

# POLARIZAÇÃO E CAMPO MAGNÉTICO INTERESTELARES PARA ESTUDOS COSMOLÓGICOS



<sup>1</sup>Cassia de Oliveira Fernandez; <sup>1</sup>Antonio Mario Magalhães, <sup>1</sup>Frederick Poidevin, <sup>1</sup>Elisabete M. G. dal Pino, <sup>2</sup>Jean-Philippe Bernard

<sup>1</sup> IAG/USP; <sup>2</sup> CESR, Toulouse, França

## RESUMO

→ O estudo da polarização da radiação por grãos de poeira do meio interestelar constitui uma técnica tanto para a análise das propriedades dos grãos, como para determinação da direção do campo magnético.  
 → Esta proposta visa obter dados de polarização interestelar em direções adicionais fora do Plano Galáctico, complementando as já obtidas dentro do Survey de Polarização Interestelar (óptico) do LNA. Algumas direções serão observadas também pelo experimento PILOT, um balão estratosférico para o domínio sub-milimétrico.  
 → A comparação possibilitará vincular as propriedades da poeira do Meio Interestelar Difuso (MID) e a estrutura local do campo magnético da nossa Galáxia, além de prover informações fundamentais para a correção da polarização da Radiação Cósmica de Fundo pelo foreground Galáctico.  
 → Aqui são apresentados os resultados obtidos até o momento para a nuvem molecular DIR 313-29.

## INTRODUÇÃO

- A polarização da luz de estrelas pode ser utilizada para verificar a direção do campo magnético no meio interestelar.
- Assume-se que a polarização observada é causada predominantemente pela extinção da radiação em algumas direções quando esta passa por concentrações de grãos de poeira não esféricos alinhados.
- Estes grãos tendem a se alinhar com o campo magnético local, com seu eixo menor paralelo ao campo, sendo o vetor de polarização observado no ótico também paralelo a este.
- Assim, o estudo da polarização constitui uma técnica tanto para a análise das propriedades dos grãos de poeira do meio interestelar – como sua composição e estrutura – bem como para o estudo da estrutura do campo magnético galáctico.

## OBSERVAÇÕES E REDUÇÃO DOS DADOS

As observações dos 8 campos da nuvem DIR 313-19 foram realizadas entre agosto de 2001 e novembro de 2002 no telescópio de 0,60 m do Observatório Pico dos Dias do Laboratório Nacional de Astrofísica (OPD-LNA). Os dados polarimétricos foram obtidos utilizando o polarímetro IAGPOL com lâmina de meia onda na banda V.

Para redução dos dados foi utilizado o software *IRAF*. O método consistiu em:

- subtração dos *bias* e *flat-fields* para correção das imagens
- utilização do pacote *pccdpack* para obtenção dos resultados polarimétricos.
- observação de estrelas padrão-polarizadas para subtração do ângulo de posição instrumental e não polarizadas para determinação do zero da polarização.

