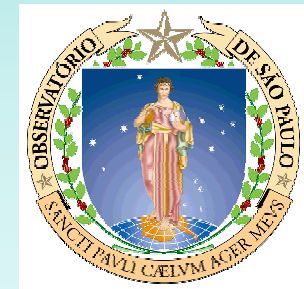


Um Caso Científico para o Módulo Adaptativo do SOAR: *Lentes Gravitacionais*

Eduardo S. Cypriano (SOAR, LNA)



Laerte Sodré Jr. (IAG/USP)



Módulo Adaptativo do SOAR (SAM)

Óptica adaptativa:

- **Compensa os efeitos da turbulência atmosférica nas imagens**
- **Necessita monitorar a forma da frente de onda**
 - ❖ **Estrela brilhante**
 - ❖ **Estrela artificial - Laser**

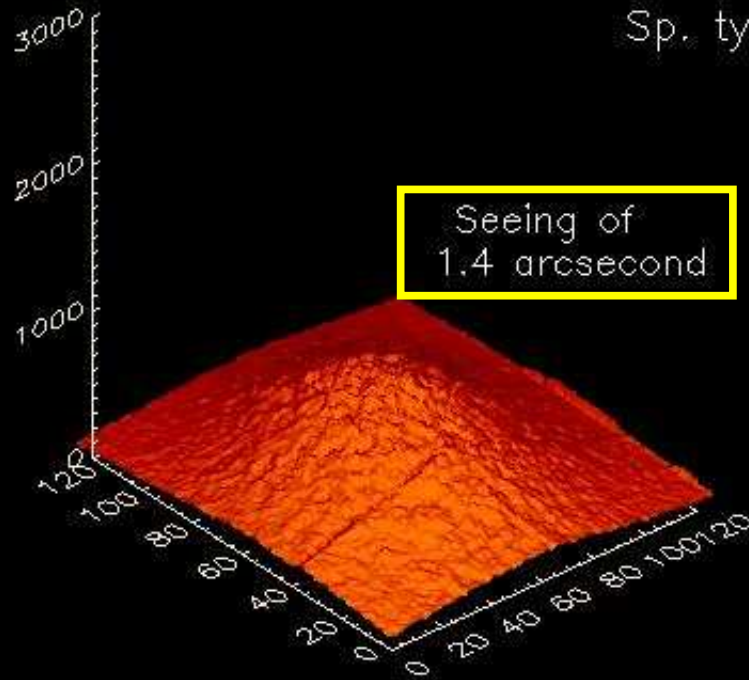
Óptica Adaptiva Extrema

SAO 74164

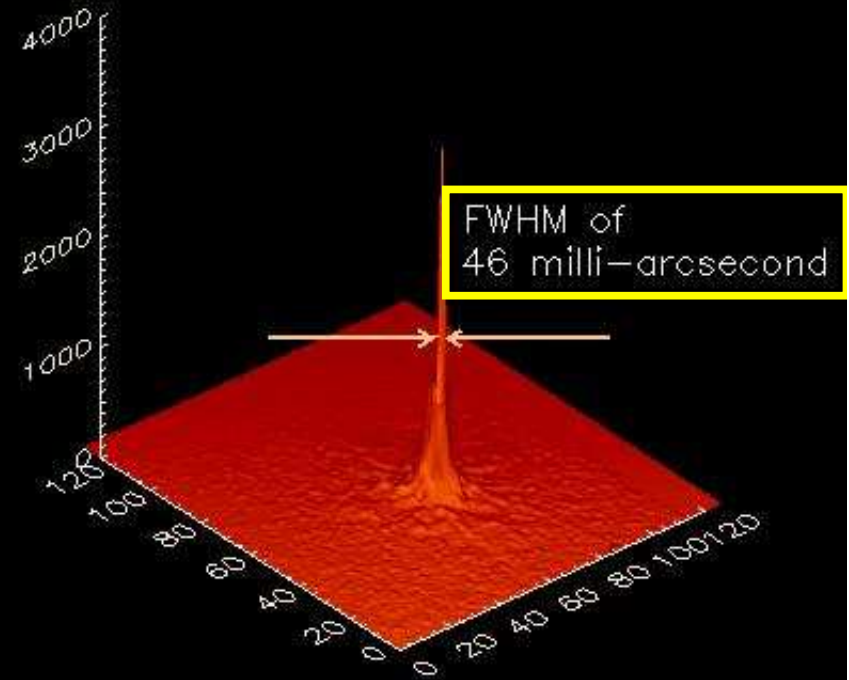
open loop

V mag. = 4.4

Sp. type: G8III



Keck I AO loop closed



H band images – $1.6\mu\text{m}$
14 Dec 2000 – 07:45 UTC

Strehl ratio: 0.23

- Pouco efeito no óptico
- Campo corrigido pequeno: $>0.30''$

Módulo Adaptativo do SOAR (SAM)

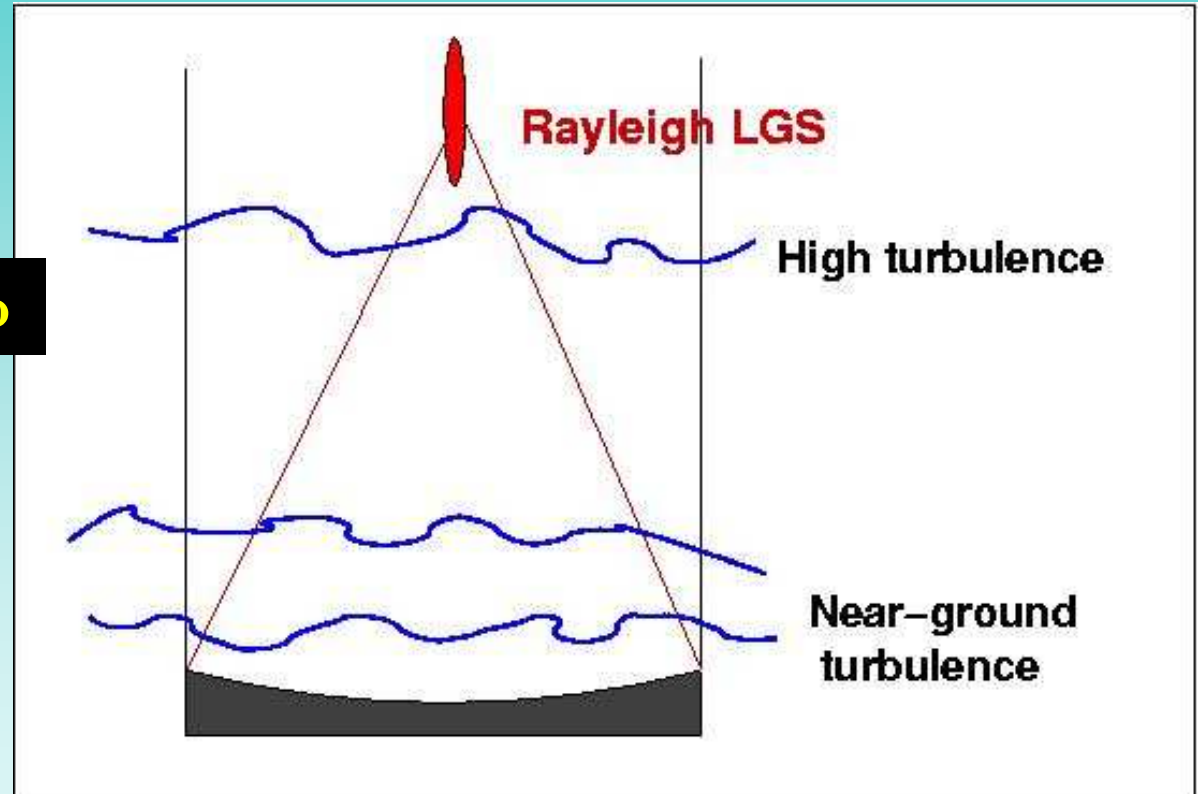
Inovação: Ground Layer Adaptive Optics (GLAO)

