


LABORATÓRIO NACIONAL DE ASTROFÍSICA
OBSERVATÓRIO DO PICO DOS DIAS
ENVIAR PREFERENCIALMENTE PARA: cp@lna.br

SE ENVIADO PELO CORREIO, REMETER 6 CÓPIAS

PARA A SECRETARIA DO LNA

CAIXA POSTAL 21 37500-000 ITAJUBÁ MG

PEDIDO DE TEMPO DE TELESCÓPIO

 1. Título do projeto:
 SURVEY DE POLARIZAÇÃO INTERESTELAR

 2. Telescópio:
 60cm IAG

 3. Semestre (2003-04):
 Março a agosto ()
 setembro a fevereiro (X)

2. Resumo da Justificativa do Projeto (máximo 10 linhas, o excedente será desconsiderado):

Iniciamos em Março/00 um levantamento da polarização óptica interestelar de áreas selecionadas do céu austral. Nosso objetivo principal é aprimorar o conhecimento da estrutura do campo magnético do Meio Interestelar difuso, da razão entre as componentes aleatória e uniforme do campo e do comprimento da escala de variação do campo.

Neste período proposto, daremos continuidade ao survey objetivando continuar os seguintes campos:

- Ao longo do plano da Galáxia (na primeira parte da noite de Setembro a Outubro)
- Em altas latitudes galácticas, para o estudo através de nuvens e estruturas recentemente reconhecidas;
- Próximo ao Sol, particularmente com a obtenção de dados de objetos entre 50pc e 300pc.

5. Nome do responsável:

Antonio Mário Magalhães

6. Instituição de Origem:

IAG-USP

7. Endereço eletrônico:

mario@astro.iag.usp.br

8. Co-autores (missões anteriores dos co-autores são levadas em conta na avaliação da produção científica):

 Antonio Pereyra
 Rocio Melgarejo
 Luciana de Matos

9. Instituições de origem:

IAG-USP

 10. Existe tese dependendo deste projeto? () Sim (X) Não
 10a. Nível da tese () mestrado () doutorado
 10b. Nome do Estudante:

11. Os itens abaixo devem ser justificados em 14,15 e 16:

11a. Tempo de Telescópio – (Número de noites solicitadas no período): 12

11b. Duração total do projeto: (3) Anos

11c. Período(s) desejado(s): Setembro – Novembro, Fevereiro (3 noites / mes)

11d. Datas impossíveis: Dezembro 1 a Janeiro 31

11e. Lua necessária: < 7 dias da Lua Cheia

11f. Tempo de retenção dos dados (default=24 meses): Meses

12. Especificação detalhada dos instrumentos e materiais a serem utilizados:

Câmara CCD Direta + Redutor Focal + Gaveta Polarimétrica

13. Justificativa científica. Discuta as bases científicas, os objetivos do seu programa de observação e as implicações dos resultados na área de pesquisa (máximo de uma página de texto e uma página de figuras - o que exceder estes limites será desconsiderado).

RESUMO DO PLANO

A **Estrutura do Campo Magnético do Meio Interestelar (MI)** é importante para se entender seu efeito na dinâmica do MI e várias outras questões de interesse astrofísico. Além da projeção da direção do campo no céu, que vem da direção da polarização, podemos derivar da polarização óptica a razão entre as componentes aleatória e uniforme do campo magnético do MI. Heiles (2000, AJ 119, 923) aglomerou os dados de polarização existentes, a maior parte de Mathewson & Ford (1970, MmRAS 74, 139) e todos de fotometria fotoelétrica. Faz-se mister, para o avanço na área, uma melhoria quantitativa e qualitativa dos dados de polarização existentes, em particular em vista do recente aumento do número de objetos com distâncias determinadas pelo Hipparcos.

Estamos realizando um levantamento da polarização interestelar de áreas selecionadas do céu austral. A Gaveta Polarimétrica, operando no LNA e basicamente limitada pelo ruído de fótons, é altamente competitiva, senão única no Hem. Sul, para este survey. Vale a pena mencionar que os erros com o 60cm/IAG são frequentemente comparáveis ou mesmo menores aos advindos de telescópios maiores.

