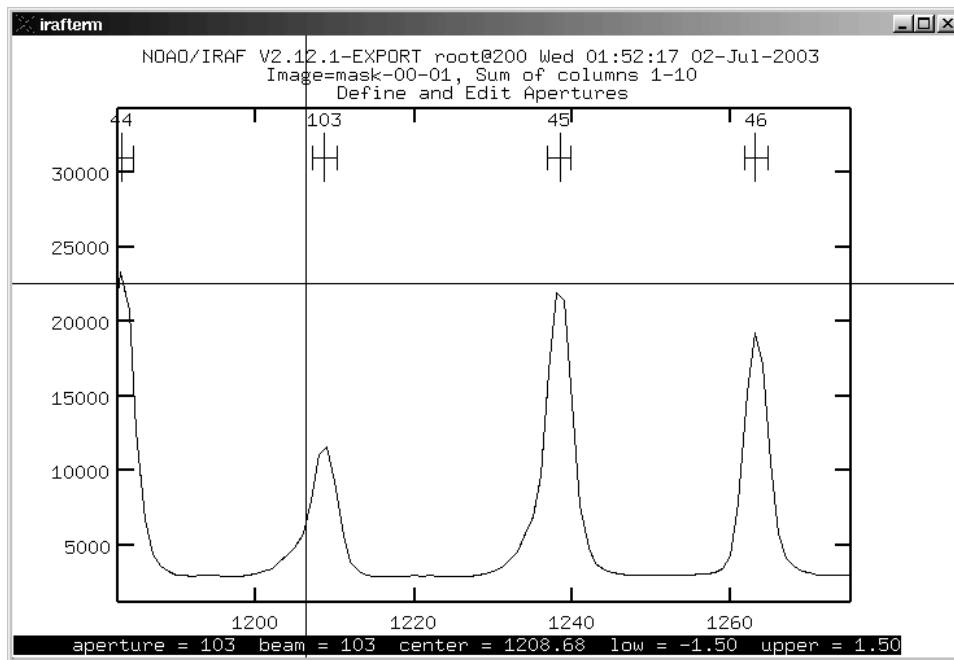


Figura 4.22: Região do gráfico em que se "forçou" o reconhecimento de um pico digitando-se m com o cursor do mouse sobre ele.

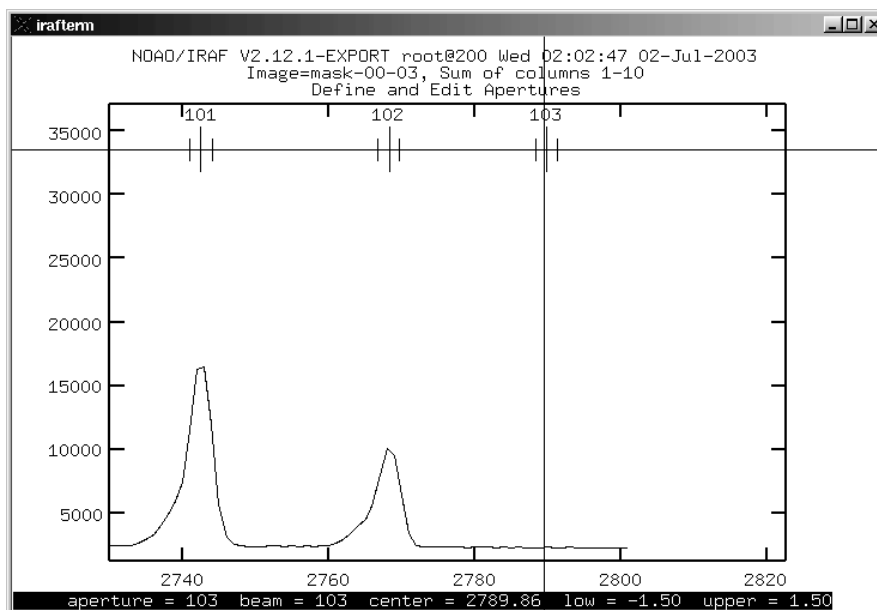


Figura 4.23: Região do gráfico em que um pico desnecessário foi reconhecido.

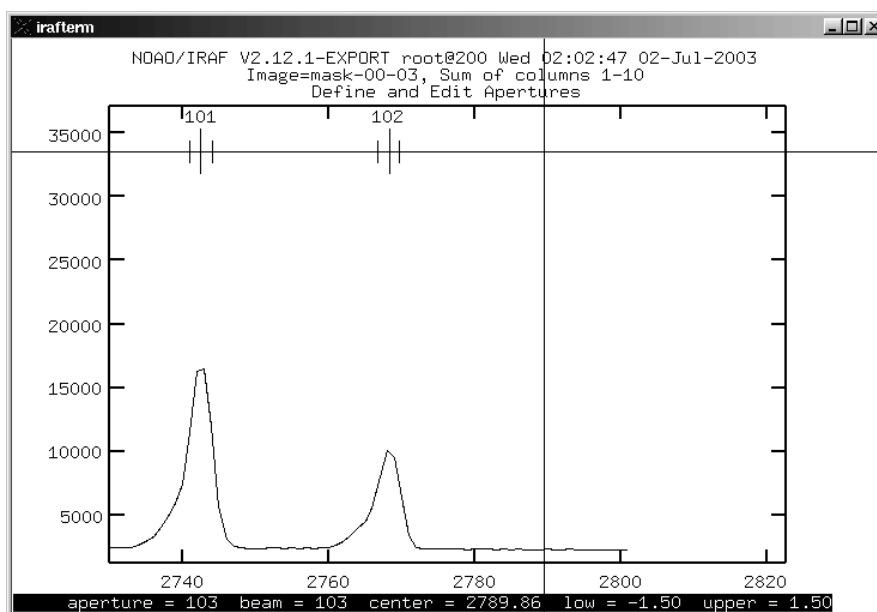


Figura 4.24: Região em que se havia encontrado um pico excedente e este foi apagado ao se digitar `d` após ser colocado o cursor do mouse sobre ele.

Ao finalizar a verificação digite `q` e registre o número de marcas encontradas nesta posição da máscara. Aparecerá a pergunta: "Trace apertures for mask-00-00.fits? (yes):" (Traçar aberturas para mask-00-00.fits?). Responder yes ([Enter]). O total de marcas (aberturas) somadas nas cinco posições da máscara deve ser 510, ou seja, o número de fibras que efetivamente estão ativas no espectrógrafo.

A partir daí surgem diferentes perguntas, cujas respostas atendem a interesses diversos de controle sobre a redução. Ilustraremos isso com o seguinte diagrama:

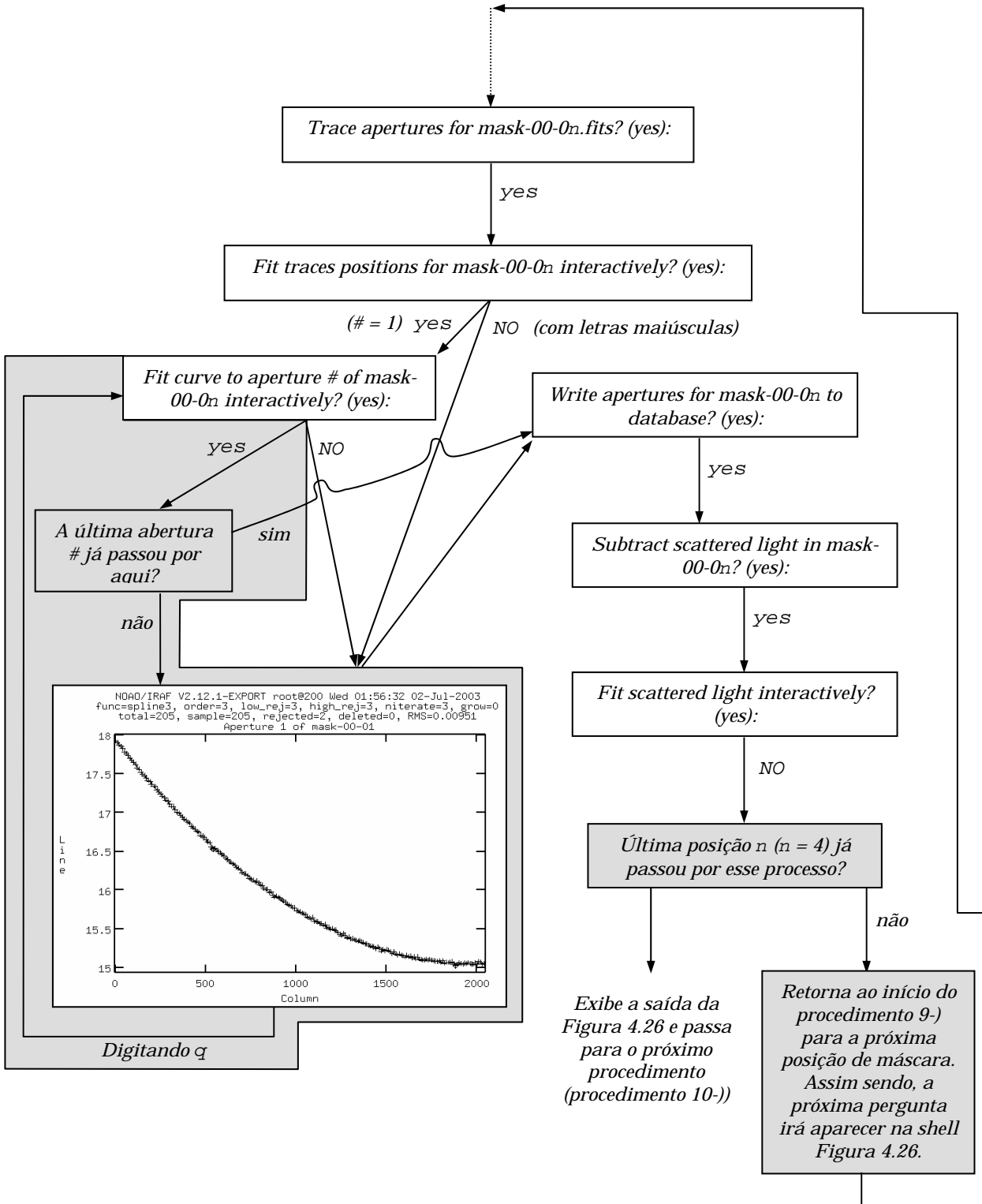


Figura 4.25: Diagrama sistêmico representando as principais possibilidades de processamento, de acordo com as respostas que são dadas ao sistema.