➤ Melhora na resolução por um fator de 2 a 5

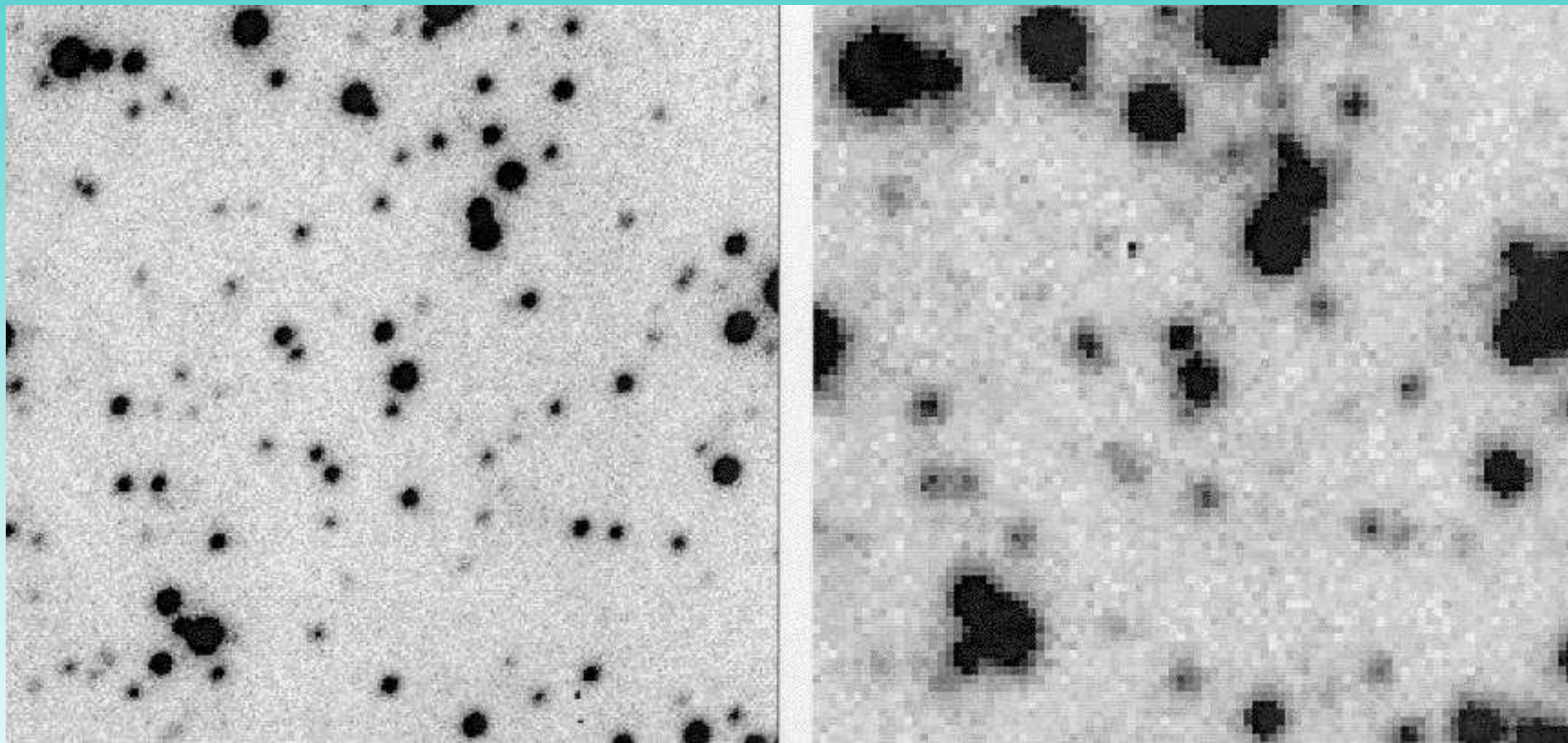
➤ Funciona bem no óptico

➤ Campo corrigido de 3'

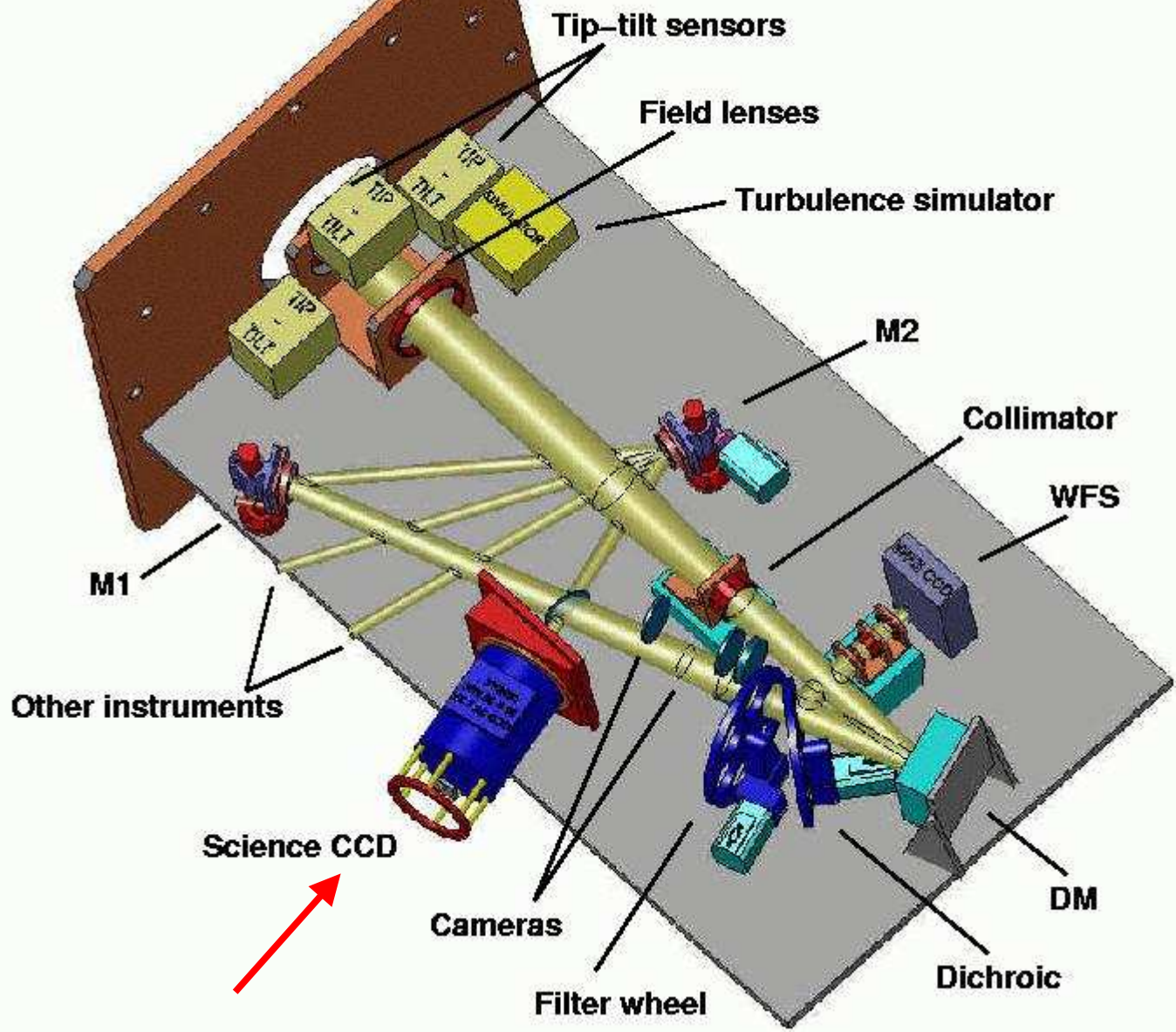
➤ Baixo custo



Resolution: 0.3'' and 0.7''

