MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

MINIOBSERVATÓRIO ASTRONÔMICO

Divisão de Astrofísica

Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas

São José dos Campos - SP

inaugurado em 31/10/2003

http://www.das.inpe.br/miniobservatorio

INTRODUÇÃO

- **Projeto Educação em Ciências com Observatórios Virtuais**
  - Motivação Inicial
  - Multinstitucional (Coord. IAG/USP) e financiado pela Fundação Vitae
  - http://www.observatoriovirtual.pro.br
  - Atividades de observação astronômica para professores do Ensino Formal
- **Projeto ENSINAST**
  - Multinstitucional (Coord. IF/UFRGS) e financiado pelo CNPq
  - Sessões de observação do céu para professores do Ensino Formal
- **Miniobservatório Astronômico (DAS/INPE)**
  - São José dos Campos, SP (23° 13´ Sul, 45° 52´ Oeste, 620 m)
  - Telescópio óptico de 28 cm de abertura
  - Câmera CCD astronômica com filtros
  - Espectrógrafo de redes de difração

OBSERVATÓRIOS VIRTUAIS

Ensinando Ciências através da Astronomia: Recursos Didáticos e Capacitação de Professores

FINALIDADES

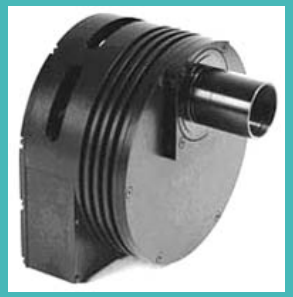
- **Projeto Educação em Ciências com Observatórios Virtuais**
  - Motivação Inicial
- **Atividades de ensino e difusão científica (da DAS e INPE)**
  - Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica
  - Ciclo de Capacitação de Professores em Astronomia
  - Aproximação de Marte em ago/2003 & eclipse da Lua em nov/2003
  - Programa de visitação pública (palestra & observações visuais no telescópio)
    - *Em 2003, 130 pessoas e em 2004, 450 pessoas*
    - *Em 2005, previsão de até 600 pessoas c/visitas semanais*
    - *Colaborações c/outros centros da região: Obs. & Museu CTA, Univap, LNA*
  - Escola do Espaço (ATDCCeTE)
  - *Semana Nacional de C&T do MCT (eclipse da Lua em out/2004)*
  - *Página virtual de divulgação (http://www.das.inpe.br/divulgacao)*
- **Treinamento e formação de recursos humanos**
  - Iniciação científica em A&A (ensino médio e superior)
  - Pós-graduação: *Técnicas Observacionais & projetos em instrumentação*

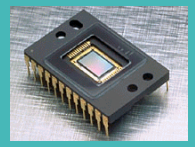
INFRAESTRUTURA

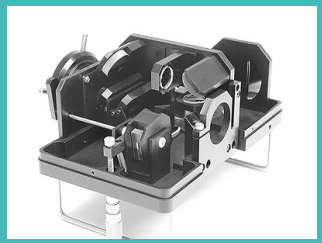
- **Em local estratégico na unidade de São José dos Campos (SP)**
- **Dois ambientes: sala de observação-controle & auditório (20 pessoas!)**
- **Projetos de arquitetura e engenharia do prédio**
  - **Setor de Engenharia e Manutenção do INPE**
- **Projeto e confecção do telhado móvel em alumínio:**
  - **Setor de Mecânica e Desenho do INPE**
  - Requisitos básicos: leve, resistente às intempéries, vedado contra água e poeira e acionado por um motor elétrico

INSTRUMENTAÇÃO

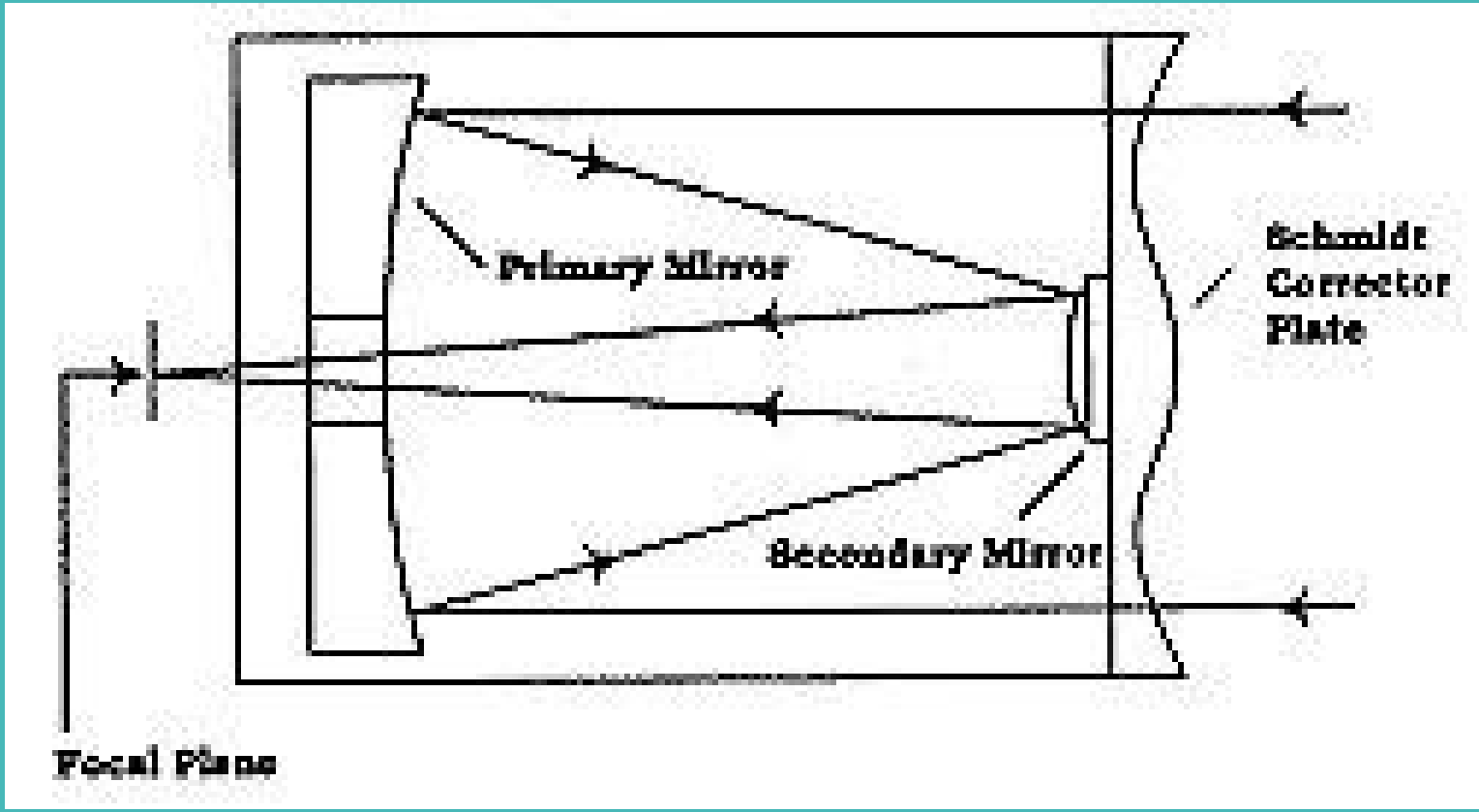
- **Telescópio Schmidt-Cassegrain (Celestron 11 f/10), D=27,94 cm, numa montagem equatorial alemã automatizada (Losmandy G11)**
- **Câmera astronômica ST-7XE (SBIG) com 2 detetores CCD (principal de 765 x 510 pixels e outro de guiagem), um redutor focal, dois conjuntos de filtros (RGB e UBVRI) & um focalizador motorizado**
  - Direta com roda de filtros: campo de 8,5 x 5,6 arcmin e escala de 0,66 arcsec/pix
  - Com redutor e sem roda de filtros: 17 x 11 arcmin @ 1,33 arcsec/pix
  - Projeção afocal com roda de filtros: 1,5 x 1 arcmin @ 0,1 arcsec/pix (*Lua e planetas*)
- **Espectrógrafo SGS (SBIG) c/ 2 redes de difração e 2 fendas (λλ3800–7500 Å)**
  - 600 linhas/mm: cobertura=3300 Å @ 1 Å/pix (FWHM=2,4 ou 10 Å)
  - 150 linhas/mm: cobertura=750 Å @ 4,3 Å/pix (FWHM=10 ou 38 Å)
- **Sistemas de controle & aquisição, tratamento e análise dos dados em Windows**