## RESULTADOS

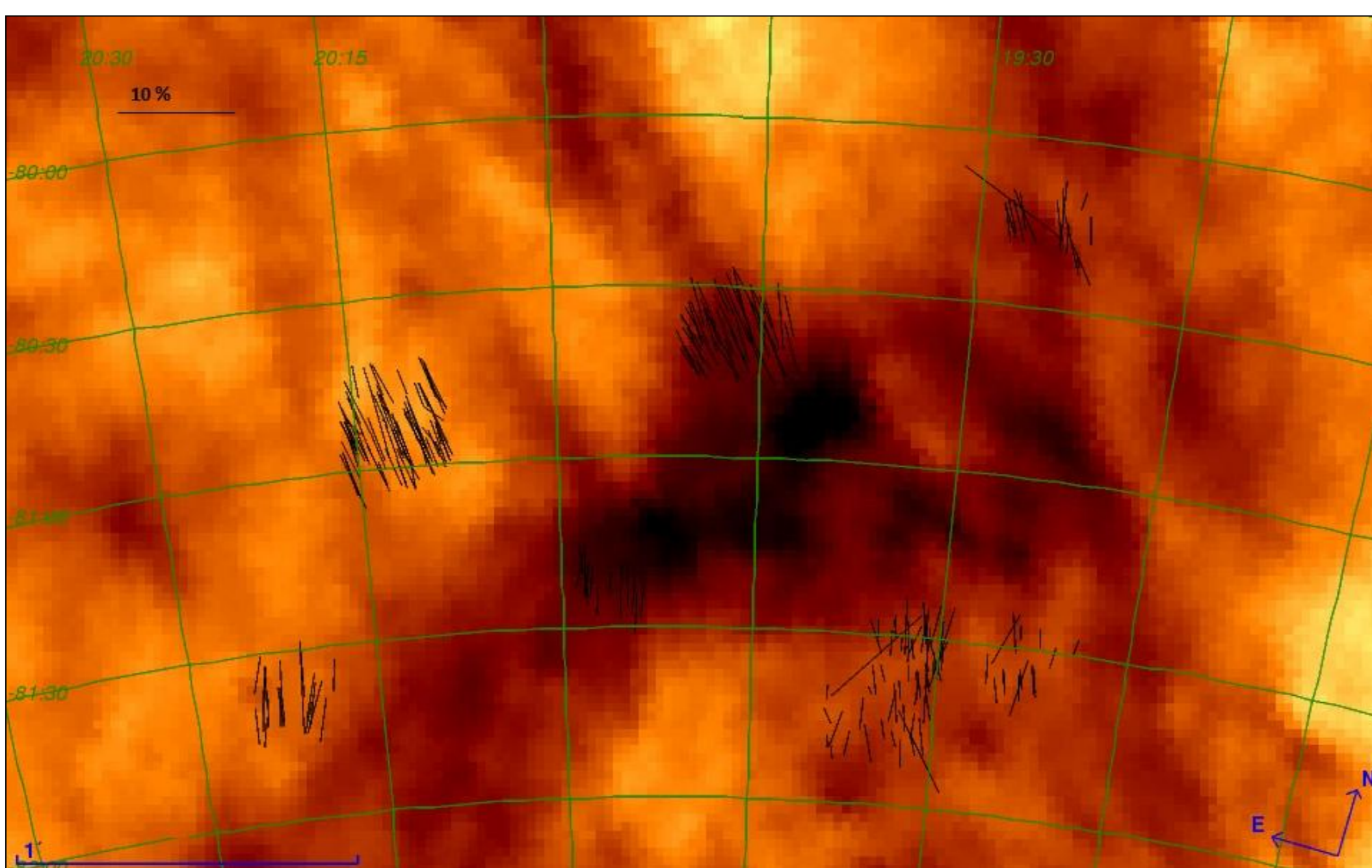


Figura 1. Mapa em 100 μm do IRAS com vetores de polarização dos 8 campos da nuvem DIR 313-29 observados, centrado em  $\alpha = 19:45:28$  e  $\delta = -81:07:22$ . O vetor no canto superior esquerdo corresponde a uma polarização de 10%.

## REFERÊNCIAS:

- Gomez de Castro, A.I., Pudritz, R.E., Bastien, P., 1997, *ApJ*, 476, 717
- Hiltner, W.A., 1956, *ApJS*, 2, 389
- Medhi, B. J., Maheswar, G., Pandey, J. C., Kumar, T. S., Sagar, R., 2008, *MNRAS*, 388, 105
- Magalhães, A.M., Pereyra, A., Melgarejo, R., de Matos, L., Carciofi, A.C., Benedito, F.F.C., Valentim, R., Gabriel, V.S., 2005, *AIP Conference Proceedings* 784, 715.

