

# 2

## Espectrógrafo Cassegrain

*Neste capítulo estão descritos procedimentos específicos para observações com o espectrógrafo Cassegrain, e supõe que você já esteja familiarizado com o capítulo anterior. Aqui são também apresentadas as diferentes configurações possíveis para esse instrumento, e também dicas para otimizar suas observações neste modo. Uma biblioteca de mapas de linhas para as lâmpadas de calibração disponíveis encontra-se ao final deste capítulo.*

O espectrógrafo Cassegrain é um instrumento convencional, fabricado pela Boller & Chivens (modelo 26767). Ele sofreu algumas modificações no LNA, para permitir sua utilização com detectores CCD. Atualmente, este instrumento conta com 11 opções de redes de difração e 3 opções de detectores CCD, o que permite medidas otimizadas desde o corte atmosférico até o infravermelho próximo em baixa e média resolução ( $400 < R < 4000$ ).

Os erros internos para uma medida em um dado comprimento de onda variam tipicamente de 0.02 nm, em baixa dispersão, até 0.003 nm em média dispersão. O espectrógrafo Cassegrain é atualmente utilizado no foco  $f/10$  do telescópio de 1,60m, e também no foco  $f/13,5$  do telescópio B&C de 60cm.

As características básicas deste espectrógrafo, montado no telescópio de 1,60m, são as seguintes:

<i>Distância focal do colimador (F2).....</i>	<i>500 mm</i>
<i>Distância focal da câmera (F3) (tipo Maksutov, f/3.0).....</i>	<i>150 mm</i>
<i>Ângulo entre o colimador e a câmera (<math>\phi</math>).....</i>	<i>51,5°</i>

**Tabela 2.1 Configuração atual do espectrógrafo Cassegrain.**

A configuração instrumental é definida pelo observador com base na eficiência, resolução e cobertura espectral necessárias para o projeto. O programa REDE.EXE, instalado no computador do AUTO-GUIDER, é o software utilizado para calcular a configuração do espectrógrafo (ângulo da rede, cobertura espectral, dispersão), com base no CCD utilizado, rede e ângulo de *blaze* desejados (este processo de escolha ocorre por ocasião da elaboração da proposta de tempo). O programa está disponível na área pública de ftp do LNA (endereço: [beatriz.lna.br](http://beatriz.lna.br); diretório: */pub/instrum/cass/*).

```

***** PROGRAMA REDE *****
CALCULO DA DISPERSAO E ANGULO DAS REDES COUDE E CASSEGRAIN
LABORATORIO NACIONAL DE ASTROFISICA - LNA - MCT
Mauricio Ottoboni Dias
Ultima atualizacao - 17/07/2002

1 - CCD No. 009 - 12.7 mm <EEU> - 385x578 Pixel's
2 - CCD No. 048 - 25.9 mm <EEU> - 770x1152 Pixel's
3 - CCD No. 101 - 24.5 mm <SITE> - 1024x1024 Pixel's
4 - CCD No. 106 - 24.5 mm <SITE> - 1024x1024 Pixel's
5 - CCD No. 301 - 8.47 mm <EEU> - 298x385 Pixel's
6 - CCD No. 098 - 62.2 mm <WI> - 4608x2048 Pixel's
7 - CCD No. 105 - 27.6 mm <WI> - 2048x2048 Pixel's
8 - DETECTOR IU - 18.9 mm <Hawaii> - 1024x1024 Pixel's

Consulte o site http://www.lna.br
ou diretamente com DOPD

PARA SAIR Ctrl + Break
ENTRE COM A OPCAO:
  
```

**Figura 2.1** Página inicial do programa REDE.EXE, disponível na área pública de ftp do LNA.

Outra opção aqui é usar a calculadora de redes *online* para o espectrógrafo Cassegrain, localizada na página [http://www.lna.br/opd/instrum/cassegr/calc\\_cass.html](http://www.lna.br/opd/instrum/cassegr/calc_cass.html).

## Redes de Difração

O posicionamento das redes têm uma limitação física para ângulos da rede  $> 26^\circ$ , o que restringe o uso das redes de 900 e 1200 l/mm no infravermelho. Especificamente, os limites superiores para o comprimento de onda central são  $\sim 890$  nm (900 l/mm) e  $\sim 670$  nm (1200 l/mm).

As redes disponíveis aqui são:

Rede <sup>(1)</sup> 1/mm – blaze(nm)	Ângulo Blaze (graus,min)	$\lambda$ <sup>(2)</sup> de Blaze (nm)	Dispersão <sup>(3)</sup> (nm/mm)	Resolução (FWHM, nm)
Lna 0300-300 <sup>(4)</sup>	02° 30'	275	19,6	0,90
Lna 0300-500	04° 18'	455	19,4	0,90
Lna 0300-640	05° 31'	580	19,2	0,90
Lna 0300-1000	08° 38'	910	18,5	0,45
Lna 0600-500	08° 36'	455	9,25	0,45
Lna 0830-820 <sup>(4)</sup>	19° 42'	740	5,89	0,31
Lna 0900-550	14° 20'	500	5,73	0,26
Lna 1200-400	13° 53'	365	4,24	0,18
Lna 1200-500	17° 21'	455	4,09	0,18
Lna 1200-600	21° 00'	545	3,85	0,18
Lna 1200-750 <sup>(4)</sup>	26° 42'	680	3,48	0,18

(1) *blaze* de Littrow.

(2) *blaze* efetivo.

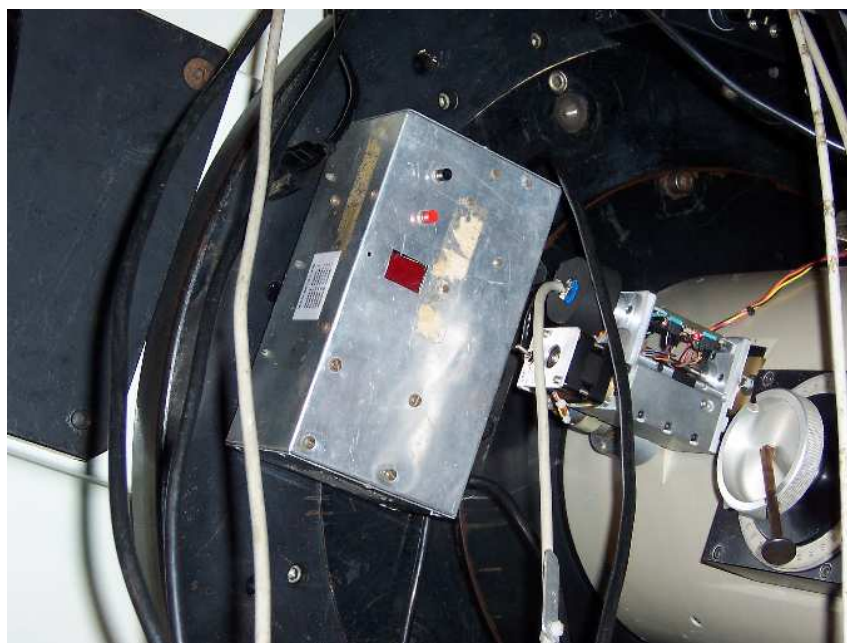
(3) Dispersão no comprimento de onda de *blaze* efetivo.

(4) Disponível a partir do segundo semestre de 1996.

**Tabela 2.2 Redes e ângulos de *blaze* disponíveis para utilização no espectrógrafo Cassegrain.**

## Filtros de Superposição de Ordens

Os filtros de corte de ordens disponíveis para uso no espectrógrafo Cassegrain estão listados na tabela 2.3. Os mesmos são montados em uma roda de filtros de 6 posições localizada acima da fenda e acima das fontes de comparação (figura 2.2), Um filtro fixo pode ser montado nas lâmpadas de comparação para corte de ordens nos espectros de linhas. Note que nas observações em segunda ou terceira ordem é comum a necessidade de usar um filtro de banda larga ou combinar mais de um filtro. Neste caso a inspeção das curvas de transmissão é recomendada.