Telescópio Schmidt-Cassegrain



www.celetron.com.br

E a montagem?

- Marca: Losmandy G11
- Montagem equatorial
  - dois eixos que permitem movimentos em:
    - ascenção reta
    - declinação
  - eixo principal aponta para o polo

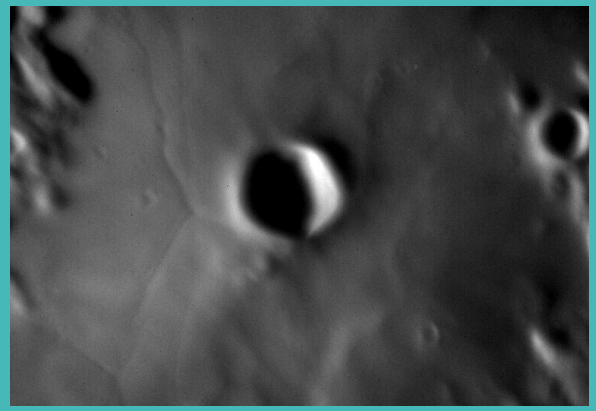
- Pergunta: o movimento em torno do eixo principal modifica qual coordenada?

Estrutura de um CCD

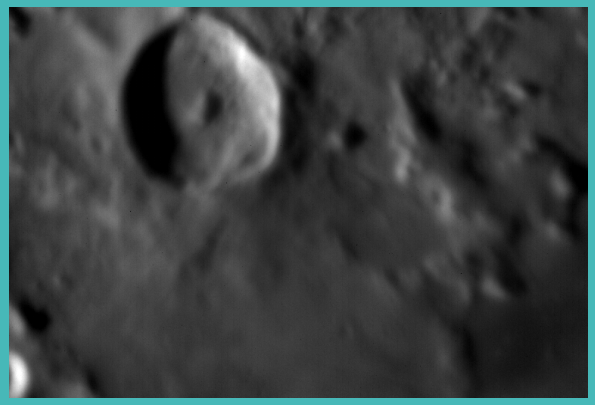
- Podemos dizer de modo aproximado que um CCD é composto por vários detetores dipostos lado a lado
- Cada elemento é chamado de pixel (*picture element*)
- Um CCD possui uma estrutura matricial: seus pixels distribuem-se ao longo de linhas e colunas
- A imagem final (digital) é representada por valores numéricos associados a cada um dos pixels
- Assim, a representação da imagem por números (matrizes) é simples e conveniente
  - tratamento/processamento de imagens