## ESTRELAS HIPPARCOS

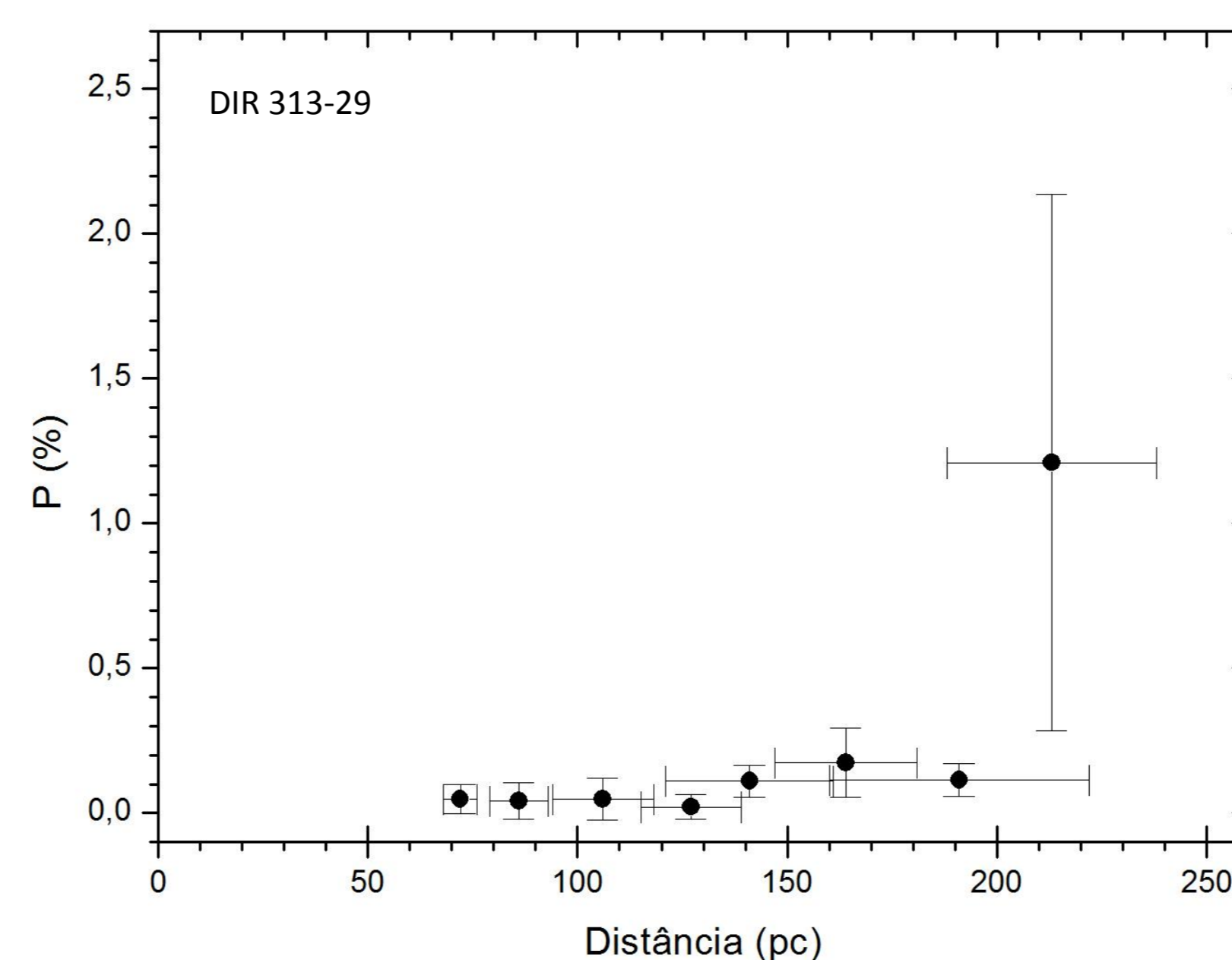


Figura 2. Porcentagem da polarização (P) em função da distância para as 8 estrelas hiparcos observadas na direção da nuvem DIR 313-29. Observa-se que a polarização da estrela mais distante cresce significativamente, indicando que a nuvem deve encontrar-se entre 191 e 213 pc

Para partículas do MID, a razão entre o máximo da polarização e a extinção visual não pode exceder um limite empírico, dado por:

$$P_{\max} < 3 A_V \approx 3 R_V \times E(B-V) \quad (1)$$

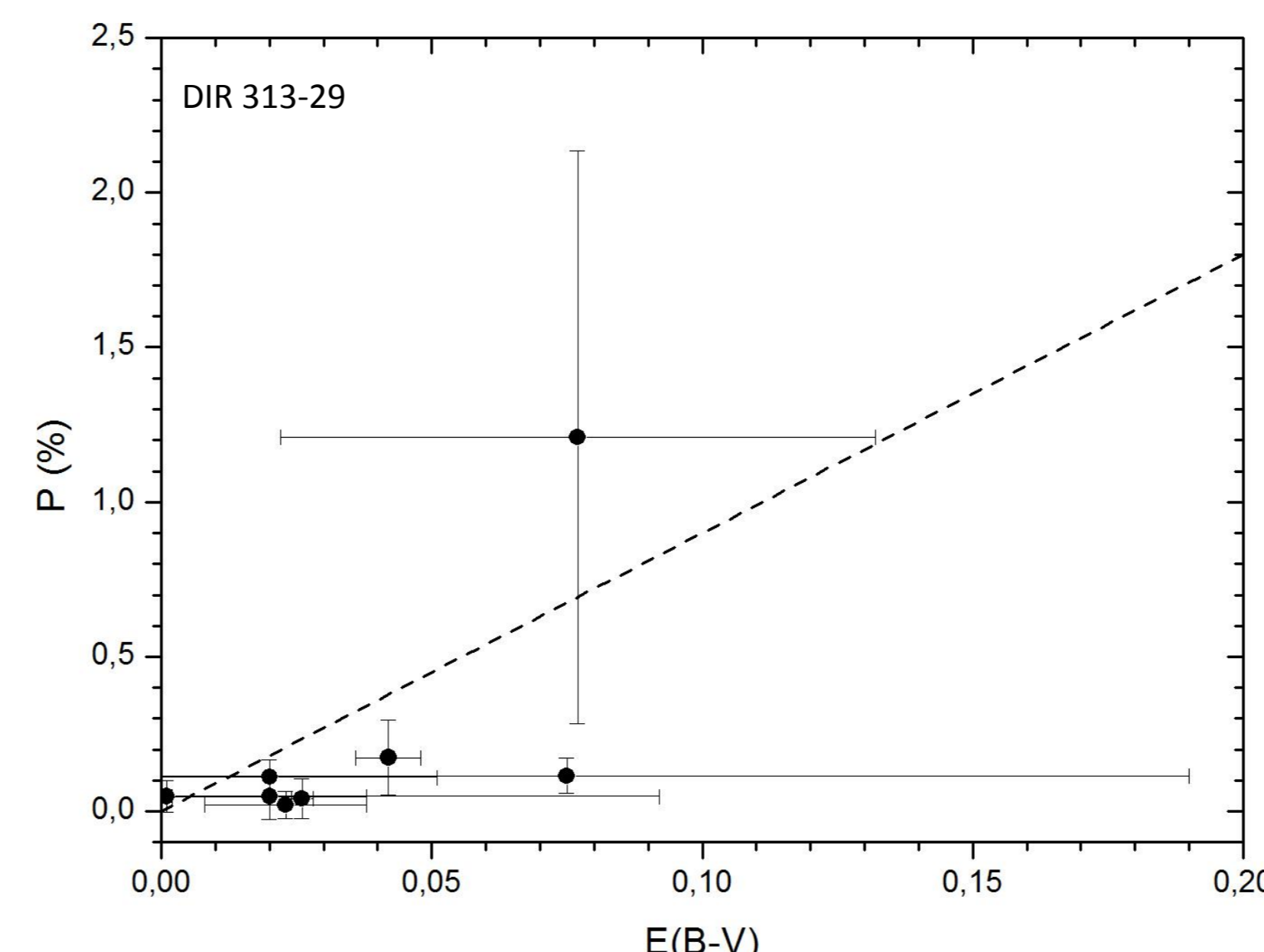


Figura 4. Porcentagem da polarização (P) em função do excesso de cor para estrelas observadas na direção da nuvem DIR 313-29. A linha tracejada indica o limite máximo para a polarização segundo a equação (1), com  $R_V = 3$ .