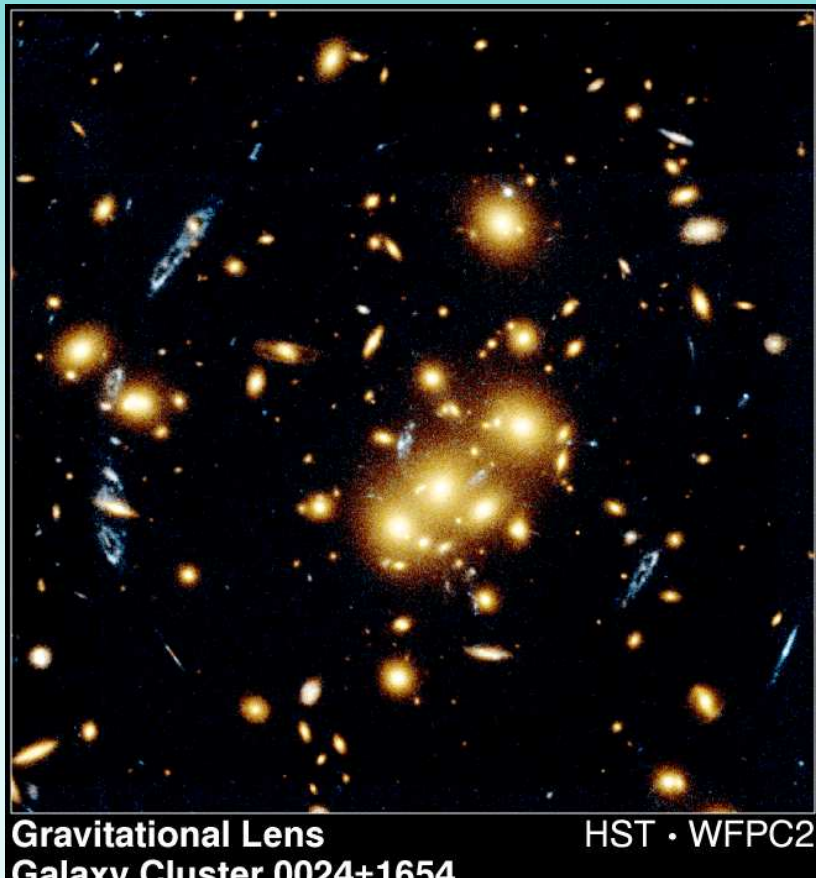


SAM



Lentes Gravitacionais

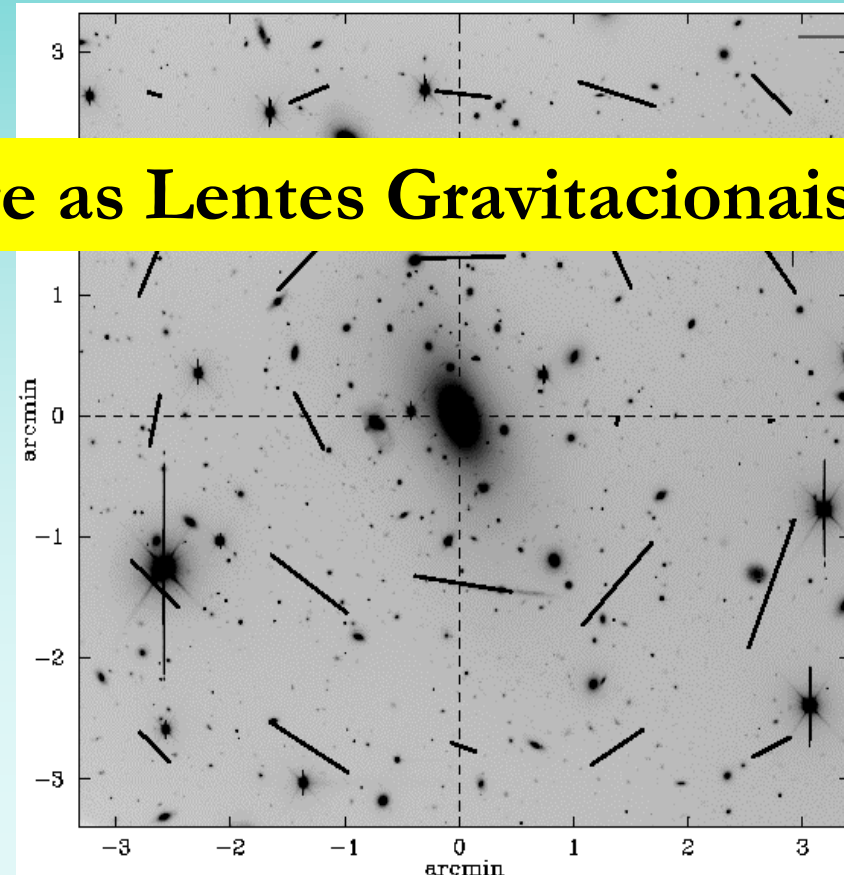
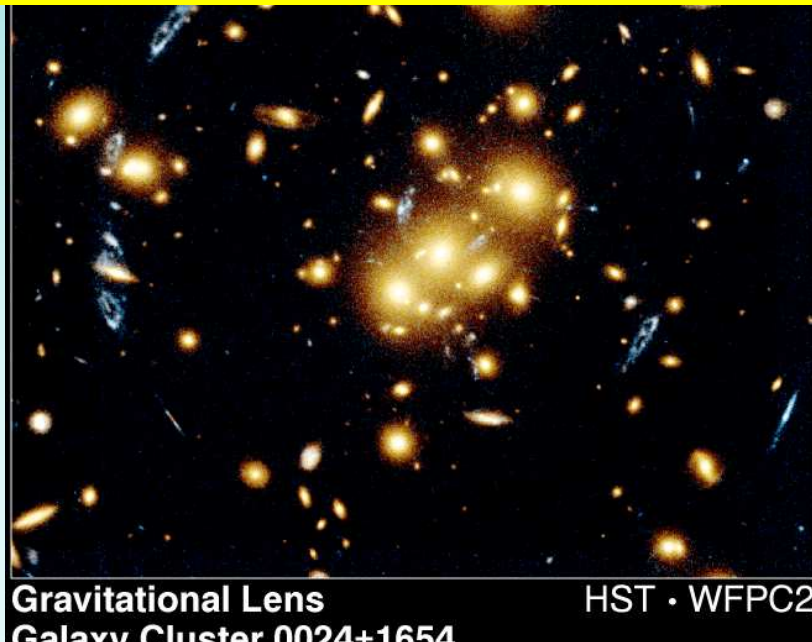
➤ Fortes → Arcos e Imagens Múltiplas