**Figura 2.2** Roda de filtros do espectrógrafo Cassegrain.

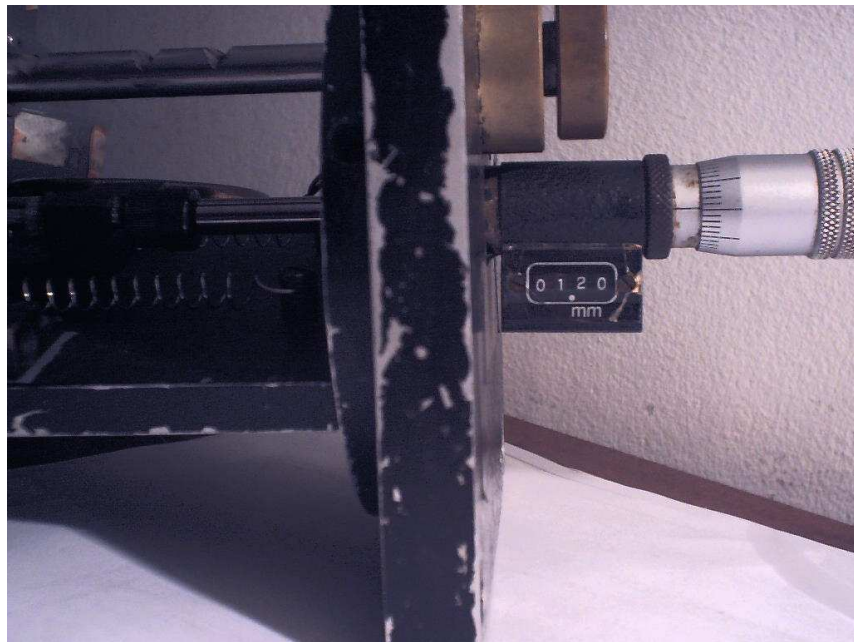
**Próxima página:**

**Tabela 2.3** Filtros para corte de superposição de ordens.

Filtro - Espessura	Corte (1) Verm/Azul	$\lambda_{\text{Corte}} (\sim 1\%) (\text{nm})$	$\lambda_{\text{Transição}} (\sim 90\%)(\text{nm})$
RG780-3	Azul	750	815
RG9-3	Azul	705	750
RG715-3	Azul	695	730
RG695-3	Azul	675	715
RG645-3	Azul	630	665
RG610-3	Azul	595	625
OG590-2	Azul	575	600
OG570-3	Azul	555	580
OG550-2	Azul	530	565
OG530-2	Azul	510	545
OG515-3	Azul	500	530
GG495-2	Azul	475	510
GG475	Azul	460	490
GG435-2	Azul	425	450
GG385-1	Azul	355	400
BG38-3 (2)	Vermelho	725	535
BG39-1 (2)	Vermelho	705	555
BG18 (2)	Vermelho	700	525
BG28-1 (2,3)	Vermelho	645	460 (80%)
BG23-3 (2)	Vermelho	625	480 (80%)
BG25-3 (2,3)	Vermelho	500	400 (85%)
BG12-1 (2,3)	Vermelho	540	400
UG11-1 (3)	Vermelho	400	350
UG1-1 (2,3)	Vermelho	415	365 (85%)

## Procedimento Observacional

- Busque a folha de configuração deixada pelos técnicos do observatório sobre a bancada da sala de controle; lá você terá todas as informações sobre a montagem do instrumento.
- Feito o foco (conforme instruções do capítulo anterior), aponte para o objeto desejado através do PC de aquisição: clique Comandos ⇒ Apontamento ⇒ Precessão ao dia ↵ ENTER. Entre com as coordenadas do objeto e a respectiva data de precessão, conforme pedido pelo programa. Por fim, confirme o apontamento (atenção: certifique-se antes de que a plataforma esteja abaixada!).
- Vá para a plataforma, suba-a e verifique se a fenda esta na largura desejada; o controle da mesma encontra-se em uma das laterais do espectrógrafo (veja figura 2.3). Cada  $80\mu\text{m}$  na escala correspondem a uma abertura de  $1''$  projetada sobre o detector. Escolha essa largura de acordo com o *seeing* e a resolução desejada (valores típicos rodam em torno de  $80\text{-}120\mu\text{m}$ , à exceção de observações de estrelas padrão, para as quais pode-se abri-la muito mais – até  $1000\mu\text{m}$ , por exemplo).



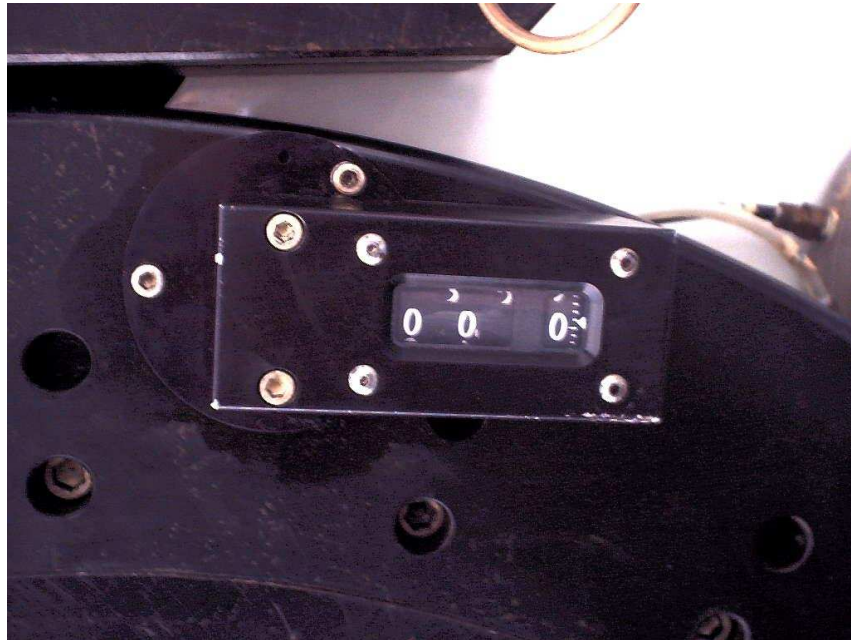
**Figura 2.3 Escala do micrômetro para ajuste da fenda.**

- Outro detalhe importante: verifique se o filtro ajustado na roda é aquele designado para sua observação (folha de configuração). Em geral, para comprimentos de onda mais azuis (aprox.  $<7000 \text{ \AA}$ ), o filtro “CLEAR” (ou seja, nenhum filtro!) é o mais indicado pelo programa REDE.EXE. Não se esqueça de marcar o número do filtro ao editar o arquivo de parâmetros *opdpix*.
- Se suas observações não forem feitas com a fenda na direção *default* (L-O), precisará também rodar o espectrógrafo no ângulo descrito na folha de configuração (veja figura 2.4).



**Figura 2.4 Dispositivo de rotação do espectrógrafo.**

- Abaixar a plataforma, apagar quaisquer luzes que possam interferir em suas observações e vá para a sala de controle. Se você rodou o espectrógrafo (item anterior), precisará mudar a configuração no programa AUTO, para que a guiagem possa ser feita. Vá para Comandos ⇒ Apontamento ⇒ Periféricos ⇒ Auto Guider ⇒ Ang. Rotator Instr., entre com o valor atual do ângulo e dê  $\downarrow$  ENTER.