PRIMEIRAS IMAGENS: câmera planetária

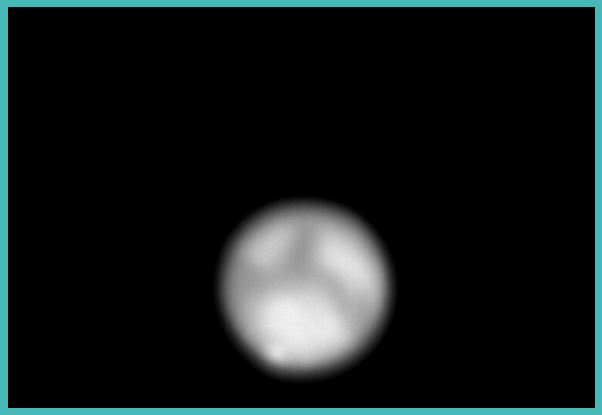
Lua: cratera Triesnecker



cratera Agrippa

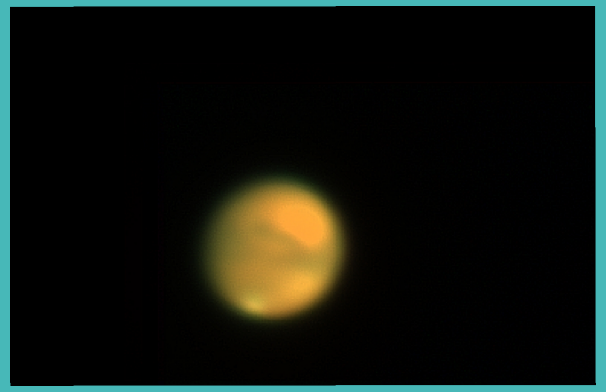


Marte: 01-Set-03



04-Set-03

03-Out-03



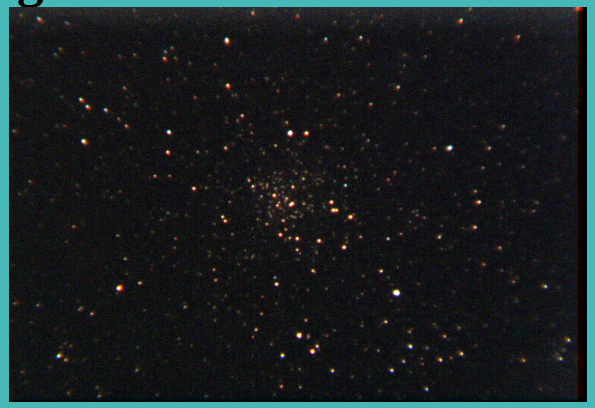
Júpiter: 26-Maio-04

Saturno: 27-Maio-04

Urano: 03-Out-03

PRIMEIRAS IMAGENS: composições RGB

Aglomerado globular de estrelas M71



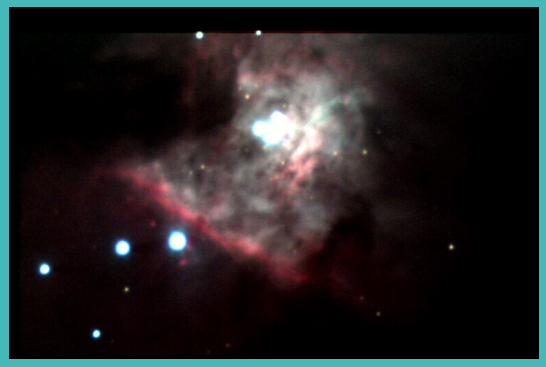
Aglomerado globular 47 Tucano

Nebulosa planetária do Halteres

Nebulosa da Trífida

Galáxia de Andrômeda

Nebulosa de Órion

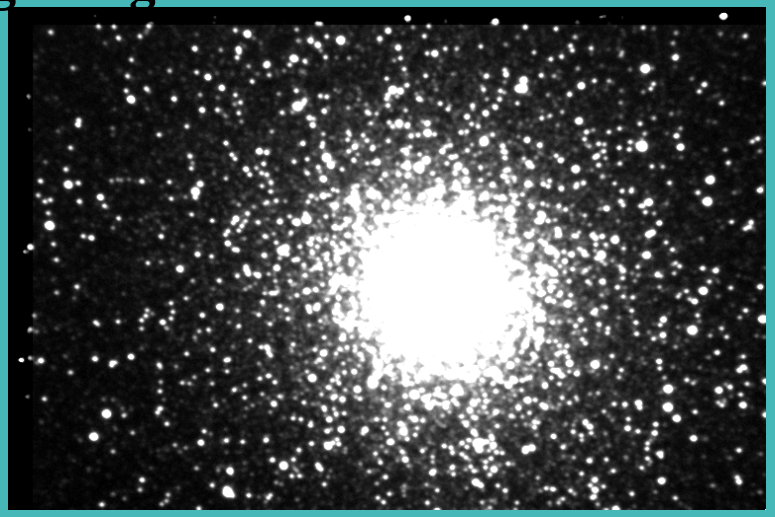


Galáxia do Escultor

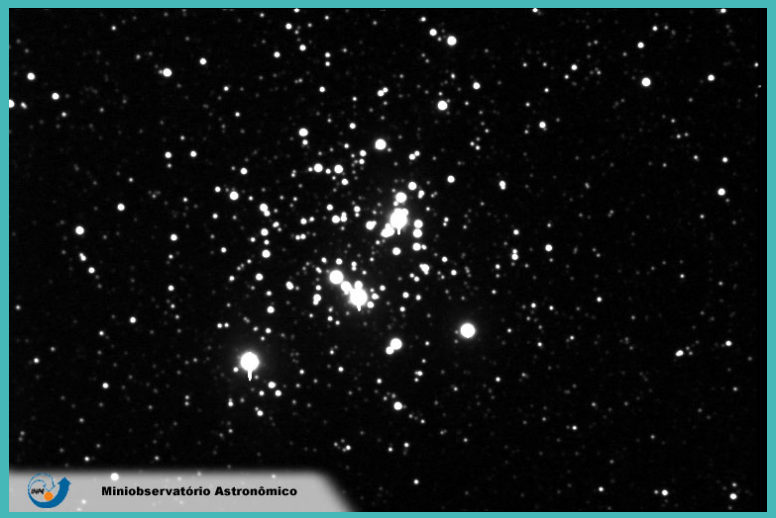
PRIMEIRAS IMAGENS: sem filtro

Aglomerado globular de estrelas Messier 22

Aglom. globular 47 Tucano - NGC104



Aglom. galáctico Caixa de Jóias – NGC4755

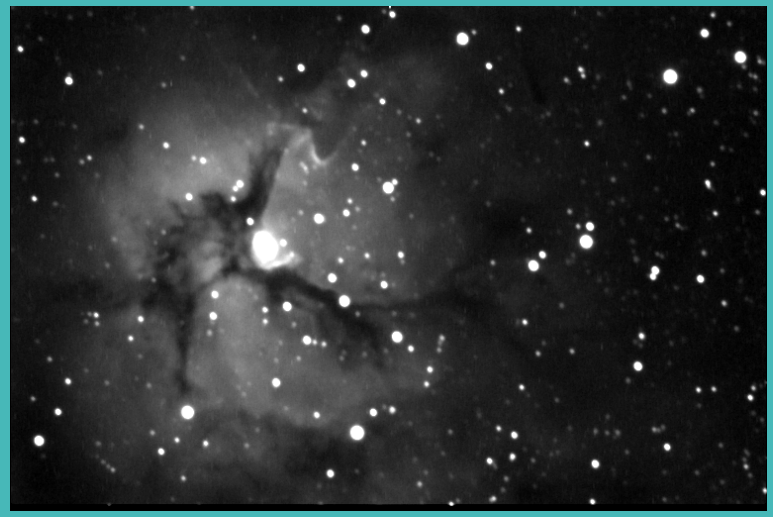


Aglom. globular Omega Centauro – NGC5139