No final de todos esses processos, a shell terá as seguintes informações:

```
root@200:~/sifu
mask-00-00
Find apertures for mask-00-00? (yes):
Number of apertures to be found automatically (102):
Edit apertures for mask-00-00? (yes):
mask-00-01
Find apertures for mask-00-01? (yes):
Number of apertures to be found automatically (102):
Edit apertures for mask-00-01? (yes):
mask-00-02
Find apertures for mask-00-02? (yes):
Number of apertures to be found automatically (102):
Edit apertures for mask-00-02? (yes):
mask-00-03
Find apertures for mask-00-03? (yes):
Number of apertures to be found automatically (102):
Edit apertures for mask-00-03? (yes):
mask-00-04
Find apertures for mask-00-04? (yes):
Number of apertures to be found automatically (102):
Edit apertures for mask-00-04? (yes):
Writing out ifu.conf file
cl>
```

Figura 4.26: Saída ao final de todos os processos da tarefa MASK.

Como se pode concluir da Figura 4.25, o conjunto de respostas que devem ser fornecidas ao programa para executá-lo de maneira mais automática possível são:

- *Find apertures for mask-00-0n? (yes): yes*
- *Number of apertures to be found automatically (102): 102*
- *Edit apertures for mask-00-0n? (yes): yes*
- *Trace apertures for mask-00-0n.fits? (yes): yes*
- *Fit traces positions for mask-00-0n interactively? (yes): NO*
- *Write apertures for mask-00-0n to database? (yes): yes*
- *Subtract scattered light in mask-00-0n? (yes): yes*
- *Fit scattered light interactively? (yes): NO*

12-) Verificar se a etapa anterior teve sucesso. Isso pode ser feito de duas formas:

(a) Digitando-se o comando `apedit mask` no prompt de comando da shell. Surgirá a pergunta “Edit apertures for mask? (yes):” (Editar aberturas para mask?). A ela responder `yes` ([Enter]). Será aberta uma janela com o seguinte gráfico:

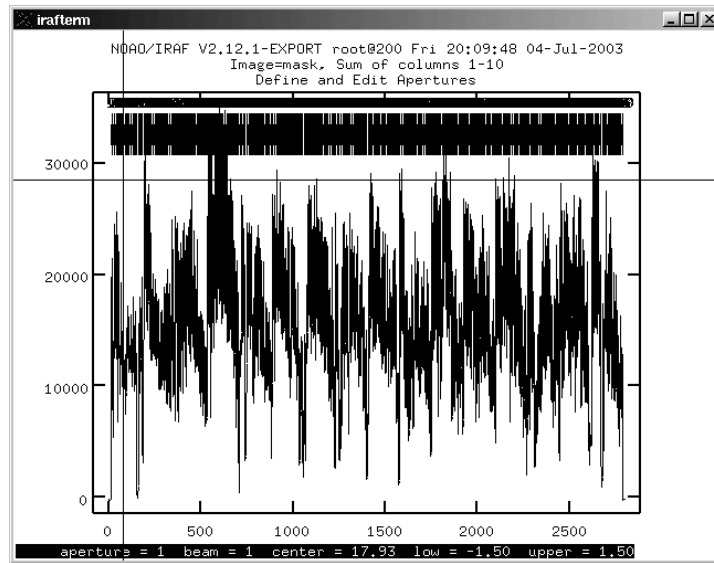


Figura 4.27: Janela com um corte da composição de todas as aberturas de todas as posições das máscaras.

Amplie os picos mais à esquerda do gráfico digitando consecutivamente as teclas [W] e [X] com o ponteiro do mouse sobre esta região. Depois de ampliado o gráfico de modo que se distingam os picos, desloque-se para direita no gráfico digitando alternadamente as teclas [W] e [R] ([W] e [K] para o deslocamento do gráfico para esquerda). Se os picos estiverem corretamente marcados em seu topo e o total de marcas for 510, isso será um bom sinal. Para sair dessa janela gráfica, digite q respondendo à pergunta "Write apertures for mask to database (yes):" com NO em letras maiúsculas.

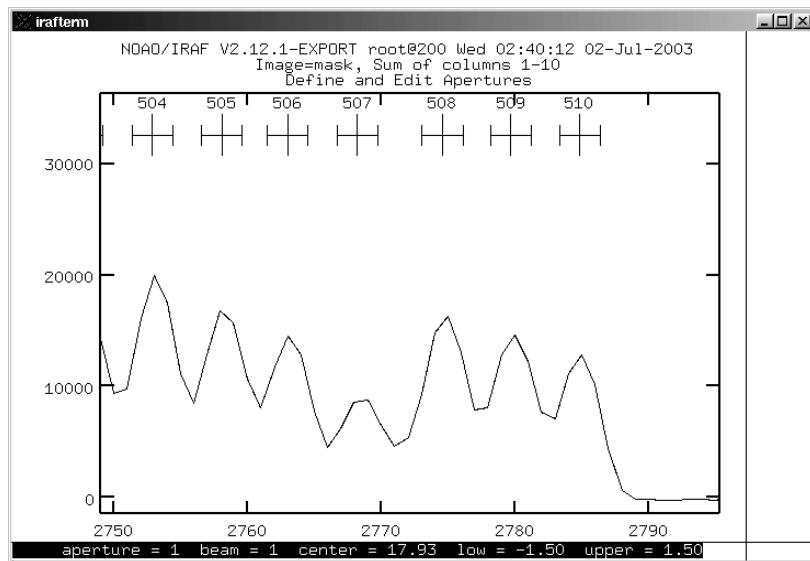
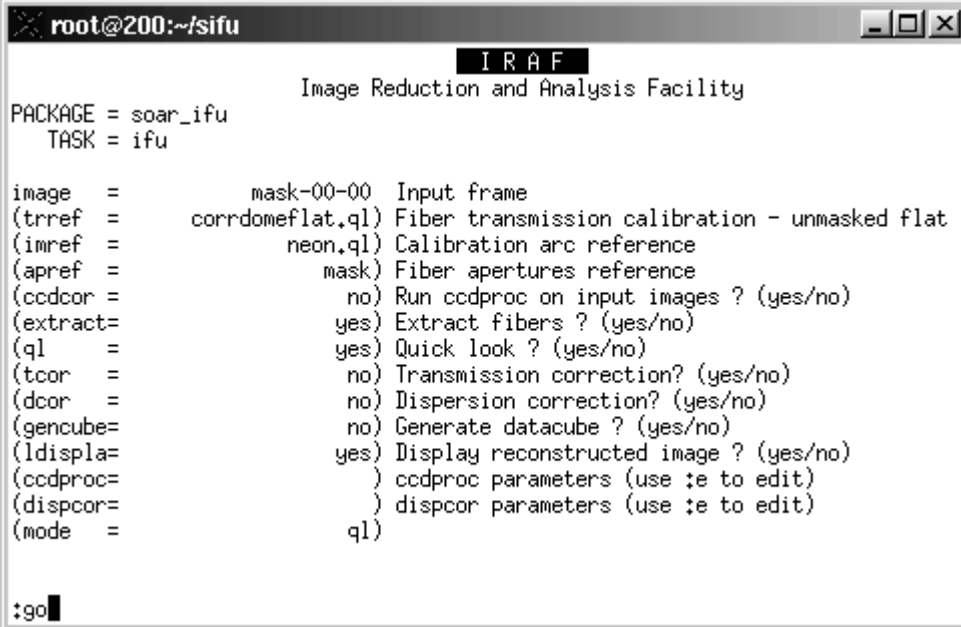


Figura 4.28: Final do gráfico com a composição de todas as aberturas de todas as posições das máscaras.

(b) Outro sinal de que os processos estão ocorrendo bem até a presente etapa é dado se for possível reconstruir a imagem de uma máscara. Para isso, deve-se utilizar a tarefa IFU digitando `epar ifu` na linha de comando da shell. Os parâmetros devem ser inseridos como na figura a seguir:



```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = ifu

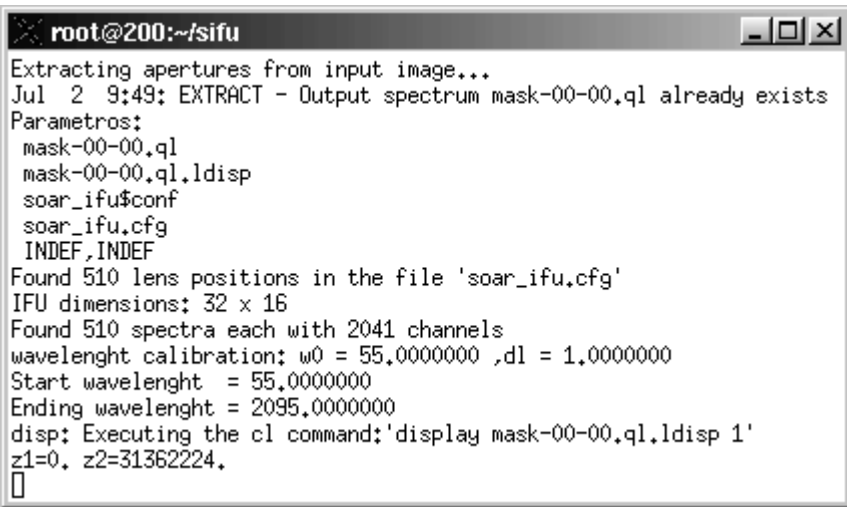
image =          mask-00-00  Input frame
(trref =          corrdomeflat,ql) Fiber transmission calibration - unmasked flat
(imref =          neon,ql) Calibration arc reference
(apref =          mask) Fiber apertures reference
(ccdcor =         no) Run ccdproc on input images ? (yes/no)
(extract=        yes) Extract fibers ? (yes/no)
(ql =            yes) Quick look ? (yes/no)
(tcor =         no) Transmission correction? (yes/no)
(dcor =         no) Dispersion correction? (yes/no)
(gencube=       no) Generate datacube ? (yes/no)
(ldispla=       yes) Display reconstructed image ? (yes/no)
(ccdproc=       ) ccdproc parameters (use ;e to edit)
(dispcor=       ) dispcor parameters (use ;e to edit)
(mode =         ql)

:go

```

Figura 4.29: Parâmetros para execução da tarefa IFU.

Executando-se esse comando, teremos uma saída com aproximadamente a seguinte forma:



```

root@200:~/sifu
Extracting apertures from input image...
Jul 2 9:49: EXTRACT - Output spectrum mask-00-00,ql already exists
Parametros:
mask-00-00,ql
mask-00-00,ql,ldisp
soar_ifu$conf
soar_ifu.cfg
INDEF,INDEF
Found 510 lens positions in the file 'soar_ifu.cfg'
IFU dimensions: 32 x 16
Found 510 spectra each with 2041 channels
wavelenght calibration: w0 = 55,0000000 ,dl = 1,0000000
Start wavelenght = 55,0000000
Ending wavelenght = 2095,0000000
disp: Executing the cl command:'display mask-00-00,ql,ldisp 1'
z1=0. z2=31362224.

```

Figura 4.30: Saída após a execução da tarefa IFU.

O que abrirá automaticamente a imagem reconstruída da máscara na posição $n = 0$ (primeira posição).

