

Reconstrução de Frente de Onda para sistemas de Ótica Adaptativa Astronómica no espaço de Fourier

Joel Teixeira

Mestrado em Engenharia Matemática
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Orientador: Carlos M. Correia
Centro de Astrofísica da Universidade do Porto

15 de Outubro de 2013

1º Seminário

- Frente de Onda
- Formação Imagem
- Ótica Adaptativa
- Reconstrução da Frente de Onda

Frente de Onda

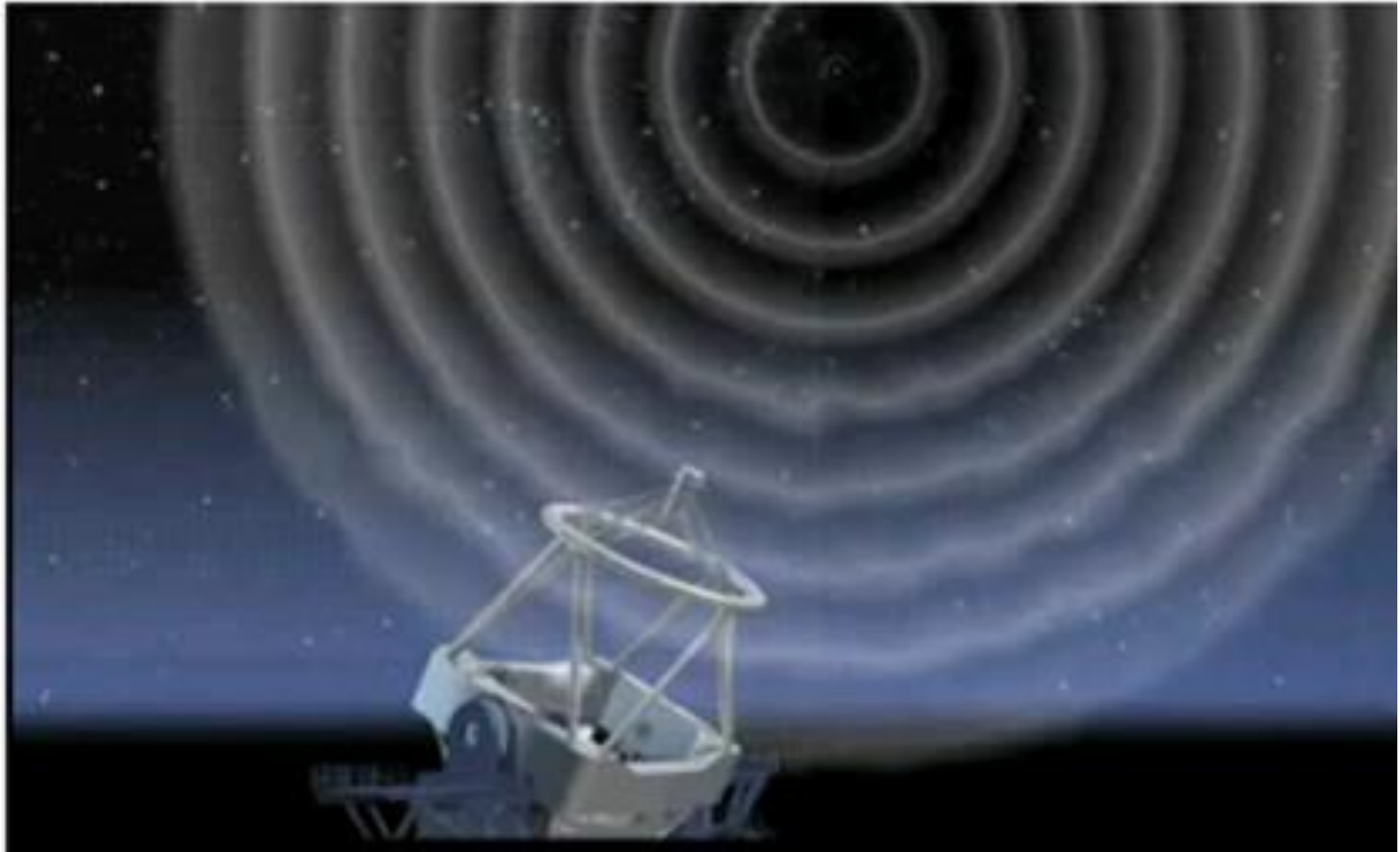
As ondas podem ser descritas pela equação

$$\Psi = Ae^{i\varphi},$$

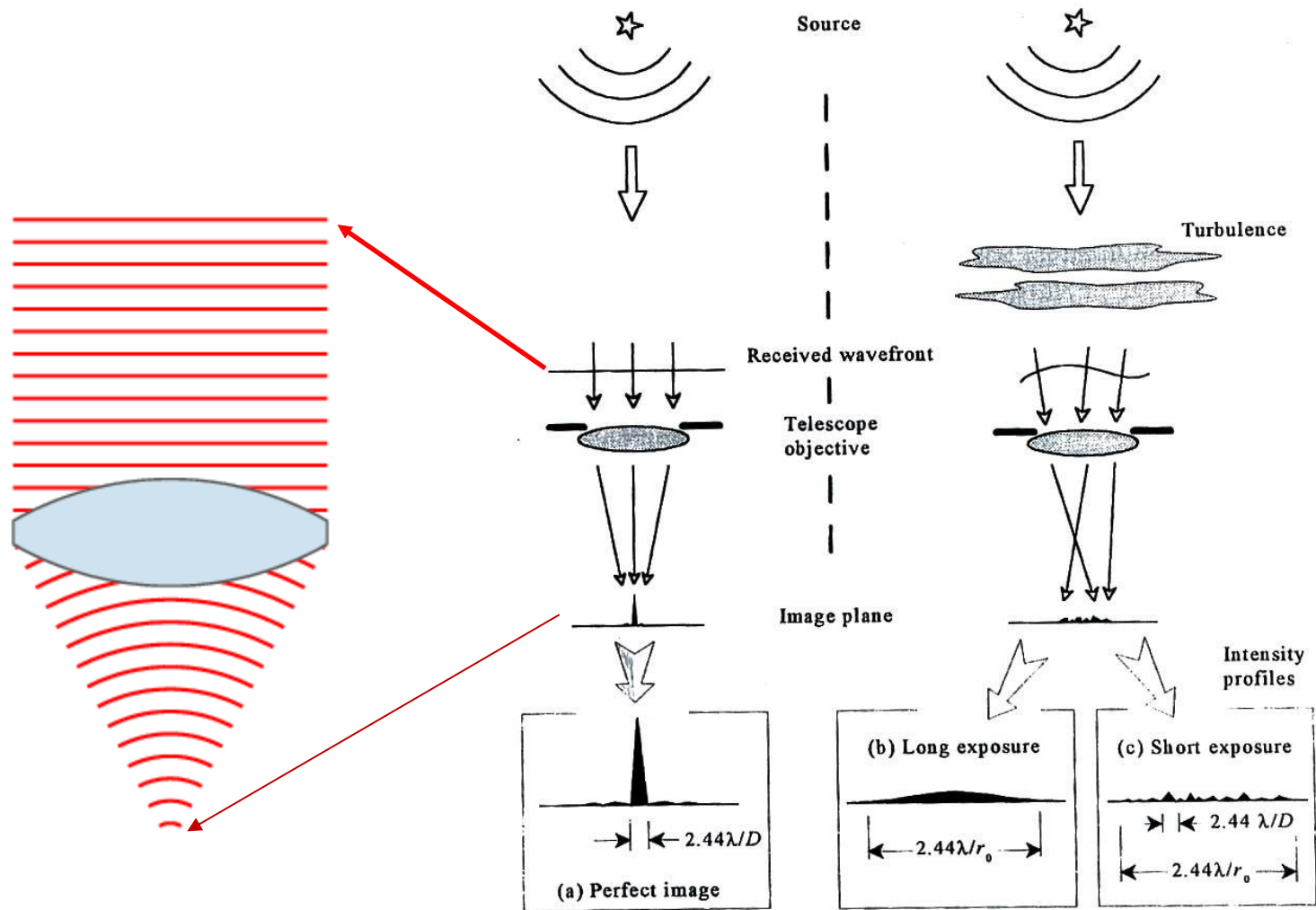
onde $A, \varphi \in \mathbb{R}$ e representam a amplitude e a fase da onda.