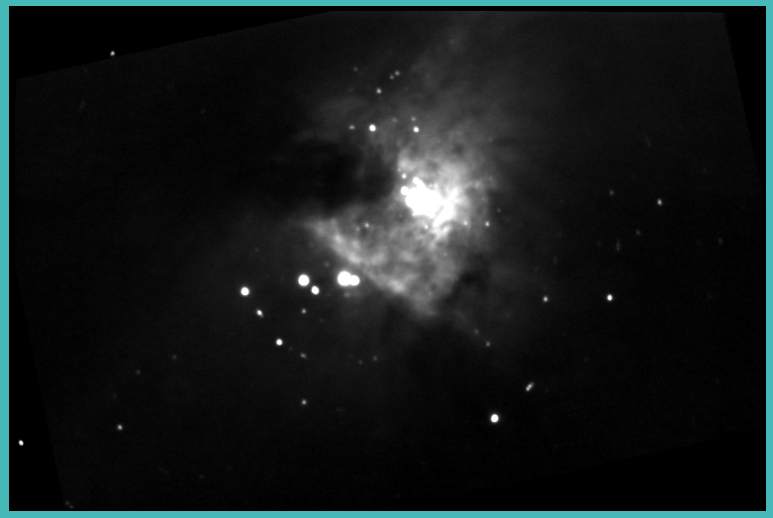
PRIMEIRAS IMAGENS: sem filtro

Nebulosa da Águia – M16/NGC6611

Nebulosa Trífida – M20 /NGC6514



Nebulosa de Órion – M42/NGC1976



Nebulosa da Lagoa – M8/NGC6523

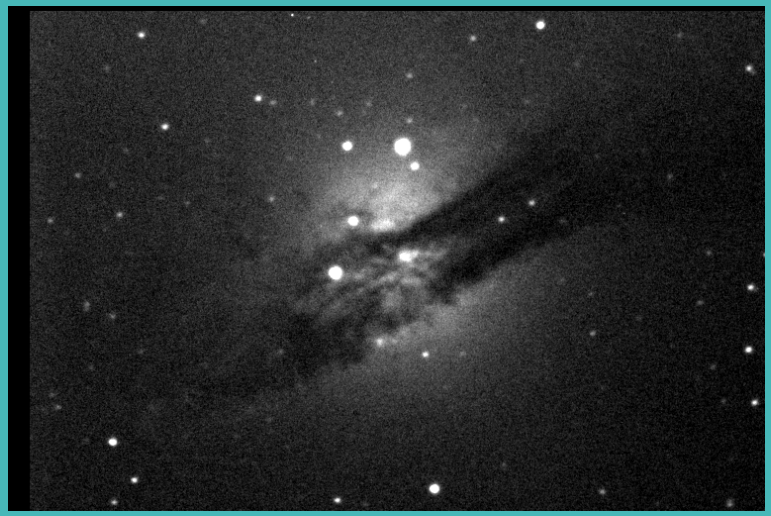
PRIMEIRAS IMAGENS: sem filtro

Nebulosa do Anel – M57/NGC6720

Nebulosa do Halteres – M27/NGC6853

Galáxia do Escultor – NGC257

Galáxia Centauro A – NGC5128



Tratando as imagens digitais registradas

- Imagens brutas precisam ser tratadas para corrigir os “defeitos” do detector CCD e da iluminação do campo
- **Bias**: ruído eletrônico de leitura – deve ser subtraído da imagem
- **Flat**: não-uniformidade da sensibilidade pixel-a-pixel e da iluminação do campo – a imagem deve ser dividida pelo flat

Filtro Vermelho (R)

Filtro Azul (B)

Tratamento das imagens digitais registradas

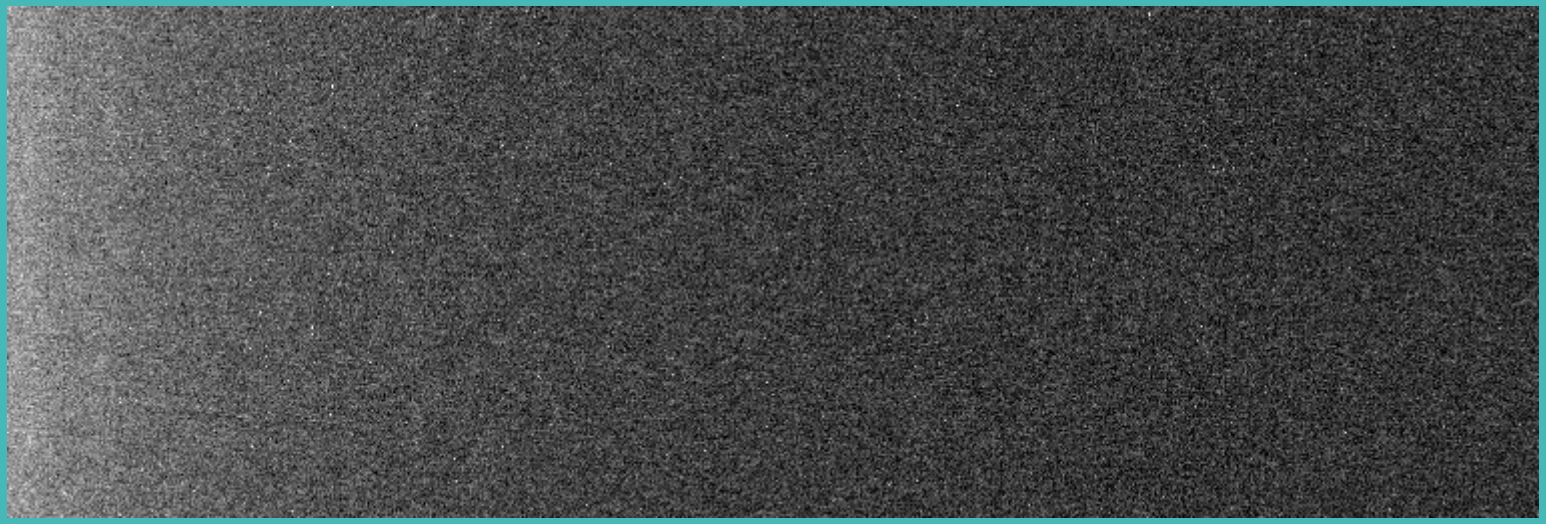
$$Imagem\,corrigida - \frac{imagem\,bruta - bias}{flat}$$