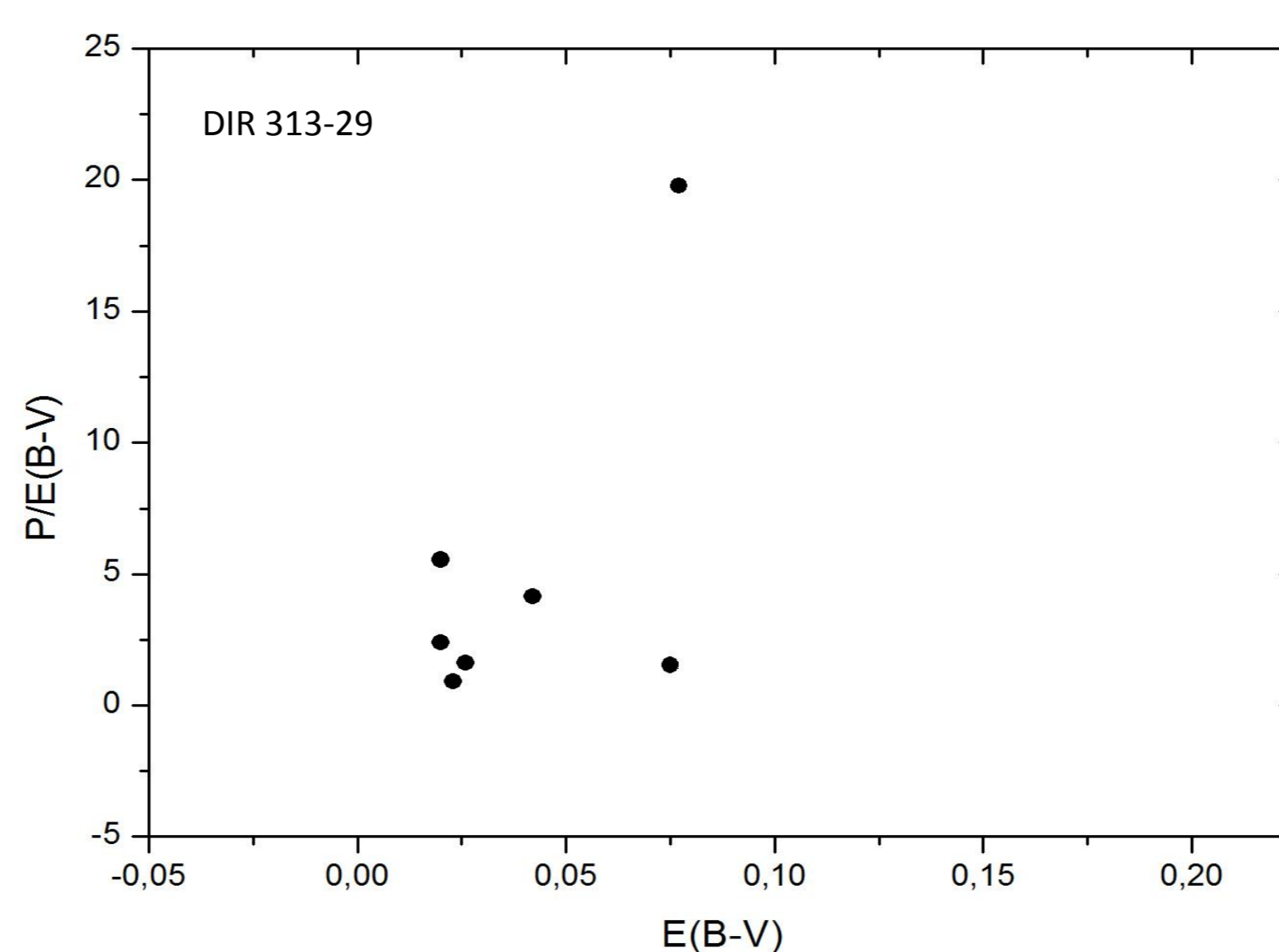


Figura 6. Eficiência da polarização em função do excesso de cor para estrelas observadas na direção da nuvem DIR 313-29. Verifica-se uma tendência de crescimento da eficiência com o aumento de  $E(B-V)$ , o que indica que os grãos de poeira devem estar alinhados na direção das estrelas observadas.