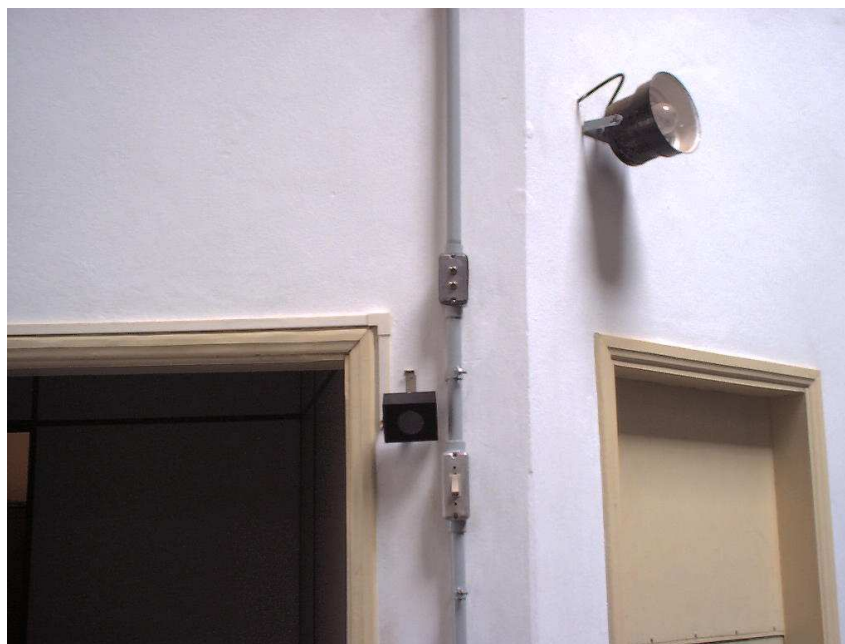


**Figura 2.4** Mostrador do ângulo do espectrógrafo.

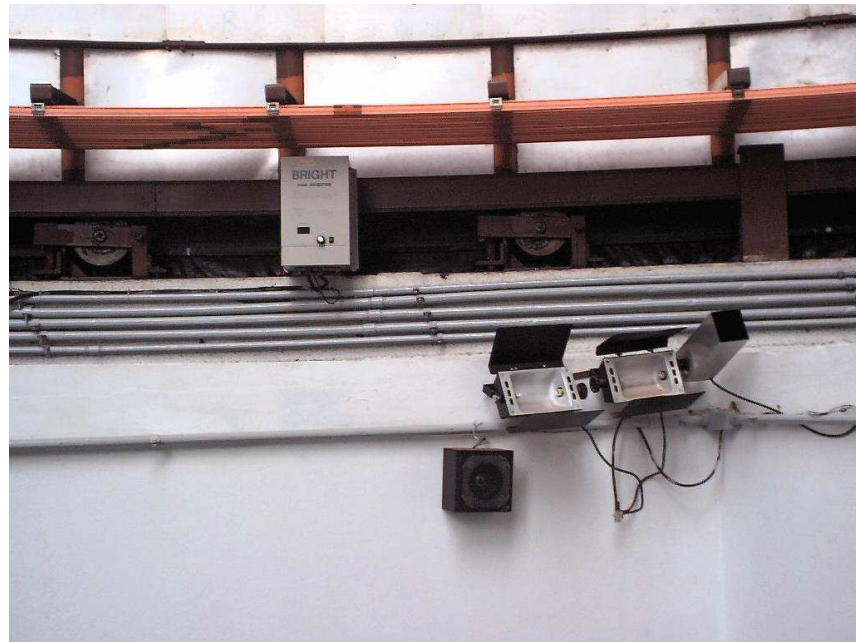
- Se a calagem do telescópio estiver bem feita, certamente poderá ver o objeto ou campo de referência no CCD de guiagem (exponha o AUTO-GUIDER por 1 ou mais segundos, se necessário). Coloque o objeto de interesse na posição (x,y) da fenda e de maior eficiência, respectivamente (conforme explicado no capítulo anterior). Se for integrar por, digamos, mais que 30 segundos, encontre um objeto de guiagem no campo, coloque a caixinha de guiagem sobre ele com as teclas  $\rightarrow\uparrow\leftarrow\downarrow$  ( $\uparrow$ SHIFT para ir mais rápido), e inicie a guiagem teclando “G”.
- Preencha os arquivos de parâmetros *fixos* e *opdpix* e inicie a integração.
- Finalizada a integração do objeto, você deve tomar um espectro de lâmpada de calibração. As duas opções disponíveis são as lâmpadas de HeAr e NeAr; sendo esta última mais indicada para observações ao redor de  $6000\text{\AA}$ , dada a falta de linhas de He e Ar nessa região. Os interruptores das lâmpadas de calibração encontram-se na sala de controle, sobre o computador do AUTO. Antes de tomar um espectro, vá para Comandos  $\Rightarrow$  Apontamento  $\Rightarrow$  Periféricos  $\Rightarrow$  Espelho Esp. Cassegrain [R]  $\downarrow$  ENTER (o espelho será ativado, e aparecerá um [A] ao invés de [R] aqui. Finalizada a tomada do espectro de calibração, desative novamente o espelho (vá para Comandos  $\Rightarrow$  Apontamento  $\Rightarrow$  Periféricos  $\Rightarrow$  Espelho Esp. Cassegrain [A]  $\downarrow$  ENTER). Não se esqueça também de desligar as lâmpadas quando não as estiver usando.



- Os interruptores das lâmpadas de *flat-field* para observações com o espectrógrafo Cassegrain encontram-se ao lado da porta da sala de controle (veja figura 2.5). Existem três opções, dependendo da sensibilidade da configuração instrumental escolhida: uma lâmpada de 1000 W, uma de 500 W e outra de 55 W. Certifique-se de que os tempos de integração escolhidos não saturem o CCD, por exemplo, através dos comandos *imstat* ou *implot* na janela de aquisição (especificações sobre os detectores disponíveis podem ser encontradas na página <http://www.lna.br/opd/instrum/ccd/detccd.html>).



**Figura 2.5 Interruptores das lâmpadas de Flat-Field do espectrógrafo Cassegrain, e lâmpada auxiliar cujo interruptor encontra-se na sala de controle.**

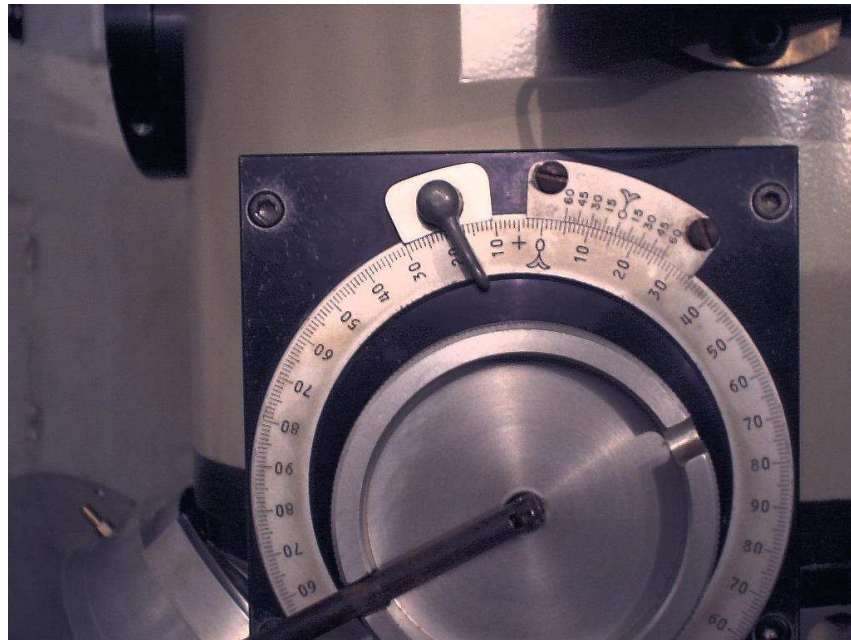


**Figura 2.6** Lâmpadas para *Flat-Field* no modo Cassegrain: 1000W, 500W e 55W.

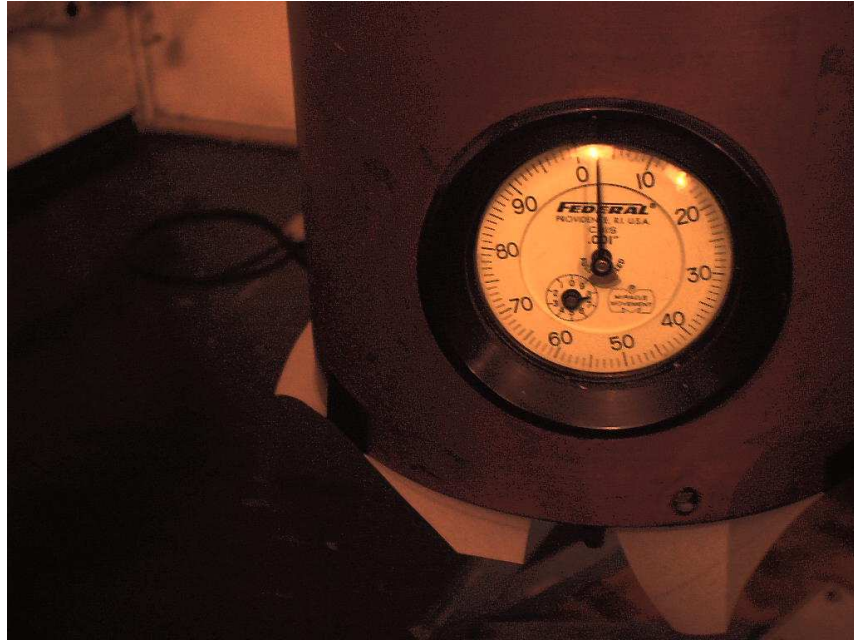
### Observação Importante

Observações em mais de um comprimento de onda central ao longo de uma única noite requerem certos ajustes no espectrógrafo. Se este for o seu caso, lembre-se de, a cada nova configuração:

1. Modificar o ângulo da rede na escala junto ao espectrógrafo (vide figura 2.7).
2. Ajustar o foco do colimador para o valor dado na folha de configurações (figura 2.8).