Nosso objetivo principal é aprimorar o conhecimento da estrutura do campo magnético do MI, da razão entre as componentes aleatória e uniforme do campo e do comprimento da escala de variação do campo. Para tal, usaremos campos nas seguintes situações (com número de campos até agora obtidos):

- Ao longo do **plano galático** (com $\delta < +15^\circ$), com pelo menos uma estrela do catálogo de Heiles no campo, para obter a escala do campo aleatório e $B_{\text{rand}}/B_{\text{uni}}$ no MI geral (37 campos, 2-3 integrações/campo) (**95% concluído**).
- Através de **aglomerados abertos**, dados que permitirão o mapeamento do campo em pequena escala (~pc; Zweibel 1996) (28 aglomerados, 3 integrações/campo, alguns + de 1 campo p/ cobrir tam. angular do aglom.) (**83% concluído, faltam 5 aglomerados**);
- Em **altas latitudes galáticas**, para o estudo através de nuvens e estruturas recentemente reconhecidas em imagens IRAS e 21cm (Reach et al. 1998, ApJ 507, 507) (17 nuvens prioritárias, 5-7 campos/nuvem, 2-3 exp./campo) (**44% concluído**).
- **Próximo ao Sol**, particularmente com a obtenção de dados de objetos entre 50pc e 300pc (Leroy 1999, A&A 346, 955) onde, apesar da extinção baixa, a polarização consegue detectar a presença de poeira (46 estrelas feitas) (este programa é seguido só quando a qualidade do tempo é ruim, já que os objetos são brilhantes);
- Através de **nuvens escuras moleculares próximas ao Sol**, com extinção já determinada (Cambrésy 1999, A&A 345, 965) e através de **glóbulos de Bok**, com propriedades IRAS/rádio (Bourke et al. 1995, MNRAS.276.1052) conhecidas (10 nuvens no óptico (R) e IR (H)) (**20% concluído**).

ESTÁGIO ATUAL DO PROJETO

À época de submissão deste pedido (Abril/03), devido ao clima no 2o. Sem/02-03, relativamente pouco foi adicionado aos dados já obtidos até Ago/02. Apesar disso, obtivemos relativo sucesso em observar principalmente os campos na direção das Nuvens de Alta Latitude (**NAL**), além de praticamente concluir os campos do MI geral (**CMI**) e os de Aglomerados Abertos (**AA**).

Para as 17 nuvens de alta latitude (**NAL**) da amostra, a técnica é observar na direção de 4-5 campos, cada qual com um objeto Hipparcos. Em cada uma destas situações, obtemos mais de uma exposição (tipicamente 3) por campo. Estas exposições adicionais são de até 5-6min (em cada posição da lâmina retardadora). No caso dos AA e CMI, isto visa cobrir adequadamente as magnitudes aparentes do objeto; no caso dos AA angularmente grandes (3 objetos), temos ainda vários (5 a 11) apontamentos para cobrir o cúmulo.

Nossa prioridade no Survey é completar os CMI (faltando 5 apontamentos), AA (faltam 5 aglomerados) e as NAL (faltam 59 apontamentos). Para 10 NAL, obtivemos espectros FEROS de 67 objetos Hipparcos de modo a estimar a distância às nuvens usando as linhas do Na I interestelares. Juntamente com a polarimetria, isto permitirá avaliar a estrutura tridimensional de B na direção destas nuvens com distância estimada.

RESULTADOS PRELIMINARES

Como exemplo da potencialidade da técnica empregada no survey, apresentamos uma análise preliminar dos dados da polarimetria do aglomerado aberto κ Cru. Estes resultados foram apresentados oralmente na SAB/2001.

Na Fig. 1, mostramos um painel de 225 estrelas do aglomerado analisadas, todas com razão $S/N P/\sigma_P \geq 10$. No painel, da esquerda p/ a direita e de cima para baixo: $Q (=P \cos 2\theta)$ vs. $U (=P \sin 2\theta)$; polarização através do aglomerado; histograma dos ângulos de posição θ e histograma dos valores de P. Nos gráficos de $\langle \Delta Q^2 \rangle$ e $\langle \Delta \theta^2 \rangle$ (Figs. 2 e 3, respectivamente) vemos que $\langle \Delta Q^2 \rangle$ e $\langle \Delta \theta^2 \rangle$ se decorrelacionam a partir de um tamanho angular de 7-8 arcmin. Usando a distância de κ Cru, 2.3 kpc, isto corresponde a um comprimento de decorrelação ≤ 4.8 pc para a componente aleatória B_{rand} do campo magnético, ou seja, escala em que B_{rand} varia

RESULTADOS PRELIMINARES (cont.)

significativamente. Ao longo de 2003-04, estaremos concluindo a observação da nossa amostra de (~30) aglomerados abertos, cobrindo um intervalo de distâncias (e, portanto, de escalas angulares) de 500 pc a 2.5 kpc.

