

Dicas de Observação com o Goodman

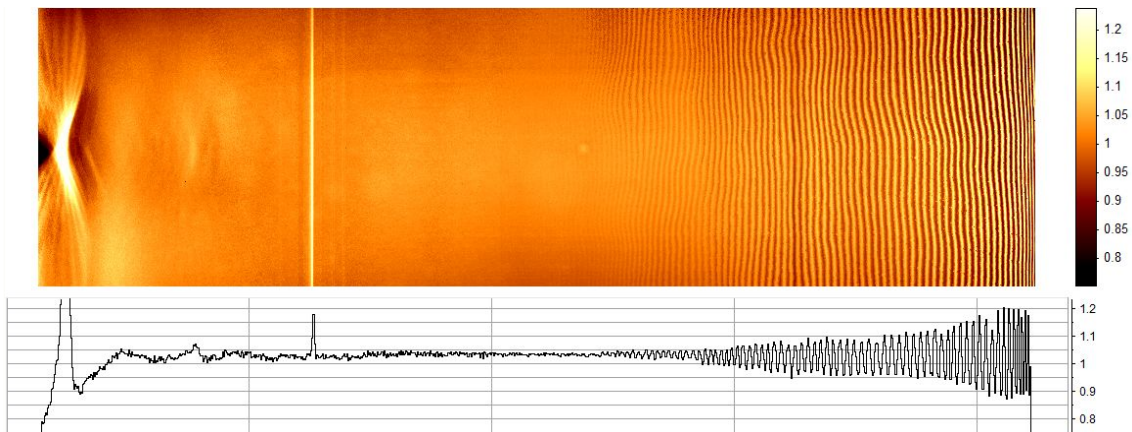
Sérgio Scarano Jr. Astrônomo Residente SOAR

Desde sua disponibilização efetiva para ciência em 2008B, o espectrógrafo Goodman tem sido o instrumento mais solicitado pelos astrônomos brasileiros no telescópio SOAR, sendo que para o ciclo de 2010A, por exemplo, ele representa 54% do tempo de observação requisitado. Em vista da proximidade do início das operações desse semestre, nada mais apropriado do que fornecer à comunidade astronômica um guia contendo dicas para a preparação da Fase II ou para uma observação remota. Baseados na experiência acumulada pelos Astrônomos Residentes nos últimos anos, discorreremos sobre algumas orientações e cuidados básicos no planejamento e execução das observações. Com o presente documento, esperamos responder as dúvidas mais frequentes manifestadas pelos usuários do espectrógrafo.

1. Adote Procedimentos para Lidar com as Franjas de Interferência

Imagens e espectros no Goodman são fortemente afetados por franjas de interferência no vermelho (ver <http://www.lna.br/soar/NSO/Goodman.pdf>). Como metodologia para minimizar esse problema em espectroscopia sugere-se o seguinte procedimento de observação, segundo o relatório de fim de noite de 31/07/2008:

- (a) Apontar para o objeto;
- (b) Obter lâmpadas de calibração e quartzo nesta posição;
- (c) Com a fenda de interesse no caminho óptico e o espectrógrafo ainda no modo de imageamento obter a imagem da fenda para determinar as posições xy de seu centro;
- (d) Desloque o telescópio por meio do recurso de “Offset” da interface gráfica de modo a centralizar o objeto na fenda;
- (e) Obtenha uma imagem para verificar se o objeto está na fenda;
- (f) Introduza a rede no caminho óptico escolhendo um dos modos espectroscópicos de observação;
- (g) Executar a observação do objeto alvo;
- (h) Obter uma nova série de lâmpadas de calibração e de quartzo.



Mapa de intensidade de uma imagem de flatfield normalizado (acima) e o gráfico de intensidades ao longo de uma linha horizontal que passa pelo centro de tal mapa (abaixo).