**Figura 2.7 Escala de configuração de ângulo de rede.**



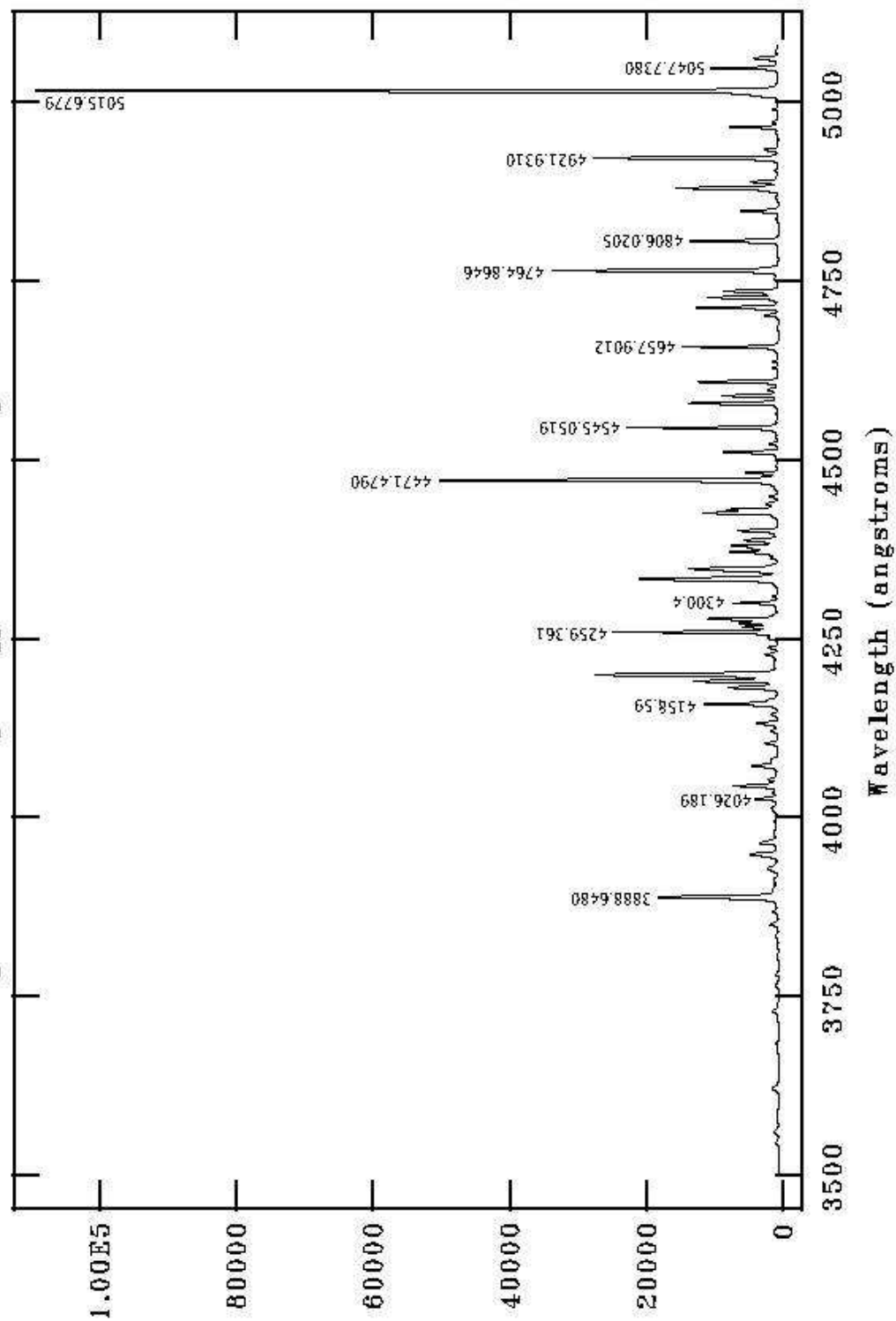
**Figura 2.8 Escala para ajuste do foco do colimador.**

3. Verificar se é necessário mudar o filtro para corte de superposição de ordens (folha de configurações) na caixa de filtros. Neste caso, pode ser necessário também colocar o mesmo filtro para a tomada de espectros da lâmpada de calibração (consulte o assistente noturno).
4. Verificar o foco do telescópio: aponte para uma estrela do catálogo SAO/FK4 brilhante, integre um espectro e verifique se o foco está bom (consulte o capítulo anterior sobre este procedimento). Provavelmente você terá que ajustar o foco a cada novo comprimento de onda.

## Utilidades para Redução de Dados

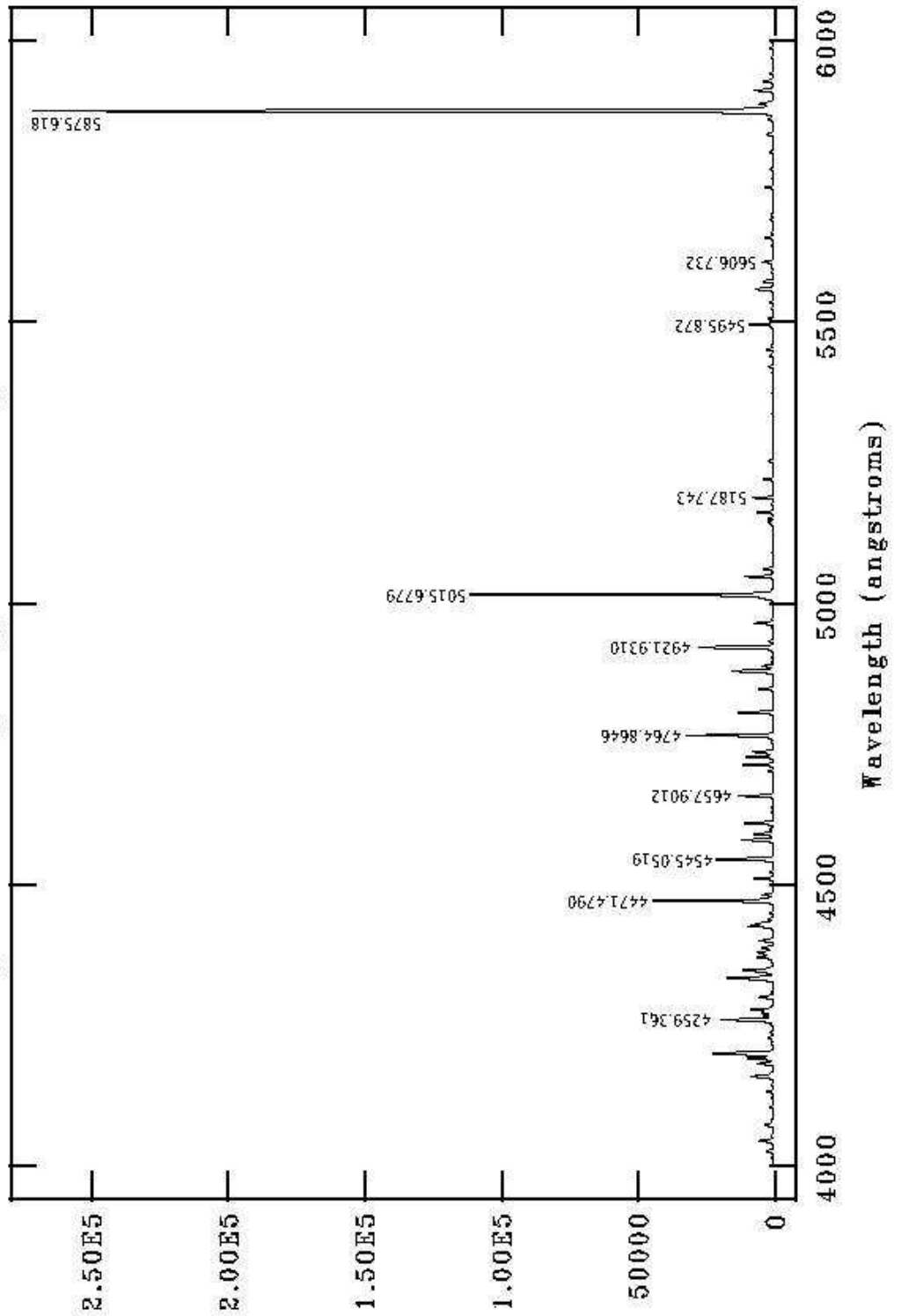
Inserimos nas páginas seguintes alguns mapas de linhas espectrais para as lâmpadas de calibração disponíveis no espectrógrafo Cassegrain. Arquivos de linhas para utilização junto às tarefas *identify* e *reidentify* do pacote IRAF para reduções de observações com fenda longa (*bea1na.dat.Z* e *nelna.dat.Z*) podem ser baixados da página [http://www.lna.br/opd/instrum/cassegr/cas\\_apen.html](http://www.lna.br/opd/instrum/cassegr/cas_apen.html)

NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 13:51:20 07-Nov-2005  
[CAL\_3500\_5080[\*],1,1]: He-Ar 60. ap:1 beam:1



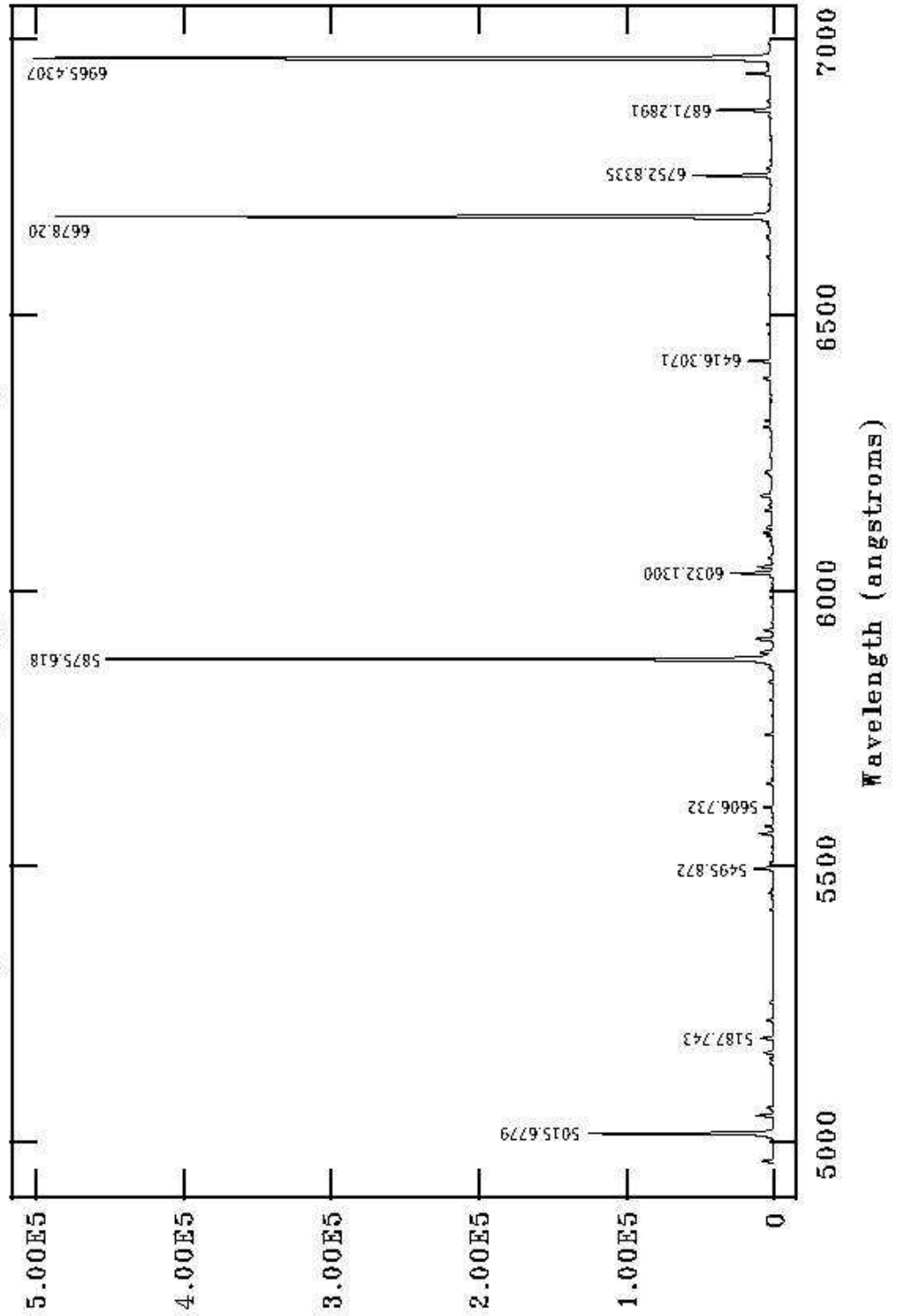
Lâmpada de HeAr, 3500-5080Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 13:47:16 07-Nov-2005  
[CAL\_4000\_6000[\*],1,1]: He-Ar 40. ap:1 beam:1



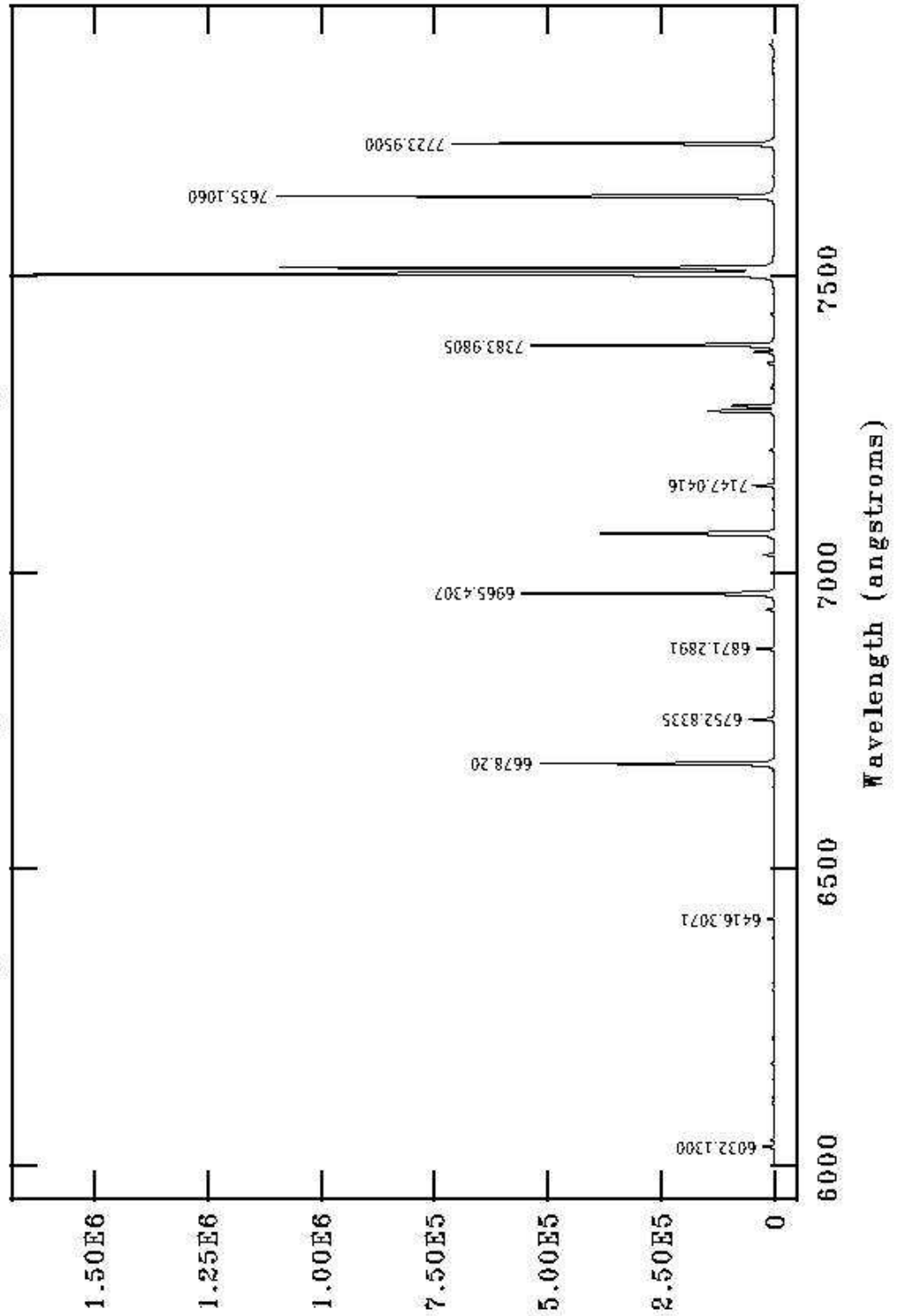
Lâmpada de HeAr, 4000-6000Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 14:01:29 07-Nov-2005  
[CAL\_4960\_7000[\*],1,1]]: He-Ar 60. ap:1 beam:1