Além da apresentação destes resultados (Simpósio "Magnetic Fields", Madison, WI, Novembro de 2000; SAB/01 e no Simpósio Astrophysics of Dust, Colorado, Maio/03), esperamos agilizar a redução de dados do Survey. É esperado que várias teses de Mestrado e Doutorado deverão originar-se dos vários sub-projetos contidos nele.

OBJETIVOS DO PRESENTE PEDIDO

- Na primeira parte da noite, de Setembro a Outubro, visaremos principalmente continuar com os campos próximos ao plano galáctico (Aglomerados Abertos, glóbulos de Bok);
- Na segunda metade da noite, de Setembro a Outubro, e em toda a noite a partir dessa época, visaremos principalmente: (a) campos com nuvens em altas latitudes galáticas e (b) campos com estrelas com distâncias Hipparcos entre 50pc e 300 pc, para o mapeamento da Bolha Local (nas noites de pior qualidade).

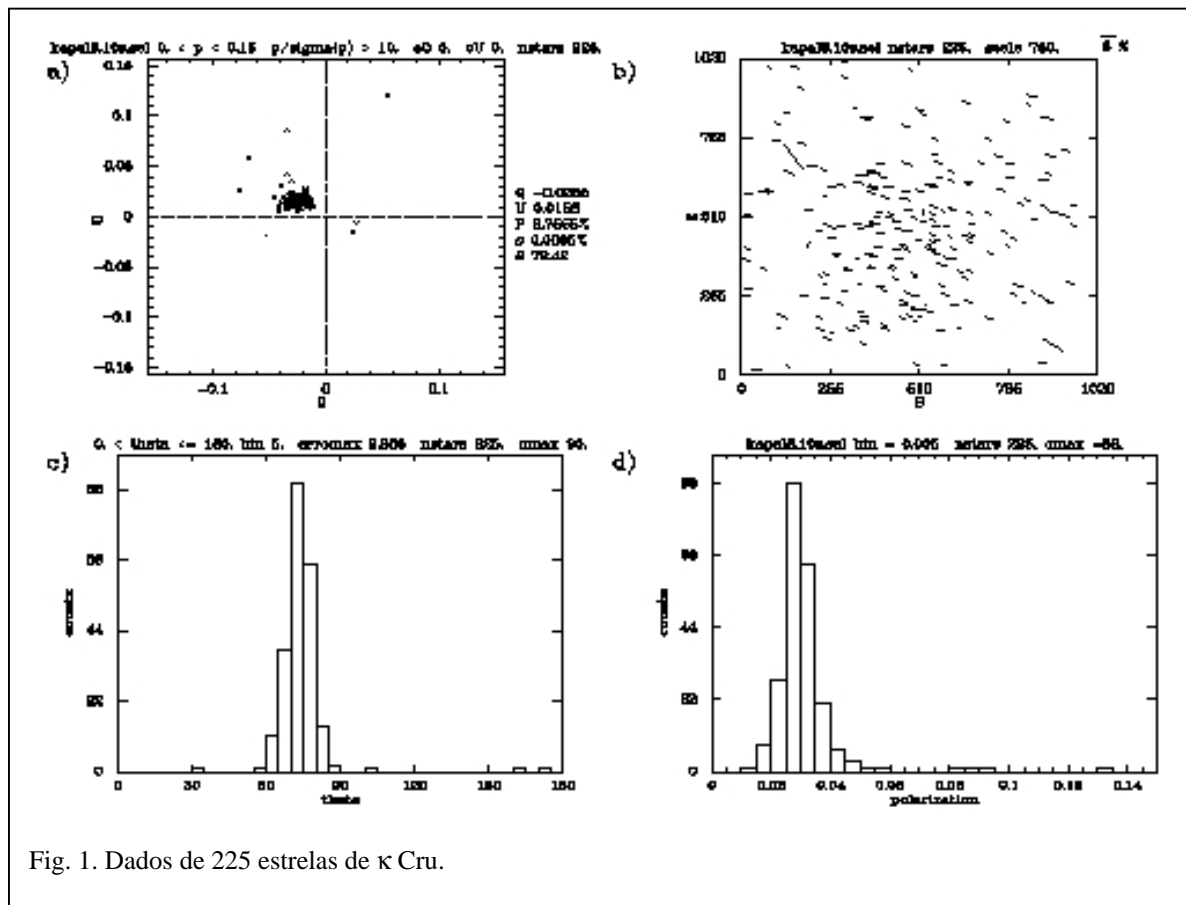


Fig. 1. Dados de 225 estrelas de κ Cru.