Lentes Gravitacionais

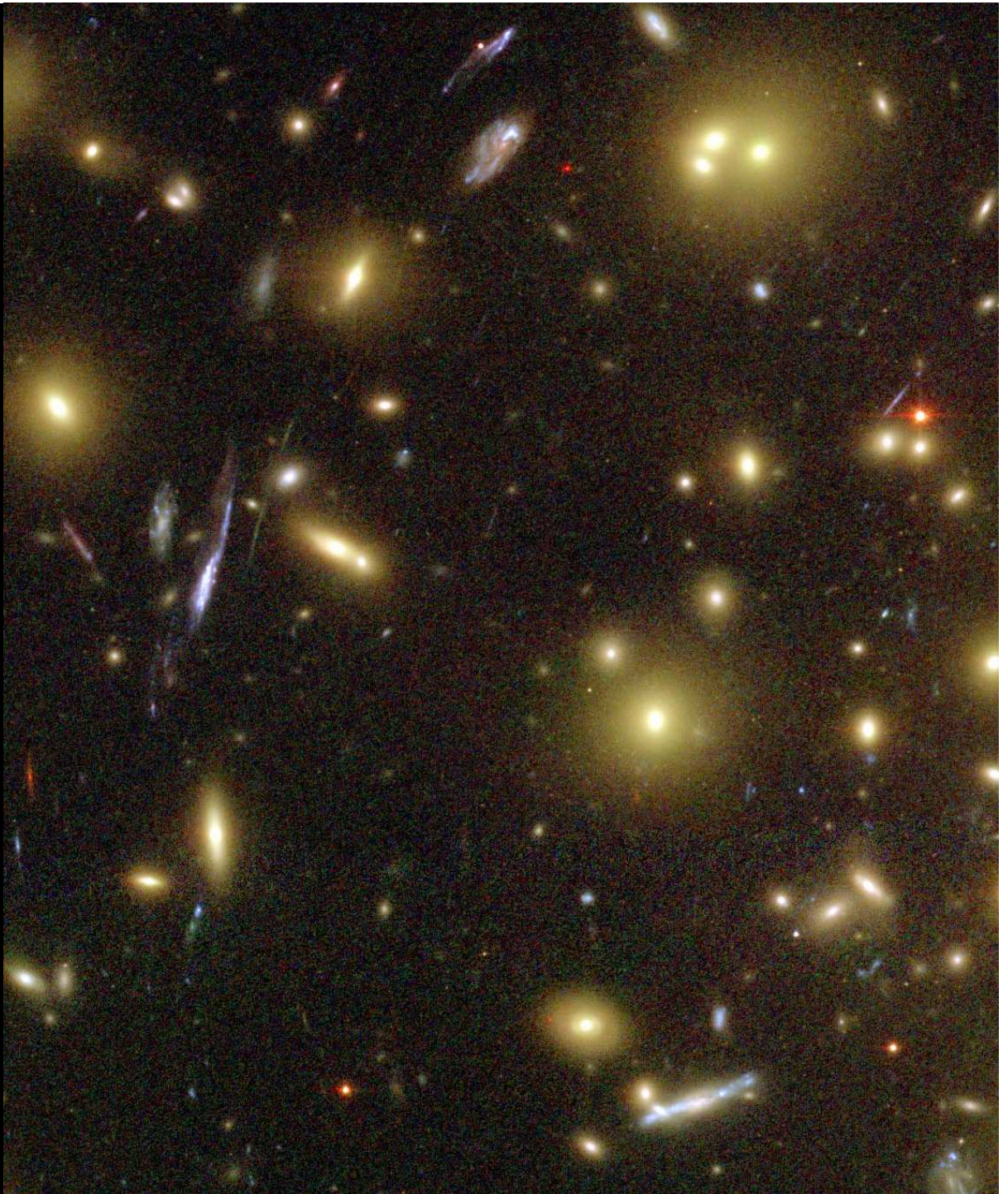
- Fortes → Arcos e Imagens Múltiplas
- Fracas → “Polarização” na imagem das galáxias de fundo

Qual o efeito do seeing sobre as Lentes Gravitacionais ?