Uma vez que a imagem reconstruída tem 16 pixels de altura e 32 pixels de largura, será necessário ampliá-la na janela de visualização de imagens ds9 apertando-se o botão **Zoom** uma vez e o botão **In** quantas vezes forem necessárias.

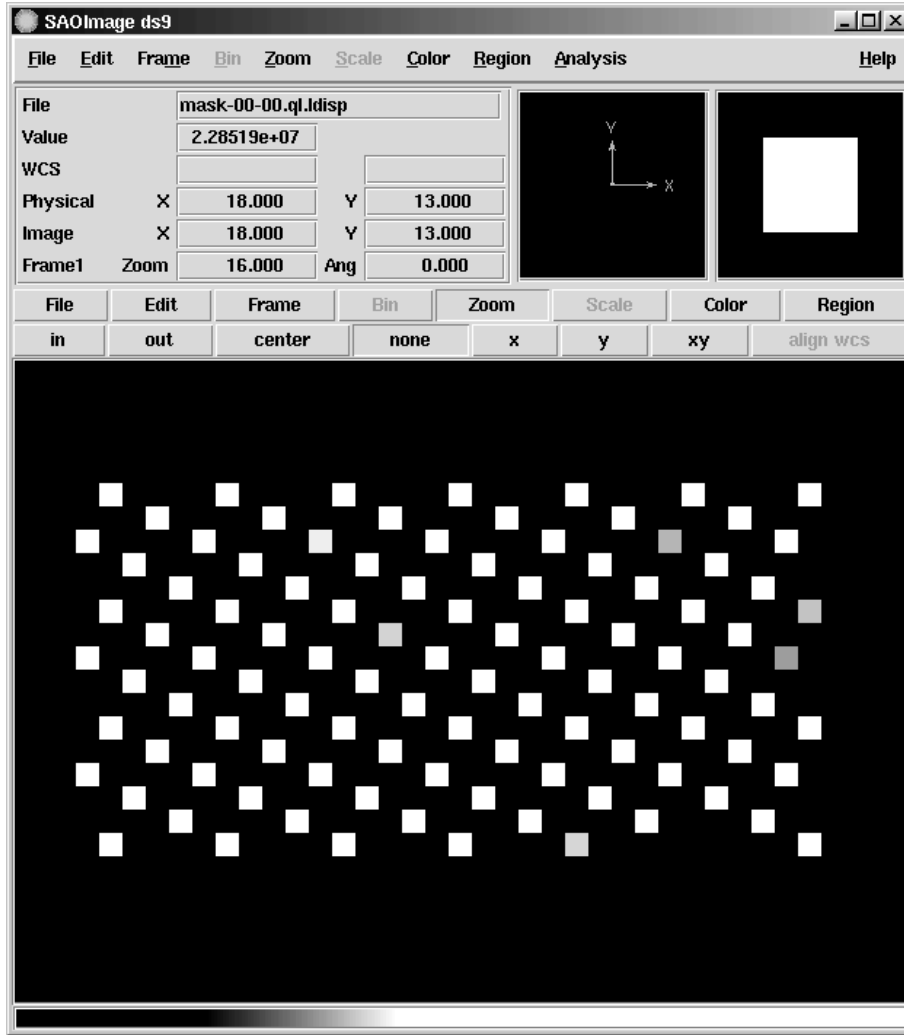


Figura 4.31: Imagem reconstruída da máscara na primeira posição $n = 1$.

A título de curiosidade é interessante notar que a imagem está aberta em um modo em que pode ser examinada. Ou seja, se o cursor do mouse for colocado sobre alguma posição da imagem (em especial os quadrados brancos que demarcam as regiões onde as fibras foram iluminadas) e se for digitada a tecla [E], será possível observar a dimensão espectral da imagem para aquela fibra.

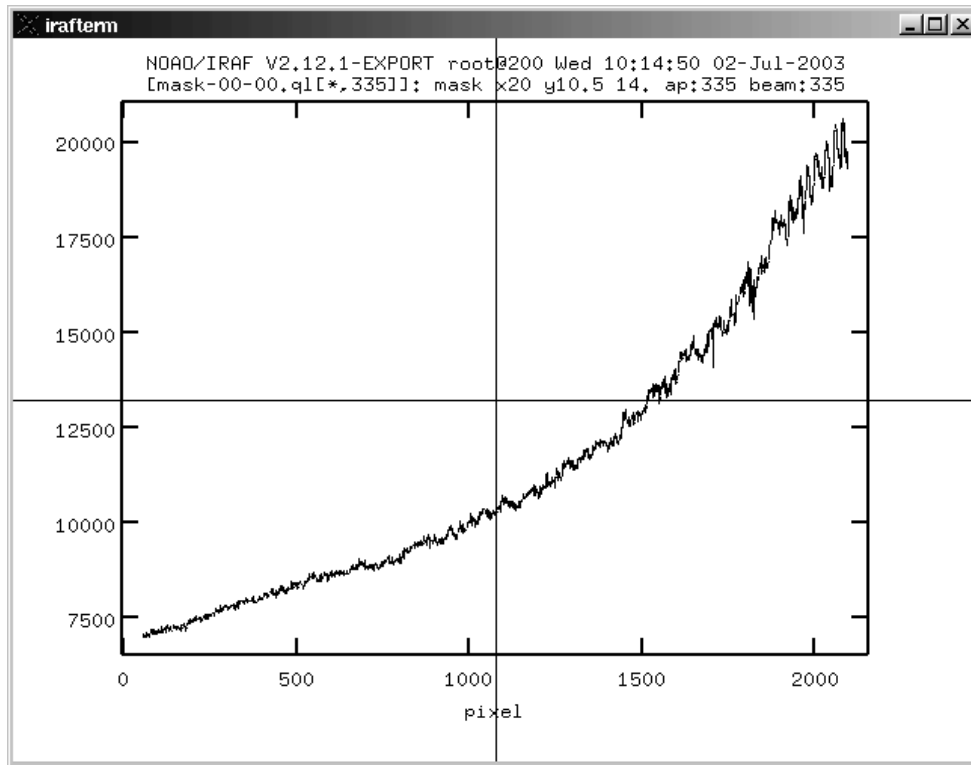


Figura 4.32: Exame gráfico da dispersão espectral de uma das fibras.

Para passar para o próximo procedimento basta digitar [Q] na janela gráfica (Figura 4.32) e novamente [Q] na janela contendo a imagem da máscara reconstruída (Figura 4.31).

13-) A próxima etapa consiste em um refinamento na extração dos espectros para reconstrução da imagem e é optativa. Esta é a tarefa que mais exige em tempo, memória e processamento, pois ela faz um ajuste não linear de gaussianas para encontrar o centro e a largura de cada abertura sobre todo seu caminho de dispersão na dimensão espectral. Para acessá-la basta digitar o comando `epar calfib` na linha de comandos do terminal e inserir os parâmetros como na Figura 4.33. Digitar `:go` e [Enter] fará com que o processo seja executado.

```

root@200:~/sifu
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = calfib

nome =          mask Base name for files
ver  =          1  Number of vertical mask positions
hor  =          5  Number of horizontal mask positions
ext  =          fits Filetype of images
colavg =        5  Number of columns to average during fits
colstep =       1  Number of columns to jump from one fit to the next
lista =
(mode =          ql)

:go

```

Figura 4.33: Parâmetros para tarefa CALFIB.

14-) Como a cada abertura corresponde uma fibra e a correção por transmissão deve ser feita sobre cada fibra, então devemos extrair todas as aberturas (imagem das fibras) da imagem `domeflat.fits` gerada na etapa 7-). Isso é feito utilizando-se a tarefa IFU, acessada na linha de comando do terminal com o comando `epar ifu`. Os parâmetros serão os seguintes:

```

root@200:~/sifu
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = ifu

image =          domeflat Input frame
(trref =          ) Fiber transmission calibration - unmasked flat
(imref =          neon,ql) Calibration arc reference
(apref =          mask) Fiber apertures reference
(ccdcor =         no) Run ccdproc on input images ? (yes/no)
(extract=        yes) Extract fibers ? (yes/no)
(ql  =          yes) Quick look ? (yes/no)
(tcpr =         no) Transmission correction? (yes/no)
(dcor =         no) Dispersion correction? (yes/no)
(gencube=       no) Generate datacube ? (yes/no)
(ldispla=       yes) Display reconstructed image ? (yes/no)
(ccdproc=       ) ccdproc parameters (use ;e to edit)
(dispcor=       ) dispcor parameters (use ;e to edit)
(mode =          ql)

:go

```

Figura 4.34: Parâmetros para tarefa IFU na extração das fibras do arquivo `domeflat.fits`.

Automaticamente o programa abrirá uma visualização da imagem resultante, como na Figura 4.35, que pode ser examinada da mesma forma que explicado no procedimento 12-) (b).

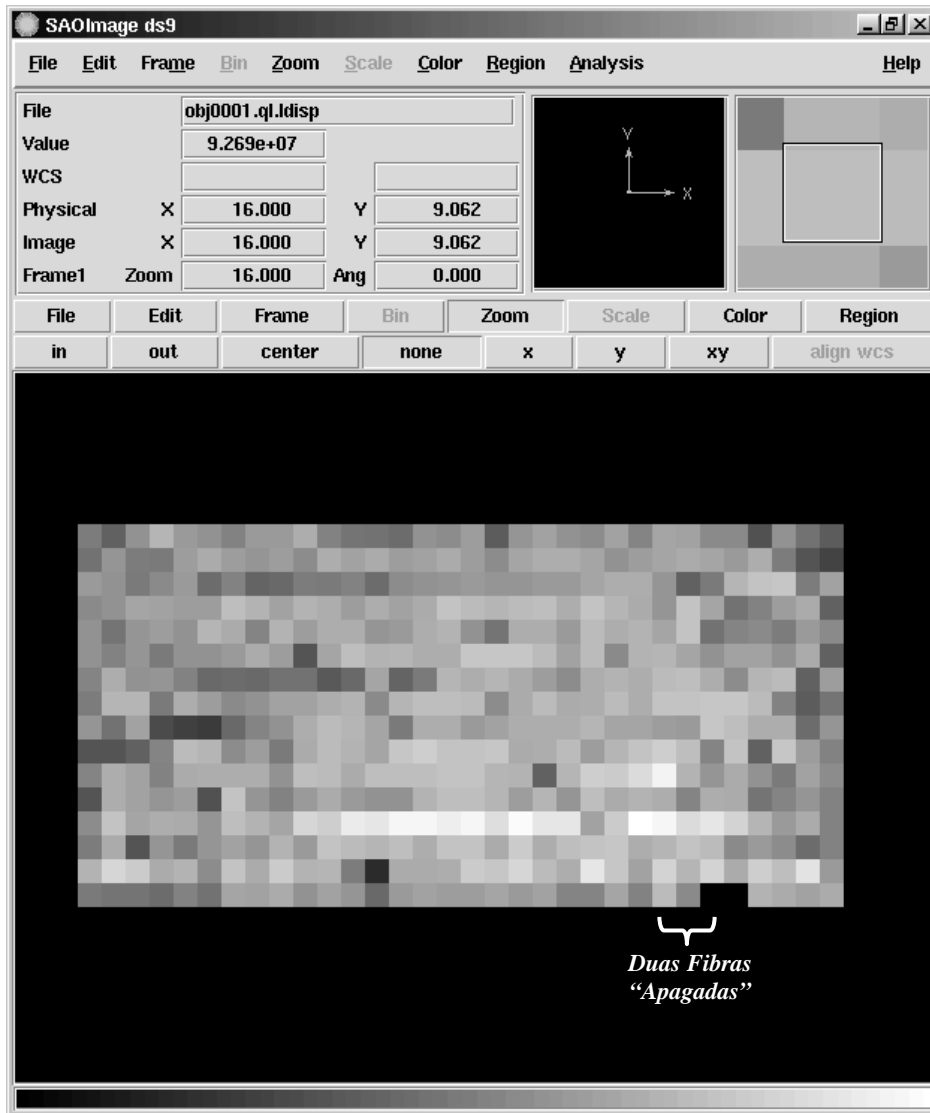


Figura 4.35: Visualização da imagem de flat de cúpula com a informação de cada fibra extraída da imagem domeflat.fits e reconstruída.

