

# ***Supernovas do tipo Ia: detecção e medidas de distância em cosmologia***

---

**Beatriz B. Siffert  
Instituto de Física - UFRJ**

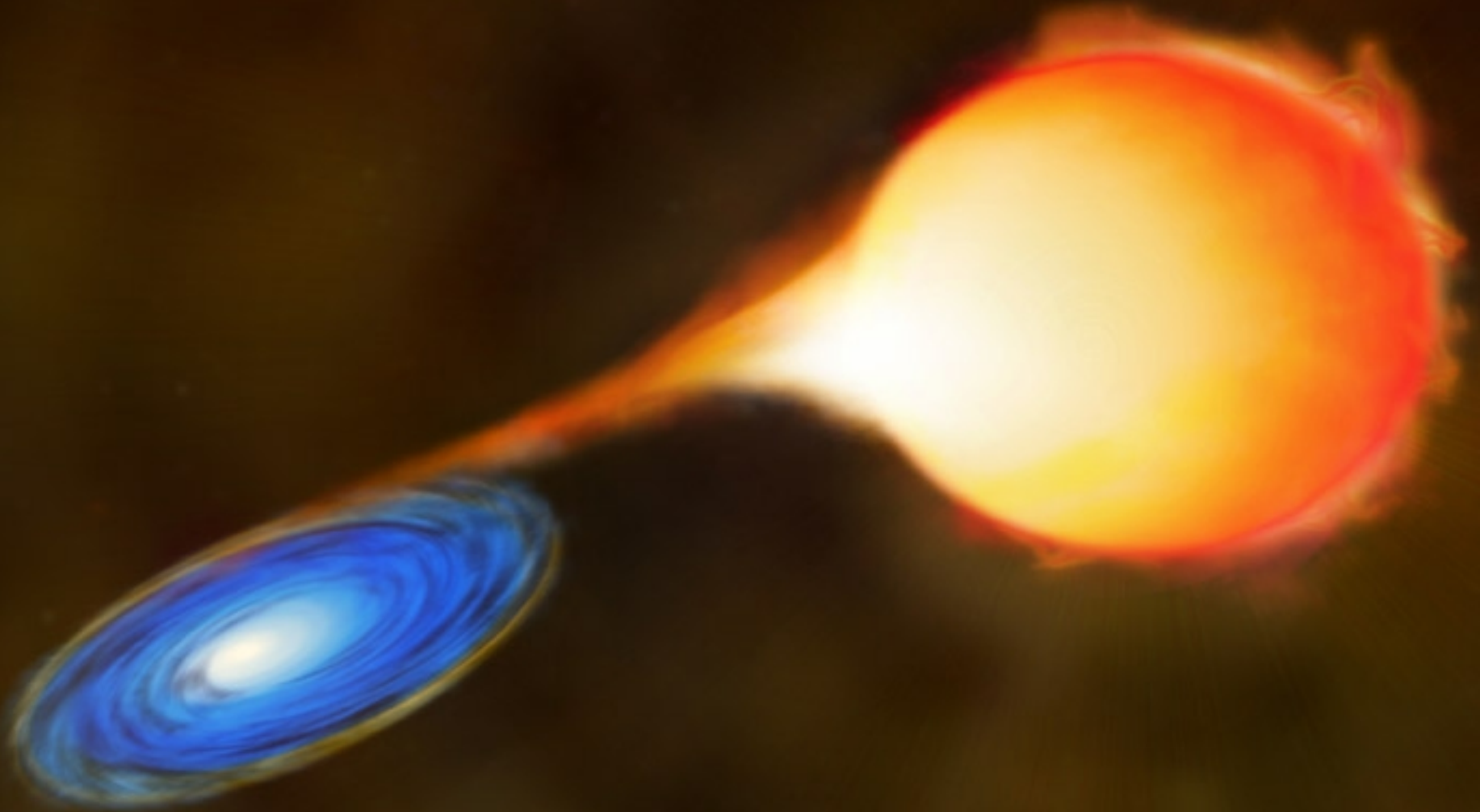


**Seminário CBPF  
22/05/2015**

# ***Resumo da apresentação***

---

- **O que são supernovas do tipo Ia;**
- **Medidas de distâncias cosmológicas;**
- **SN Ia em cosmologia;**
- **O observatório J-PAS;**
- **Como detectar supernovas;**
- **Discussão.**



***Supernovas do tipo Ia***

# Classification of Supernovae

Type	Ia	Ib	Ic	II
Spectrum	No Hydrogen			Hydrogen
	Silicon	No Silicon		
		Helium	No Helium	
Physical mechanism	Nuclear explosion of low mass star	Core collapse of evolved massive star (may have lost its hydrogen or even helium envelope during red-giant evolution)		
Light curve	Reproducible	Large Variations		
Neutrinos	Insignificant	~ 100 × Visible energy		
Compact Remnant	None	Neutron star (typically appears as pulsar) Sometimes black hole ?		
Rate/h <sup>2</sup> SNU	0.36 ± 0.11	0.14 ± 0.07		0.71 ± 0.34
Observed	Total ~ 2000 as of today (nowadays ~200/year)			

# Classification of Supernovae

Type	Ia	Ib	Ic	II
Spectrum	No Hydrogen			Hydrogen
	Silicon	No Silicon		
		Helium	No Helium	
Physical mechanism	Nuclear explosion of low mass star	Core collapse of evolved massive star (may have lost its hydrogen or even helium envelope during red-giant evolution)		
Light curve	Reproducible	Large Variations		
Neutrinos	Insignificant	~ 100 × Visible energy		
Compact Remnant	None	Neutron star (typically appears as pulsar) Sometimes black hole ?		
Rate/h <sup>2</sup> SNU	0.36 ± 0.11	0.14 ± 0.07		0.71 ± 0.34
Observed	Total ~ 2000 as of today (nowadays ~200/year)			