2. Use Filtros para Evitar a Contaminação de Segunda Ordem

Recomenda-se o uso de filtros para remover a contaminação de segunda ordem em alguns modos de observação. Para rede de 300 l/mm a melhor opção é o filtro GG-385, no entanto, mesmo com o filtro é possível notar resquícios de contaminação. Por outro lado o filtro GG-455 elimina a contaminação, mas também remove a parte azul do espectro. Para rede de 600 l/mm Blue não é necessário nenhum filtro, no entanto, para rede de 600 l/mm Mid sugere-se o uso da rede GG-455 e para rede de 600 l/mm Red usa-se a rede GG-495. Para as redes de 1200 l/mm deve-se usar os filtros de ordem para os modos M5, M6 e M7. No caso do modo M5 usa-se o filtro GG-455, e tanto para o modo M6 quanto o M7 pode-se usar o filtro OG-570 (relatório de fim de noite de 10/01/2009).

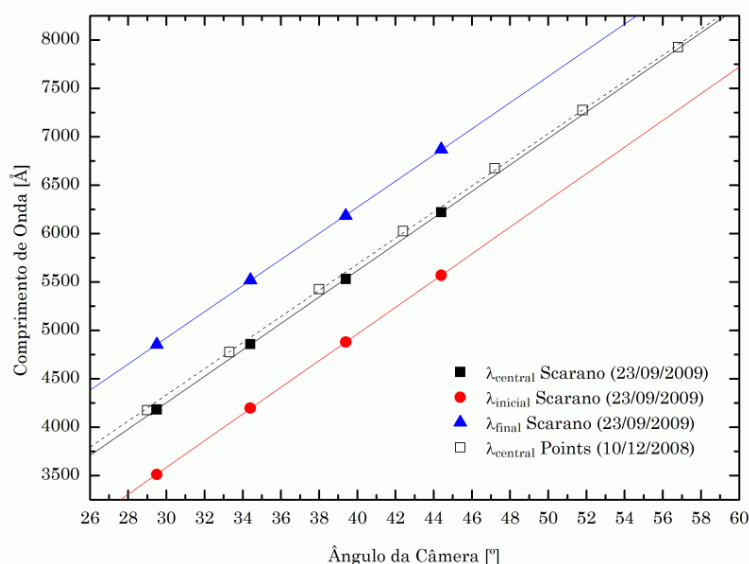
3. Dê Preferência aos Modos de Observação Padrão

Procure se restringir às configurações de rede e de câmera padrões, visto que essas atendem às demandas mais comuns de observação. Qualquer solicitação de um comprimento de onda central e cobertura espectral personalizados, devem ser devidamente justificados e aprovados pela comissão avaliadora. Veja a tabela para as configurações padrões.

Rede	Dispersão	Modo	Cobertura em Comprimento de Onda	Resolução Máxima (3 pixel com a fenda de 0.45")
300 l/mm	1.3Å/pixel	-	360-915 nm	1390
600 l/mm	0.65Å/pixel	Blue	355-630 nm	2800
		Mid	450-725 nm	
		Red	640-915 nm	
1200 l/mm	0.31Å/pixel	M1	350-485 nm	5960
		M2	420-550 nm	

	M3	490-620 nm
	M4	560-690 nm
	M5*	595-725 nm
	M6*	660-790 nm
	M7*	730-855 nm

*Extrapolação a partir de medidas feitas com lâmpadas de HgAr e CuAr no gráfico a seguir e usando os valores de comprimento de onda central obtidos nos resultados da noite de engenharia de 10/12/2008.



Comprimentos de onda centrais (negro), iniciais (vermelho) e finais (azul) para cada modo de observação com a rede de 1200 l/mm. Os modos correspondem a um dado ângulo da câmera.

4. Indique a Qualidade da Pré-imagem

Para economizar tempo na execução de uma fila de observações, os pedidos exclusivamente de espectroscopia são acompanhados por pré-imagens com o mesmo foco utilizado para espectroscopia e tomadas em *readout* mais curto. Como os focos para o modo imageamento, e para cada combinação de filtros, orientação de rede e de câmera são distintos, então as pré-imagens podem estar ligeiramente desfocadas. Dessa forma, caso o PI deseje que as pré-imagens sejam feitas de outra maneira, então um pedido explícito do uso do Goodman em modo imageamento deve ser realizado. Seguem alguns valores de foco típico, que devem ser refinados a cada observação:

Rede	Modo	Espectroscopia		Imageamento
		Foco sem filtro	Foco com filtro	
300 l/mm	-	-1000	-1500	-150
600 l/mm	Blue	500	-	-150
	Mid	500	-200	-150
	Red	500	-1000	-150
1200 l/mm	M1	-575	?	-150
	M2	-575	?	-150

M3	-575	?	-150
M4	-575	?	-150
M5*	-575	?	-150
M6*	-575	?	-150

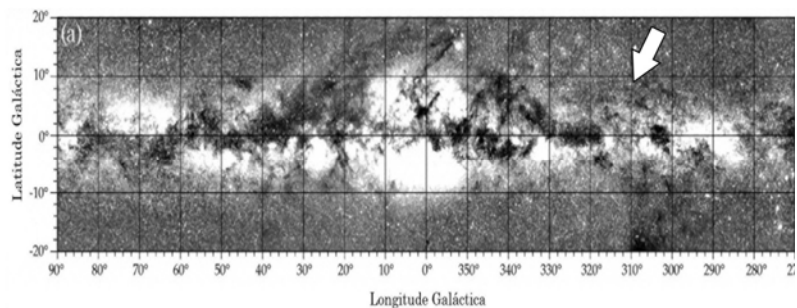
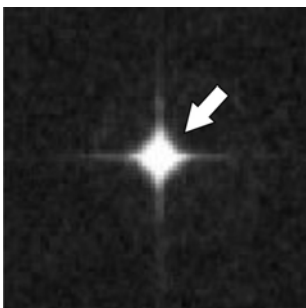
Baseado nos relatórios de fim de noite de 10/12/2008 e 10/01/2009.

5. Facilite a Identificação dos Alvos Científicos

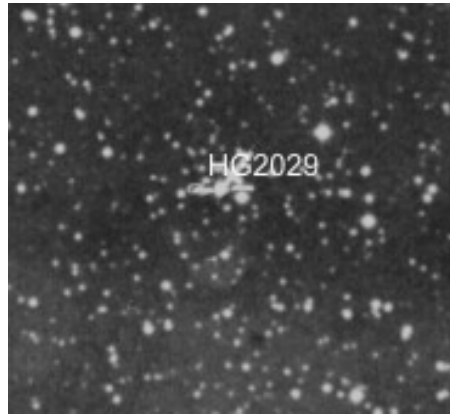
Deve-se explicitar coordenadas precisas e a época da observação. Por padrão qualquer coordenada solicitada sem outra especificação será admitida como para J2000. A contradição entre a carta apresentada e o campo observado é um critério para abortar a observação até que o problema seja solucionado em conjunto com os responsáveis pelo projeto. Uma carta de localização deve ser anexada junto a cada objeto de ciência a ser observado. Especialmente em campos muito densos o alvo deve ser realçado com algum tipo de indicação que o diferencie de objetos próximos. Para a observação de objetos extensos deve-se indicar não apenas um objeto onde a fenda pode ser centralizada, mas também a orientação da fenda. Dicas para fazer uma carta de localização pode ser encontrada em vídeo-tutorial associado à pagina <http://www.lna.br/soar/NSO/info.html#Goodman> ou você pode usar um serviço como o <http://irsa.ipac.caltech.edu/applications/FinderChart/>.

Contra-exemplos de cartas de localização:

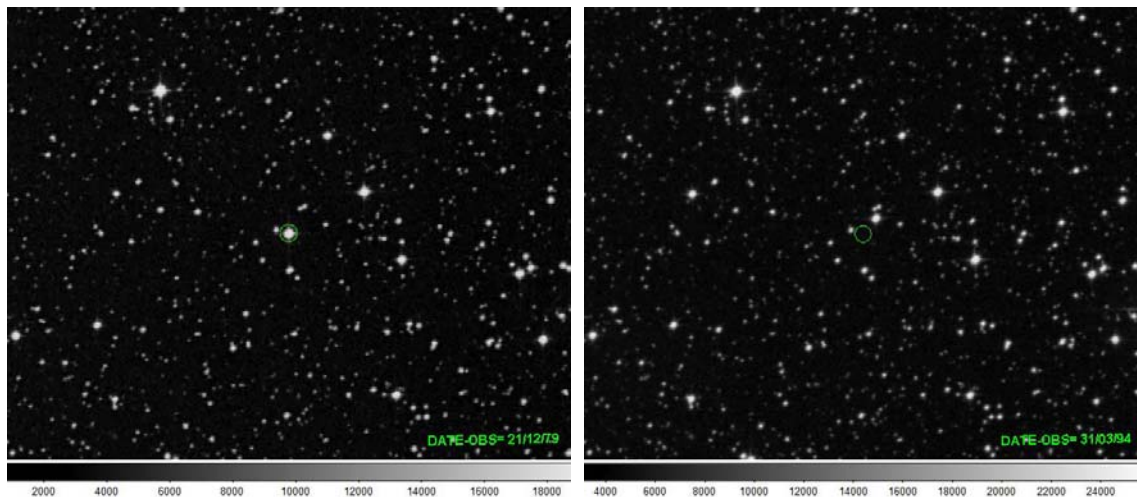
- (a) Carta de localização = \emptyset
- (b) Referências mencionadas no interior da proposta, como: “Ver em Amamas et al (2008)” ou “Ver figura 7 de Amamas et al. (2008)”
- (c) Carta de localização com o campo muito menor, ou muito maior do que o campo de imageamento do Goodman (3x5 arcmin):



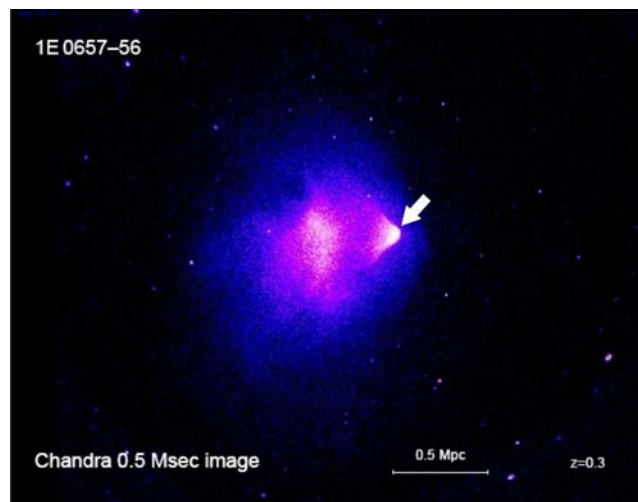
- (d) Cartas de localização com muitos elementos poluindo o ponto de localização ou com resolução baixa, misturando objetos próximos:



(e) Cartas de localização de objetos com grande movimento próprio ou que necessitem de acompanhamento não sidereal.



(f) Mapas do céu ou imagens compostas feitas em bandas de observação muito diferentes dos comprimentos de onda observáveis com o Goodman.



6. Leve em Conta os Efeitos da Aplicação de “Offsets”

Desaconselhamos o procedimento de obter a espectroscopia de objetos específicos por meio de “offsets” da fenda sem pré-imagens intermediárias. É possível fazer pequenos deslocamentos do telescópio em torno de uma dada referência onde a guiagem do telescópio é efetuada (poucos segundos de arco dependendo do campo da estrela de guiagem), mas não se pode confiar que o objeto esteja bem centralizado na fenda após o deslocamento, especialmente ao se usar fendas estreitas. O mesmo vale com relação à aplicação de diferentes ângulos de posição.

7. Faça Estimativas da Razão Sinal/Ruído Apropriadas

Verifique atentamente e forneça a razão sinal/ruído desejada em um dado comprimento de onda, no máximo do contínuo ou nos extremos espectrais. Valores muito discrepantes em relação ao esperado serão tomados como indício para abortar o programa até que seja identificado o problema com o PI. Lembre-se de considerar a resposta espectral em diferentes comprimentos de onda ao avaliar a razão sinal/ruído de interesse para o seu objeto. Em uma rede de 300 l/mm, por exemplo, é difícil obter bons espectros de quartzo ao longo de todos os comprimentos de onda, visto que no vermelho o espectro satura rapidamente.

8. Verifique se as Correções por Overscan são Críticas

A associação das áreas antes e depois da região de sensibilização do CCD no modo espectroscópico à região de *overscan* ainda precisa ser confirmada com os desenvolvedores do instrumento, de modo que correções por *overscan* devem ser interpretadas com cautela e quando possível evitadas.