## CAMPOS

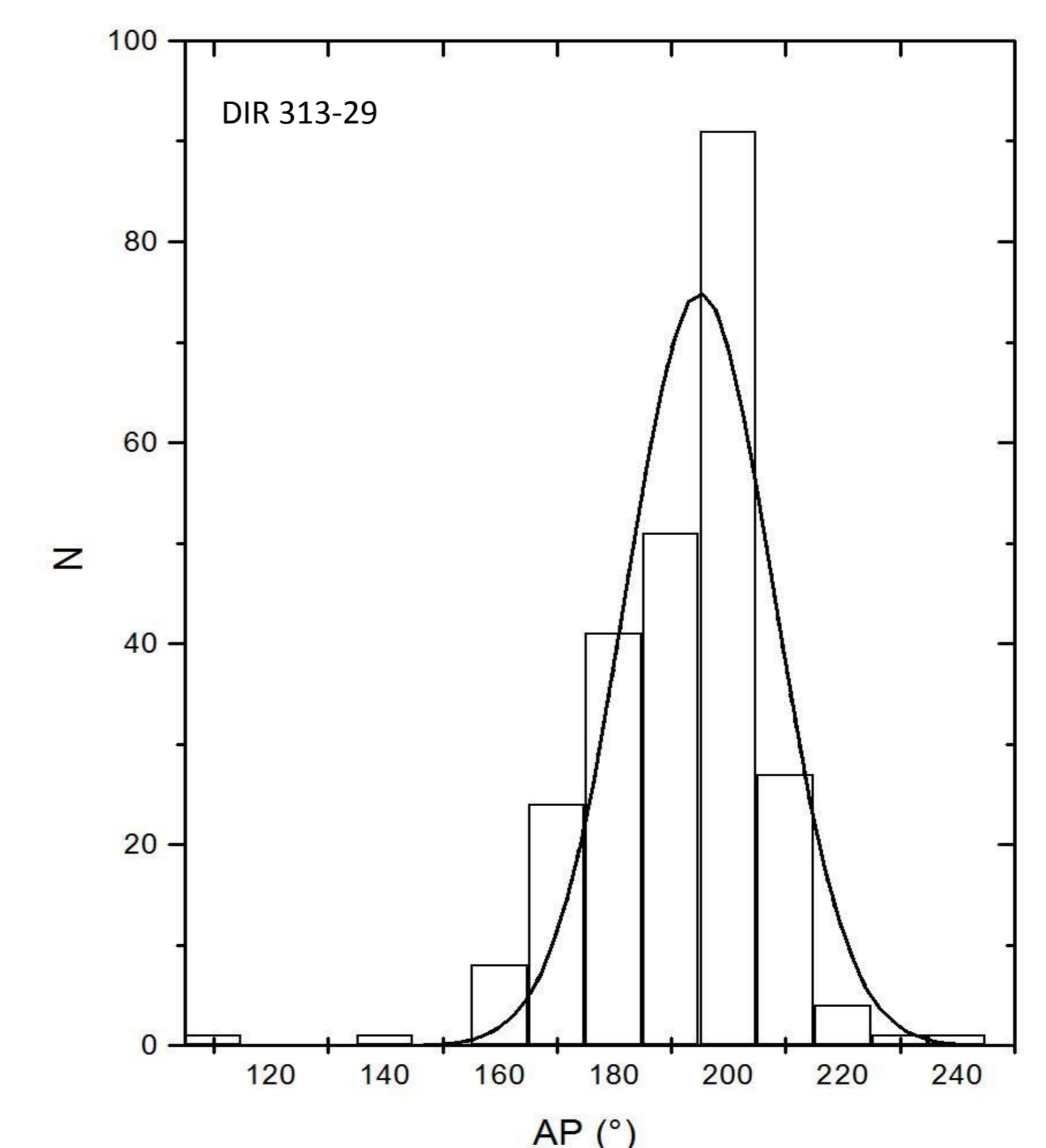


Figura 3. Distribuição dos ângulos de posição (A.P.) para as estrelas dos 8 campos da nuvem DIR 313-29. A média obtida foi de  $194,96 \pm 12,83^\circ$ . A largura de distribuição deste tipo, para cada uma das regiões de DIR 313-29, nos permitirá estimar a componente do campo magnético interestelar projetada no plano do céu.