# *Algumas imagens*

---



# *Algumas imagens*

---



# *Algumas imagens*

---



Before



Jan. 22, 2014



# ***Algumas imagens - colapso de caroço***

---

**Supernova observada pelos chineses em 1054.**

**Deu origem à nebulosa observada pela primeira vez em 1731.**

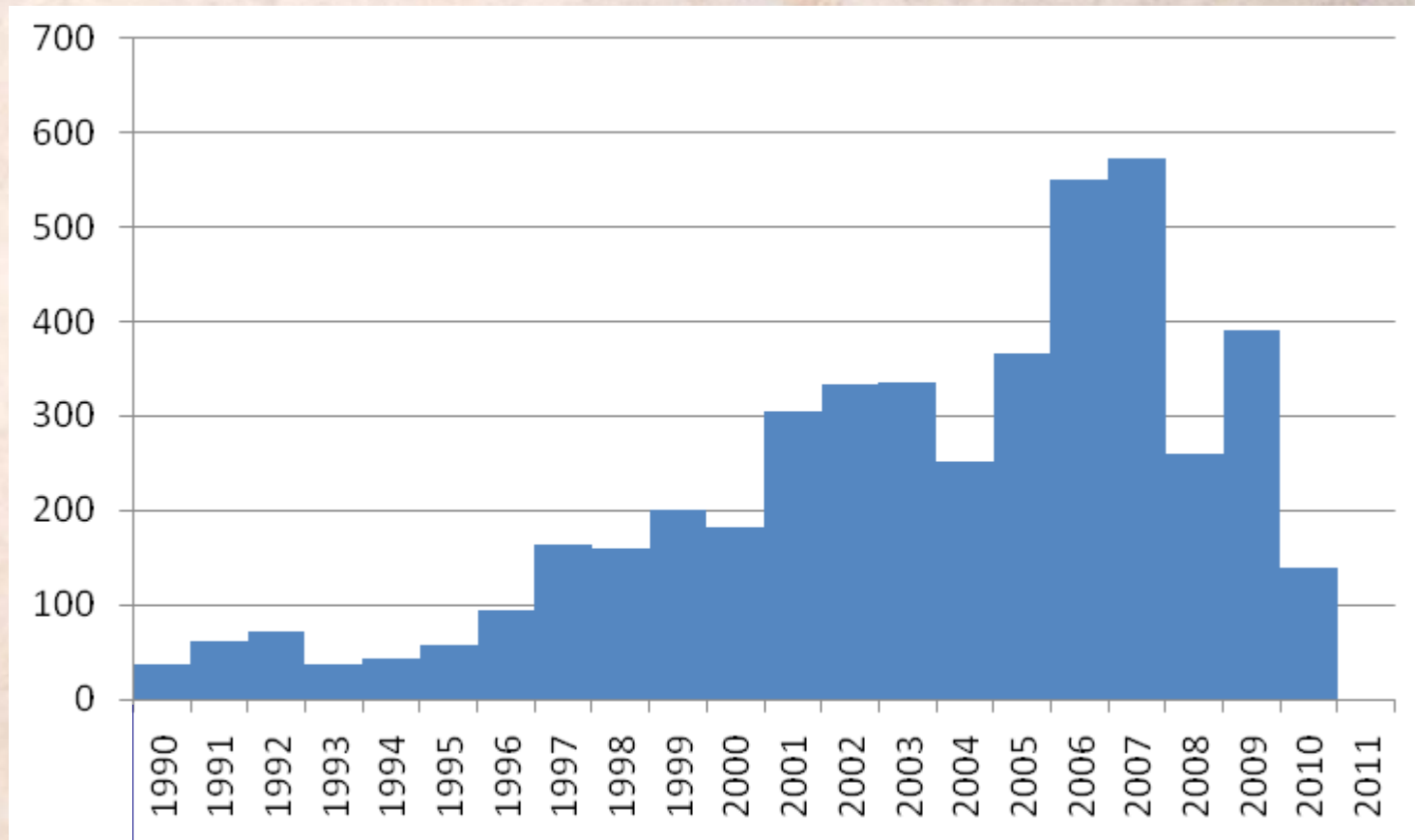


**Crab Nebula**

# Classification of Supernovae

Type	Ia	Ib	Ic	II
Spectrum	No Hydrogen			Hydrogen
	Silicon	No Silicon		
		Helium	No Helium	
Physical mechanism	Nuclear explosion of low mass star	Core collapse of evolved massive star (may have lost its hydrogen or even helium envelope during red-giant evolution)		
Light curve	Reproducible	Large Variations		
Neutrinos	Insignificant	~ 100 × Visible energy		
Compact Remnant	None	Neutron star (typically appears as pulsar) Sometimes black hole ?		
Rate/h <sup>2</sup> SNU	0.36 ± 0.11	0.14 ± 0.07		0.71 ± 0.34
Observed	Total ~ 2000 as of today (nowadays ~200/year)			