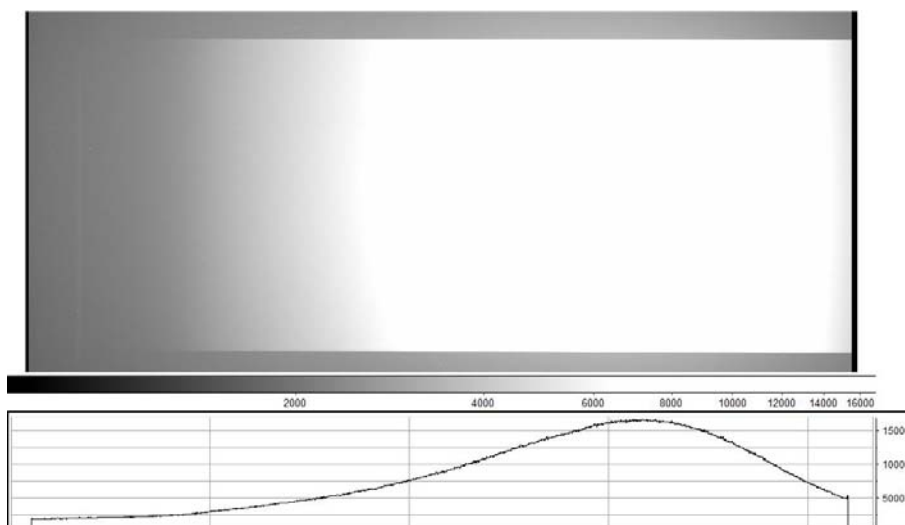


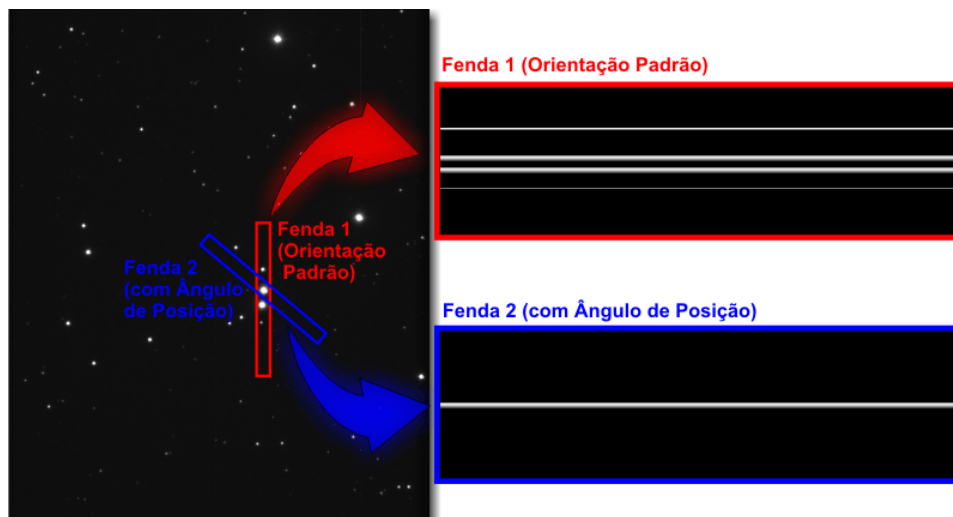
Imagem de flatfield obtida com a rede de 300 l/mm e fenda de 1 arcsec. No gráfico abaixo as regiões de descontinuidade do espectro não devem ser usadas como regiões de overscan.

9. Facilite a Observação das Estrelas Padrão

Indique explicitamente a estrela padrão a ser observada, verificando se suas coordenadas são próximas às do objeto de ciência. Quando possível evite as estrelas padrão mais afastadas. Não se deve indicar apenas o artigo de referência onde se podem encontrar tais estrelas, como por exemplo: “*observar uma estrela padrão de Amamas et al. (2008)*”. Verifique com antecedência a qualidade das informações astrométricas e forneça a carta de localização para o objeto (veja item 5).