Essa visualização é feita a partir da imagem domeflat.q1.fits gerada durante o próprio procedimento IFU. Através do comando `ldisplay domeflat.q1.fits` é possível observar a imagem do espectro de todas as fibras, superpostas verticalmente e condensadas em linhas de dimensão de um pixel (Figura 4.36 (a)), de forma que a imagem têm 510 pixels verticalmente (= número de aberturas).

Desta imagem é possível obter gráficos do comportamento da imagem no eixo espacial (vertical) e espectral (horizontal). Para tanto basta posicionar o cursor do mouse sobre uma posição de interesse e digitar [C] (de coluna) para observar um gráfico de todos os valores assumidos verticalmente (especialmente) na abscissa onde se encontra o cursor do mouse

(Figura 4.36 (b)). Para traçar um gráfico de todos os valores assumidos na direção horizontal (espectral) na ordenada onde se encontra o cursor do mouse basta digitar [L] (de linha) (Figura 4.36 (c)).

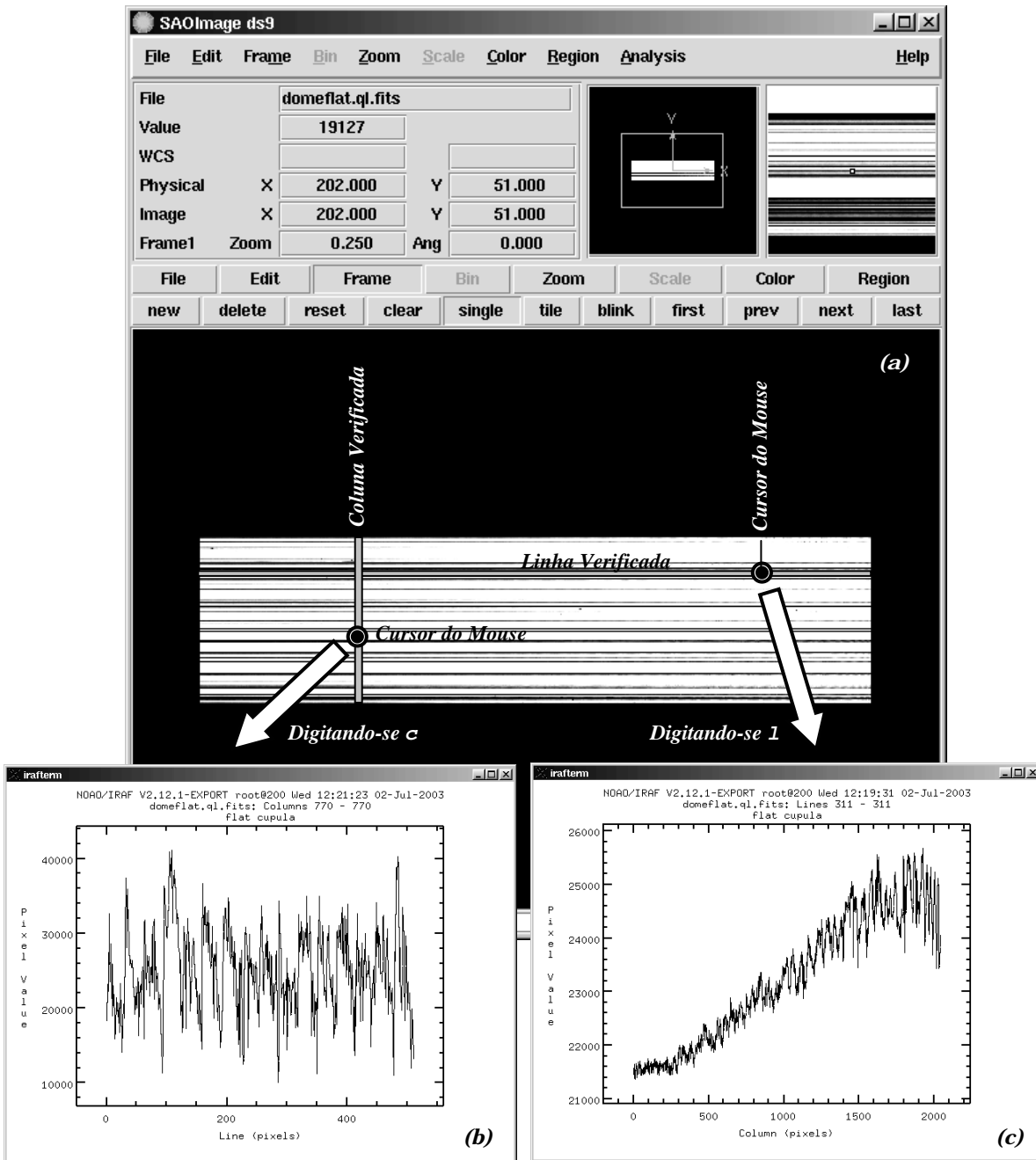


Figura 4.36: (a) Visualização da imagem dos espectros extraídos pela tarefa IFU. (b) Gráfico do número de contagens de uma determinada coluna da imagem em função de todas as suas linhas. (c) Gráfico do número de contagens de uma determinada linha da imagem em função de todas as suas colunas.

Notamos pela Figura 4.36 (c) que a lâmpada de flat não é espectralmente uniforme, de modo que diferentes respostas no CCD podem ser atribuídas aos padrões espectrais desta lâmpada. Desta forma, precisamos uniformizar a imagem de flat resultante para cada fibra sobre toda direção espectral. Faremos isso a seguir.

15-) Use os comandos `imhead` e `blkavg` na linha de comando da seguinte forma:

```

root@200:~/sifu
c1> imhead domeflat.q1
domeflat.q1[2041,510][real]: flat cupula
c1> blkavg domeflat.q1 corrdomeflat.q1 2041 1
c1>

```

Figura 4.37: Imagem de como os comandos `imhead` e `blkavg` devem ser usados na shell.

Isso irá tirar a média do número de contagens em cada fibra em toda direção espectral. Em seguida devemos replicar o resultado obtido para cada fibra na direção de dispersão com o comando `blkrep` como mostrado a seguir:

```

root@200:~/sifu
c1> imhead domeflat.q1
domeflat.q1[2041,510][real]: flat cupula
c1> blkavg domeflat.q1 corrdomeflat.q1 2041 1
c1> blkrep corrdomeflat.q1 corrdomeflat.q1 2041 1
c1> imhead corrdomeflat.q1
corrdomeflat.q1[2041,510][real]: flat cupula
c1> imstat domeflat.q1,corrdomeflat.q1
#      IMAGE      NPIX      MEAN      STDEV      MIN      MAX
      domeflat.q1 1040910 25501.  5826.  7695.  45892.
      corrdomeflat.q1 1040910 25501.  5694.  10398.  41499.
c1>

```

Figura 4.38: Imagem de como os comandos `imhead` e `blkavg` devem ser usados na shell.

O comando `imhead` permite ver as dimensões da matriz que gera a imagem, e o comando `imstat` permite ver um resumo estatístico das contagens que a compõem.

A visualização do resultado desse procedimento pode ser feita pelos seguintes procedimentos: exibindo a imagem `corrdomeflat.q1` com o comando `imexam corrdomeflat.q1`, observando o espectro em uma das linhas ao se clicar `l` com o ponteiro do mouse sobre ela e comparando o gráfico resultante com o espectro obtido na Figura 4.36 (c) através do mesmo procedimento.

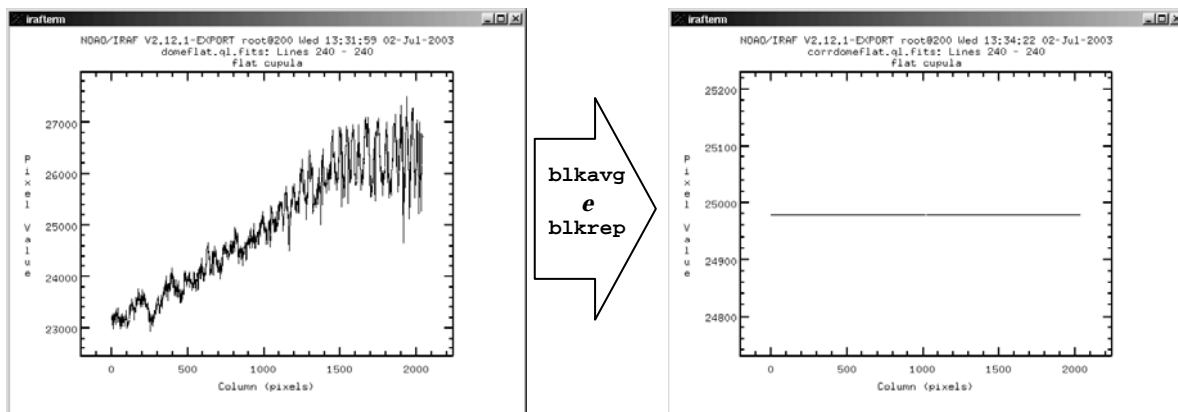


Figura 4.39: Uniformização espectral na imagem `domeflat.q1` pelos comando `blkavg` e `blkrep`.

16-) Extrair da imagem `neon.fits`, combinada na etapa 8-), a informação espectral correspondente a cada fibra (abertura) utilizando a tarefa IFU, com o comando `epar ifu` no prompt do terminal. Isso é feito inserindo-se os parâmetros deste procedimento como na seguinte figura e executando a tarefa com `:go`.