Lâmpada de HeAr, 4000-6000Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

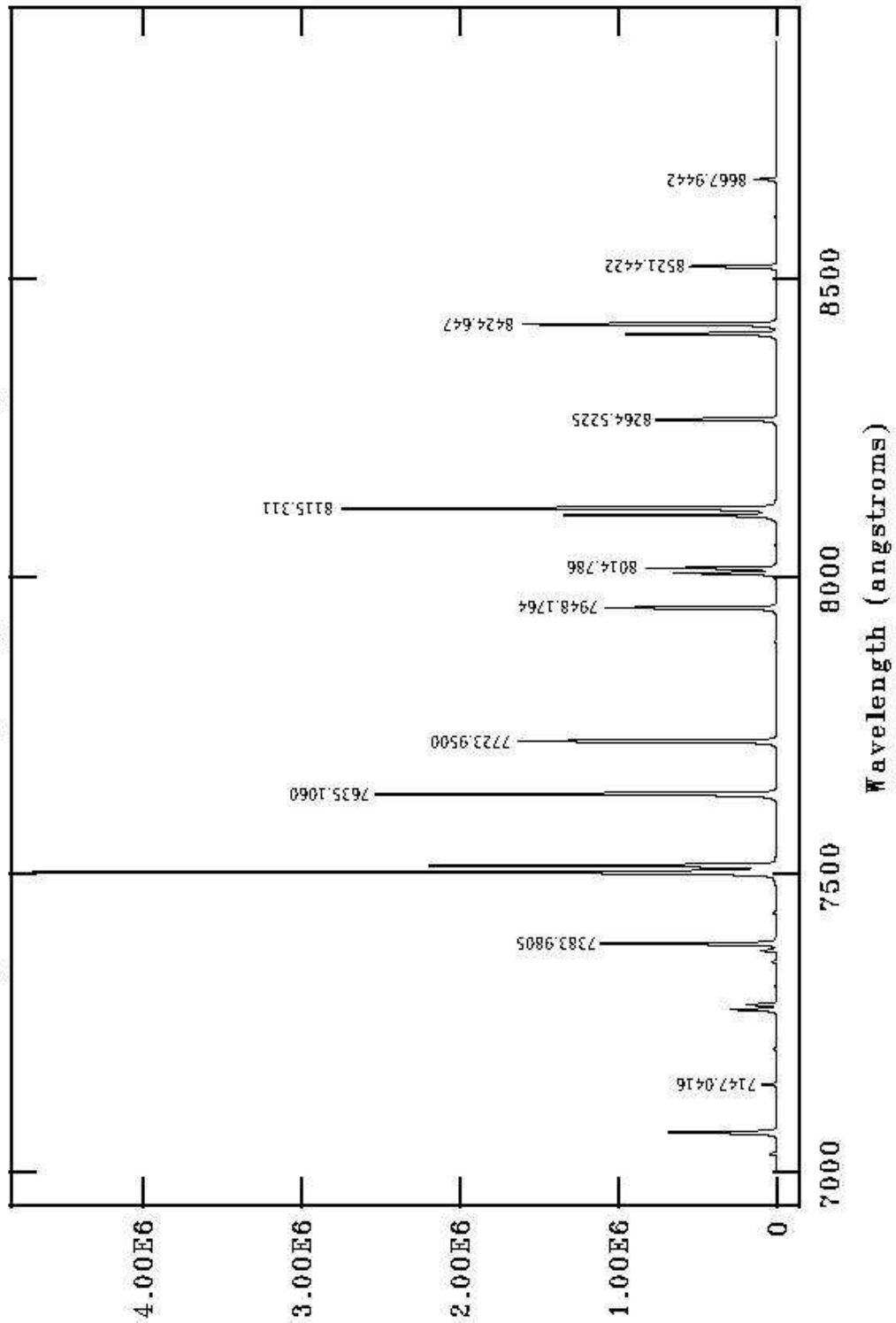
NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 14:07:59 07-Nov-2005  
[CAL\_6000\_7900[\*],1,1]]: He-Ar 40. ap:1 beam:1



Lâmpada de HeAr, 4000-6000Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

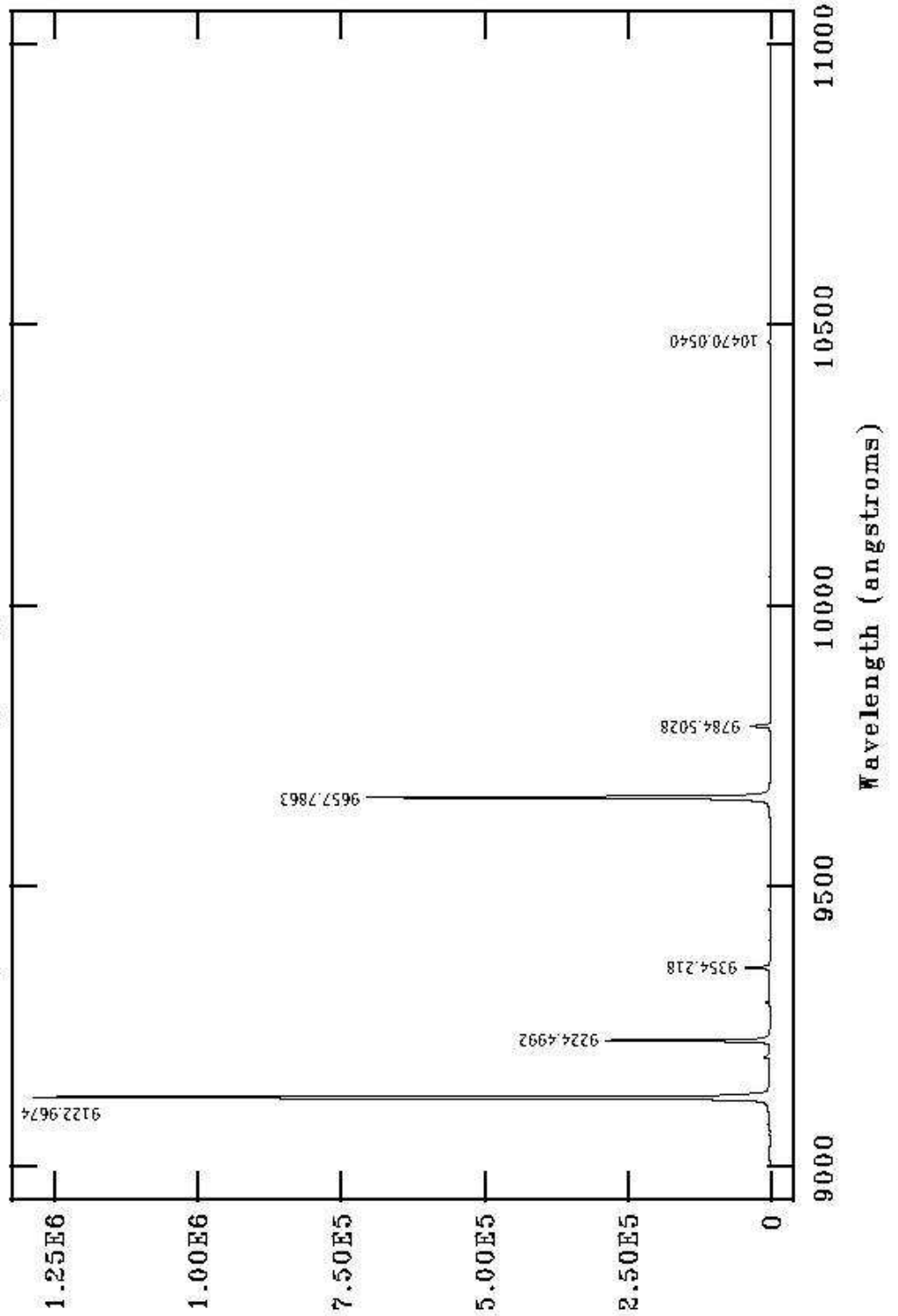


NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 14:34:02 07-Nov-2005  
[CAL\_7000\_8900[\*],1,1]]: He-Ar 20. ap:1 beam:1