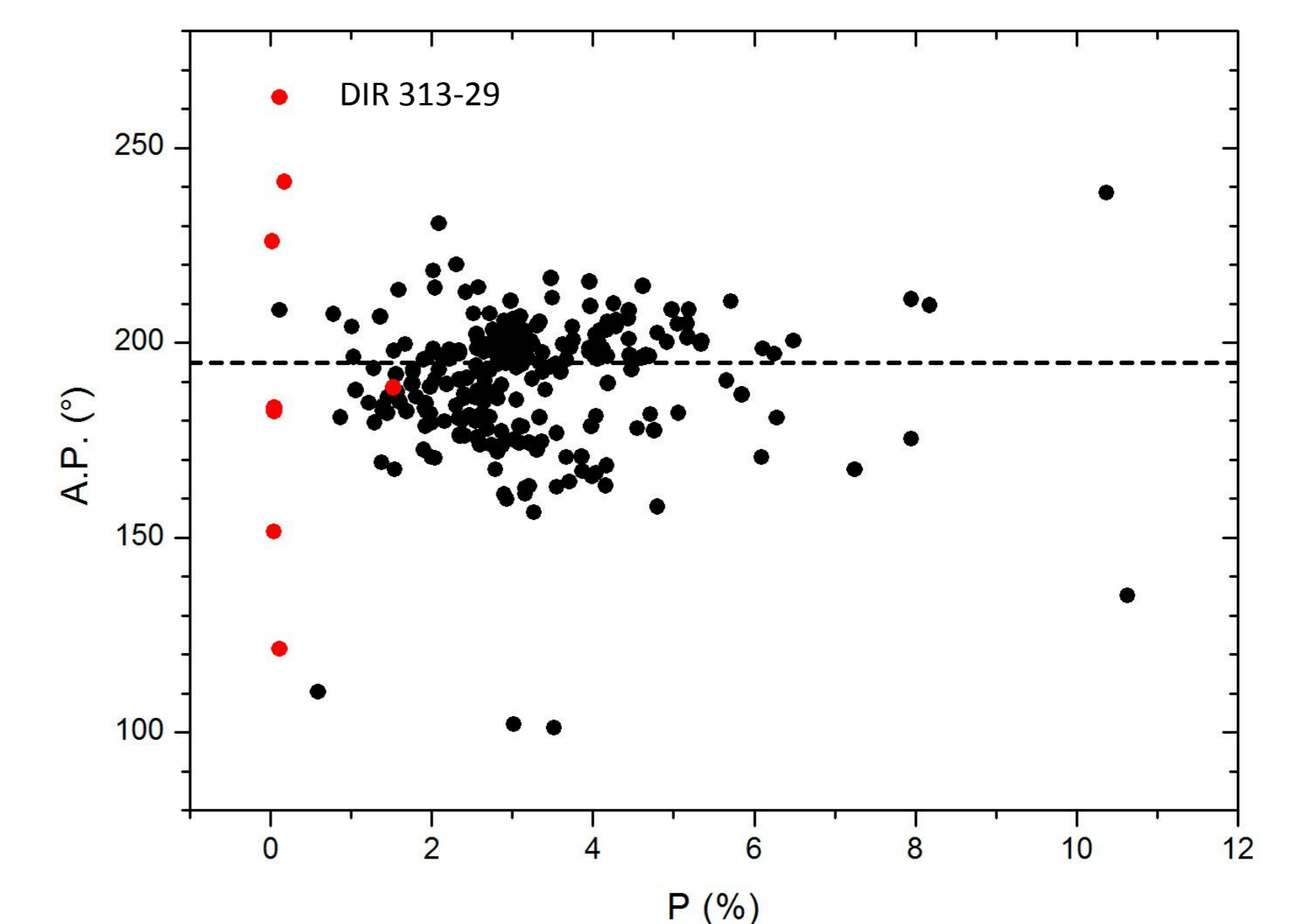


Figura 5. Ângulo de posição (A.P.) em função da porcentagem da polarização para as estrelas hiparcos (vermelho) e demais estrelas dos 8 campos da nuvem DIR 313-29 (preto). A linha tracejada indica a média obtida no histograma, de  $194,96^\circ$ .