HST

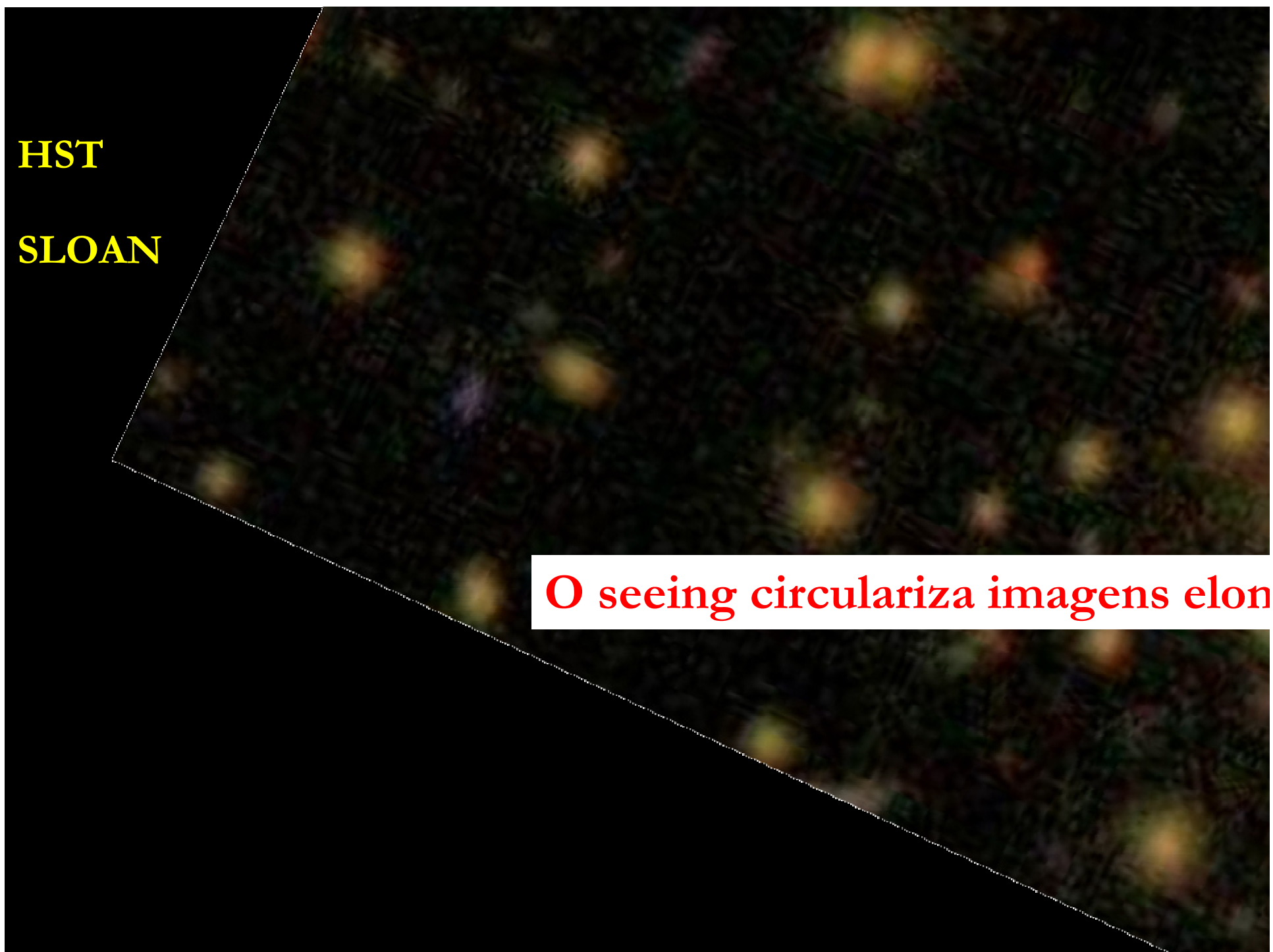
SLOAN

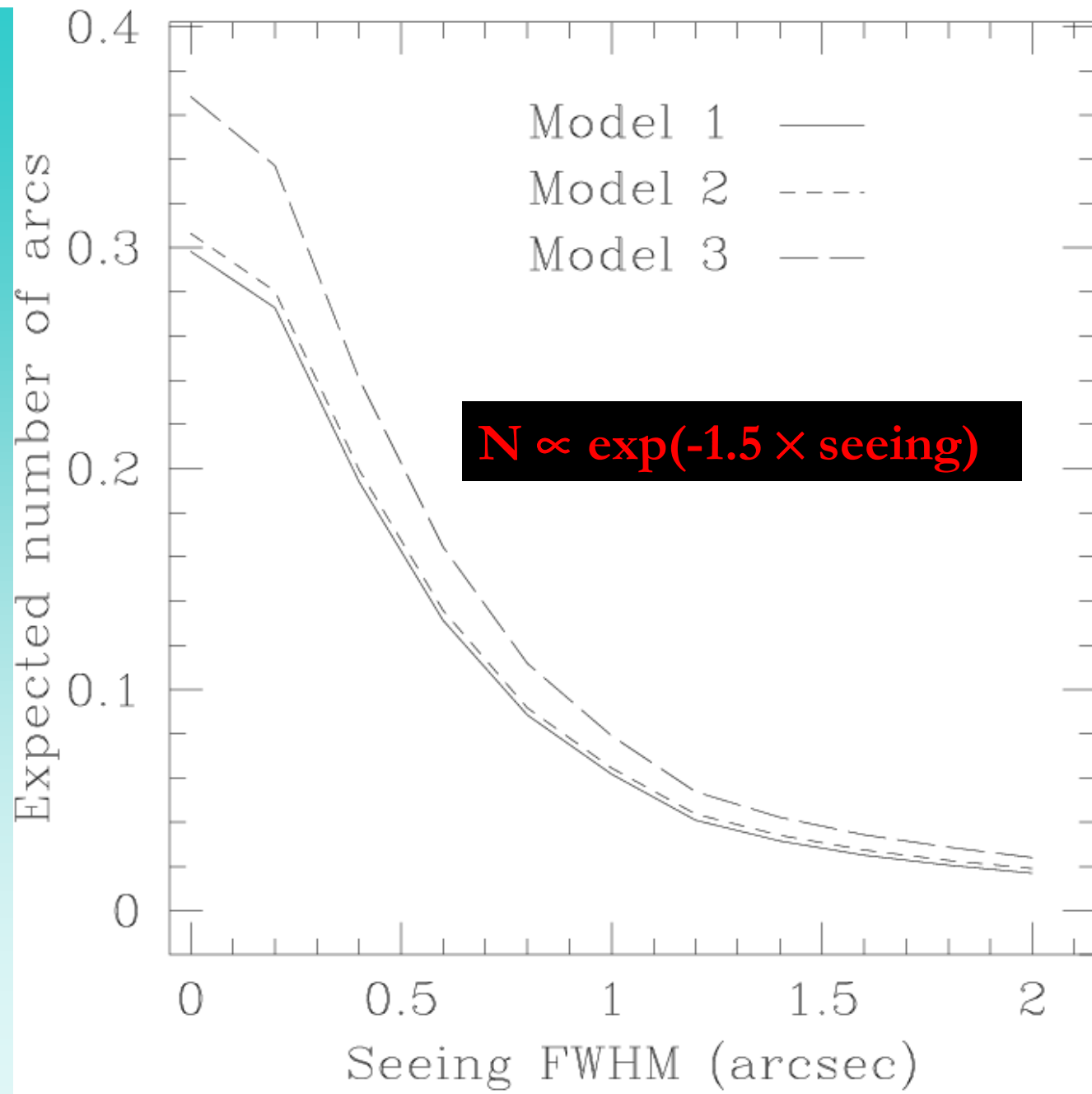


HST

SLOAN

O seeing circulariza imagens elon





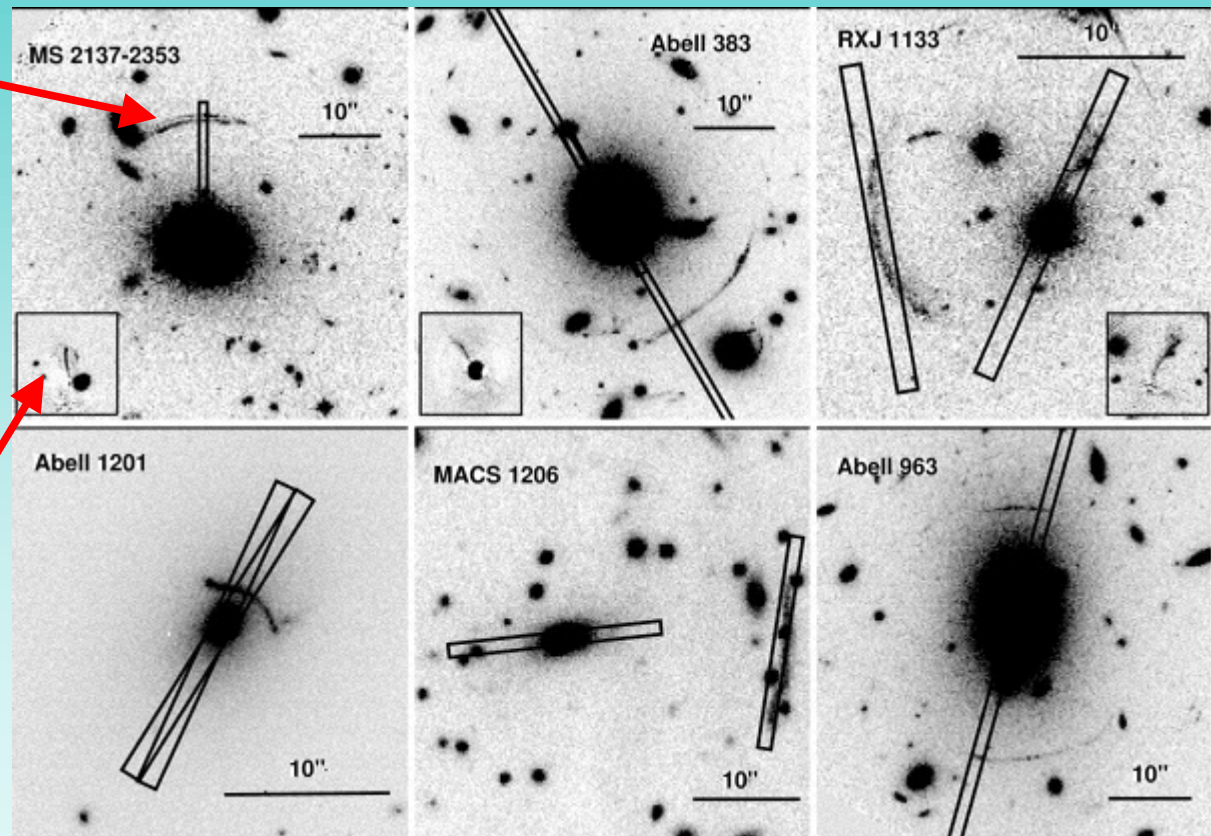
Cypriano et al. 2001

Ciência com Lentes Fortes

Distribuição de massa detalhada na região central dos aglomerados

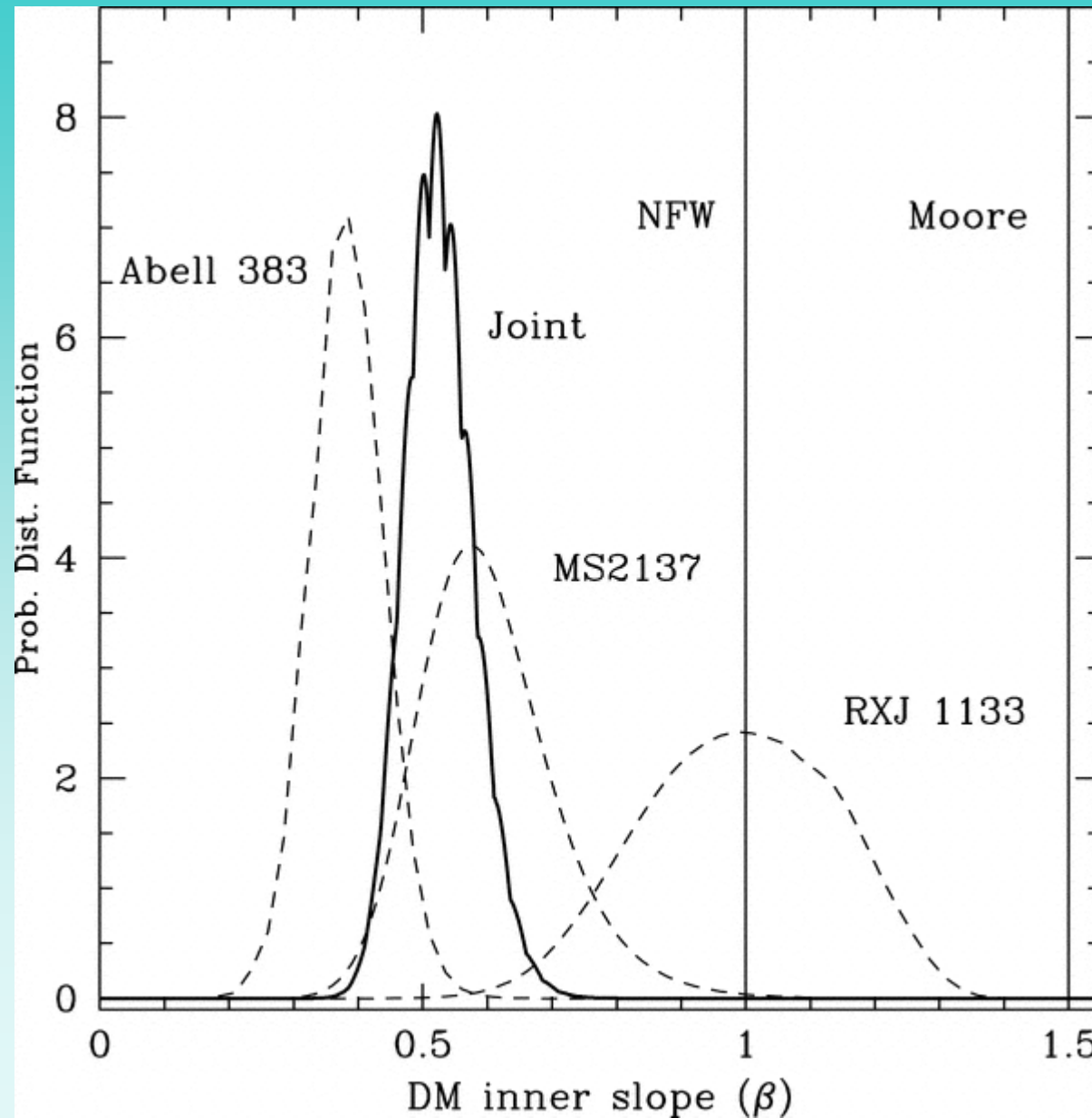