# Levantamientos de supernovas



↓  
**CCD**

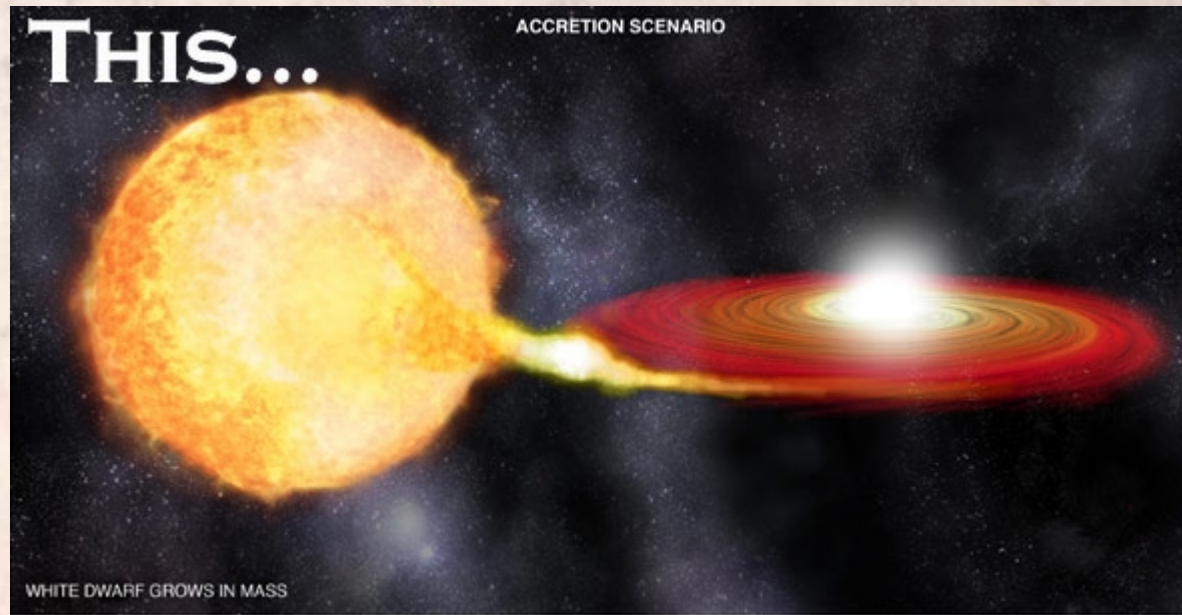
**Calán-Tololo**  
**SCP**  
**High-Z**

**SNLS**  
**ESSENCE**

**SDSS**  
**Carnegie**

**DES**  
**J-PAS**  
**LSST**

# Progenitor - SN Ia



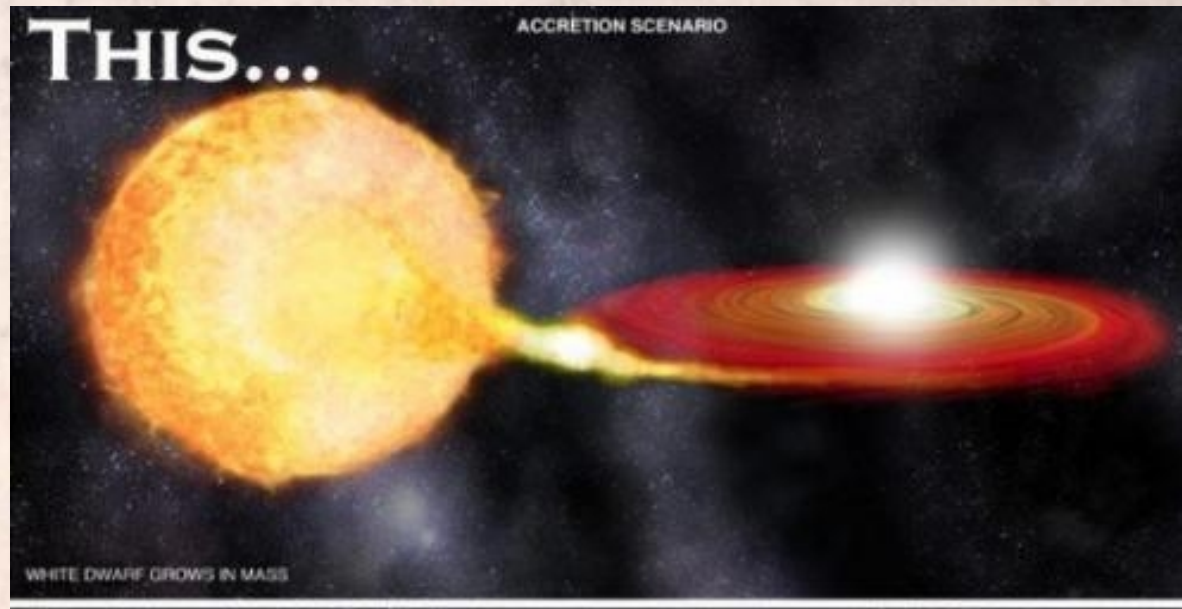
**Single  
degenerate**



**Double  
degenerate**

# Progenitor - SN Ia

---

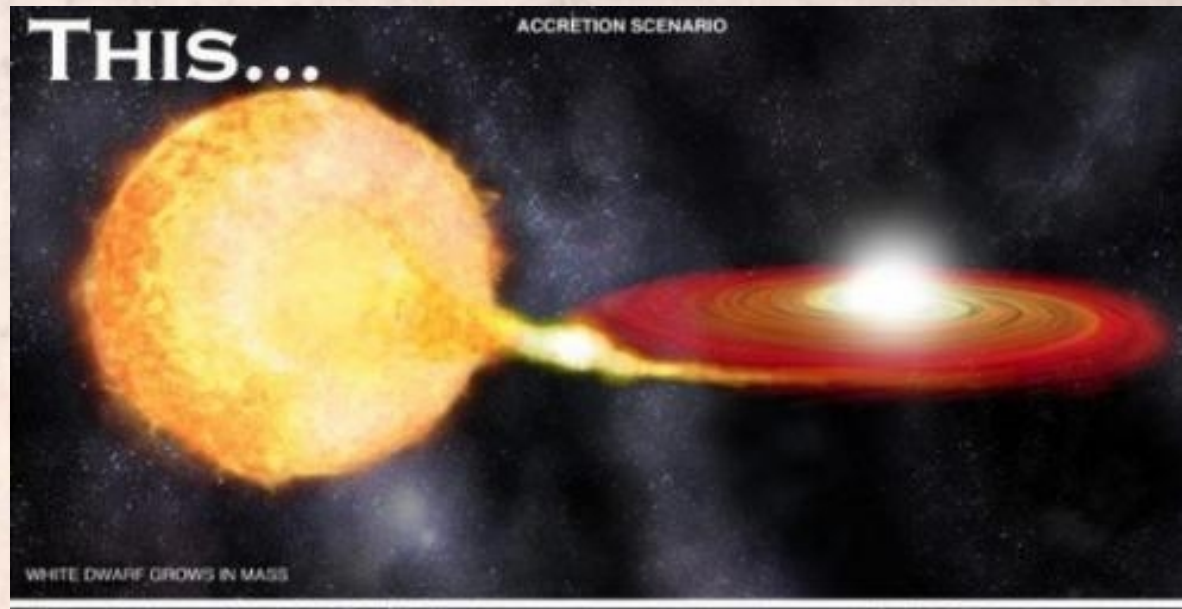


**Single  
degenerate**

**Cenário *single degenerate*:**

**Curvas de luz e espectro simulados em melhor acordo com as observações.**

# Progenitor - SN Ia



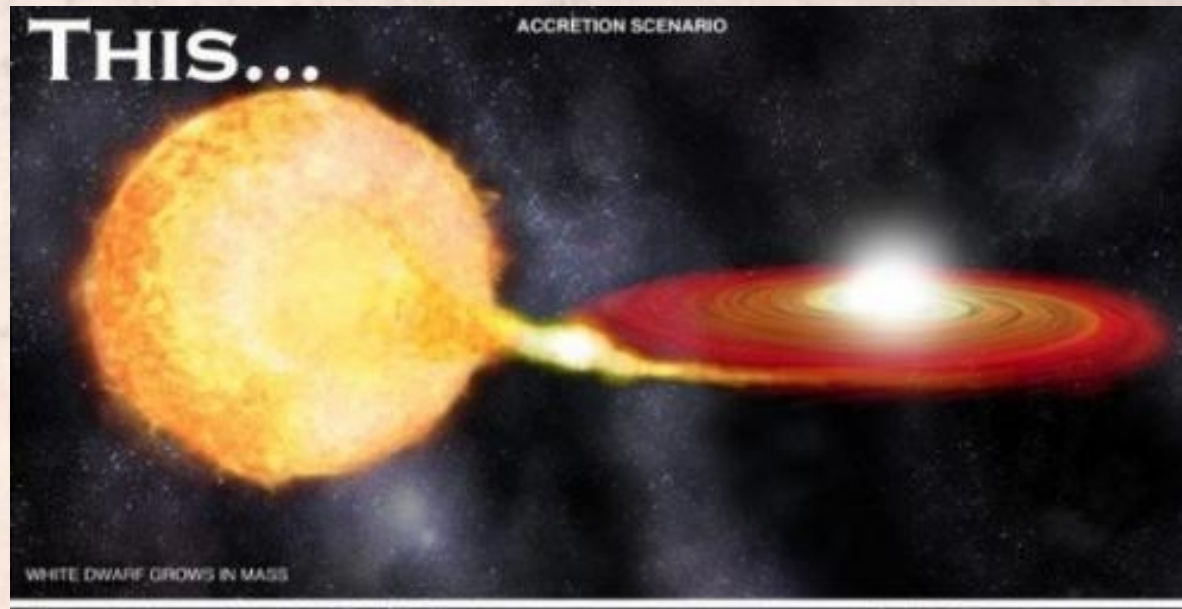
*Single  
degenerate*

## Cenário *single degenerate*:

Curvas de luz e espectro simulados em melhor acordo com as observações.

Anã branca aceta massa até atingir o limite de massa de Chandrasekhar:  $1,4 M_{\odot}$ .

# Progenitor - SN Ia



*Single  
degenerate*

## Cenário *single degenerate*:

Curvas de luz e espectro simulados em melhor acordo com as observações.

Anã branca aceta massa até atingir o limite de massa de Chandrasekhar:  $1,4 M_{\odot}$ .

Todas explodem com a mesma massa: de acordo com o resultado empírico de que todas tem luminosidade similar.

# Progenitor - SN Ia

---



**Double  
degenerate**

## Cenário *double degenerate*:

**Mergers** de anãs brancas parecem ocorrer com a mesma frequência que explosões de SNe Ia (na Via Láctea temos ~0.003/ano).



# Progenitor - SN Ia

---



**Double  
degenerate**

## Cenário *double degenerate*:

**Mergers** de anãs brancas parecem ocorrer com a mesma frequência que explosões de SNe Ia (na Via Láctea temos ~0.003/ano).