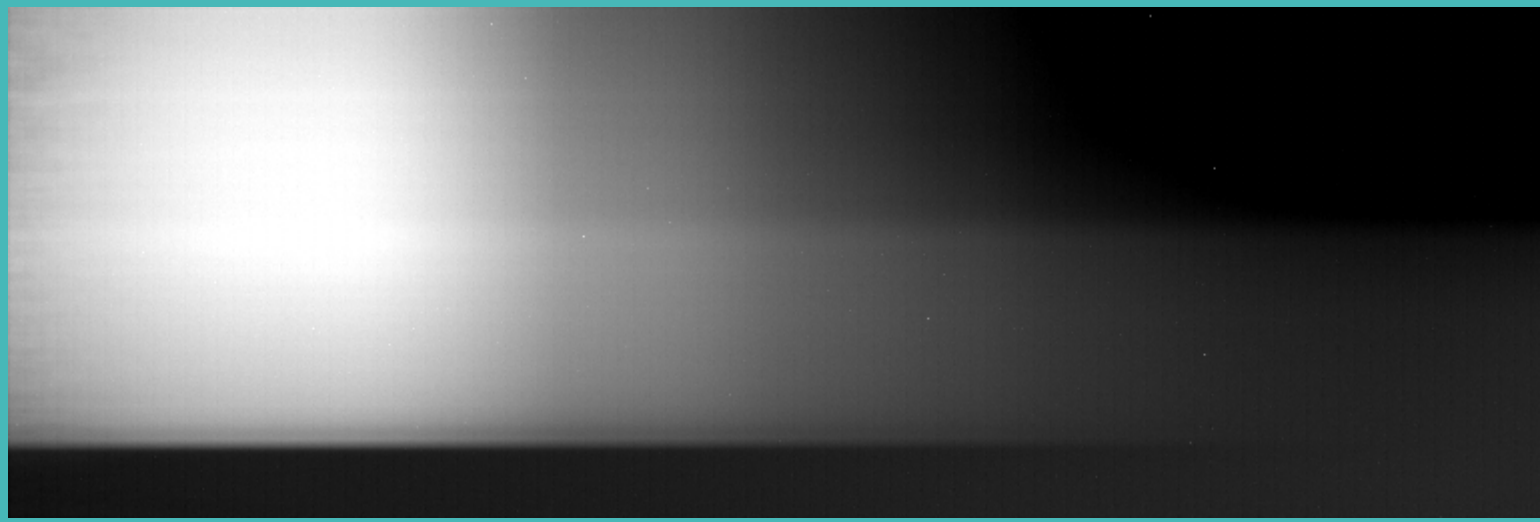
Filtro Vermelho (R)

Filtro Azul (B)

Tratamento das imagens digitais registradas

$$Imagem\,corrigida - \frac{imagem\,bruta - bias}{flat}$$





OBSERVAÇÕES REMOTAS

- **Nos ambientes**
  - Windows: com os programas clientes/servidores da Software Bisque
  - Qualquer: *a partir da Web (UTS!) & programas auxiliares (servidor Windows ou Linux!)*
- **Rede OVs no Brasil**
    - Projeto piloto do MINI: Astrometria de Asteróides (+tutorial CLEA)
    - Pedidos de uso do telescópio em aberto, no Miniobservatório, para as escolas parceiras em 2005, com observações locais inicialmente
      - *Observações remotas em breve com dados meteorológicos (quintas!)*
- **Outras alternativas**
  - Uso do banco de imagens (em atualização constante!)
  - Colaboração com o Observatório Molonglo da (Austrália)
  - Rede TIE (“Telescopes in Education”) da NASA

EXEMPLOS DE ATIVIDADES DIDÁTICAS

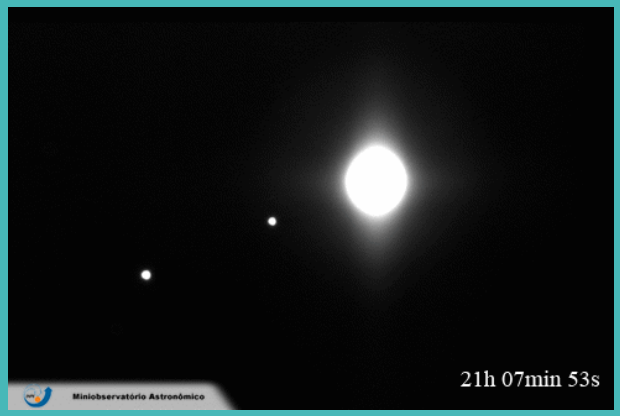
- **Medindo as dimensões das crateras e montanhas da Lua**
  - Conceitos de geometria e trigonometria ligados à iluminação pelo Sol

Cratera Agrippa (4° crescente)

- **Analisando o movimento dos satélites galileanos de Júpiter**
  - Conceitos de geometria & movimentos circular e harmônico