Arcos Tangenciais →
Massa total

Arcos Radiais →
Gradiente de densidade



Sand et al. 2004

Ciência com Lentes Fortes



Ciência com Lentes Fortes

Distribuição de massa detalhada na região central dos aglomerados

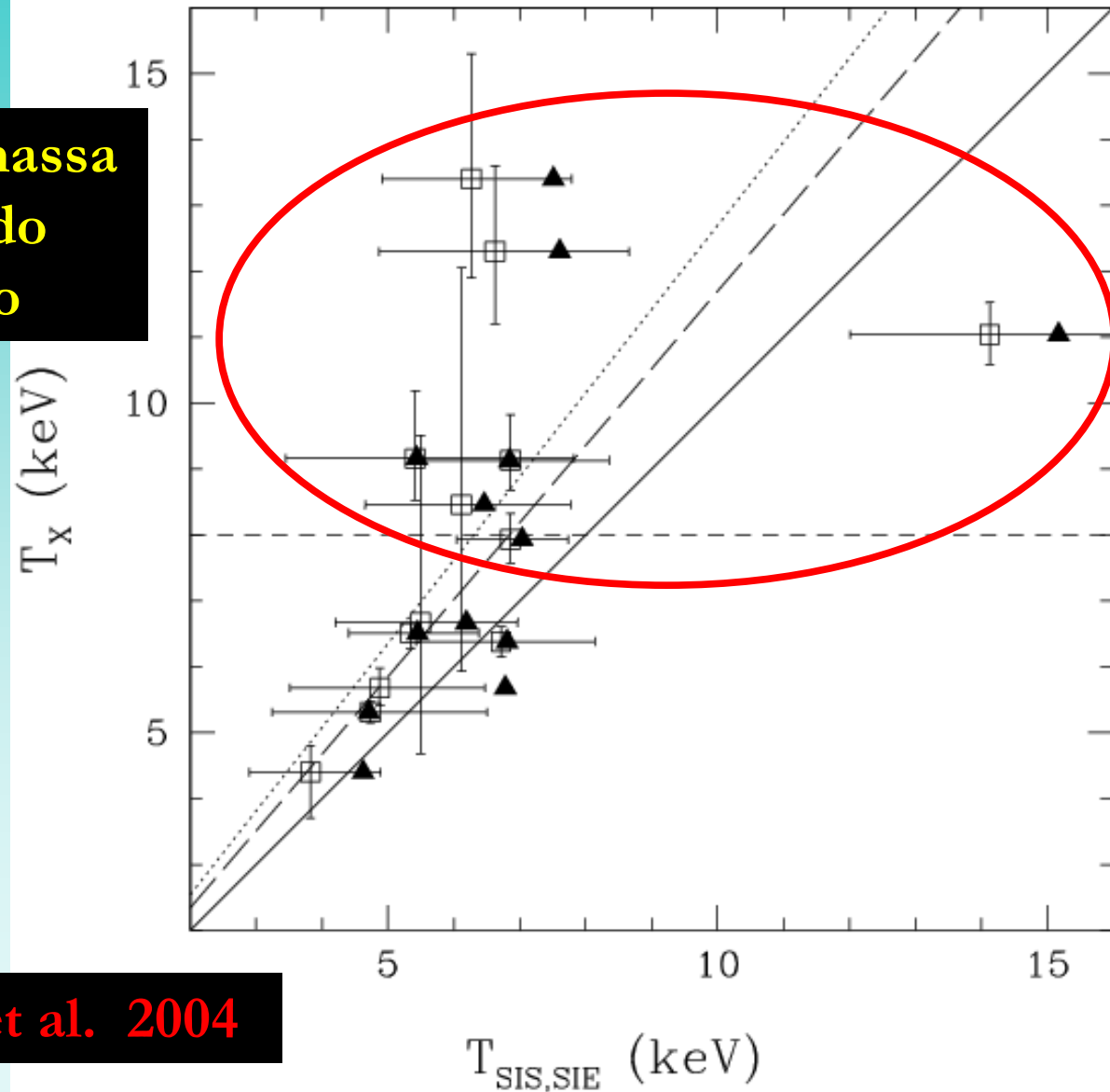
- Qual a inclinação perfil de massa ?
- Como interagem matéria bariônica e não bariônica ?