10. Utilize Ângulos de Posição Alternativos

A direção de orientação padrão da fenda do Goodman é norte-sul. Por questões mecânicas a direção de rotação da fenda depende da posição relativa do objeto em relação ao meridiano local. Assim sendo, ao solicitar um ângulo de posição este deve ser indicado segundo o padrão para medidas deste tipo de ângulo, ou seja, um ângulo anti-horário medido desde a direção norte para leste. Caso a orientação da fenda não seja explicitada no pedido de tempo, a direção norte-sul será adotada. Esteja atento ao fato de que em campos estelares densos diversos espectros serão gerados dentro de uma mesma fenda. Caso seja conveniente escolha um ângulo de posição melhor para observação.



Uso de um ângulo de posição para evitar muitos espectros numa mesma fenda, ou num raciocínio oposto, para colocar os espectros de diversos objetos numa mesma integração.

11. Tenha Cuidado com a Magnitude Integrada de Objetos Compostos

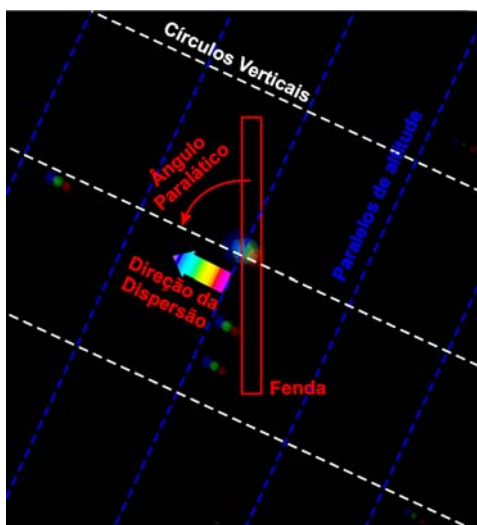
Não confunda o brilho integrado de um conjunto de objetos com o brilho individual dos astros que compõem esse objeto, visto que isso pode fornecer uma estimativa errônea da razão sinal/ruído esperada. Em uma observação com condição de *seeing* boa é possível resolver espacialmente os membros individuais de um objeto

composto, o que exige a escolha de um astro para ser centralizado na fenda para que assim seja executada a espectroscopia. Essa escolha pode fornecer um espectro que não representa o objeto como um todo.

12. Escolha o Seeing, Largura e Orientação de Fenda de Maneira Crítica

Atenção aos propósitos dos pedidos no que diz respeito ao *seeing*, largura da fenda e orientação da fenda.

- (a) Se a calibração em fluxo é crítica, então se deve tomar cuidado para que o tamanho do disco de *seeing* seja compatível com a largura de fenda escolhida, com a resolução espectral desejada e com a cobertura de nuvens. Embora o efeito da obstrução da fenda possa ser modelado a partir de algumas hipóteses geométricas, recomenda-se o uso de fendas largas para a observação das estrelas padrão. Por outro lado, mesmo que o efeito geométrico da obstrução da fenda possa ser estimado, o efeito da refração diferencial é mais complicado de ser modelado;
- (b) Caso a calibração em fluxo e a resolução espectral sejam críticas, então deve-se lembrar que não apenas a fenda deve se ajustar ao tamanho do objeto observado, considerando a degradação pelo *seeing*, mas que o ângulo paralático deve ser aplicado devido à refração diferencial. Como não há acompanhamento do ângulo paralático ao longo de uma observação, um ângulo médio para observação é estimado. Considerando tempos de integração longos, as medidas de fluxo serão mais afetadas no início e no fim da observação do que no meio dela. Visto que a refração diferencial depende da massa de ar, faça uma estimativa dos fluxos considerando as piores condições observacionais permitidas pelo seu programa.



Representação em cores do efeito de refração diferencial na observação de uma estrela com uma fenda. Como as pré-imagens são feitas no visível a estrela pode estar centralizada nos comprimentos de onda verde e vermelho, mas como a refração afeta mais os comprimentos de onda no azul, este fluxo pode sair fora da fenda caso ela não se encontre no ângulo paralático.

- (c) Se as observações não necessitam de calibração em fluxo (eg. velocidades radiais, razões de linhas próximas, etc) evite as complicações mencionadas nos tópicos anteriores e utilize a fenda com uma orientação padrão.