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = ifu

image =          neon Input frame
(trref =        corrdomeflat.q1) Fiber transmission calibration - unmasked flat
(imref =        neon.q1) Calibration arc reference
(apref =        mask) Fiber apertures reference
(ccdcor =       no) Run ccdproc on input images ? (yes/no)
(extract=      yes) Extract fibers ? (yes/no)
(ql =          yes) Quick look ? (yes/no)
(tcor =        no) Transmission correction? (yes/no)
(dcor =        no) Dispersion correction? (yes/no)
(gencube=      no) Generate datacube ? (yes/no)
(ldispla=     yes) Display reconstructed image ? (yes/no)
(ccdproc=      ) ccdproc parameters (use :e to edit)
(dispcor=      ) dispcor parameters (use :e to edit)
(mode =       ql)

:go
    
```

Figura 4.40: Preenchimento dos parâmetros para execução da tarefa IFU.

Esta tarefa abrirá automaticamente uma visualização do padrão de iluminação sobre a matriz de fibras.

Cada pixel da imagem corresponde a uma fibra. Se posicionarmos o cursor do mouse sobre um desses pixels e digitarmos [E] (de examinar), será aberto um gráfico com o espectro da lâmpada de calibração registrado naquele pixel, ou seja, naquela fibra.

Para sair do gráfico e da imagem basta digitar [Q] nas janelas correspondentes.

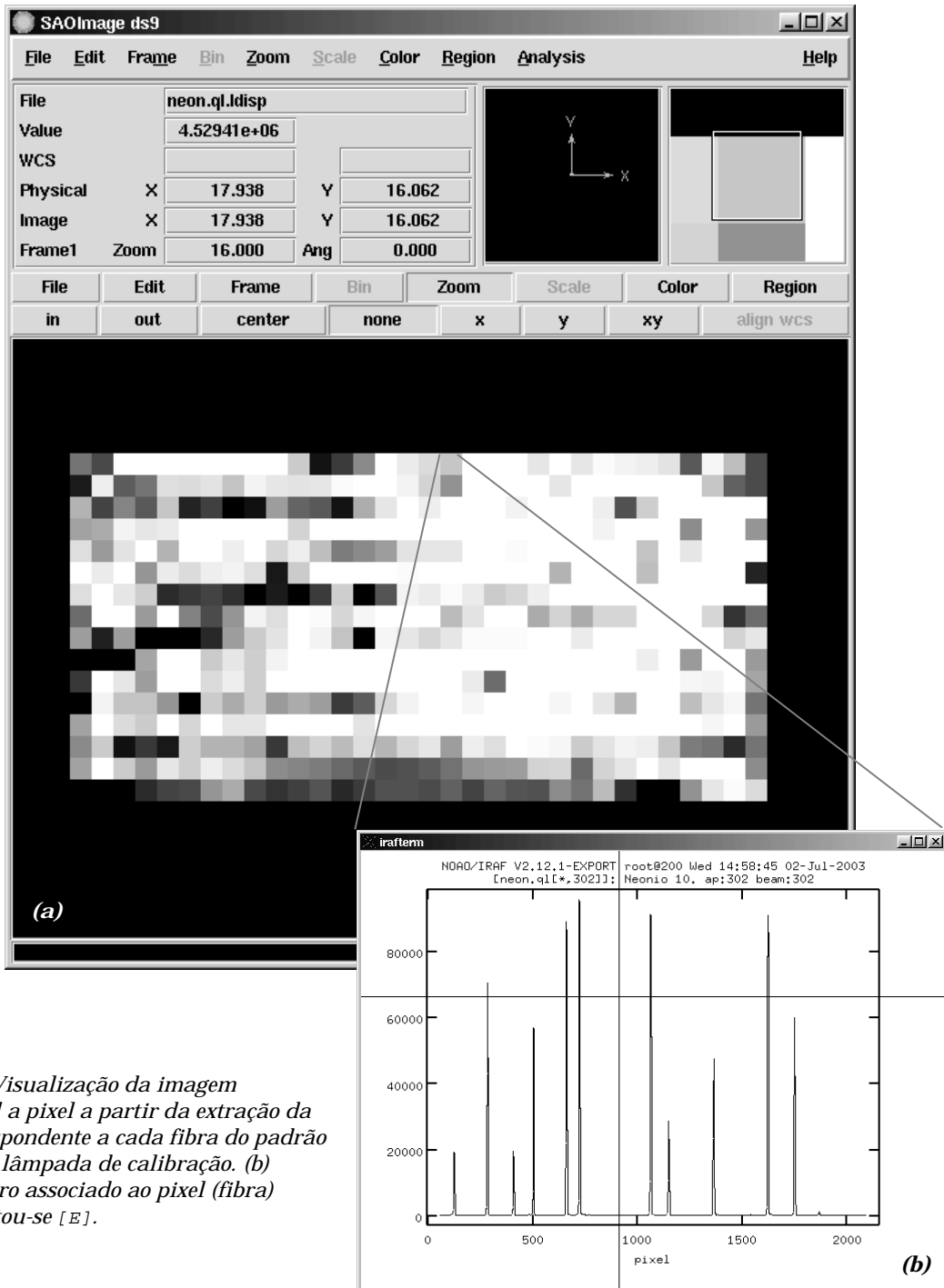


Figura 4.41: (a) Visualização da imagem reconstruída pixel a pixel a partir da extração da informação correspondente a cada fibra do padrão de iluminação da lâmpada de calibração. (b) Imagem do espectro associado ao pixel (fibra) sobre o qual digitou-se [E].

17-) Fazer a correspondência de pixel para comprimento de onda em uma das aberturas da imagem da lâmpada de calibração (*neon.q1.fits*) através da tarefa IDENT. Tal tarefa deve ser configurada através do comando `epar ident`, inserindo-se os parâmetros desta tarefa como mostrado na figura:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = onedspec
TASK = identify

images =          neon.q1  Images containing features to be identified
(section=         line 1)  Section to apply to two dimensional images
(databas=         database) Database in which to record feature data
(coordli=         linelists$idheneat.dat) User coordinate list
(units =          )       Coordinate units
(nsum =           10)     Number of lines/columns/bands to sum in 2D images
(match =          -3.)    Coordinate list matching limit
(maxfeat=         50)     Maximum number of features for automatic identification
(zwidth =         100.)   Zoom graph width in user units
(ftype =          emission) Feature type
(fwidth =         7.)     Feature width in pixels
(cradius=         5.)     Centering radius in pixels
(thresho=         0.)     Feature threshold for centering
(minsep =         2.)     Minimum pixel separation
(functio=         spline3) Coordinate function
(order =          3)      Order of coordinate function
(sample =         *)      Coordinate sample regions
(niterat=         0)      Rejection iterations
(low_rej=         3.)     Lower rejection sigma
(high_rej=        3.)     Upper rejection sigma
(grow =           0.)     Rejection growing radius
(autowri=         no)     Automatically write to database
(graphic=         stdgraph) Graphics output device
(cursor =         )       Graphics cursor input
crval =           Approximate coordinate (at reference pixel)
cdelt =           .3      Approximate dispersion
(aidpars=         )       Automatic identification algorithm parameters
(mode =          q1)

:go

```

Figura 4.42: Preenchimento dos parâmetros para execução da tarefa IDENT.

Ao se executar essa tarefa, será aberta uma janela com o espectro registrado na primeira fibra (abertura), como mostrado na Figura 4.43. Nela será necessário fazer o reconhecimento de alguns picos, associando-lhes comprimentos de onda. Pode-se tentar digitar [B] para um reconhecimento automático das linhas. A isto será requisitado um comprimento de onda aproximado para o pixel de referência. Tal comprimento de onda pode ser tomado como o comprimento de onda para o qual foi centralizado o espectrógrafo em sua montagem.

Caso nenhuma solução seja encontrada (“No solution found”) deve-se apelar ao reconhecimento “manual” de linhas. Isso é feito colocando-se o cursor do mouse sobre um pico cujo comprimento de onda correspondente seja conhecido (Figura 4.43), digitando-se [M], para surgir uma marca sobre o pico, e respondendo à solicitação do comprimento de onda em angströms (Figura 4.44). Digite o comprimento de onda e tecele [Enter]. Então aparecerá o valor encontrado para o pico e a que elemento ela pertence. Faça o mesmo procedimento para outros picos conhecidos (Figura 4.45).

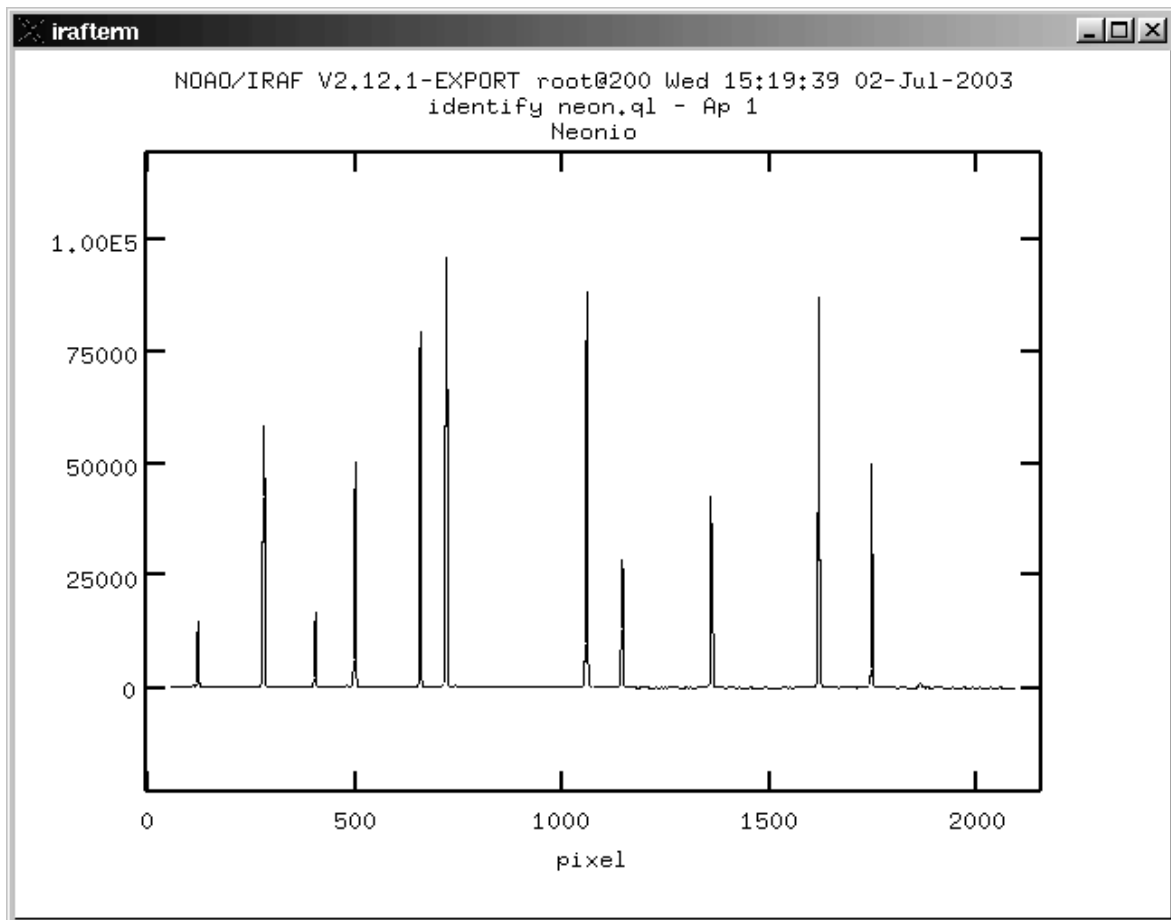


Figura 4.43: Espectro registrado na primeira fibra e cursor do mouse sobre uma linha conhecida.