Ciência com Lentes Fracas

- Galáxias fonte são muito fracas e pequenas
- $S/N \propto \sqrt{N_{\text{gal}}}$ → Depende fortemente do seeing e do tamanho do campo
- Para aglomerados distantes ($z > 0.5$) é necessário observar em vários filtros para diferenciar galáxias de fundo das demais

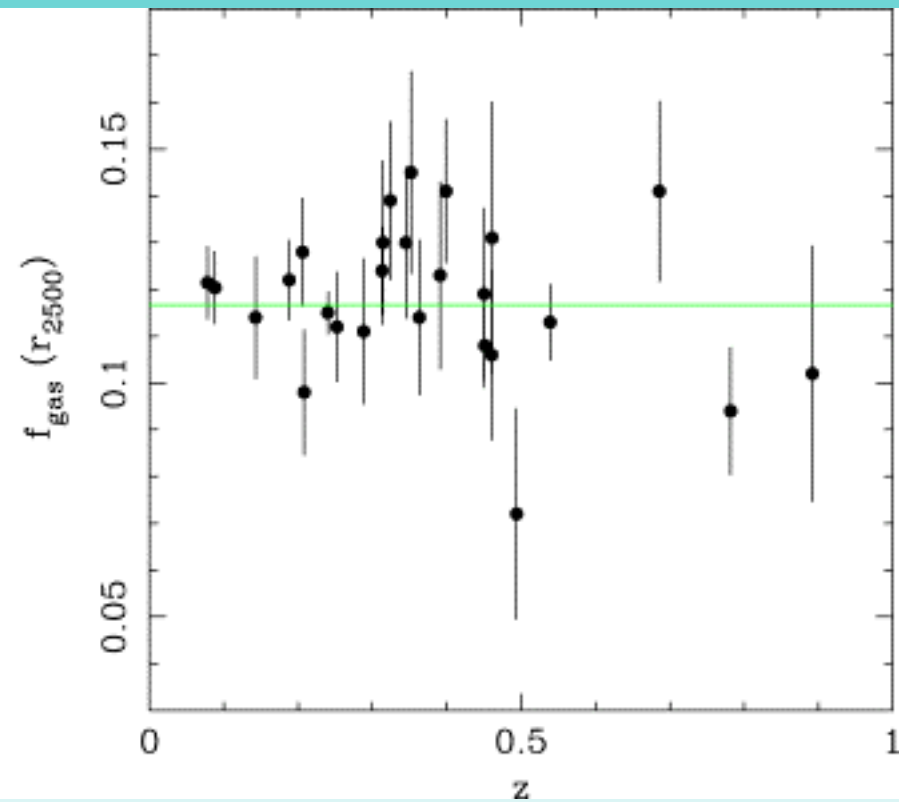
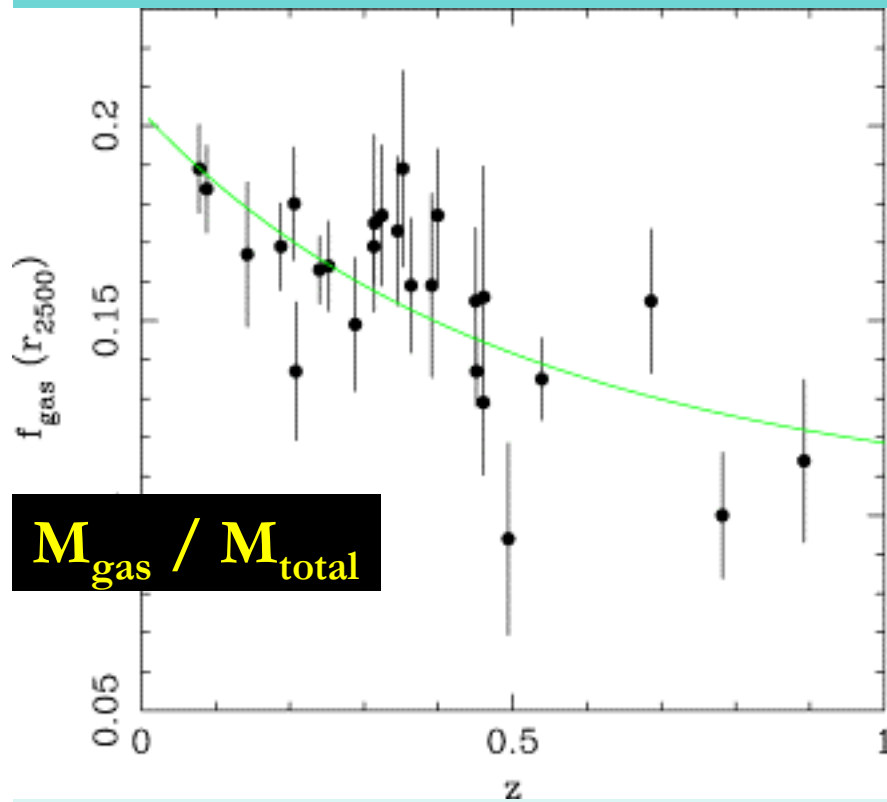
Ciência com Lentes Fracas