Atente ao fato de que a escolha dos objetos que serão observados em uma fila de observações leva em consideração o *seeing* monitor do SOAR, de forma que o *seeing* medido por meio da direção espacial do espectro, da imagem da estrela na fenda e principalmente da pré-imagem do campo pode diferir um pouco daquele usado para decidir qual projeto de uma fila de observações será efetivamente observado.

13. Escolha as Lâmpadas de Calibração Apropriadas ao seu Projeto

A diversidade de lâmpadas de calibração disponível busca atender a uma gama grande de necessidades observacionais. Os modos padrão de observação foram pensados de forma que pelo menos uma das lâmpadas de calibração possua linhas espectrais em número e intensidade suficiente para calibrações em comprimento de onda. Se você, por exemplo, precisa de um número grande de linhas espectrais para utilizá-las em calibrações de velocidade desde espectros obtidos no azul recomenda-se o uso da lâmpada de CuAr, que demanda um tempo relativamente grande de integração (~120 s). Caso o tempo perdido com lâmpadas de calibração seja crítico em seu programa e a calibração em comprimento de onda admita incertezas maiores, sugere-se a utilização da lâmpada de HgAr (tempo de exposição de ~20 s). Em outros casos pode-se fazer a observação das duas lâmpadas separadamente, somar digitalmente as imagens e fazer o reconhecimento das linhas espectrais em conjunto. Embora seja possível usar duas lâmpadas de calibração ligadas ao mesmo tempo, isso não é conveniente, pois as linhas espectrais de cada uma delas saturam em tempos diferentes.

É possível notar um contínuo de fundo nas lâmpadas de calibração tomadas imediatamente após serem ligadas. Esse efeito é reduzido depois de cerca de 30 s, quando a lâmpada uniformiza sua temperatura. Por padrão, como esse efeito não afeta a calibração em comprimento de onda, então os arquivos com contínuo “elevado” poderão ser disponibilizados sem outro arquivo em que tal contínuo não esteja presente. Caso você necessite de arquivos sem esse fundo, isso deve ser solicitado no seu projeto e o ônus do tempo extra para uniformização da temperatura da lâmpada recai sobre o próprio projeto.

14. Cuidado ao Alternar o Uso de Fendas Estreitas e Fendas Largas

Atenção ao alternar o uso de fendas largas e fendas estreitas no mesmo programa. Devido ao fato de o centro geométrico das diferentes fendas não

coincidirem entre si tem-se por conseqüência que o espectro obtido com uma fenda está ligeiramente deslocado do outro, dentro do limite de 50 Å.

15. *Considere Alguns Limites para Acompanhamentos Não-Siderais*

Observações com acompanhamento não sideral são possíveis, mas segundo os relatórios de fim de noite até o momento foram testadas com sucesso apenas integrações da ordem de 15 minutos e 3 seqüências de integrações com esse tempo.

16. *Atenções Especiais em Observações em Modo Clássico/Remoto*

No caso de observações remotas a obtenção de arquivos de calibração também é de responsabilidade do observador, de forma que o responsável pela execução da observação deve entrar em contato com os Astrônomos Residentes e os Operadores do Telescópio a partir das 16h Brasil em tempo hábil para que seja possível fazer os preparativos da observação até o crepúsculo da tarde.

Enfatizamos que com esse conjunto de dicas não temos a pretensão de ter coberto todos os tópicos necessários para a elaboração de projetos imunes a falhas de planejamento técnico. Com o objetivo de minimizarmos essas falhas apelamos a cada usuário que experimentou problemas com questões não abordadas nesse documento e mesmo àqueles que encontraram soluções próprias para qualquer questão envolvendo o espectrógrafo Goodman: colabore com dicas para que possamos acumular material e compartilhar, com os devidos créditos, as experiências de todos os usuários do Goodman em uma versão on-line dessas dicas, que serão constantemente atualizadas em <http://www.lna.br/soar/NSO/info.html#Goodman>. Dessa forma poderemos evitar que os erros do passado voltem a comprometer a excelente qualidade dos projetos que são submetidos ao telescópio SOAR.