**Explicam a ausência de H no espectro de SNe Ia.**

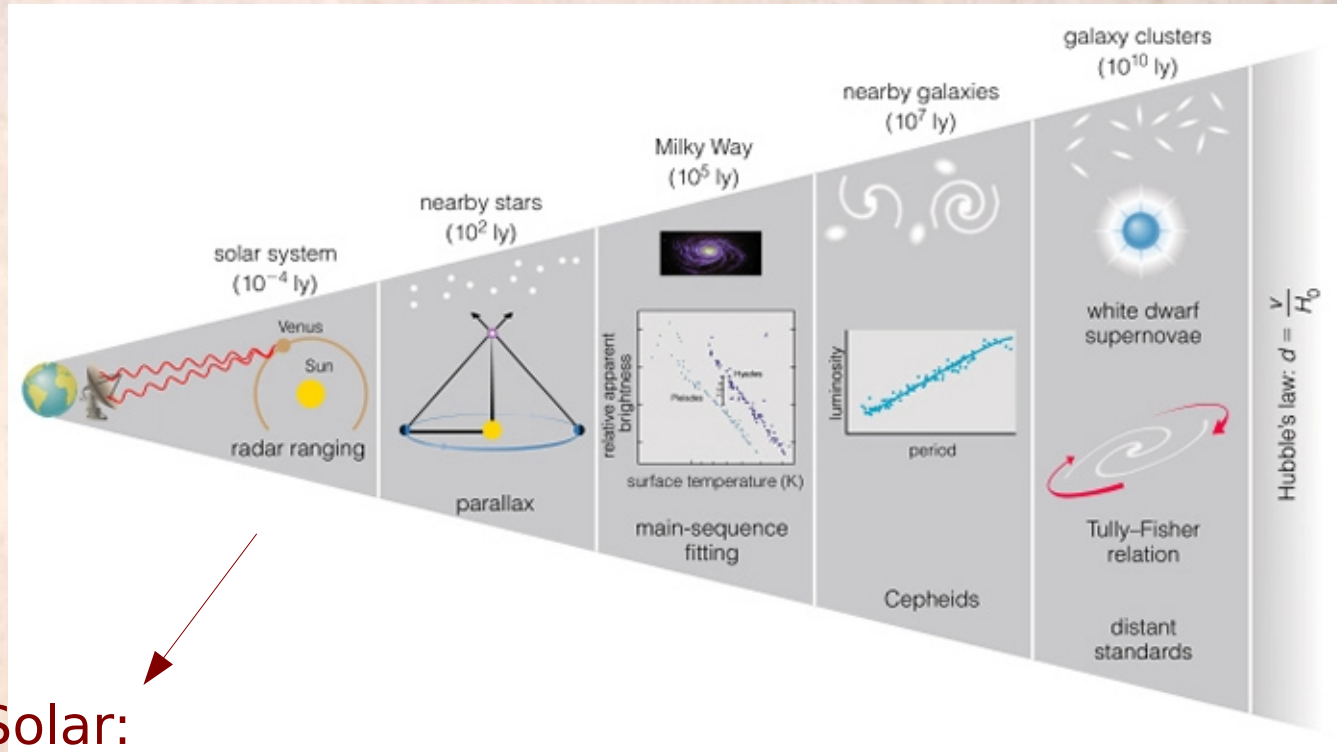
# Progenitor - SN Ia





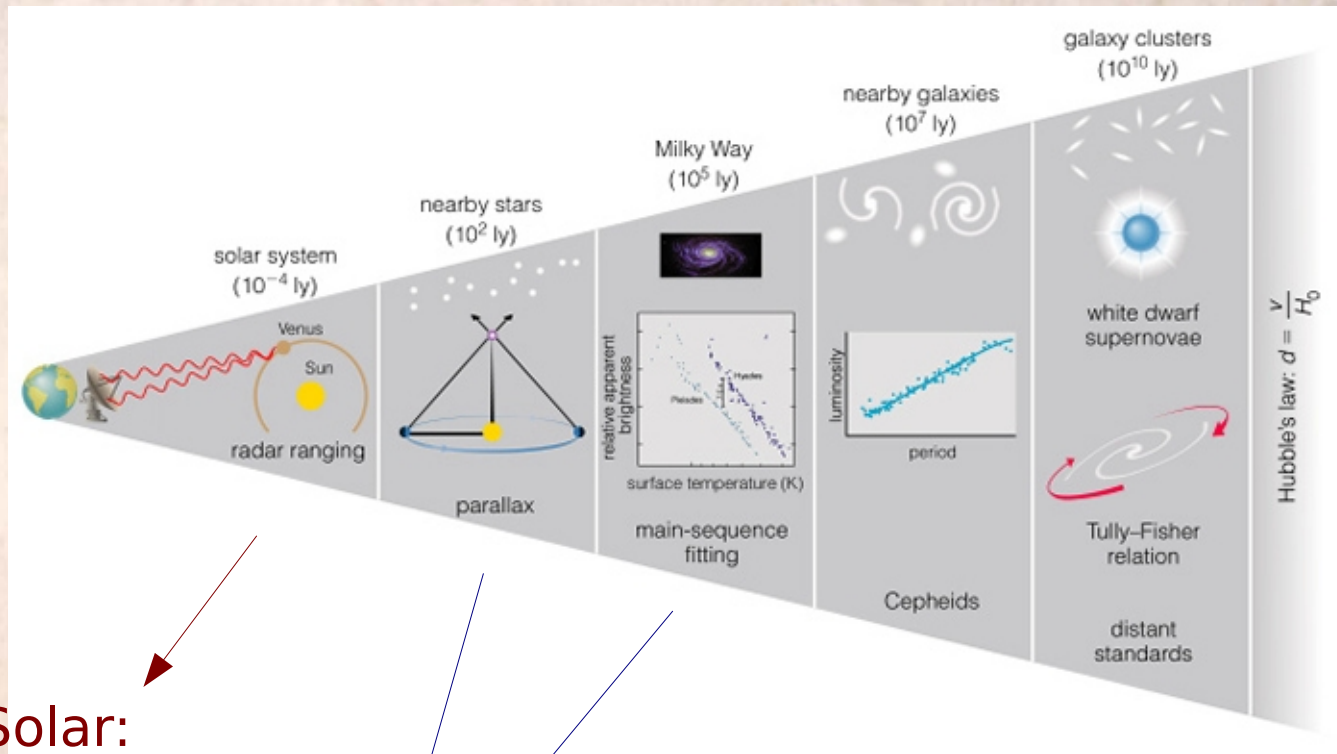
***Medidas de distâncias  
cosmológicas***