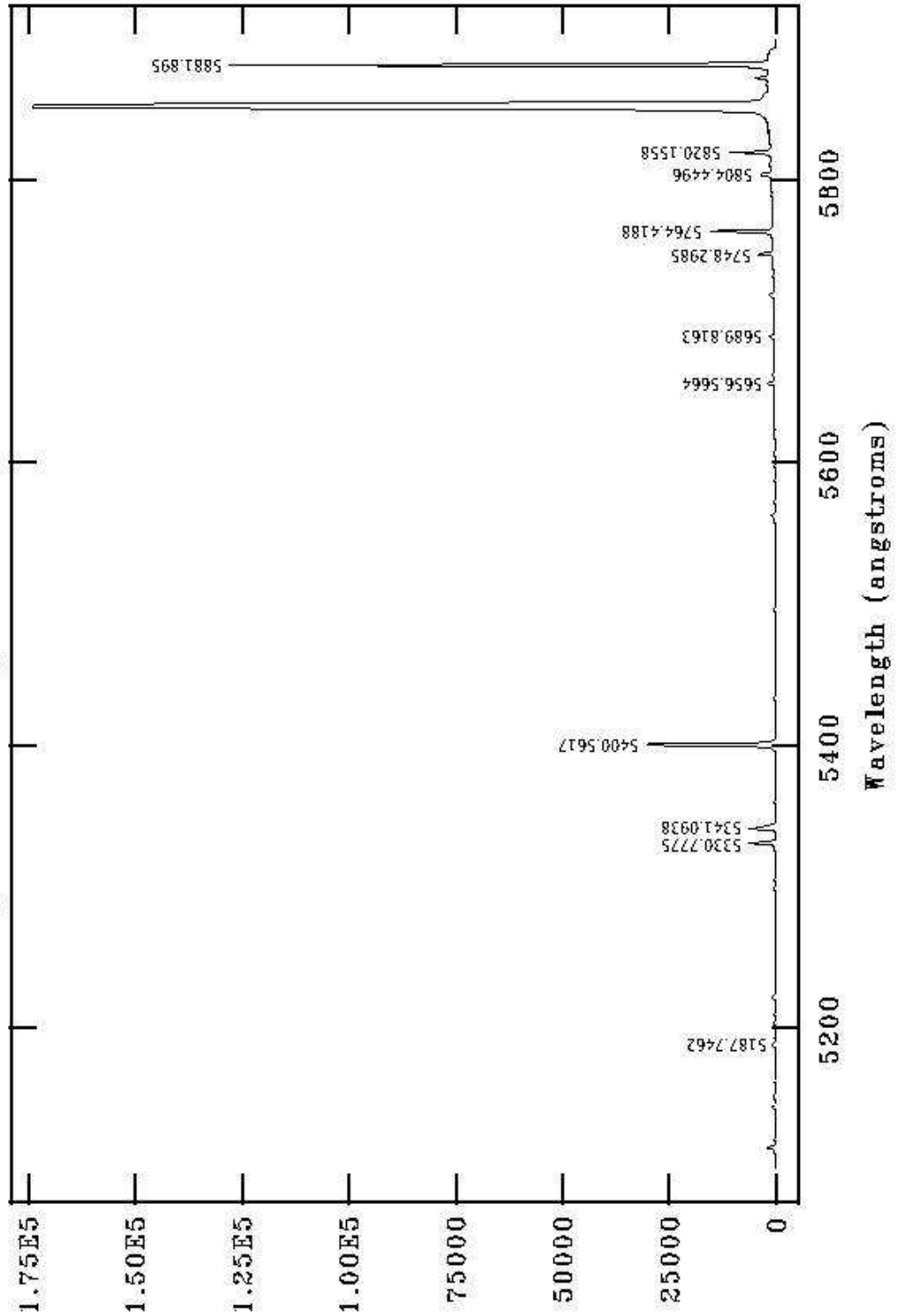
Lâmpada de HeAr, 4000-6000Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Mon 14:45:07 07-Nov-2005  
[CAL\_9000\_11000[\*],1,1]]: He-Ar 60. ap:1 beam:1



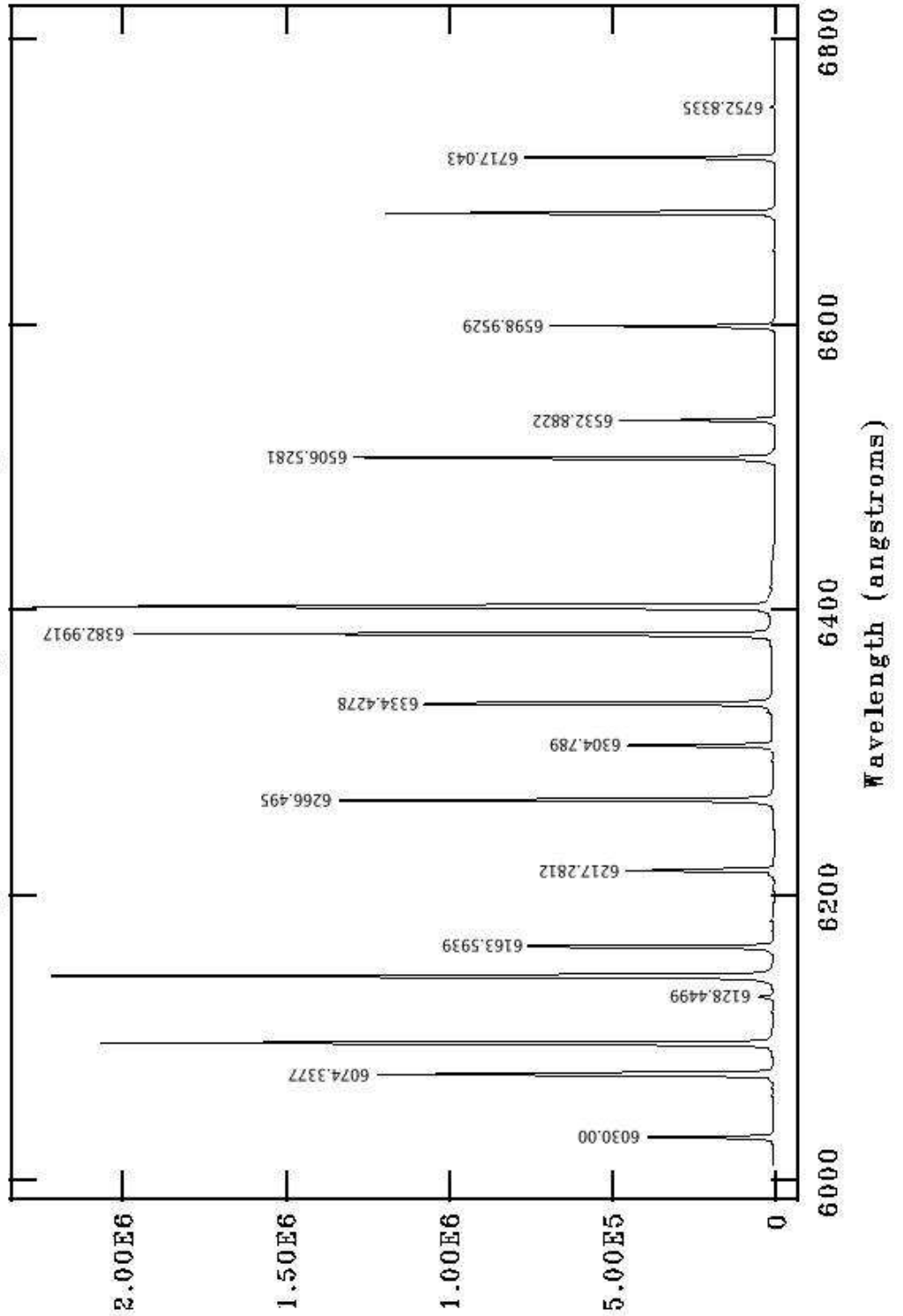
Lâmpada de HeAr, 4000-6000Å, Rede 600 l/mm, RMS < 0.07

NCAO/IRAF V2.12.2a - EXPORT aurea@aurea Wed 14:58:21 09-Nov-2005  
[CAL\_5100\_5900]: NeAr 50. ap:1 beam:1