29/junho/2004

30/junho/2004

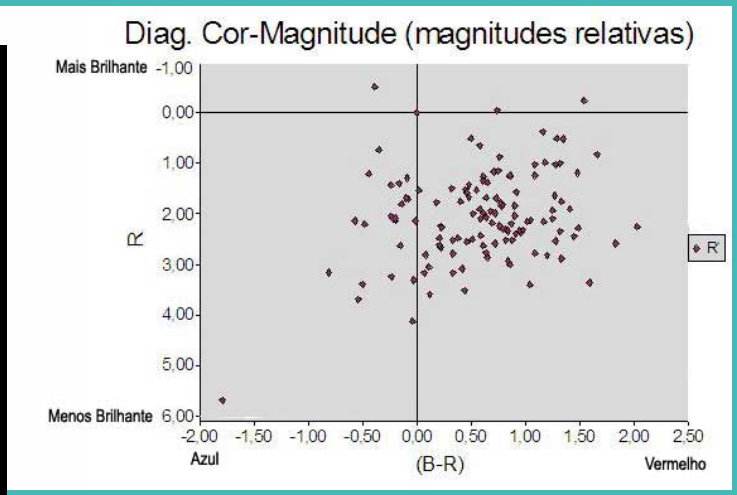


01/julho/2004

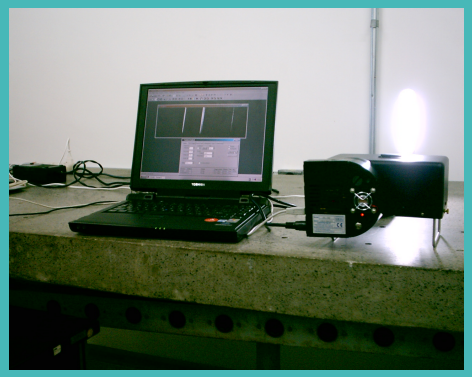
EXEMPLOS DE ATIVIDADES DIDÁTICAS

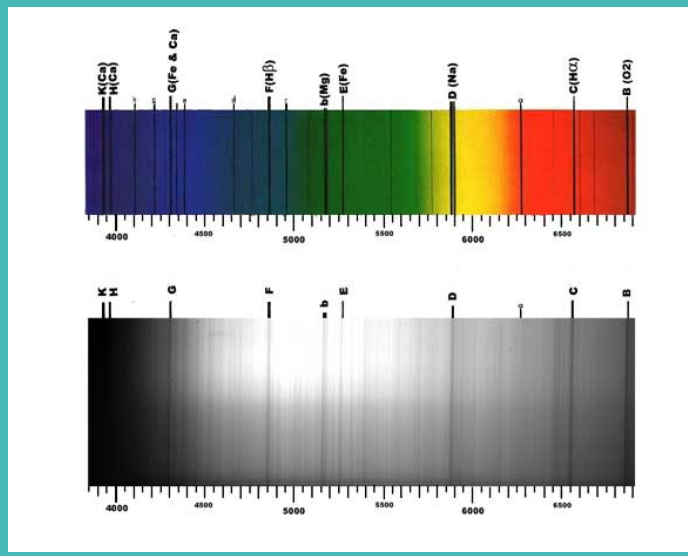
- **Medindo brilhos e cores de estrelas (aglomerado globular M71)**
  - Temperatura e tamanhos relativos de 2 pares de estrelas de mesma cor *(B-R)*
  - Conceitos de potência luminosa e corpo negro: $L = 4\pi R^2.\sigma T^4$

Filtro: **Vermelho (R)** **Azul (B)**



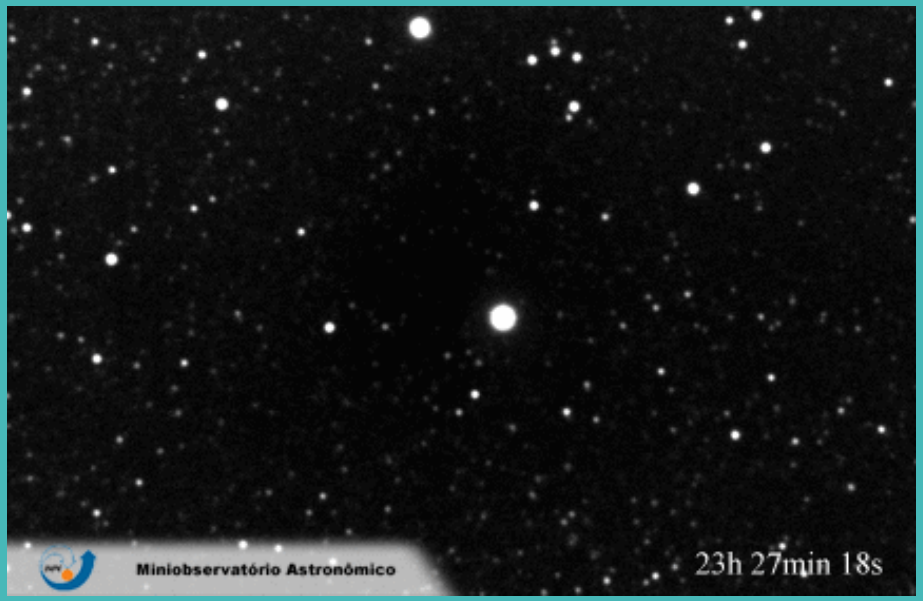
- **Espectroscopia de estrelas**
  - Espectros de laboratório e solar
  - Conceitos de Óptica Física, Leis de Kirchhoff, ...