# A escada cósmica



Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

# A escada cósmica

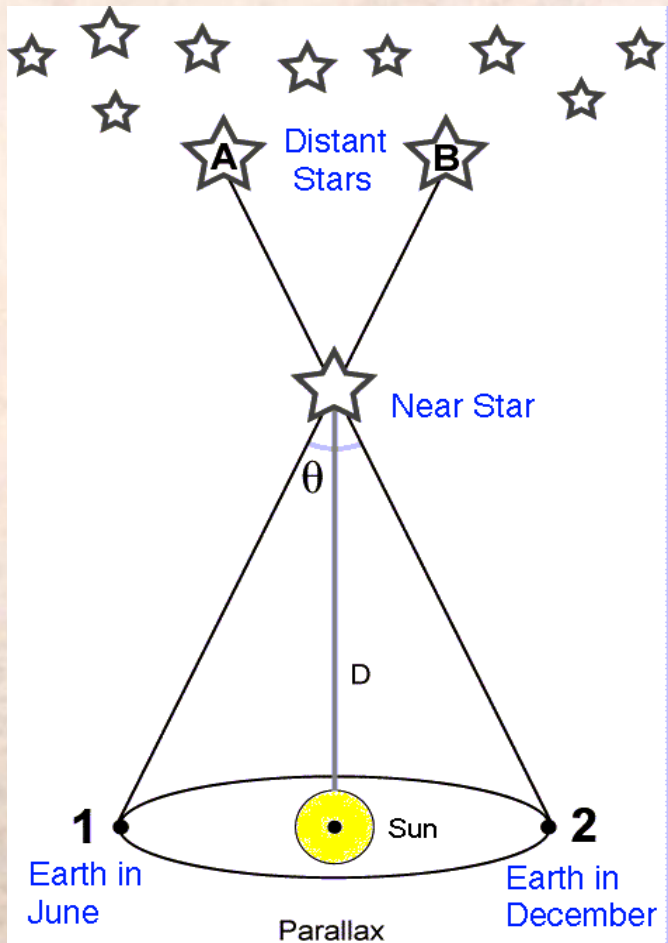


Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

Estrelas na galáxia:  
Paralaxe e ajuste na  
sequência principal

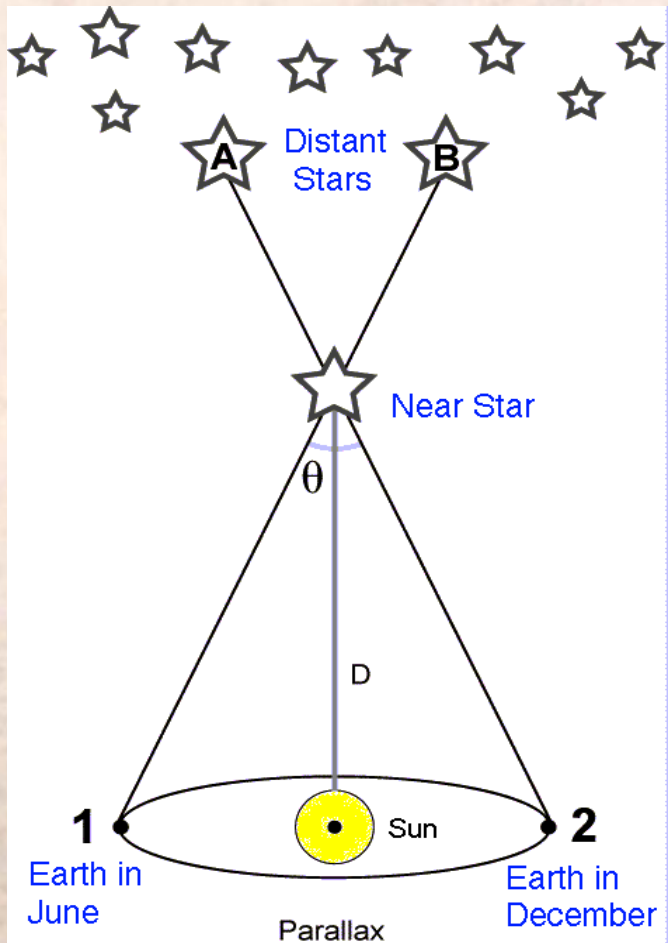