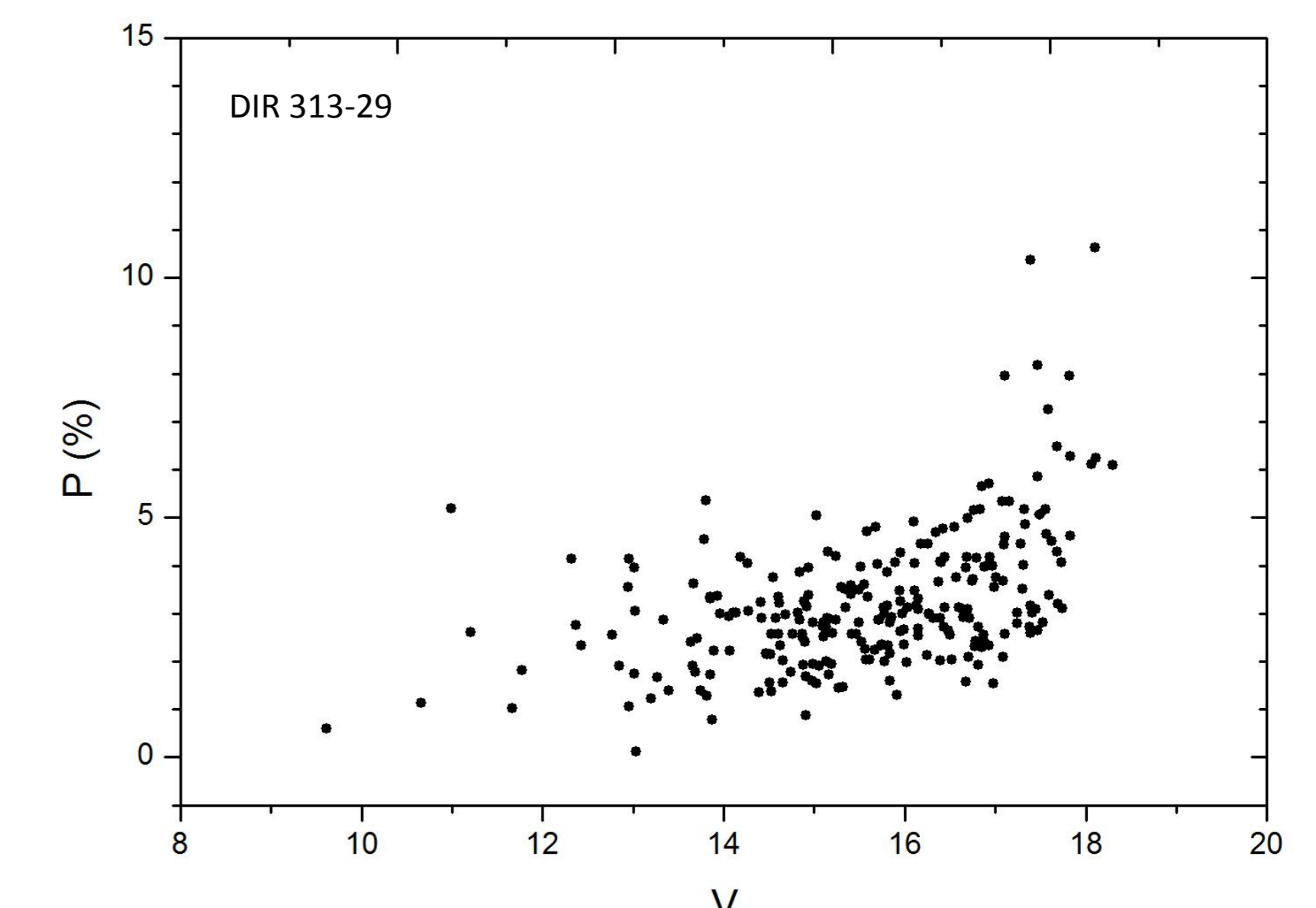


Figura 7. Porcentagem da polarização (P) em função da magnitude visual (V) para as estrelas dos 8 campos da nuvem DIR 313-29. Observa-se uma tendência de crescimento de P com o aumento de V, indicando estrelas mais distantes devem sofrer maior polarização devido ao alinhamento dos grãos de poeira nebulosa.

## CONCLUSÕES

- ✓ A análise da polarização em função da distância das estrelas *hiparcos* indica que a nuvem deve encontrar-se entre 191 e 213 pc.
- ✓ Observa-se um aumento da razão  $P/E(B-V)$  com aumento da extinção visual, o que sugere um alinhamento eficiente dos grãos de poeira da nuvem devido ao campo magnético.
- ✓ O ângulo de posição médio obtido para as estrelas dos 9 campos foi de  $14,96 \pm 12,83^\circ$ , sendo esta portanto a orientação média do campo magnético na região estudada na direção da nuvem DIR 313-29. Verifica-se uma concentração de estrelas em torno da média, indicando que a maioria destas deve encontrar-se atrás da nuvem.
- ✓ Observa-se uma tendência de crescimento da polarização com a diminuição da magnitude, o que sugere que estrelas mais distantes sofrem maior polarização devido ao alinhamento dos grãos de poeira da nuvem.