Uma superfície onde φ toma o mesmo valor é chamada uma frente de onda.

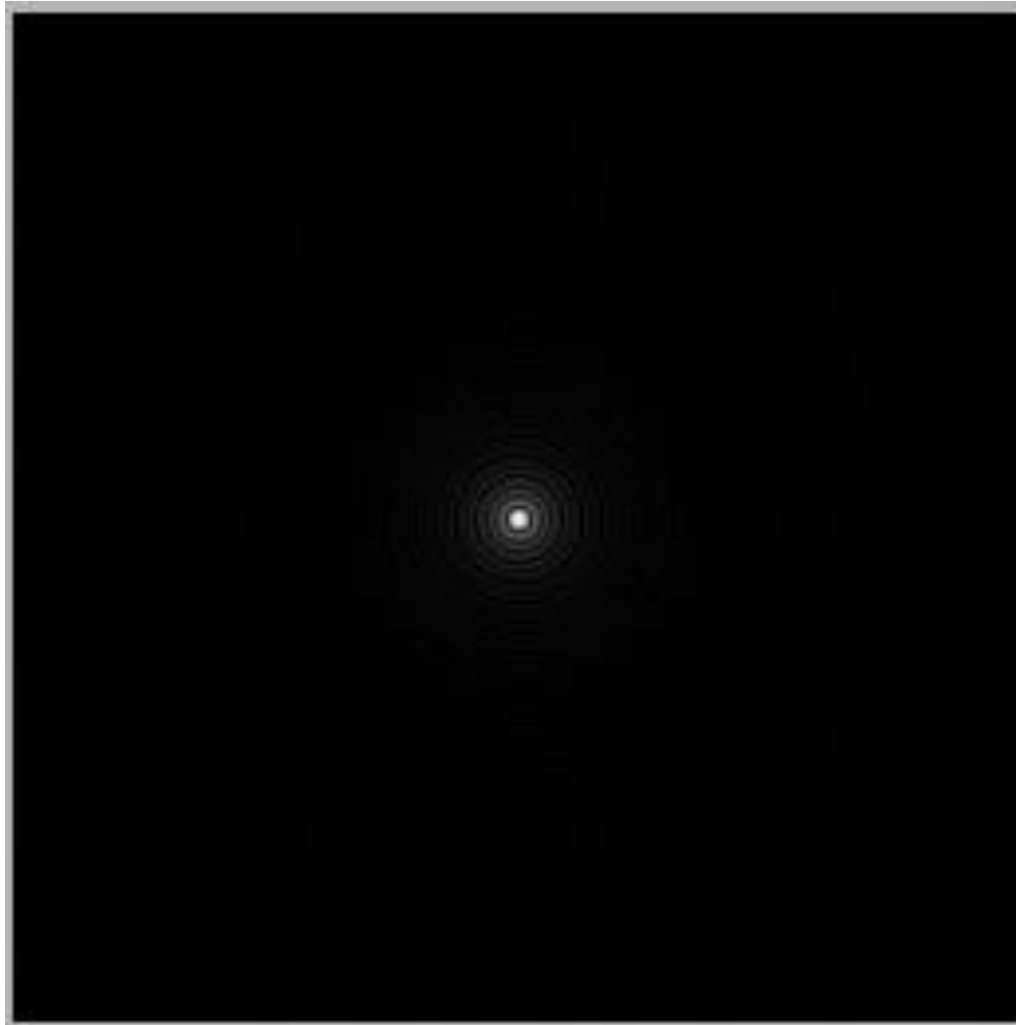
Formação Imagem



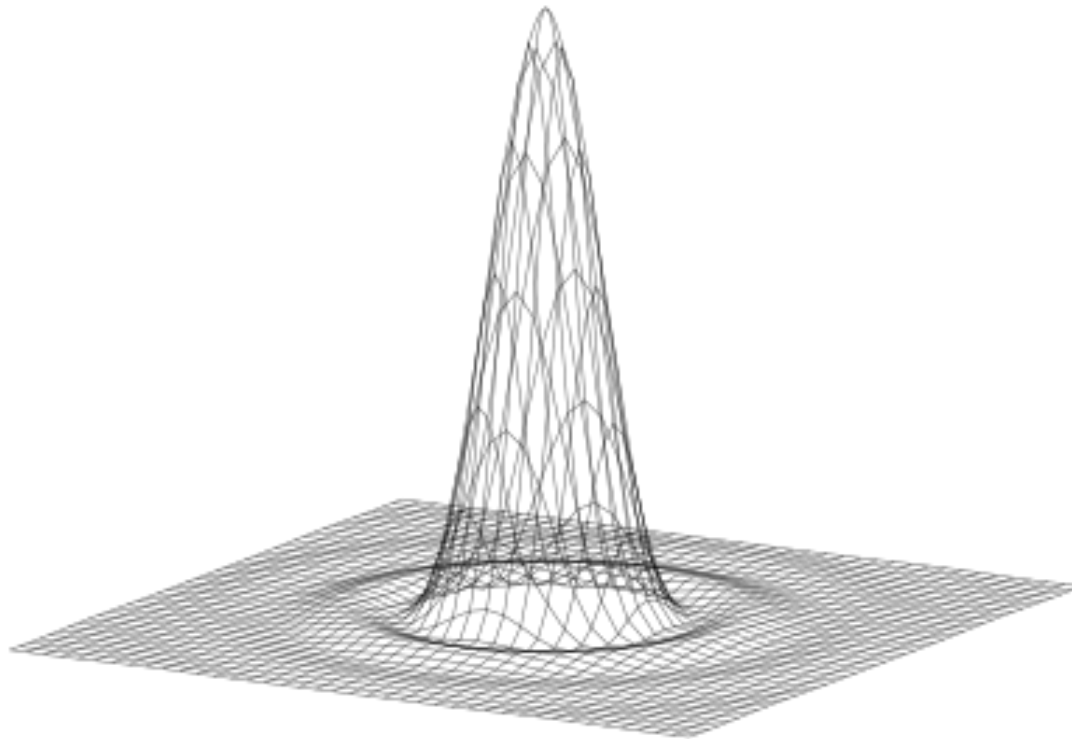
Formação Imagem



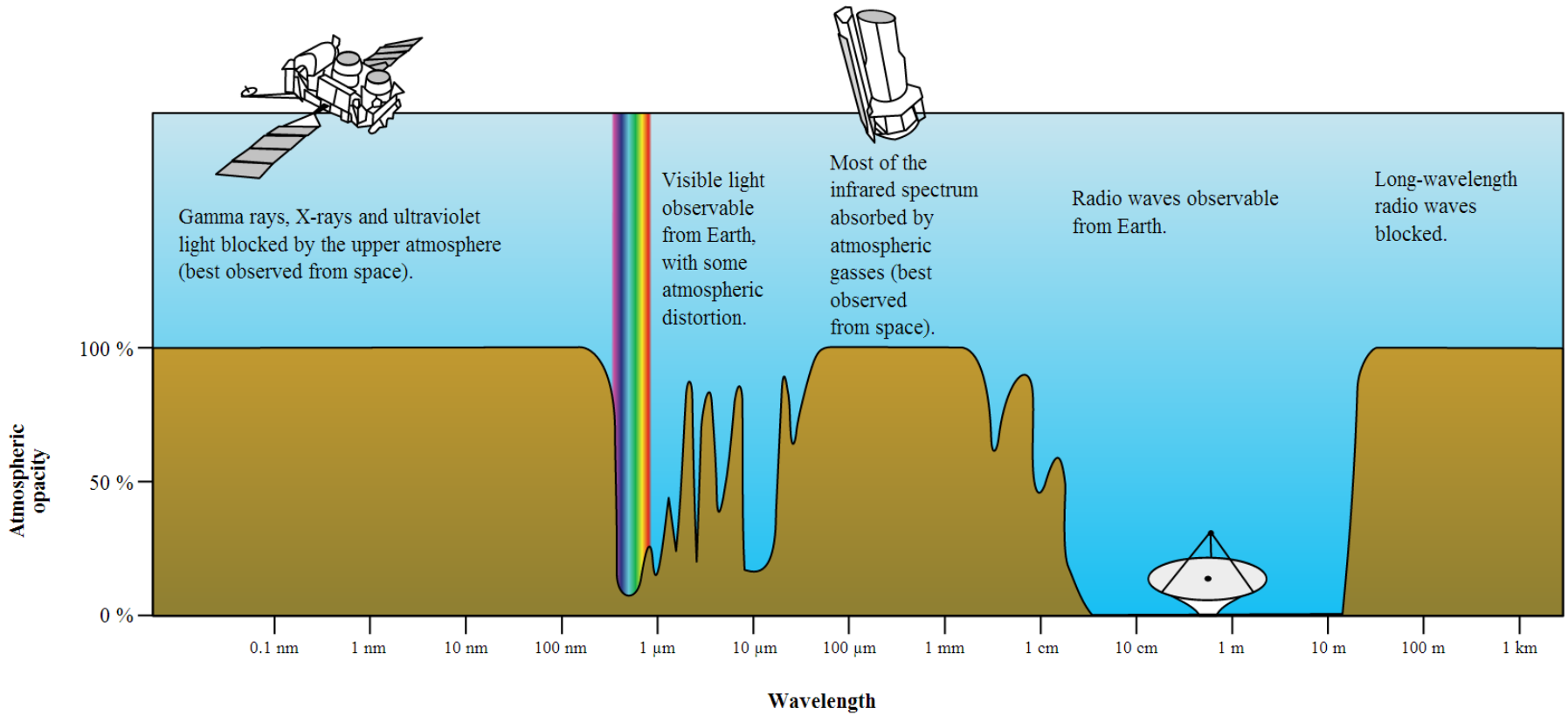
Formação Imagem



Formação Imagem



Turbulência Atmosférica

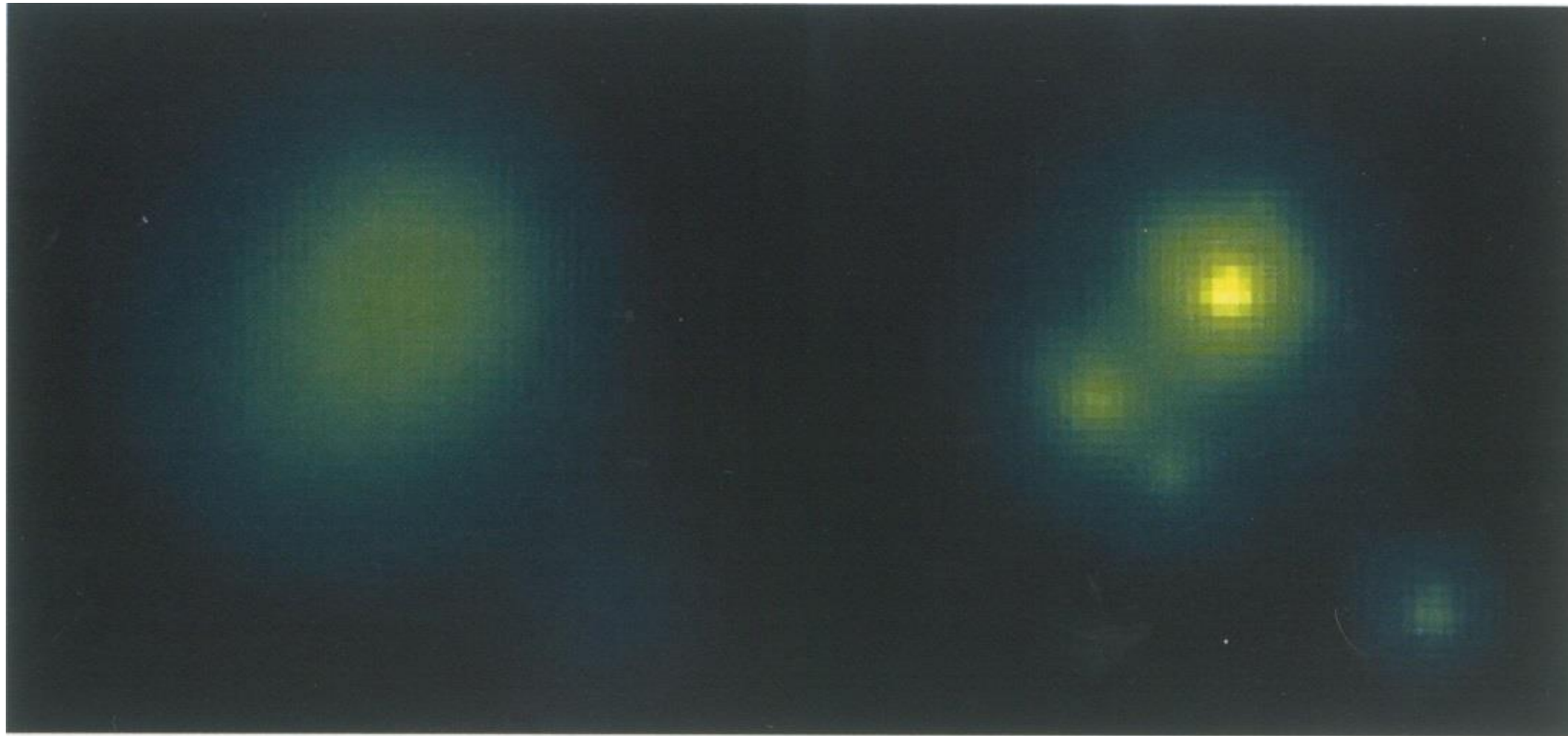


Turbulência Atmosférica



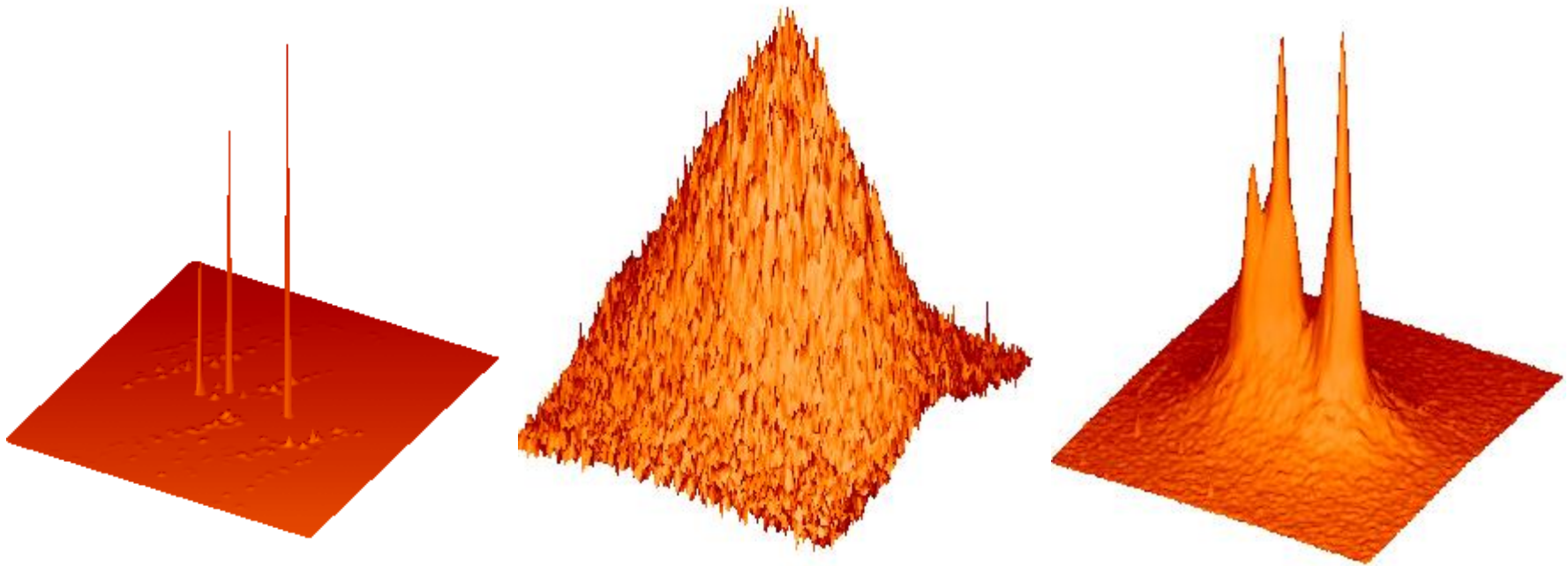