# Na nossa galxáxia

## Paralaxe



# Na nossa galáxia

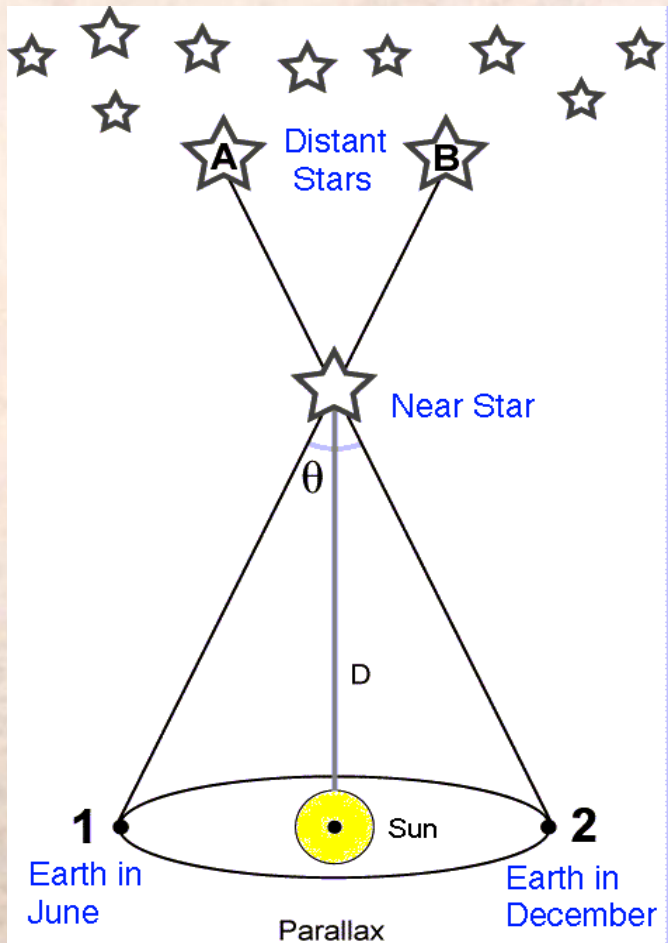
## Paralaxe



*Objetos próximos*

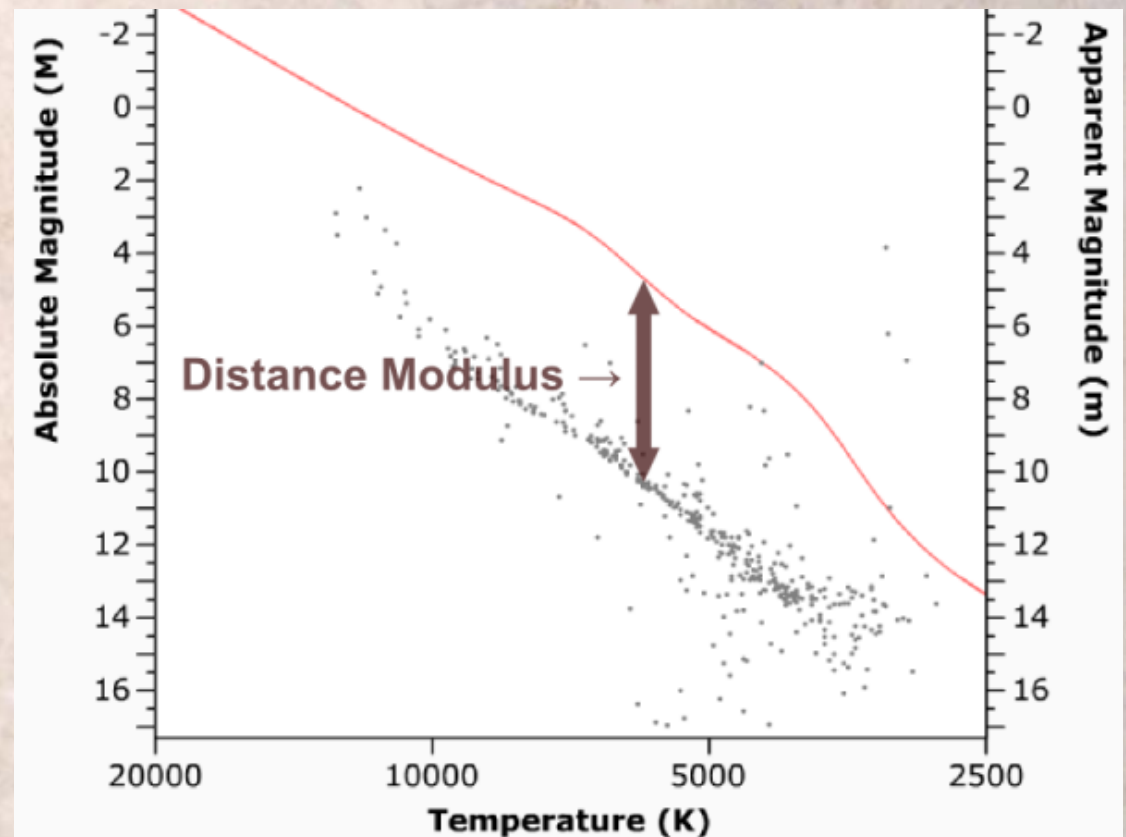
# Na nossa galáxia

## Paralaxe



*Objetos próximos*

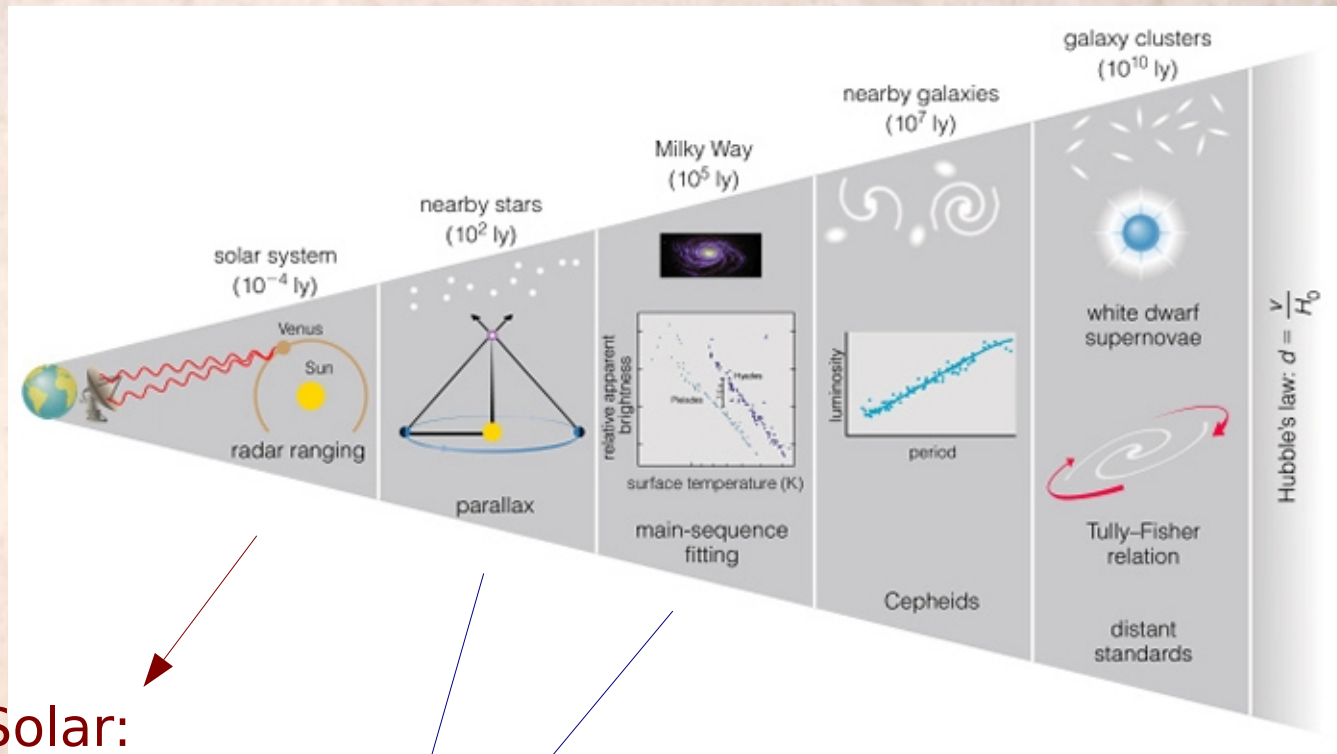
## Ajuste na sequência principal



*Aglomerados de estrelas*



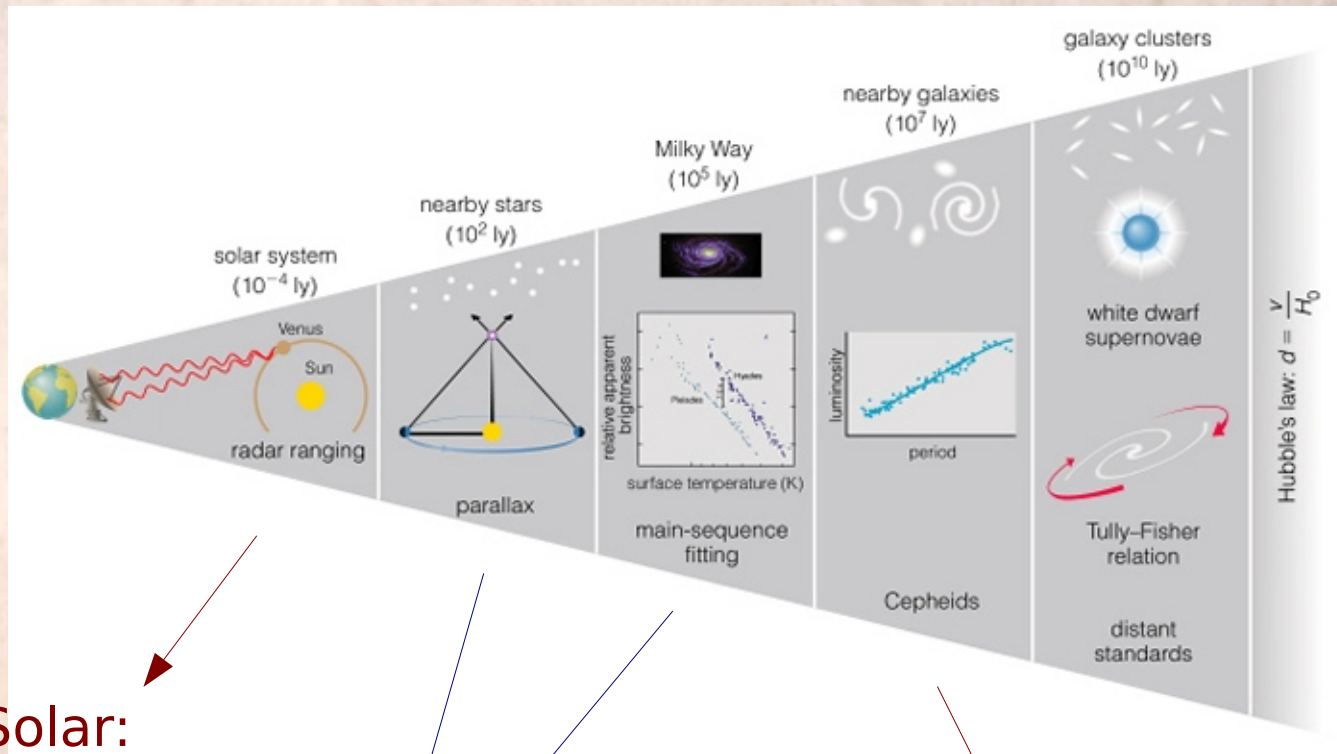