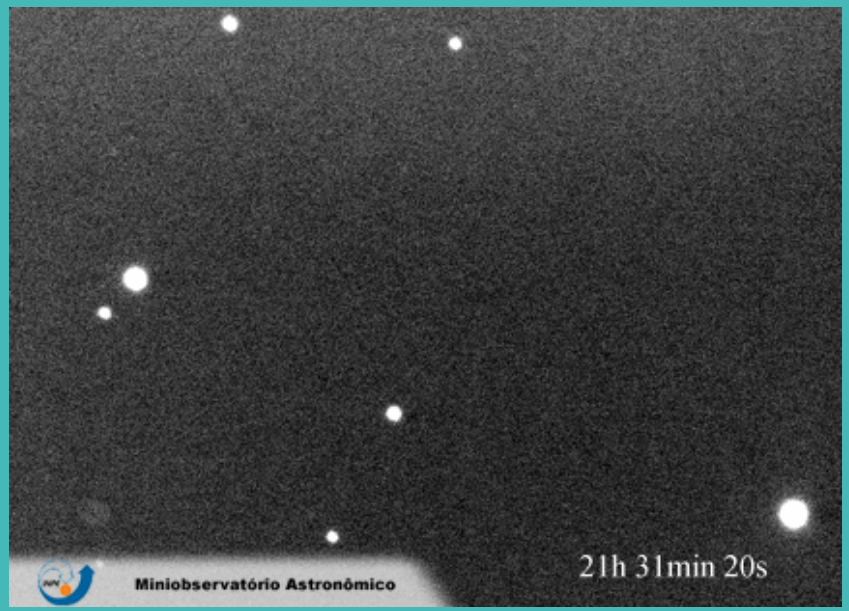


ATIVIDADE OBSERVACIONAL PILOTO

- **Movimento próprio de asteróides brilhantes**
  - APLICADA com estudantes da 8ª Série do Ensino Fundamental como TCC
    - Escola Moppe (SJC-SP), orientação Dr. Carlos Alexandre Wuensche (INPE)
  - Sem necessidade de filtros e integrações longas
  - Mede-se velocidade angular (*instantânea e relativa ao observador*)
  - Pode-se medir paralaxe & distância
    - Conceitos de trigonometria
  - Distância e/ou velocidade linear tangencial à linha de visada
    - Conceito de velocidade angular
  - Velocidades médias da Terra e asteróide (radial e tangencial)
    - 3ª Lei de Kepler e conceitos de cinemática bi-dimensional



Thetis: 31/agosto/2004

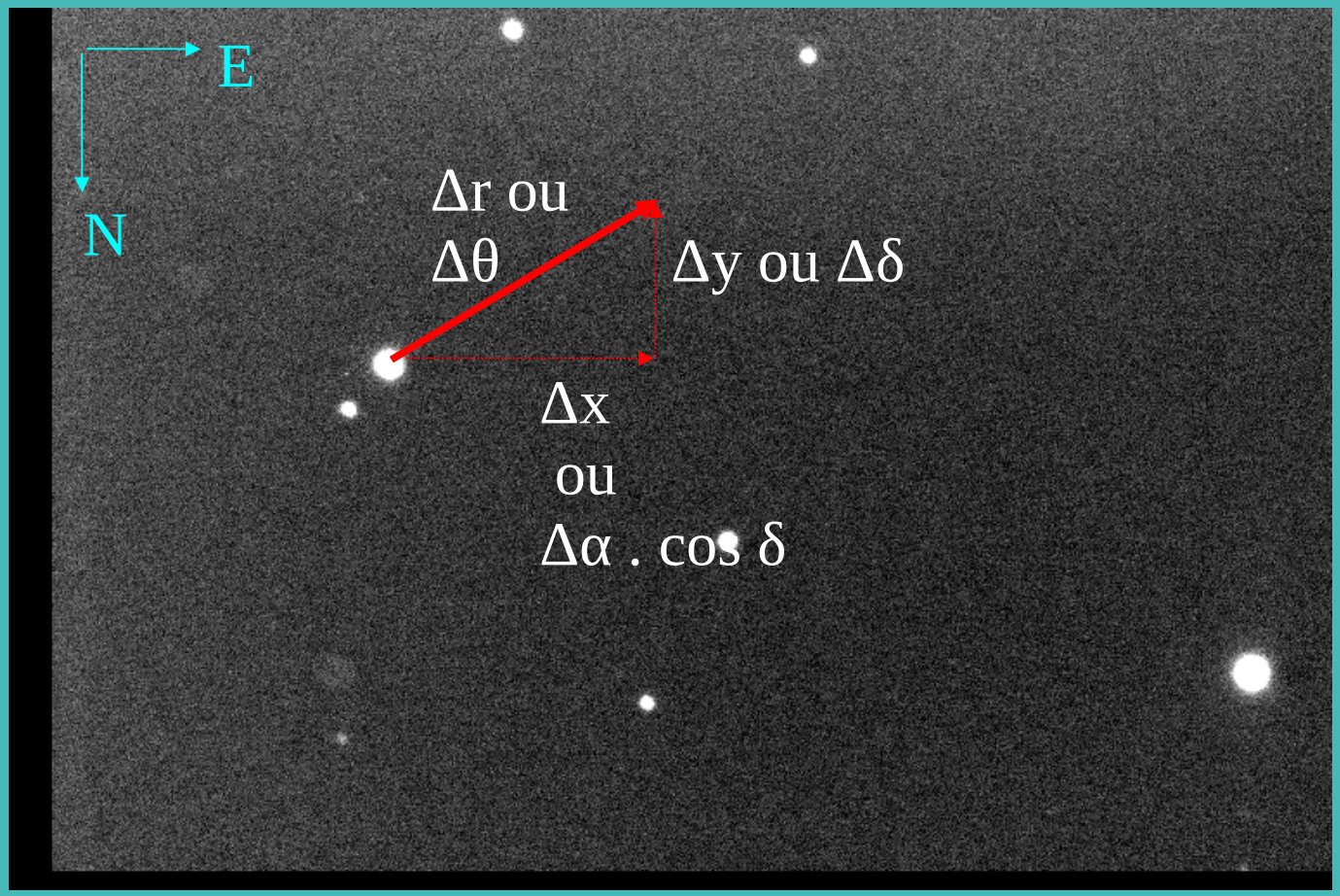


Iris: 01/julho/2004

ATIVIDADE OBSERVACIONAL PILOTO

Movimento próprio de asteróides brilhantes

Iris: 01/julho/2004



Medidas

$\Delta\theta^2 = (\Delta\alpha \,.\, \cos\delta)^2 + \Delta\delta^2$

ou

$\Delta r^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$

$\Delta\theta = \Delta r$. escala-angular

$\mu = \Delta\theta/\Delta t$ (*arcsec/s*)