R. K. Tyson

Turbulência Atmosférica



R. K. Tyson

Turbulência Atmosférica



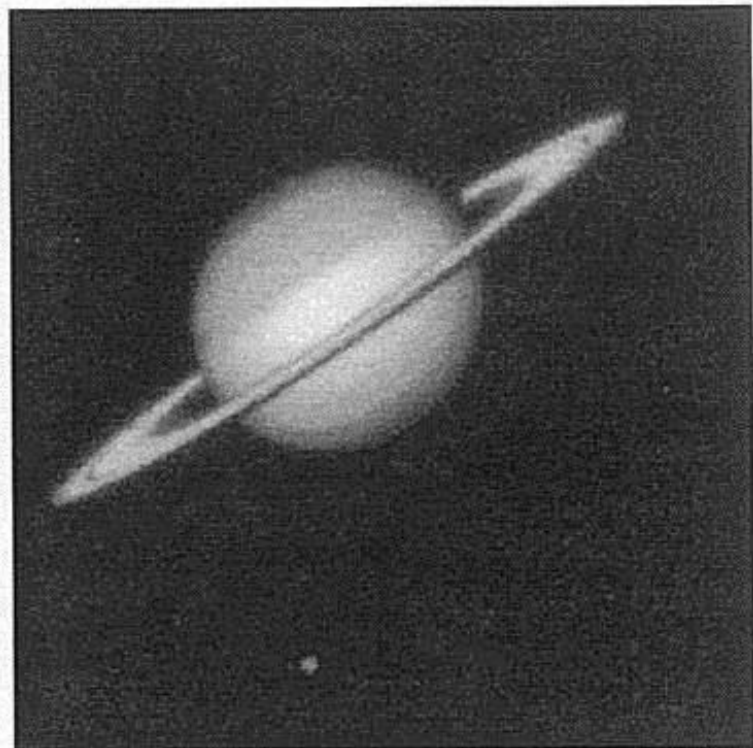
Turbulência Atmosférica

Images of Saturn and Titan

USAF Phillips Laboratory Starfire Optical Range 1.5 m telescope



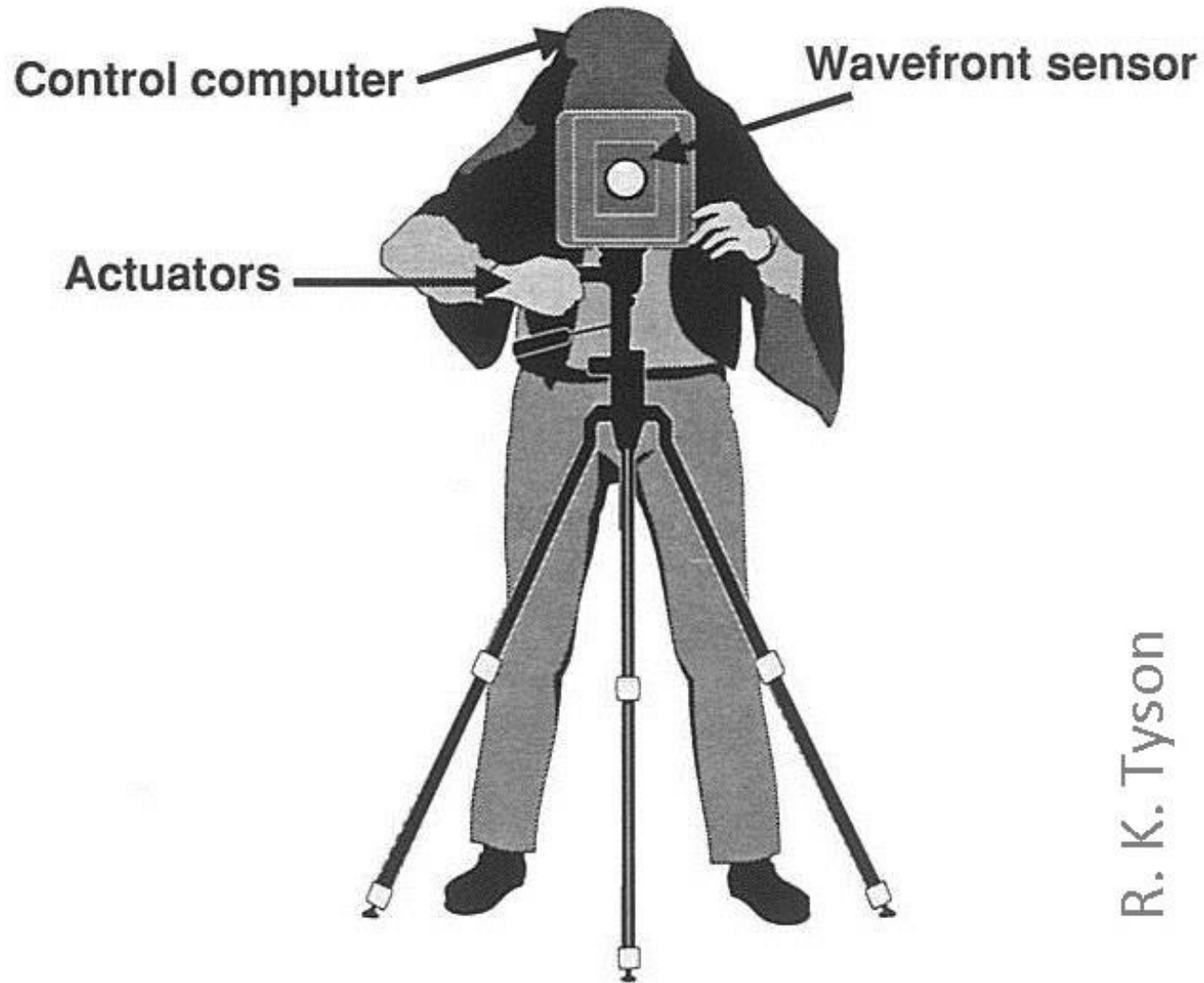
No tracking, no adaptive optics



Full compensation with
laser beacon adaptive optics