# A escada cósmica



Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

Estrelas na galáxia:  
Paralaxe e ajuste na  
sequência principal

# A escada cósmica



Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

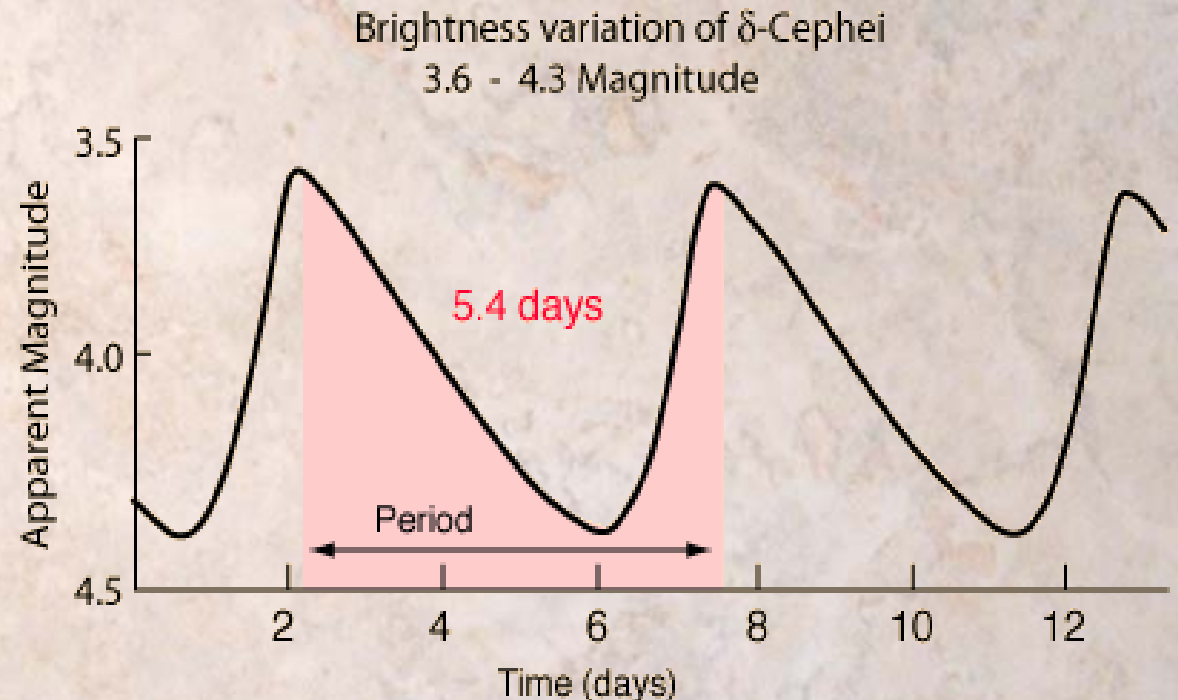
Estrelas na galáxia:  
Paralaxe e ajuste na  
sequência principal