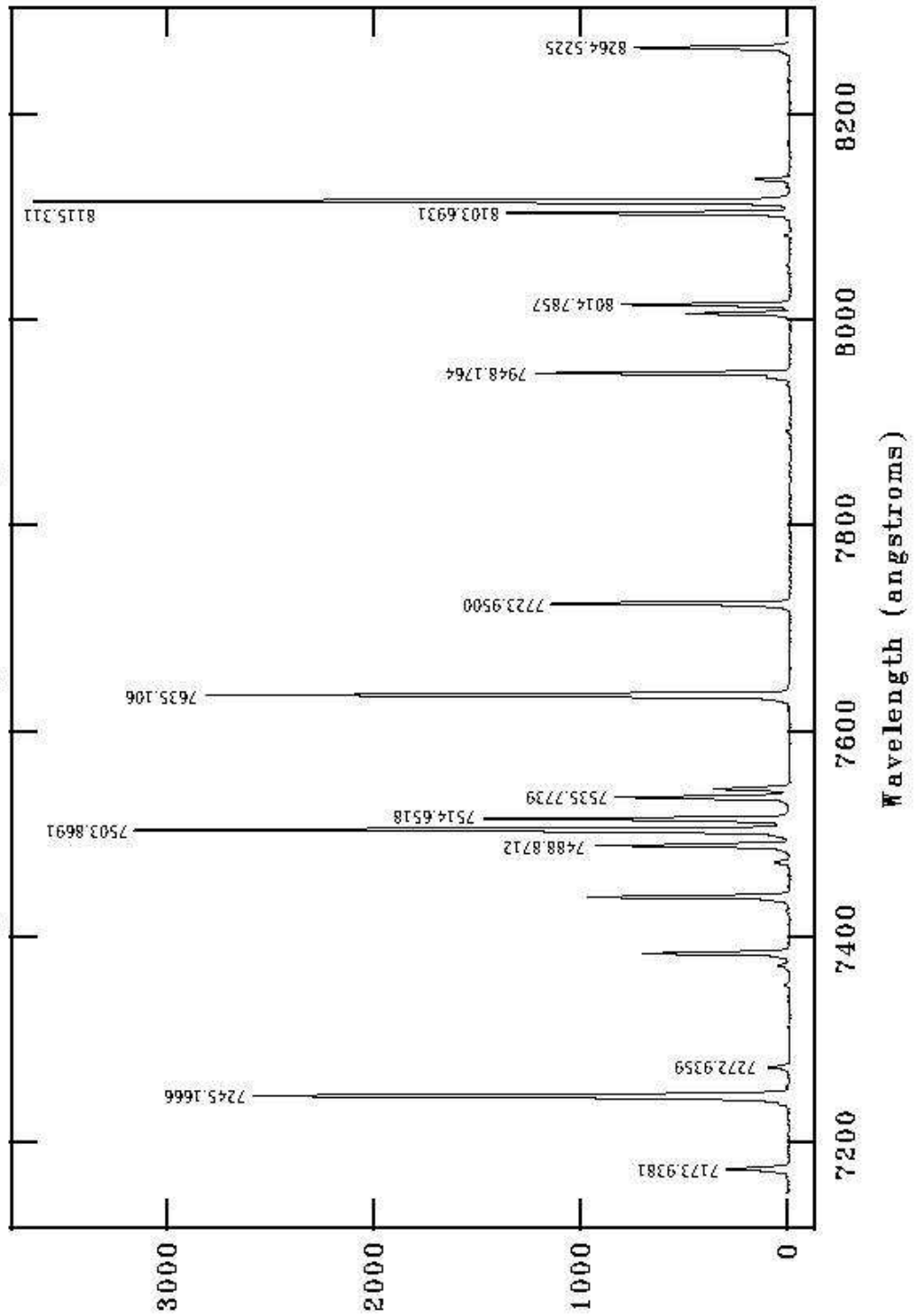
Lâmpada de NeAr, 5100-5900Å, Rede 1200 l/mm, RMS < 0.02

NCAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Wed 15:16:16 09-Nov-2005  
[CAL\_6010\_6800]: NeAr 10. ap:1 beam:1



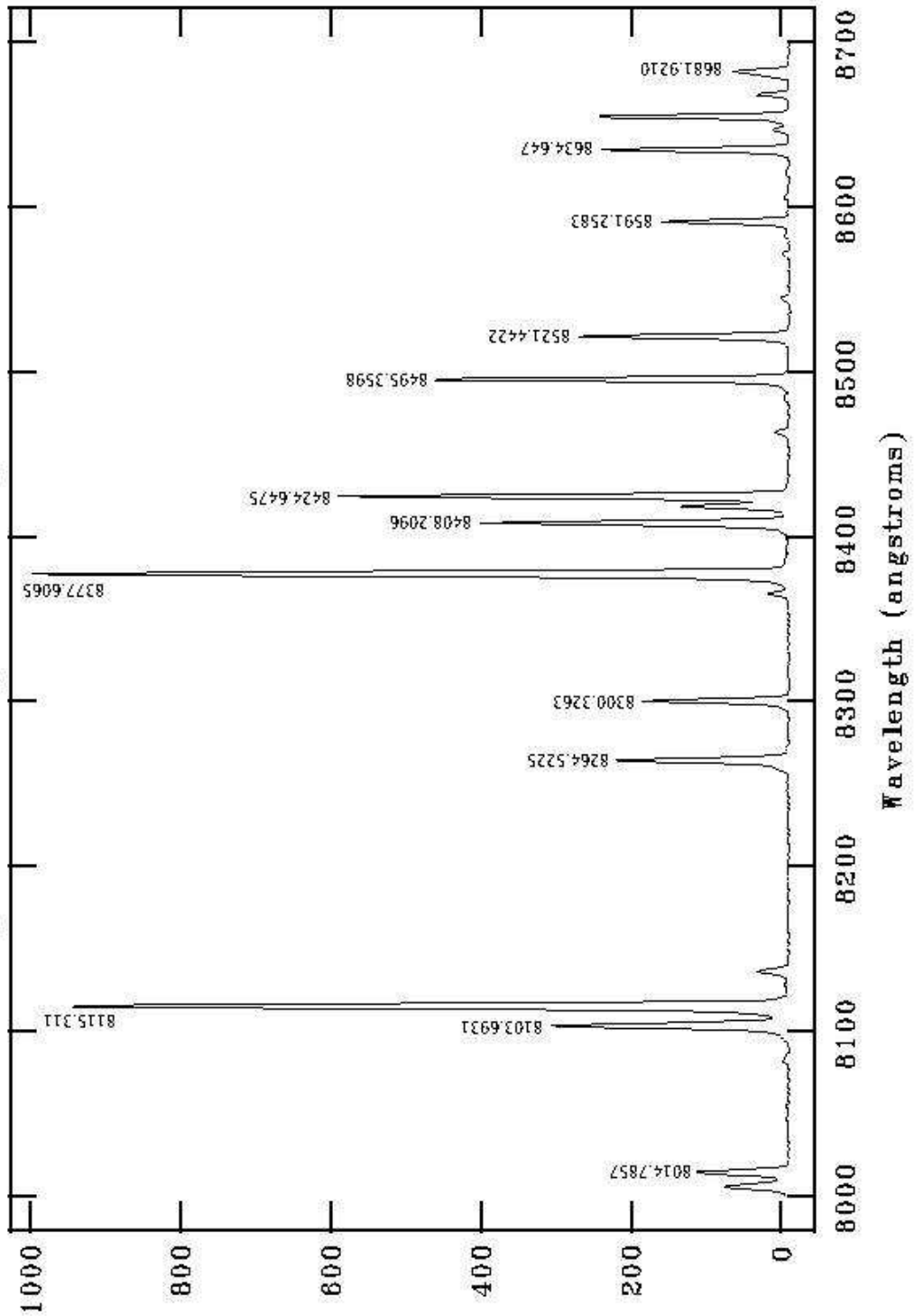
Lâmpada de NeAr, 6010-6800Å, Rede 1200 l/mm, RMS < 0.01

NCAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Wed 10:06:59 09-Nov-2005  
[CAL\_7150\_8270]: NeAr 50, ap:1 beam:1



Lâmpada de NeAr, 7150-8270Å, Rede 900 l/mm, RMS < 0.06

NOAO/IRAF V2.12.2a-EXPORT aurea@aurea Wed 10:08:27 09-Nov-2005  
[CAL\_8000\_8700]: Near 60. ap:1 beam:1



Lâmpada de NeAr, 8000-8700Å, Rede 900 l/mm, RMS < 0.06