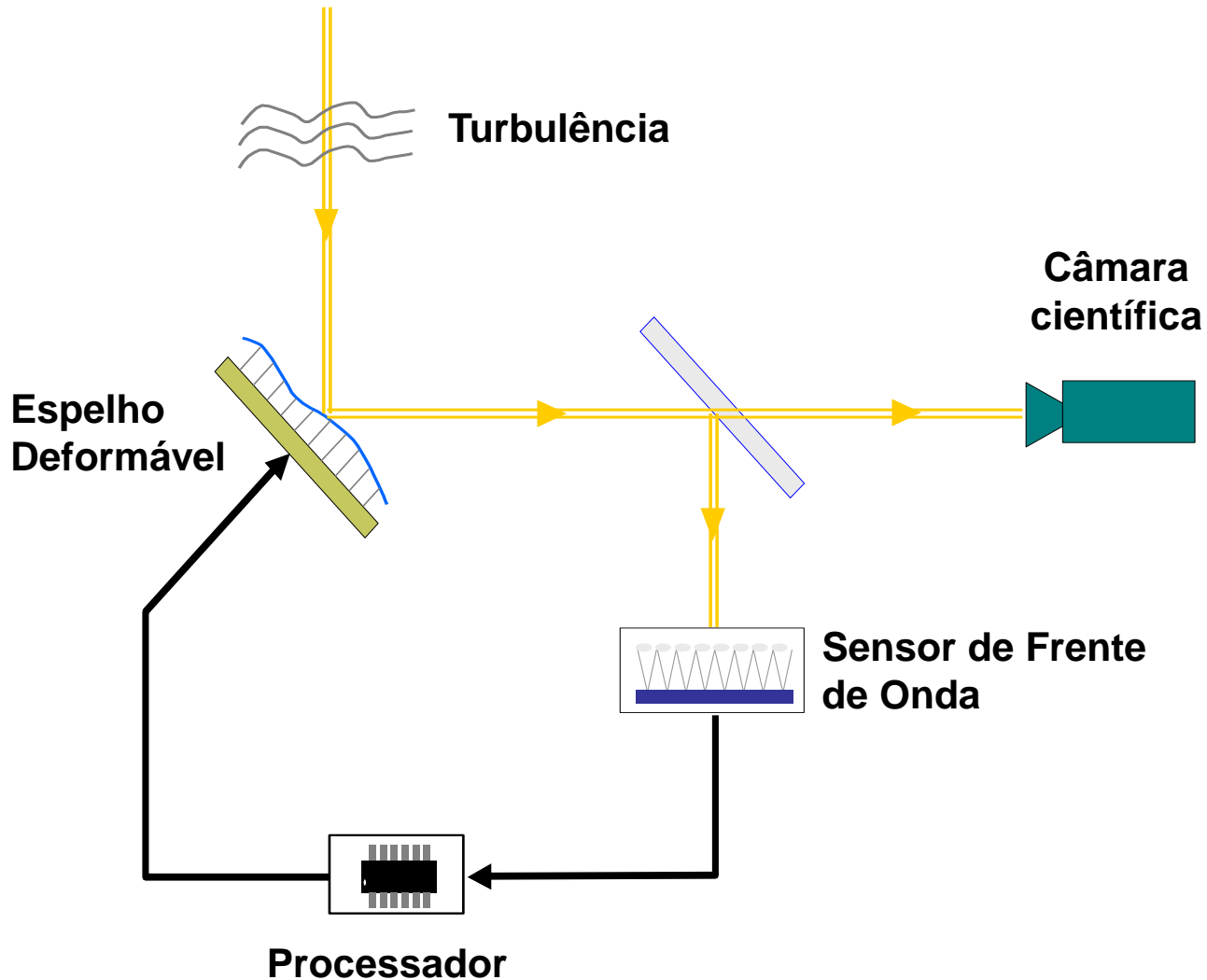
R. K. Tyson

Ótica Adaptativa

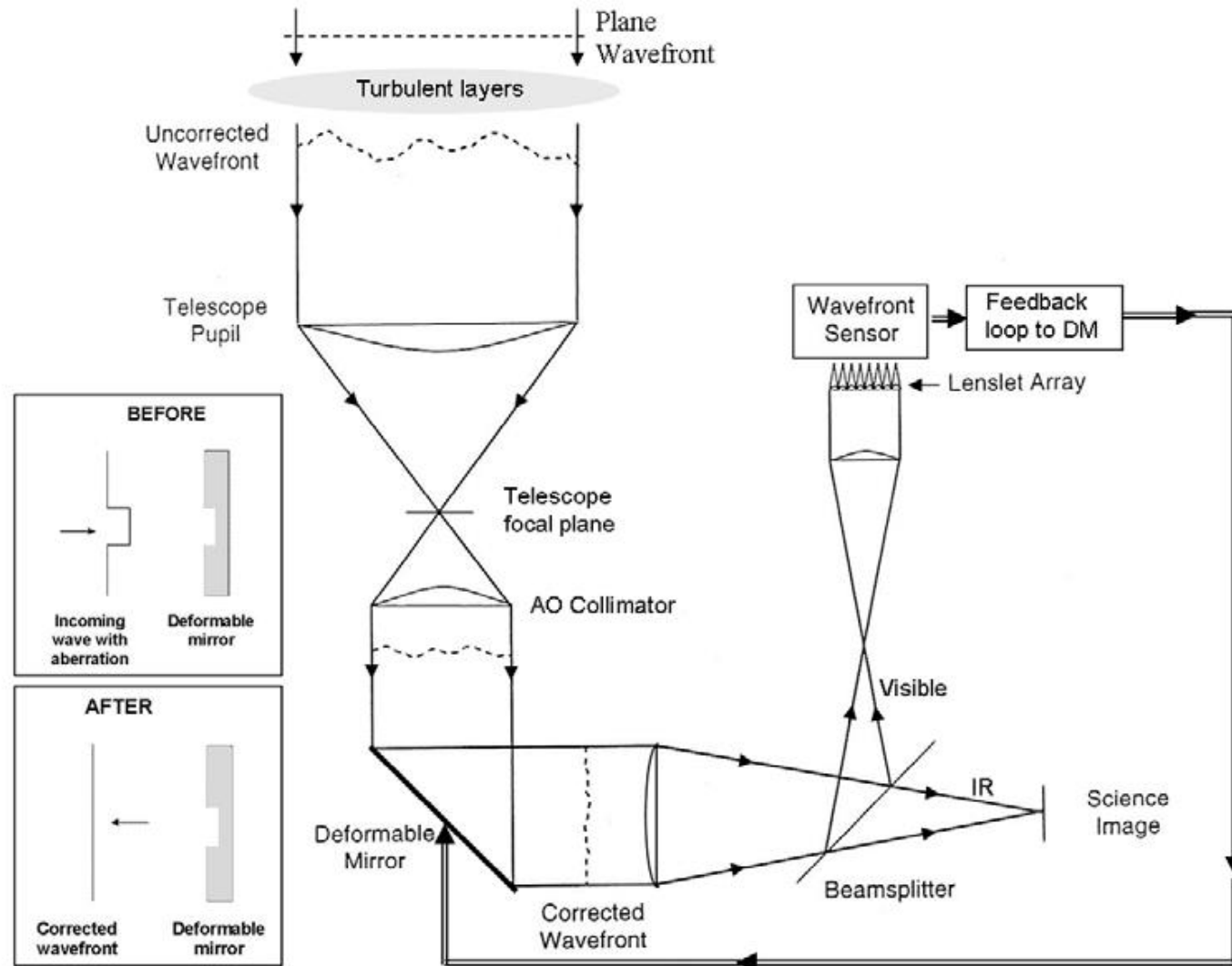


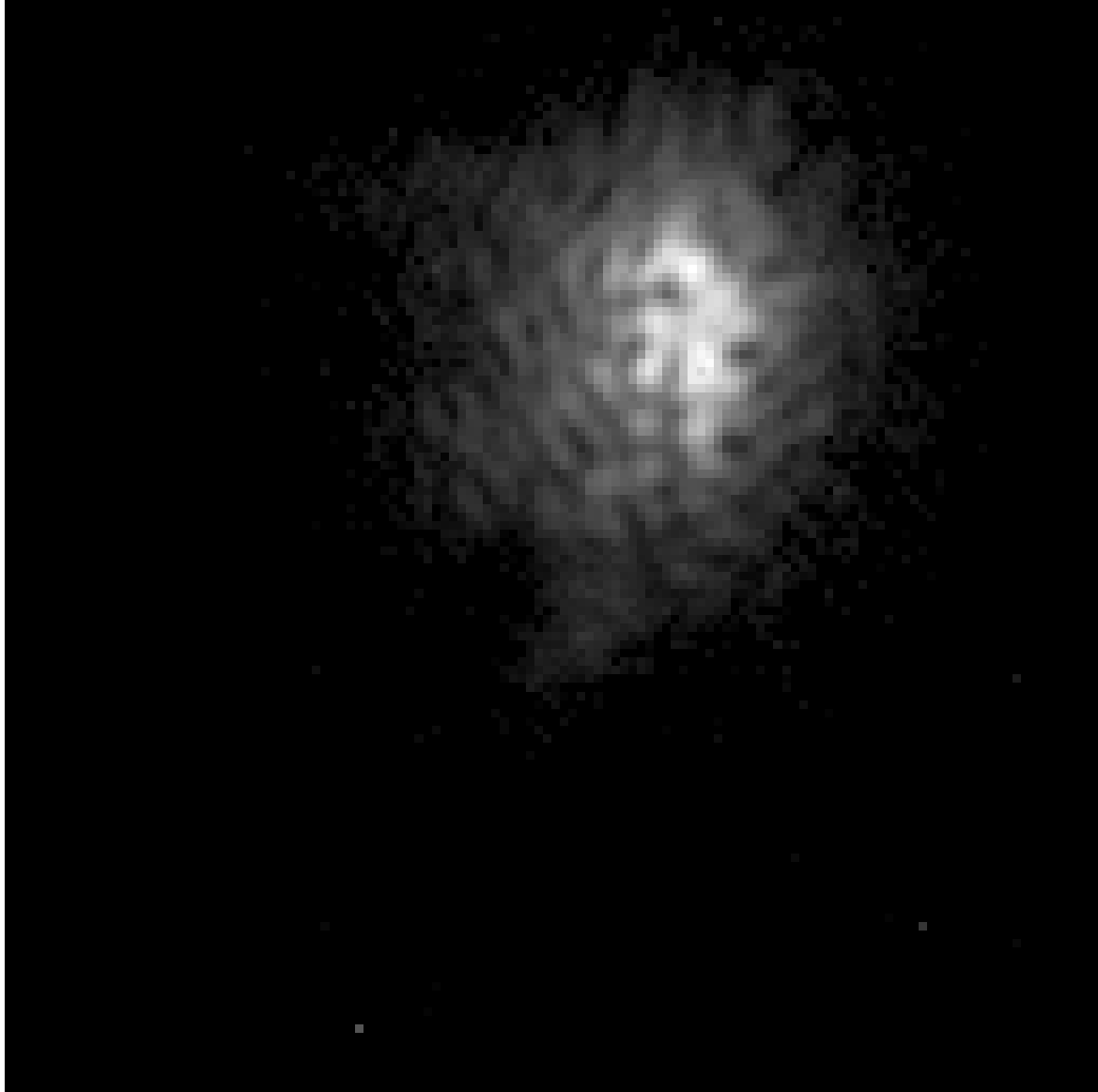
R. K. Tyson

Ótica Adaptativa Astronômica



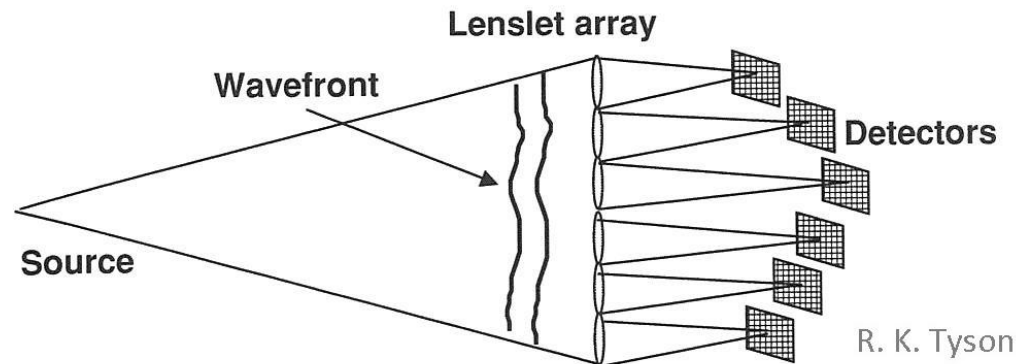
Ótica Adaptativa Astronómica





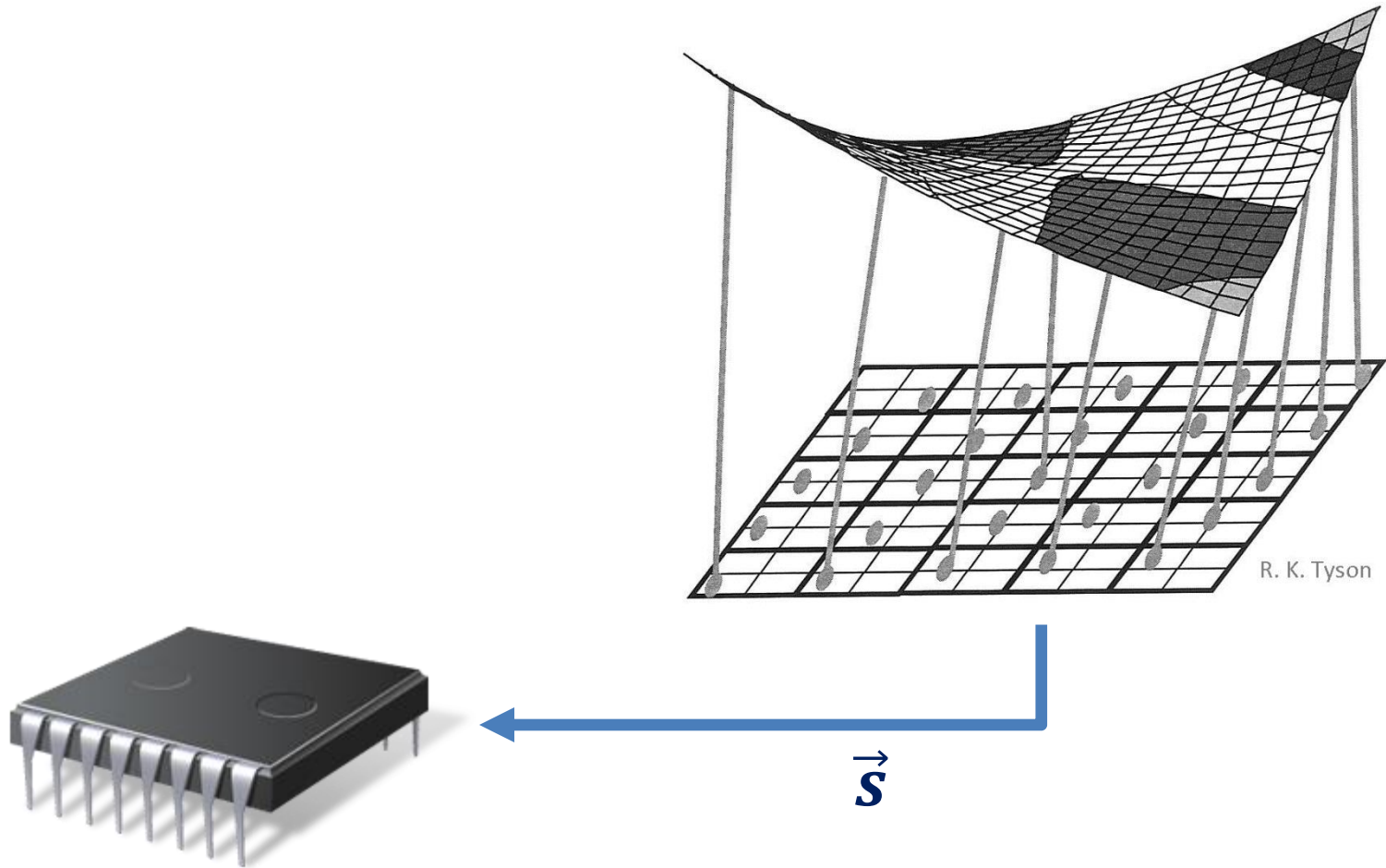
Sensor de Frente de Onda

- Lateral Shear Interferometer
- Sensor Piramidal