Δt = 8.378 s
ΔX = +139,6 pixels
ΔY = -39,5 pixels
$\Delta\alpha \,.\, \cos\delta$ = +92,1 arcsec
$\Delta\delta$ = -26,1 arcsec
$\Delta\theta$ = 95,7 arcsec
μ = 0,0114 arcsec/s

$V_{tangencial}$ (relativa-a-Terra) = (μ/206.265) . (distância-ao-observatório)

V_{tg} = 24,2 km/s

ATIVIDADE OBSERVACIONAL PILOTO

- **Movimento próprio de asteróides brilhantes**

Iris: 01/julho/2004

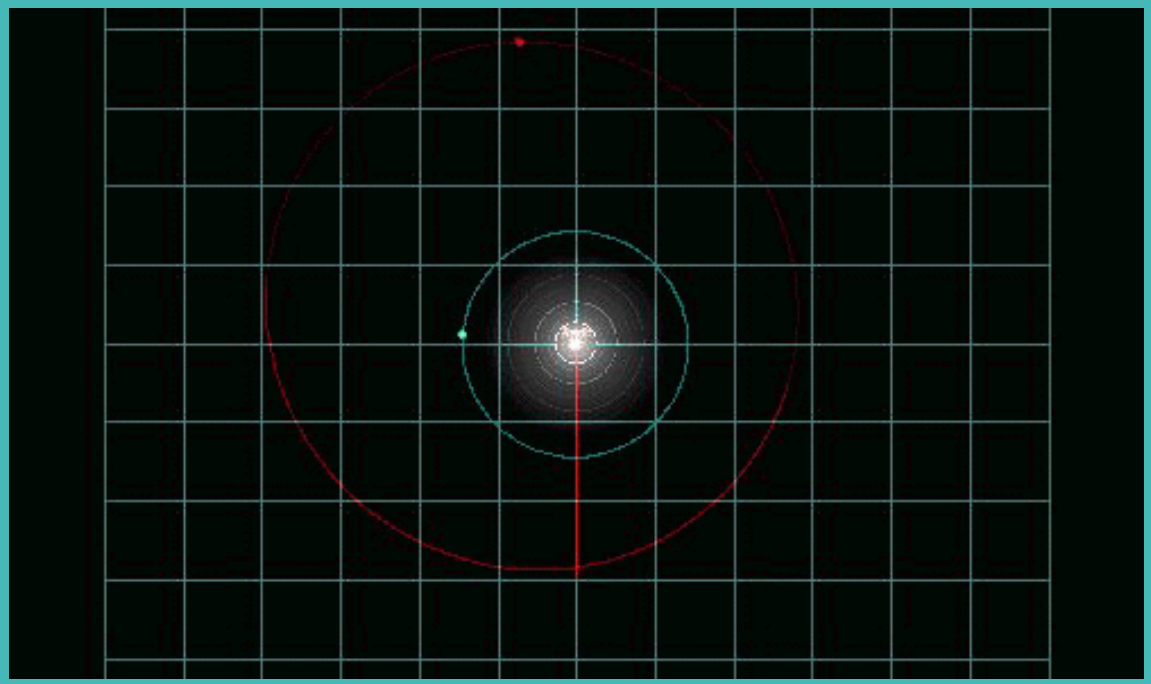
- Outros resultados:
  - Velocidades médias da Terra e asteróide (radial e tangencial):
    - 3ª Lei de Kepler

(Período-de-translação)² = cte. (distância-média-ao-Sol)³

    - Órbitas circulares e co-planares

$\langle v_{tot} \rangle = 2\pi d/P$

    - Decomposição das velocidades instantâneas



$V_{tg} \approx 20$ km/s

$V_r \approx 30$ km/s

OBJETIVOS e JUSTIFICATIVAS

- **Formação científica dos estudantes**
- **Ensino-aprendizagem do método *empírico* de investigação científica**
- **Observações de fenômenos astronômicos e astrofísicos**
- **Atividades práticas para o ensino de Física e Ciências com telescópio e câmera digital astronômica**
- **Recursos de laboratório e multimídia (computador e imagens)**
- **Caráter multi e interdisciplinar da Astronomia**
- ***Curso de capacitação de professores***
- ***Disciplina extra-curricular ou Atividade de laboratório para estudantes***

PROPOSTA DE CURSO/DISCIPLINA/ATIVIDADE
PARA PROFESSORES E ESTUDANTES

- **Introdução à Astronomia Fundamental e Astrofísica Observacional**
- **Estudo de óptica geométrica e formação de imagens segundo as diferentes configurações disponíveis no telescópio do Miniobservatório**
- **Escolha e estudo preliminar teórico do(s) projeto(s) e seleção do(s) objeto(s)**
- **Programação da(s) sessão(ões) de observação no Miniobservatório ou seleção de imagens de seu banco de dados**
- **Aquisição das imagens na forma clássica local ou realizada remotamente via "internet"**
- **Tratamento das imagens e redução/seleção dos dados**
- **Análise dos dados**
- **Confrontação com a teoria física do fenômeno analisado**
- **Redação de relatório final da pesquisa observacional**
- **Apresentação aos colegas do(s) projeto(s) executados em grupos**
  - *estimulando inclusive apresentações em congressos científicos*

EQUIPE do MINIOBSERVATÓRIO do INPE

- André Milone (Coordenador)
- Ana Maria Zodi
- Carlos Alexandre Wuensche
- Cláudia Rodrigues
- Flávio D'Amico
- Francisco Jablonski
- René Laporte
- Marília Verdi (estagiária de nível técnico)
- Franceline Cintra (bolsista PCI do MCT/CNPq)
- Estudantes da Pós-graduação em Astrofísica do INPE:
  - Felipe Madsen, Leonardo Ramos, Mirko Raljevic, Eder Martioli & Júlio Tello

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

A instrumentação deste observatório foi adquirida com recursos provenientes da Fundação Vitae e CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.