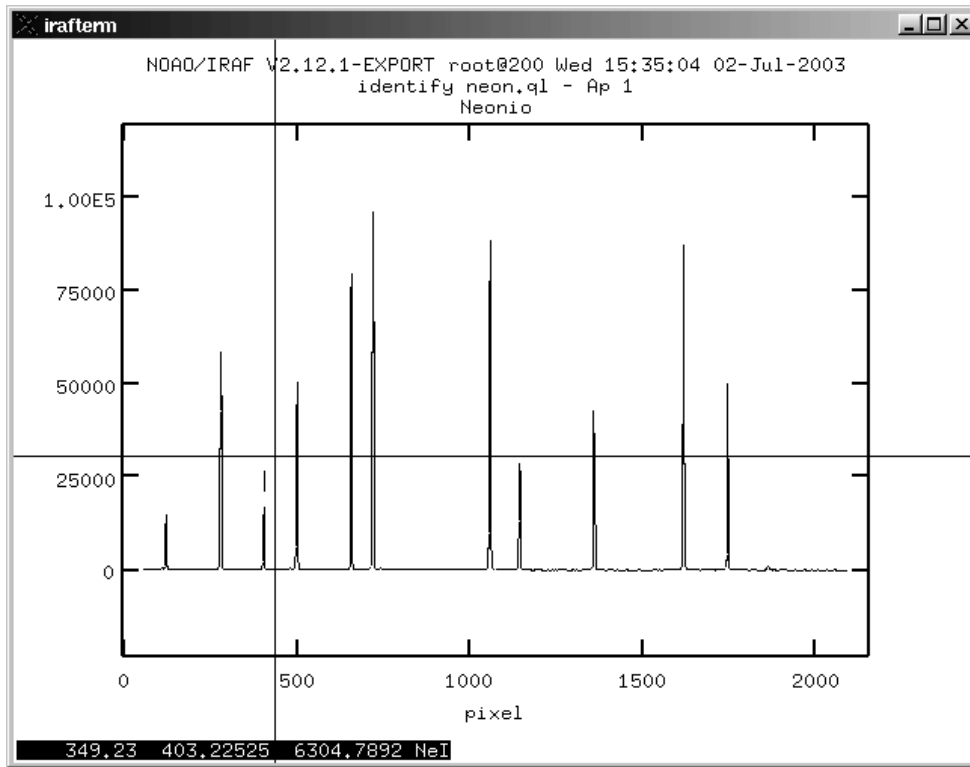


Figura 4.44: Seleção da linha e registro de comprimento de onda correspondente.

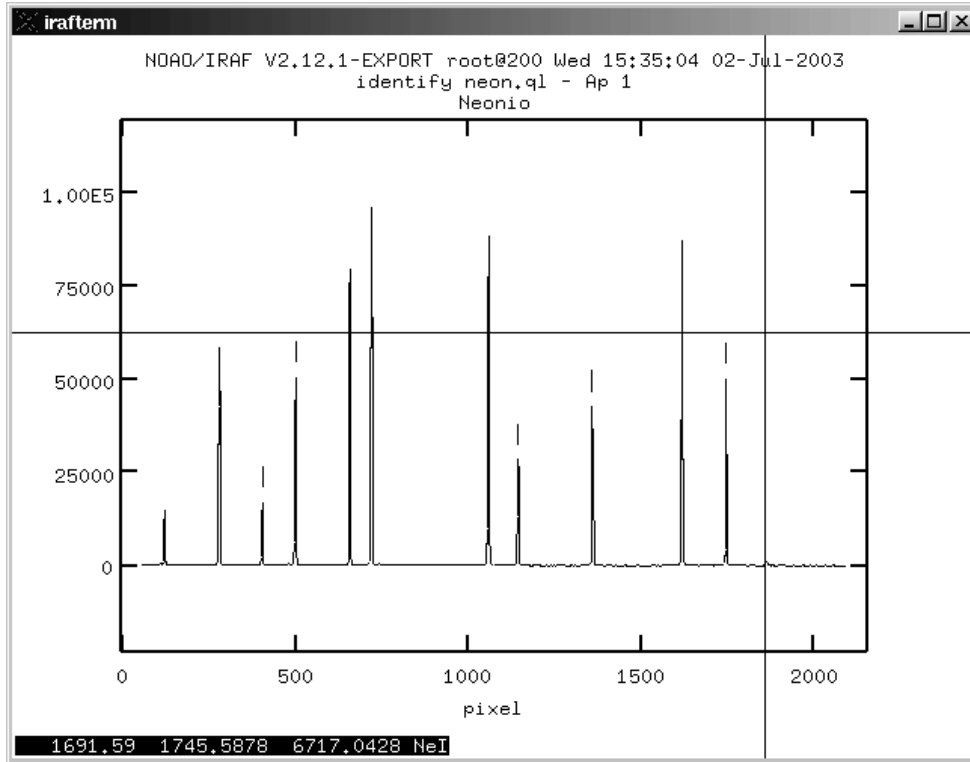


Figura 4.45: Reconhecimento de outros picos com o mesmo procedimento que citado no texto.

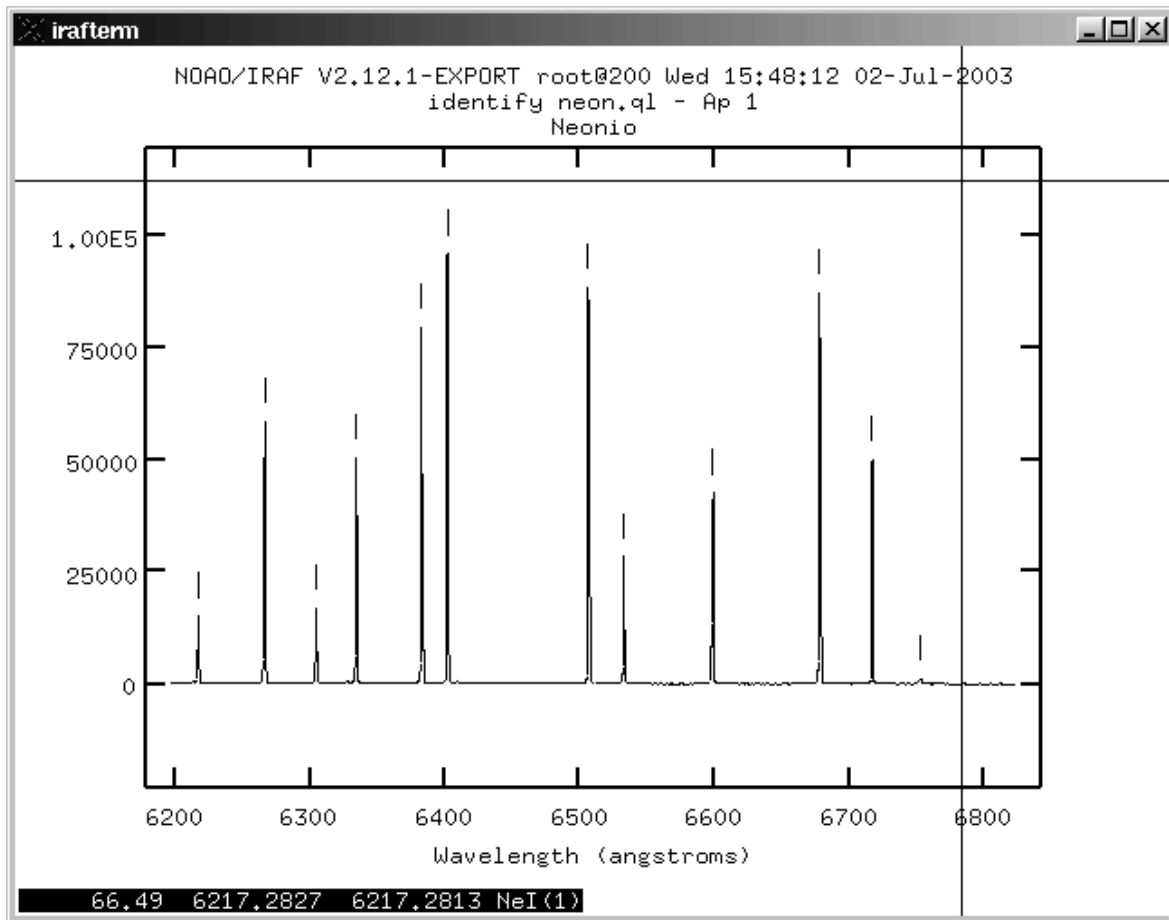


Figura 4.46: Reconhecimento semi-automático de picos: depois de indicados alguns digitar 1 .

Digite [L]. Se o numero de picos reconhecidos for suficiente, isto fará com que os demais picos no gráfico sejam reconhecidos (Figura 4.46).

Feito isso, é só digitar [K] na janela do gráfico para ver se os picos da abertura seguinte foram reconhecidos. Faça isso até verificar todas as aberturas. Para voltar à abertura anterior digite [J]. Caso algum pico tenha uma marca deslocada de seu centro (Figura 4.47), apague-a colocando o cursor do mouse sobre ela, digite [D] e depois marque o pico novamente digitando [M] sobre ele. Se alguns picos foram reconhecidos e outros não, experimente digitar [L] para fazer o reconhecimento dos picos em que faltam marcas. Se em algumas aberturas for necessário, faça o reconhecimento de alguns picos e repita os procedimentos citados acima. Ao final desse processo, digite [Q]. Será perguntado "Write feature data to the database (yes)?" (Registrar padrões no banco de dados?). Responda yes ([Enter]).