- Sensor Shack-Hartmann



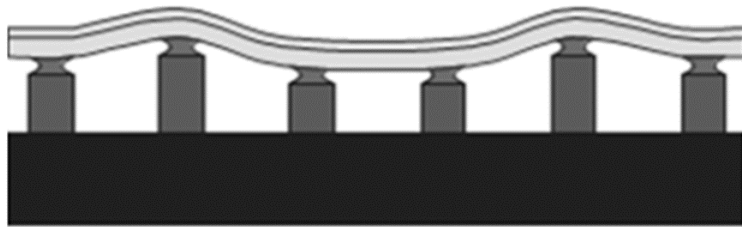
Sensor Shack-Hartmann

Sensor de Frente de Onda

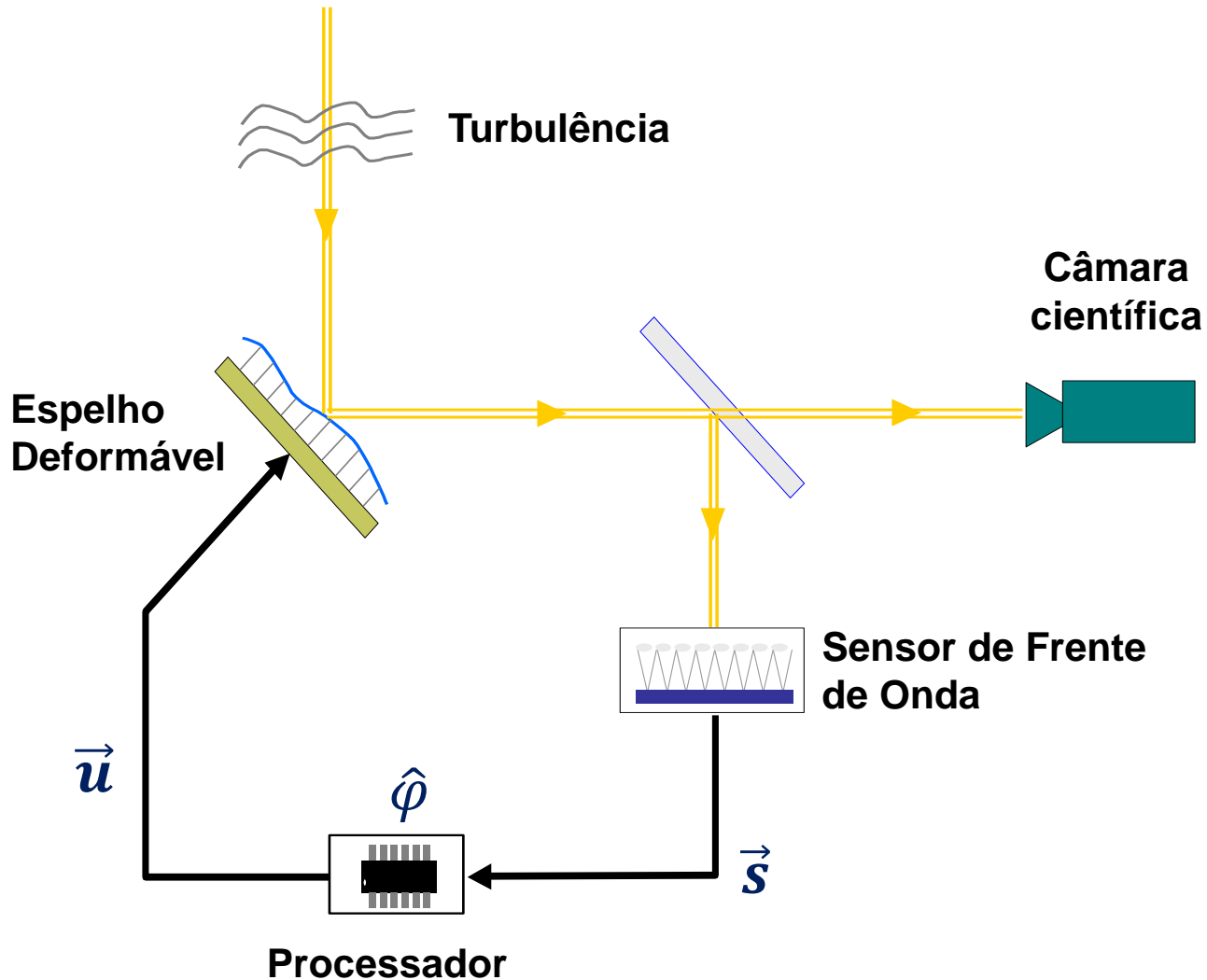


Espelho Deformável

- Segmentados
- Faceplate continuous
- ...



Ótica Adaptativa Astronômica



Reconstrução da Frente de Onda

A relação entre as medidas dadas pelo sensor \vec{s} e a fase $\vec{\varphi}$ é dada por:

$$\vec{s} = M\vec{\varphi} + \omega,$$

