

Determinação da extinção atmosférica e brilho do céu no OPD

Thiago Costa Caetano, Wilton S. Dias, Rodrigo Prates e Gabriel Hickel
UNIFEI – LNA

Nesse trabalho apresentamos uma análise das características fotométricas do sítio do OPD. São apresentados estudos dos coeficientes de extinção atmosférica em UBVR_I, do brilho do céu e análise estatística das medidas fotométricas. O estudo é baseado em fotometria PSF com observações CCD realizadas com o telescópio de 60 cm Boller & Chivens (IAG-USP). Valores dos coeficientes de extinção foram obtidos a partir da análise de centenas de imagens obtidas em 10 noites entre 2008 e 2009. A análise foi realizada utilizando a lei de Bouguer modificada (Moitinho 2001). Em média a extinção atmosférica é maior no verão que no inverno. O brilho do céu foi estimado usando as mesmas imagens e são apresentados em mag arcsec⁻² (para céu sem lua) para os filtros UBVR_I. A análise estatística de um grande número de imagens de um mesmo campo, obtidas ao longo de uma noite, nos permitiu estudar a dispersão das medidas. Como resultado típico tem-se precisões de 0,03 mag na banda U, até magnitude 16, chegando à magnitude 17 para os demais filtros.

Introdução

Atualmente, não existe uma sistemática de avaliação da qualidade atmosférica sobre o OPD. Estes parâmetros são de suma importância para a avaliação dos dados astronômicos e até mesmo para tomadas de decisões por parte dos observadores na execução de seus projetos. Qualquer avaliação de *seeing* e dos coeficientes de extinção requer tempo de telescópio e esforço dos observadores, que poderiam ser aproveitados em alvos científicos.

Dados utilizados

As observações foram realizadas com o telescópio Boller & Chivens telescópio IAG-USP do OPD) que possui um espelho primário de 0.6 metros e razão focal igual a 13,5 no foco Cassegrain. O detector SiTe Si003AB (CCD 106) foi montado no foco cassegrain do instrumento em conjunto com a roda de filtros UBVR_I do sistema Johnson-Cousins (Bessel 1983). O CCD 106 é um detector fino, back-illuminated, contendo 1050 × 1050 pixels medindo 24 μm × 24 μm. A escala de placa é de aproximadamente 0.600 segundos de arco por pixel e o campo de visão efetivo resultante possui aproximadamente 10 × 10 minutos de arco. Foram observados campos de aglomerados abertos em diferentes massas de ar e as imagens foram reduzidas usando nosso software automático de fotometria PSF.

Extinção atmosférica

Valores “esperados”

Com o objetivo de verificar valores típicos esperados devido aos fatores comentados acima, calculamos a contribuição aos coeficientes de extinção atmosférica devido ao espalhamento por aerossóis (*k_a*), espalhamento Rayleigh pelas moléculas do ar (*k_r*) e pela absorção principalmente pelo ozônio (*k_o*). Os valores são fornecidos na Tabela 1 a seguir. Para não nos estendermos além do escopo desse trabalho indicamos ao leitor os trabalhos de Hayes e Lathan (1975) e Stalin et al. (2008) para maiores detalhes.

$$A_{Ray}(\lambda, h) = 9.4977 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{\lambda} \right)^4 C^2 \times \exp \left(\frac{-h}{7.996} \right)$$

$$C = 0.23465 + \frac{1.076 \times 10^2}{146 - (1/\lambda)^2} + \frac{0.93161}{41 - (1/\lambda)^2}$$

$$A_{oz} = 0.2775 C_{oz}(\lambda)$$

$$C_{oz}(\lambda) = 3025 \exp(-131(\lambda - 0.26)) + 0.1375 \exp(-188(\lambda - 0.59)^2)$$

$$A_{aer}(\lambda, h) = A_o \lambda^{-\alpha} \exp(-h/H)$$

A_{oz} = Absorção molecular principalmente devida ao ozônio

A_{aer} = Espalhamento pelos aerossóis

A₀ = Espessura óptica total dos aerossóis da atmosfera para λ= 1 μm, que depende da quantidade de partículas e da sua eficiência no espalhamento e absorção.

A₀ depende do tamanho dos grãos de aerossol. Consideramos H = 1.5 km, α = 0.8 (Hayes & Latham (1975)) e A₀ = 0.087 (Mohan et al. 1999; Bessel 1990)

Tabela 1. Valores calculados para os coeficientes de extinção (em mag/mass de ar) para o sítio do OPD.

Filtro	λ _{0A}	k _r	k _a	k _o	k _{total}
U	3560	0,4579	0,0564	0,0009	0,5152
B	4540	0,1852	0,0474	0,0012	0,2337
V	5460	0,0870	0,0409	0,0264	0,1543
R	6340	0,0474	0,0363	0,0264	0,1100
I	8520	0,0143	0,0286	0,0000	0,0430

Valores medidos

Apresentamos os coeficientes de absorção atmosférica medidos através das bandas UBVR_I em 18 noites distribuídas a partir de junho de 2008, utilizando a lei de Bouguer modificada. Em média tem-se K_U = 0.500, K_B = 0.284, K_V = 0.156, K_R = 0.062 e K_I = 0.033.