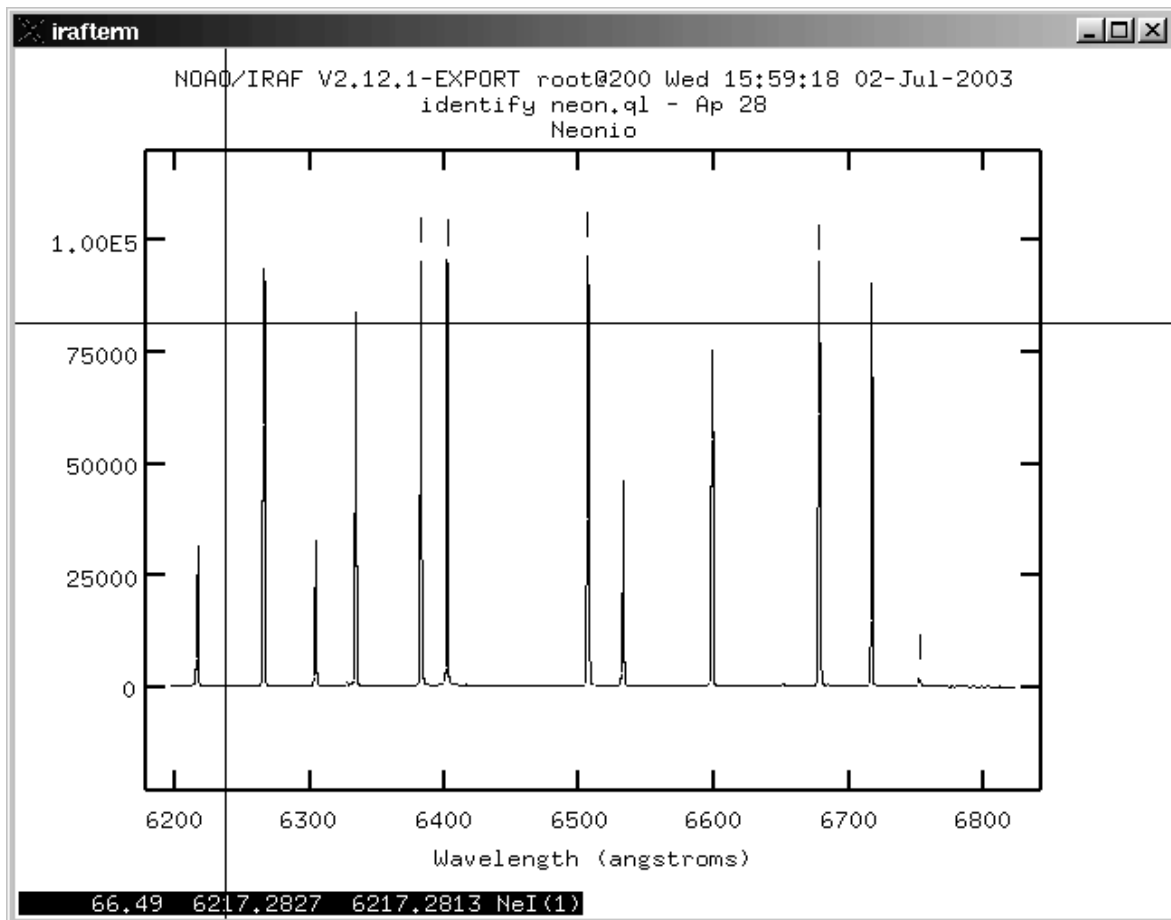


Figura 4.47: Reconhecimento semi-automático de picos: depois de indicados alguns digitar 1 .

18-) Com a tarefa REIDENTIFY podemos deixar o programa encontrar a solução para todas as demais aberturas. Apenas é necessário configurar os parâmetros necessários a partir do comando `epar reident` como na imagem a seguir:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = onedspec
TASK = reidentify

referenc=      neon.q1 Reference image
images =      neon.q1 Images to be reidentified
(interac=     no) Interactive fitting?
(section=     line 1) Section to apply to two dimensional images
(newaps =     no) Reidentify apertures in images not in reference?
(overrid=    no) Override previous solutions?
(refit =     yes) Refit coordinate function?

(trace =     yes) Trace reference image?
(step =      10) Step in lines/columns/bands for tracing an image
(nsum =      1) Number of lines/columns/bands to sum
(shift =     INDEF) Shift to add to reference features (INDEF to search)
(search =    INDEF) Search radius
(nlost =     3) Maximum number of features which may be lost

(cradius=    7.) Centering radius
(thresho=   100.) Feature threshold for centering
(addfeat=   no) Add features from a line list?
(coordli=   line1ists$idheneat.dat) User coordinate list
(match =    -3.) Coordinate list matching limit
(maxfeat=   50) Maximum number of features for automatic identification
(minsep =   2.) Minimum pixel separation

(databas=   database) Database
(logfile=   neon.log) List of log files
(plotfil=   ) Plot file for residuals
(verbose=   no) Verbose output?
(graphic=   stdgraph) Graphics output device
(cursor =   ) Graphics cursor input

answer =    YES Fit dispersion function interactively?
crval =     Approximate coordinate (at reference pixel)
cdelt =     Approximate dispersion
(aidpars=   ) Automatic identification algorithm parameters
(mode =     q1)

:go

```

Figura 4.48: Preenchimento dos parâmetros para execução da tarefa REIDENT.

19-) Para verificar o passo anterior, faça a correção por dispersão na imagem da lâmpada de calibração extraída para cada fibra (arquivo *neon.q1.fits*) usando a tarefa IFU, pelo comando `epar ifu` (Figura 4.49). Isso fará com que as flutuações de posicionamento de cada fibra na direção espectral, devidas às incertezas de construção da fenda, sejam avaliadas e registradas para as correções digitais das imagens.

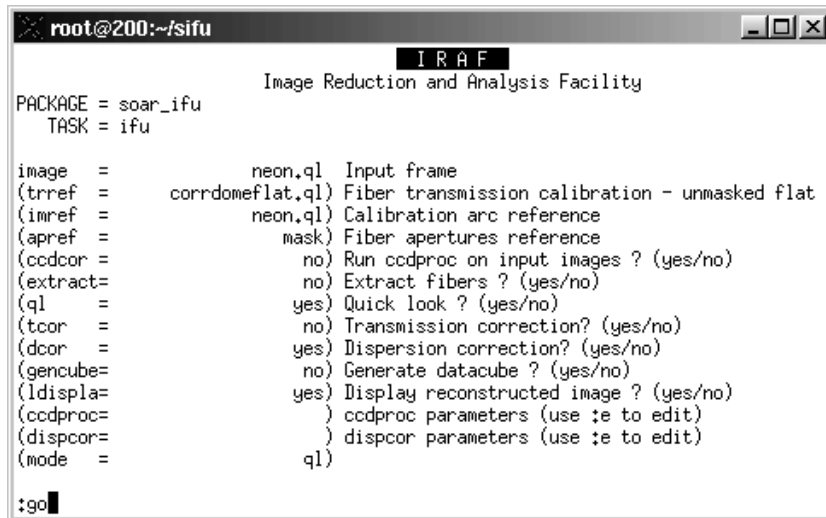


Figura 4.49: Preenchimento dos parâmetros para fazer a correção por dispersão com a tarefa IFU.

Com o parâmetro `ldisplay` habilitado, novamente irá ser aberta uma visualização do padrão de iluminação da lâmpada de calibração.

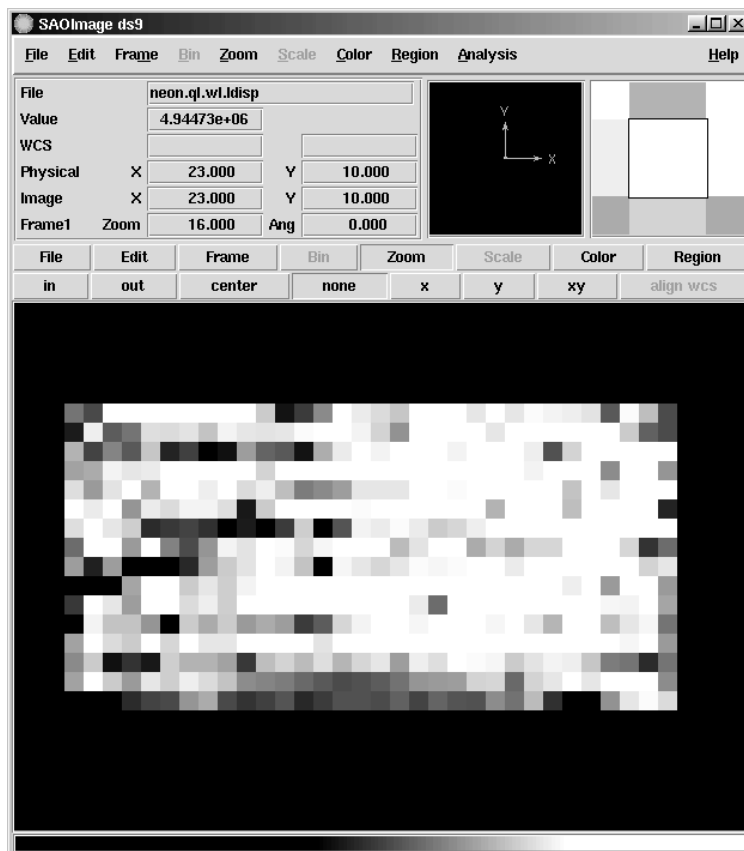


Figura 4.50: Imagem do padrão de iluminação da lâmpada da calibração, já calibrada em comprimento de onda.

Isto permitirá, com o posicionamento apropriado do cursor do mouse, examinar a imagem pixel por pixel (fibra por fibra). Digitando sobre um desses pixels, será possível observar um gráfico com as linhas espectrais registradas pela fibra correspondente, já calibrada em comprimento de onda e corrigida em dispersão.

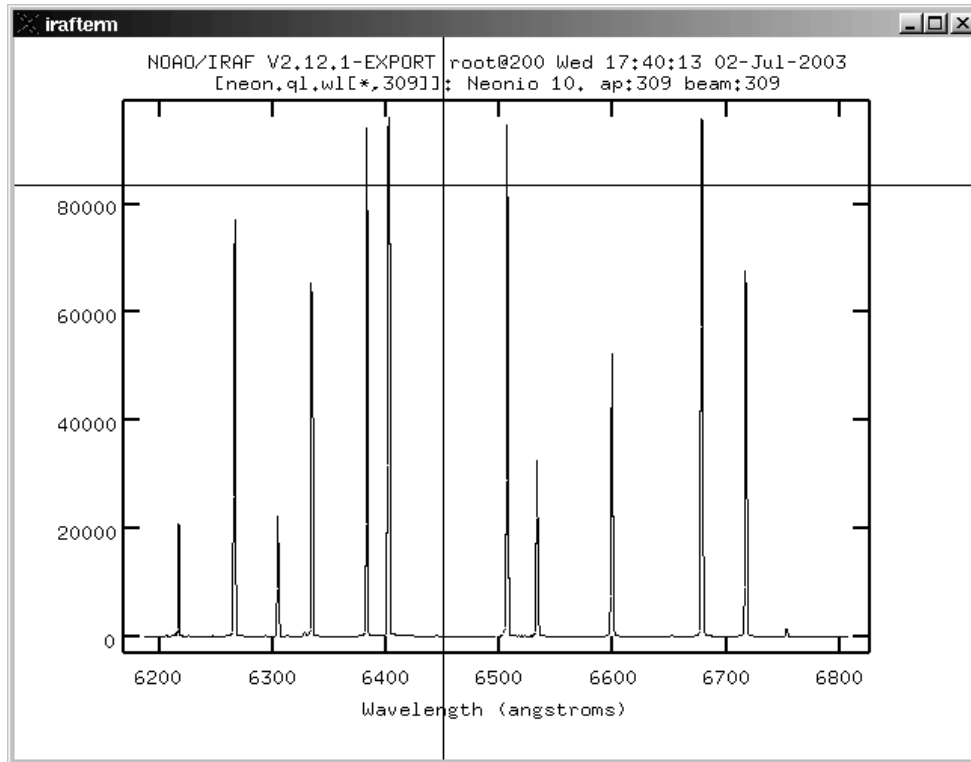


Figura 4.51: Preenchimento dos parâmetros para fazer a correção por dispersão com a tarefa IFU.

Outra verificação que pode ser feita é uma comparação entre a imagem inserida antes do processo de correção por dispersão (*neon.q1.fits*) e a imagem gerada depois do processo (*neon.q1.wl.fits*). Para isso basta utilizar a tarefa `DISPLAY` como mostrado na figura a seguir:

```
root@200:~/sifu
c1> display neon.q1.fits
frame to be written into (1:4) (1):
z1=102.2874 z2=636.0693
c1> display neon.q1.wl.fits
frame to be written into (1:4) (1): 2
z1=0, z2=712.5751
c1> █
```

Figura 4.52: Utilização do comando `display` para visualizar as imagens *neon.q1.fits* e *neon.q1.wl.fits*.

As imagens que irão aparecer serão como as seguintes:

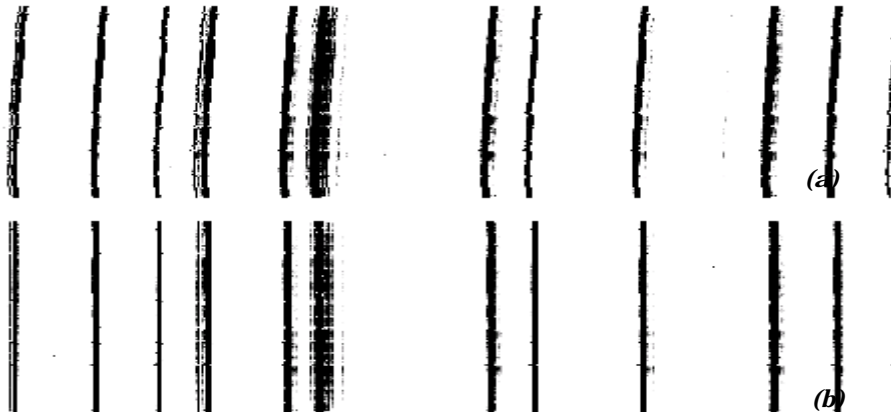


Figura 4.53: Visualização das imagens `neon.q1.fits` (a) com suas linhas “tortas” e `neon.q1.w1.fits` (b) com as linhas retas.

20-) Feitas todas essas etapas, agora é possível reconstruir os objetos observados, extraindo das imagens a informação de cada fibra, calibrando seu espectro em termos de comprimento de onda e fazendo as demais correções necessárias, bastando apenas usar a tarefa IFU, pelo comando `epar ifu` e preencher os parâmetros como na figura:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = ifu

image =          obj0001  Input frame
(trref =         corrdomeflat.q1) Fiber transmission calibration - unmasked flat
(imref =         neon.q1) Calibration arc reference
(apref =         mask) Fiber apertures reference
(ccdcor =        no) Run ccdproc on input images ? (yes/no)
(extract=       yes) Extract fibers ? (yes/no)
(q1 =           yes) Quick look ? (yes/no)
(tcor =         yes) Transmission correction? (yes/no)
(dcor =         yes) Dispersion correction? (yes/no)
(gencube=       no) Generate datacube ? (yes/no)
(ldispla=      yes) Display reconstructed image ? (yes/no)
(ccdproc=       ) ccdproc parameters (use ;e to edit)
(dispcor=       ) dispcor parameters (use ;e to edit)
(mode =         q1)

:go
    
```

Figura 4.54: Parâmetros necessários para extração dos espectros de cada fibra, calibração em comprimento de onda, correções diversas e reconstrução da imagem bidimensional captada.

Como novamente o parâmetro `LDISPLAY` está confirmado, o programa abrirá uma visualização do objeto reconstruído a partir da qual se pode observar o espectro em uma

dada posição da imagem. Isso é feito posicionando o cursor do mouse no local de interesse e digitando-se a tecla [E].

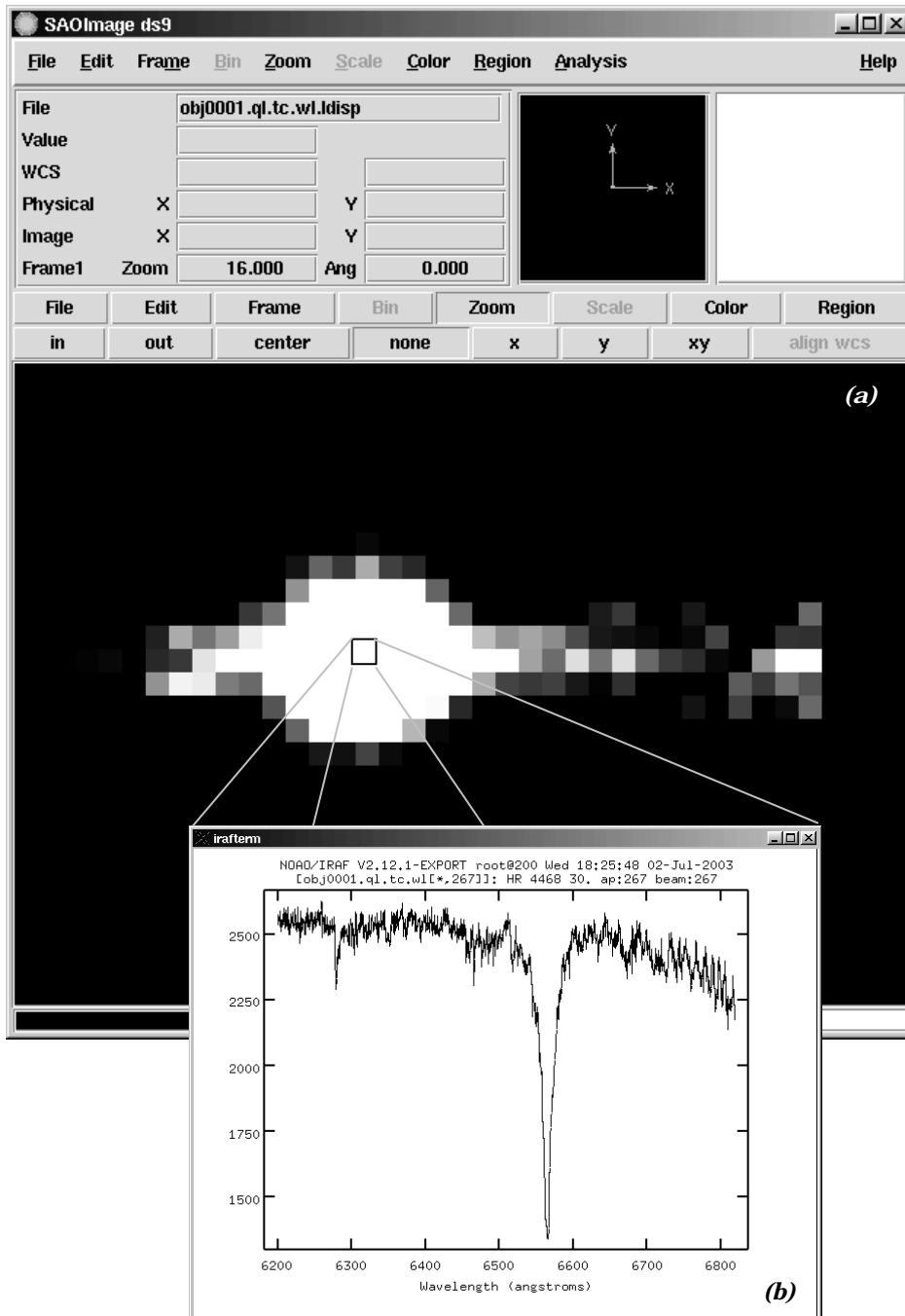


Figura 4.55: (a) Visualização da imagem do objeto reconstruído. (b) Espectro captado pela fibra correspondente ao pixel indicado na imagem (digitar e com o ponteiro do mouse sobre esse pixel).

As imagens geradas pela rotina IFU em modo ql (quick-look) são:

Exemplo de arquivo	Interpretação
<code>obj0001.q1</code>	Espectro extraído
<code>obj0001.q1.tc</code>	Corrigido pela transmissão da fibra
<code>obj0001.q1.tc.w1</code>	Calibrado em comprimento de onda
<code>obj0001.q1.tc.w1.ldisp</code>	Imagem reconstruída
<code>obj0001.q1.c.w1.dc</code>	Cubo de dados

Tabela 4.1: Extensões de arquivos e significados das mesmas.

No caso de uma redução completa, a extensão `q1` muda para `lin`.

21-) Para visualizar uma imagem reconstruída ou um objeto cuja a informação de cada fibra foi extraída (aqueles com extensão `q1` ou `lin`) use a tarefa `LDISPLAY` simplesmente digitando `ldisplay <nome_do_arquivo>`, como por exemplo `ldisplay obj0001.q1.fits`. Os comandos básicos admitidos por essa rotina são aqueles obtidos pelas teclas:

Tecla	Função
[E]	Examina o espectro na posição do cursor do mouse, utilizando internamente a tarefa <code>SPLIT</code> (use <code>help split</code> para obter maiores informações de como usar essa tarefa)
[W]	Faz uma filtragem, reconstruindo uma imagem entre extremos de comprimento de onda digitados.
[Q]	Sai do <code>ldisplay</code>

Tabela 4.2: Teclas úteis e suas funções para utilização do `ldisplay`.

Outra forma de se configurar os parâmetros da tarefa `LDISPLAY` é pelo comando `epar ldisplay`, como mostrado na figura a seguir:

```

root@200:~/sifu
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = soar_ifu
TASK = ldisplay

input =      obj0001.q1.fits  Input fibre file
(output =   obj0001.q1.ldisp) Lens array image
(ldispdi =  soar_ifu$conf)   Directory for config files
(lconf =    soar_ifu.cfg)    File containing lens array geometry
(w1 =      INDEF)           Starting wavelenght
(w2 =      INDEF)           Ending wavelenght
(imagecu =  )               Image cursor input
(mode =    q1)

:go

```

Figura 4.56: Configuração de parâmetros para tarefa `LDISPLAY`.