**Aglomerados de alta massa
apresentam desvio do
equilíbrio dinâmico**



Cypriano et al. 2004

Ciência com Lentes Fracas



Allen et al. 2004

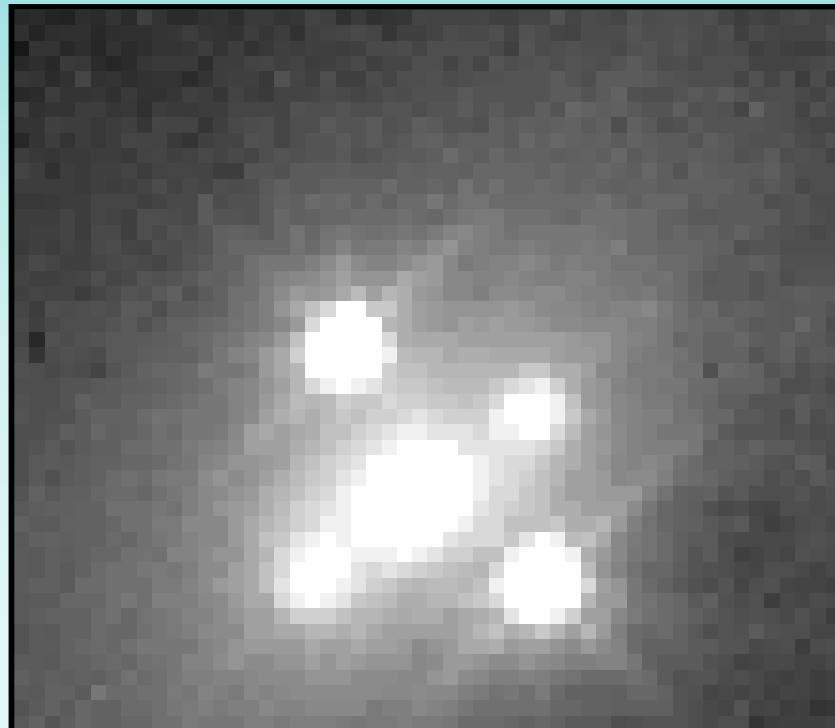
Ciência com Lentes Fracas

Distribuição de massa de aglomerados

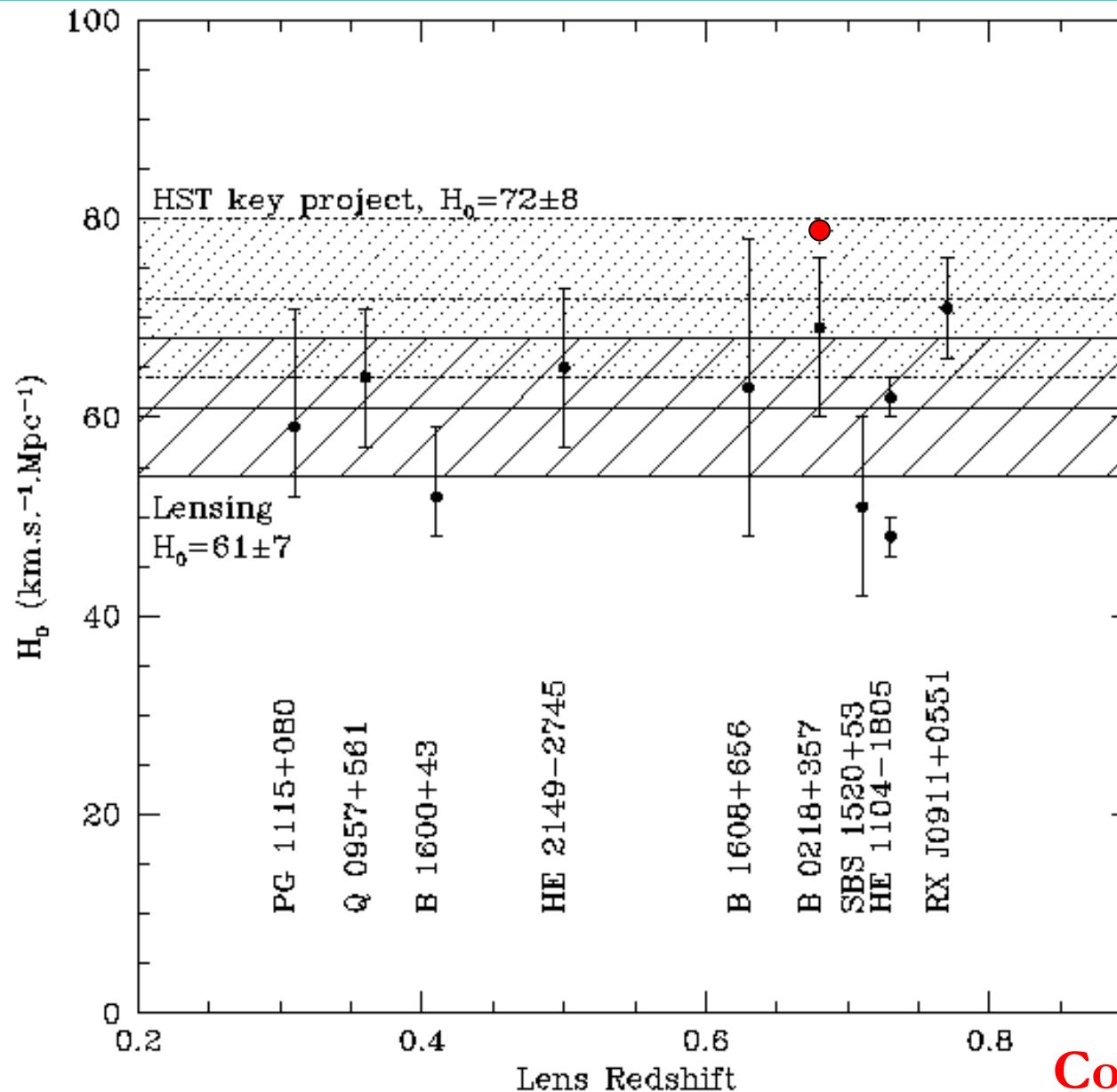
- Evolução da função de massa de aglomerados (extremo de alta massa)
- Determinação de parâmetros cosmológicos
- Quão bem a matéria luminosa traça a matéria escura ?

Quasares Múltiplos

- Alguns quasares apresentam variabilidade óptica
- Imagens múltiplas de uma mesmo quasar apresentam um “time delay” entre si.
- O time delay pode ser usado para determinar H_0



“Time Delay” de Quasares Múltiplos

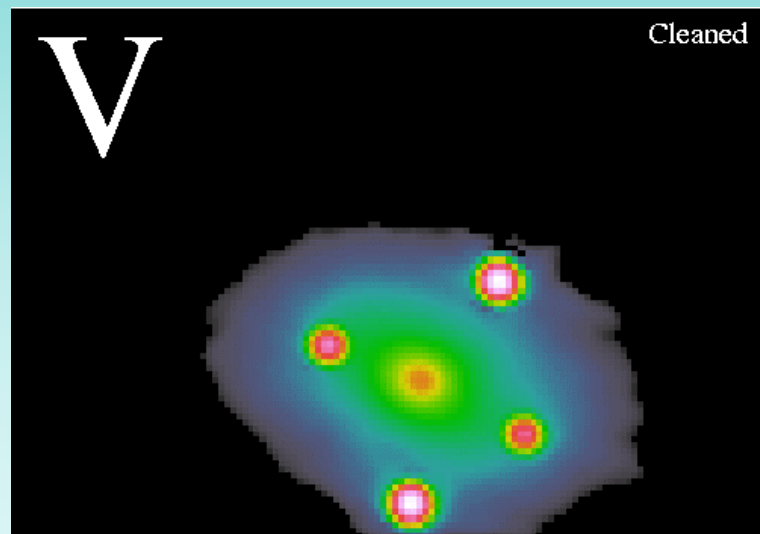


Courbin 2003

“Time Delay” de Quasares Múltiplos

Dificuldades

- Necessita uma relativamente grande cobertura temporal ($P \sim 10 - 400$ dias)
- Necessita grande resolução angular



Projeto para o SAM usando AO extrema

1''

**Todos esses projetos são ideais
para serem executados em
“modo fila”**