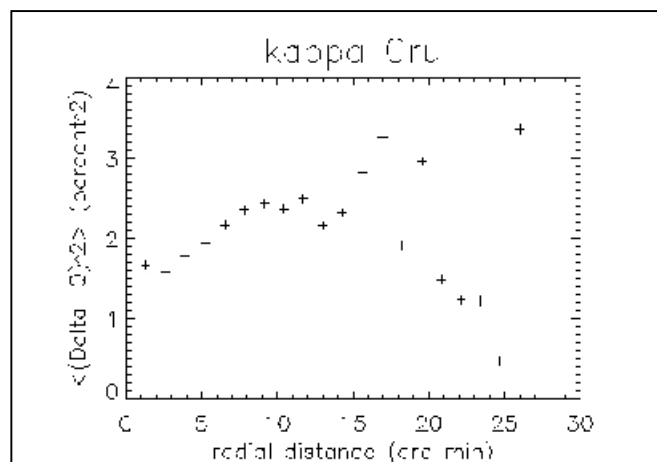


Fig. 2. $\langle \Delta Q^2 \rangle$ para κ Cru.

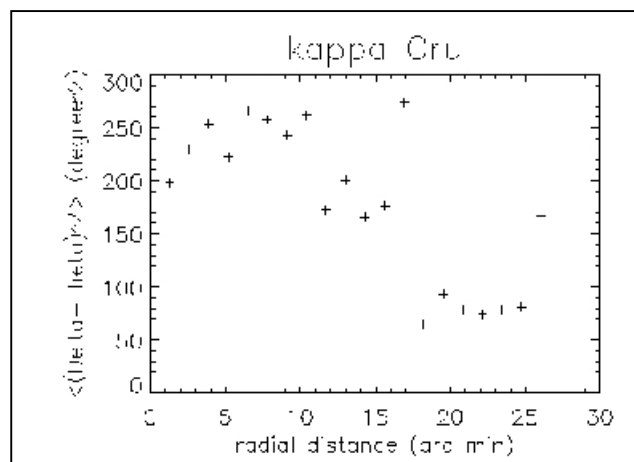


Fig. 3. $\langle \Delta \theta^2 \rangle$ para κ Cru.

14. Detalhes do programa. Descreva sumariamente os procedimentos de observação e redução. Indique as propriedades medidas nos dados e discuta os métodos de análise utilizados na obtenção dos resultados. Se existirem problemas técnicos particulares associados com esta proposta, forneça informações suficientes para que a CP possa avaliar sua factibilidade.

A Polarimetria de Imagem começou a ser usada no LNA com a gaveta atual desde 1996. Os erros observacionais obtidos confirmaram que as estimativas feitas na seção Justificativa do Telescópio são perfeitamente válidas, isto é, os erros das medidas são basicamente limitados pelo ruído de fótons. No caso de objetos pontuais, isso também é válido para noites de qualidade atmosférica abaixo do desejado.

Para este projeto, estaremos utilizando o filtro V. Desejamos utilizar o CCD106, que possui flatfield estável de noite para noite. Um detector SITE de 1024x1024 fornece, com o redutor focal, um campo sem diafragmação de aprox. 15'x15'.

O procedimento para a redução da polarimetria de cada objeto do campo já está desenvolvido o suficiente para que os dados possam ser reduzidos sem maiores problemas.

15. Justificativa da solicitação do tipo de telescópio, número de noites, datas e lua necessária, incluindo os cálculos para chegar-se ao tempo de exposição. Forneça a relação sinal/ruído necessária e outras informações que possam ser úteis para a CP. Quantifique os resultados de sua estimativa de tempo de exposição. Indique se as observações estão sendo dimensionadas em função da cobertura temporal de fenômenos variáveis.

A polarização é obtida construindo-se, de cada frame, quantidades do tipo $(N_e - N_o)/(N_e + N_o)$, sendo N_e e N_o as contagens de um dado objeto no frame em cada uma das suas duas imagens provocadas pela calcita. Em primeira aproximação, $N_e \approx N_o \approx N$ para polarizações não muito altas. Assim, o erro nessa quantidade é $\sqrt{2}/2 * \sigma$, onde σ é o inverso da razão S/N, obtida na contagem N, p/ o objeto. Nesta aproximação, N é a metade da contagem da imagem direta esperada para o objeto.