Tabela 2. Valores medidos para os coeficientes de extinção (em mag/mass de ar) para o sítio do OPD.

U	B	V	R	I	data
0.489(3)	0.359(2)	0.197(2)	0.150(2)	0.074(2)	10/fev/02
0.440(1)	0.230(0)	0.113(1)	0.069(1)	0.027(1)	09/out/23
0.471(1)	0.234(1)	0.136(1)	0.118(2)	0.012(4)	09/ago/30
0.460(3)	0.218(1)	0.119(1)	0.084(1)	0.001(1)	09/ago/29
0.460(2)	0.246(1)	0.132(1)	0.111(1)	0.061(1)	09/ago/28
0.484(1)	0.304(1)	0.188(1)	0.114(1)	0.051(1)	09/ago/08
0.499(3)	0.225(2)	0.113(2)	0.117(2)	0.015(4)	09/ago/07
0.494(1)	0.215(0)	0.139(0)	0.098(0)	0.091(0)	09/jun/28
0.683(1)	0.286(1)	0.181(1)	0.119(1)	0.099(1)	09/mai/11
0.563(2)	0.312(1)	0.130(2)	0.123(1)	0.103(2)	09/mai/10
0.546(5)	0.248(2)	0.125(4)	0.080(2)	0.010(1)	09/abr/19
0.550(4)	0.195(3)	0.147(3)	0.104(3)	0.083(6)	09/abr/18
0.344(4)	0.234(2)	0.119(1)	0.032(2)	0.032(2)	09/abr/17
0.506(5)	0.202(4)	0.131(2)	0.030(4)		09/abr/08
0.586(1)	0.342(1)	0.218(1)	0.165(1)	0.123(1)	08/ago/15
0.482(3)	0.273(4)	0.163(2)	0.093(6)	0.090(6)	08/jul/29
0.503(2)	0.255(3)	0.133(1)	0.091(1)	0.028(2)	08/jun/16
0.449(2)	0.251(0)	0.141(3)	0.053(0)	0.041(0)	08/jun/13

Determinação do brilho do céu

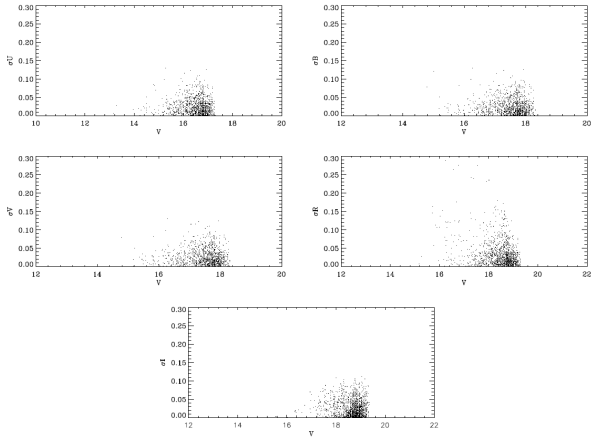
A determinação do brilho de céu foi feita a partir das imagens de *background* fornecidas pelo *StarFinder* (Diolaiti et al., 2000). Nessas imagens todo o sinal é removido restando apenas as contagens do fundo de céu.

Foram determinados os valores para o brilho de céu em UBVR_I para 5 noites, sendo que, para 3 delas, foram feitas duas determinações correspondendo aos períodos antes do nascer da Lua e após o nascer da Lua. Para as noites de 10 de maio e 08 de agosto de 2009 apenas a determinação com Lua foi possível (Lua Cheia).

	sem lua									
	U	σU	B	σB	V	σV	R	σR	I	σI
17/abr	18,005	0,003	19,806	0,002	20,104	0,002	20,396	0,188	20,188	0,007
18/abr	18,122	0,003	19,816	0,003	20,145	0,002	20,291	0,004	20,084	0,004
19/abr	18,007	0,006	19,795	0,002	20,129	0,005	20,264	0,004	20,087	0,005
	com lua									
	U	σU	B	σB	V	σV	R	σR	I	σI
17/abr	18,012	0,003	19,809	0,007	20,108	0,008	20,397	0,082	20,189	0,079
18/abr	18,094	0,003	19,808	0,004	20,140	0,003	20,289	0,019	20,082	0,021
19/abr	18,121	0,005	19,850	0,003	20,159	0,005	20,283	0,013	20,090	0,526
10/mai	18,670	0,003	20,290	0,001	20,460	0,002	20,589	0,002	20,312	0,042
08/ago	18,343	0,002	20,146	0,002	20,337	0,002	20,559	0,002	20,297	0,004

Erros Estatísticos

Os erros fotométricos estatísticos foram determinados a partir de um grande número de observações de um mesmo campo ao longo da noite. Dessa forma foi possível obter, para cada estrela do campo, a média e o desvio padrão de sua magnitude. Os diagramas abaixo mostram a dispersão das medidas para o caso do aglomerado ESO 275-01, observado 9 vezes na noite de 10 de maio de 2009.



Referências

Diolaiti et al., *European Southern Observatory Astrophysics Symposia*, vol. 56, 2000