onde ω é um vetor aditivo de ruído de média zero.

A reconstrução da frente de onda consiste em calcular uma estimativa para a fase $\hat{\vec{\varphi}}$, a partir do vetor \vec{s} das medidas do sensor.

$$\hat{\vec{\varphi}} = R\vec{s},$$

Onde R é uma matriz de reconstrução.

Este é o chamado **Problema Inverso!**

Como resolver o Problema Inverso...

$$\widehat{\vec{\varphi}} = R\vec{s}$$

- ... quando o número de medidas é aproximadamente $\cong 30\,000$,
- ... o número de pontos da fase é $\cong 50\,000$
- ... e o intervalo de tempo alocado é $\cong 200\ \mu s$?

1 teraflop/s =
 10^{12} operações
por segundo



Próximo Seminário

- Reconstrução de frente de onda - Problema Inverso
- Modelos aproximados
- Reconstrução de frente de onda no espaço de Fourier

Referências

- Roddier, F. (1999). *Adaptive Optics in Astronomy*. Cambridge University Press. ISBN 0-521-55375
- Tyson, Robert K. (2000). *Introduction to Adaptive Optics*. SPIE Press. ISBN 0-8194-3511-2
- Correia, Carlos M. (2010). *Conception de lois de commande à hautes performances pour l'optique adaptative des grands/très grands télescopes*. (Doctoral dissertation). Univerté Paris 13.