Para cada campo, tomaremos oito exposições, uma para cada ângulo de posição da lâmina retardadora separados entre si de 22.5°. Os parâmetros de Stokes Q e U são obtidos, cada um, de 4 destas exposições; o erro de Q ou U (e também de P, a polarização) será então $\sqrt{4/4} * \sqrt{2}/2 * \sigma = 1/\sqrt{8} * \sigma$. Para uma dada magnitude, σ pode ser obtido do S/N previsto para o tel. de 60cm com o CCD ou através de um modelo, prevendo uma janela de extração fotométrica da ordem do FWHM da imagem, etc. Fizemos as estimativas usando as características do CCD106. Nossas estimativas estão de acordo com a experiência com a redução de dados de polarimetria e elas foram também totalmente compatíveis para os gráficos de S/N colocados na home page do LNA.

A detecção de uma polarização de ~0.5% requer uma precisão (4-5 σ) de 0.1%. Para um objeto típico de nossa amostra ($V=12^m$), isso é conseguido com 8 integrações (ou seja, 8 posições da lâmina retardadora) de 3min cada, considerando-se as características do CCD106 (para massa de ar 1 e sem Lua). Nossa experiência mostra que um tempo adicional de ~6 min é gasto com a calagem e leitura das 8 imagens, totalizando **30min por campo**. Uma observação adicional curta (tipicamente 8x10s) é feita em campos com um objeto brilhante ($V\sim 10$) conhecido.

Em cada noite, deverão ser ainda observadas duas padrões polarizadas e duas não-polarizadas.

16. Os dados obtidos serão adicionados ao banco de dados do OPD. O observador tem direitos exclusivos sobre os seus dados durante um período de 24 meses. No caso de um tempo maior de exclusividade ser solicitado, justificar neste campo:

Idealmente, como se estima que o survey será completado em 3 anos, o ideal seria ter os dados não-públicos por este período. É altamente possível, no entanto, que resultados preliminares sejam objeto de publicação antes desse prazo, em cujo caso os dados tornar-se-iam públicos antes de 3 anos.

Nosso objetivo, de qualquer forma, é o de colocar à disposição dos astrônomos em geral o banco de dados gerados pelo survey. Além disso, é possível que o projeto gere interesse fora de nosso grupo, de modo que é possível que outros pesquisadores venham a fazer parte do projeto.

17. Lista dos objetos:

OBJETO	A.R. (h,m)	Dec. (g)	Magnitude	Banda	Comentários
					<p>Serão observados campos distribuídos ao longo de 17h a 15h de Setembro a Fevereiro, com declinação $< +15^\circ$.</p> <p>Os campos entre 17h e 20h estarão concentrados ao longo do plano galático. Nas outras Asc. Retas, os campos estarão fora do plano, para objetos mais próximos do Sol ($50\text{pc} < r < 300\text{pc}$) e objetos na direção de nuvens de alta latitude galática.</p>

18. Relatório das missões anteriores que produziram resultado científico não publicado (este item é particularmente importante para projetos de longa duração). Publicações devem ser comunicadas à biblioteca do LNA (library@lna.br) para divulgação via WWW (<http://www.lna.br>), sendo utilizadas na avaliação. Não é necessário incluir as publicações neste relatório.

The Magnetic Field Structure in the Musca Dark Cloud, PEREYRA, A.; MAGALHAES, A.M. *Interstellar Turbulence*, Proceedings of the 2nd Guillermo Haro Conference, held in Puebla, Mexico, Jan 12-16, 1998, Eds: Franco, J. & Carraminana, A., Cambridge University Press.

Polarimetria em M16, Pereyra, A.; Magalhães, A.M., XXIV Reuniao Anual da Sociedade Astronomica Brasileira (SAB), Barra Bonita, SP, 2 a 6 de agosto de 1998.

Estrutura de Glóbulos Cometários, Hickel, G., Villas-Boas, J.W., Rodrigues, C., Magalhães, A. e Pereyra, A., XXIV Reuniao Anual da Sociedade Astronomica Brasileira (SAB), SP, 2 a 6 de agosto de 1998.

Envelopes de Estrelas Supergigantes B[e] nas Nuvens de Magalhães, Melgarejo, R. e Magalhães, A., XXV Reuniao Anual da Sociedade Astronomica Brasileira (SAB), 1999.

Survey de Polarização Interestelar, Magalhães et al., SAB, 2000; Magalhães et al. (oral), SAB 2001; Magalhães et al. *Astrophysics of Dust*, 2003. O estágio atual do projeto foi descrito na Justificativa Científica do pedido.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.