Galáxias  
próximas

# Variáveis Cefeidas

Estrelas supergigantes muito luminosas cuja luminosidade varia com o tempo de forma periódica.

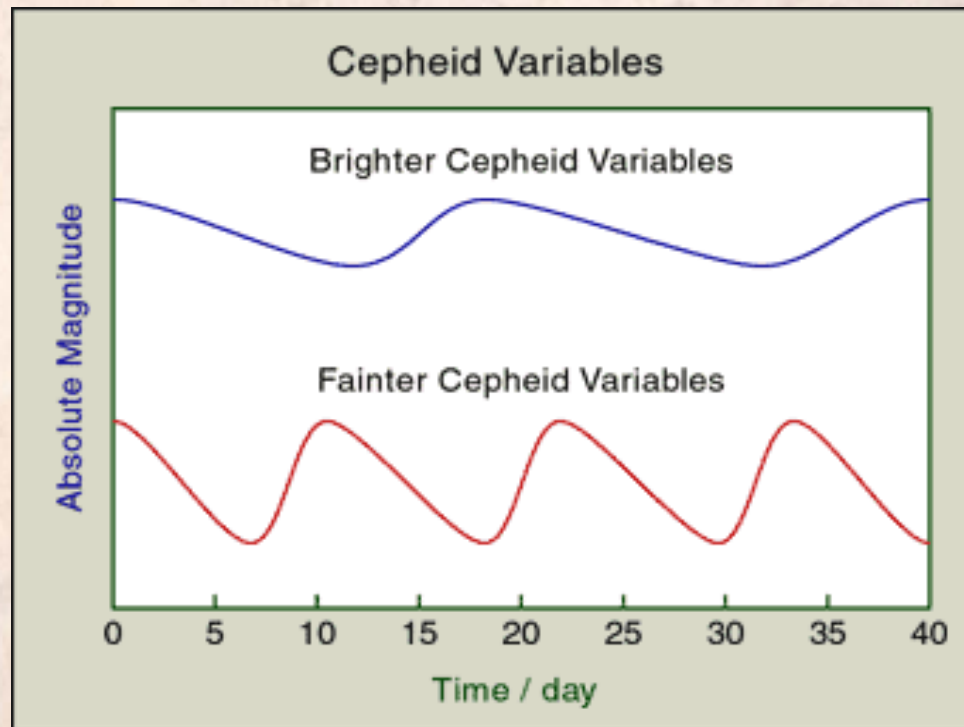
Luminosidade intrínseca média não é igual para todas as cefeidas:  
( $400 < L < 40.000 L_{\text{sol}}$ )



Comparando duas cefeidas de luminosidades aparentes distintas, como saber se uma é intrinsecamente mais luminosa que a outra ou se as duas tem a mesma luminosidade intrínseca mas estão a distâncias diferentes?

# Variáveis Cefeidas

Em 1908, Henrietta Leavitt descobriu uma relação entre o período e a luminosidade de variáveis cefeidas.

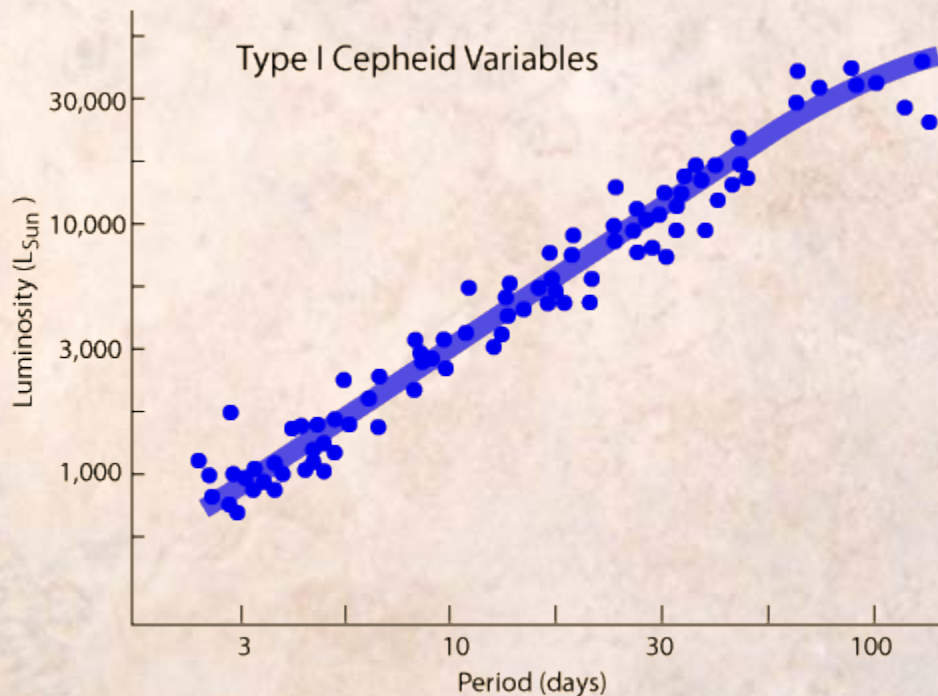


Quanto maior é a luminosidade intrínseca, maior é o período de pulsação.

Variáveis cefeidas são **velas padronizáveis!**

# Variáveis Cefeidas

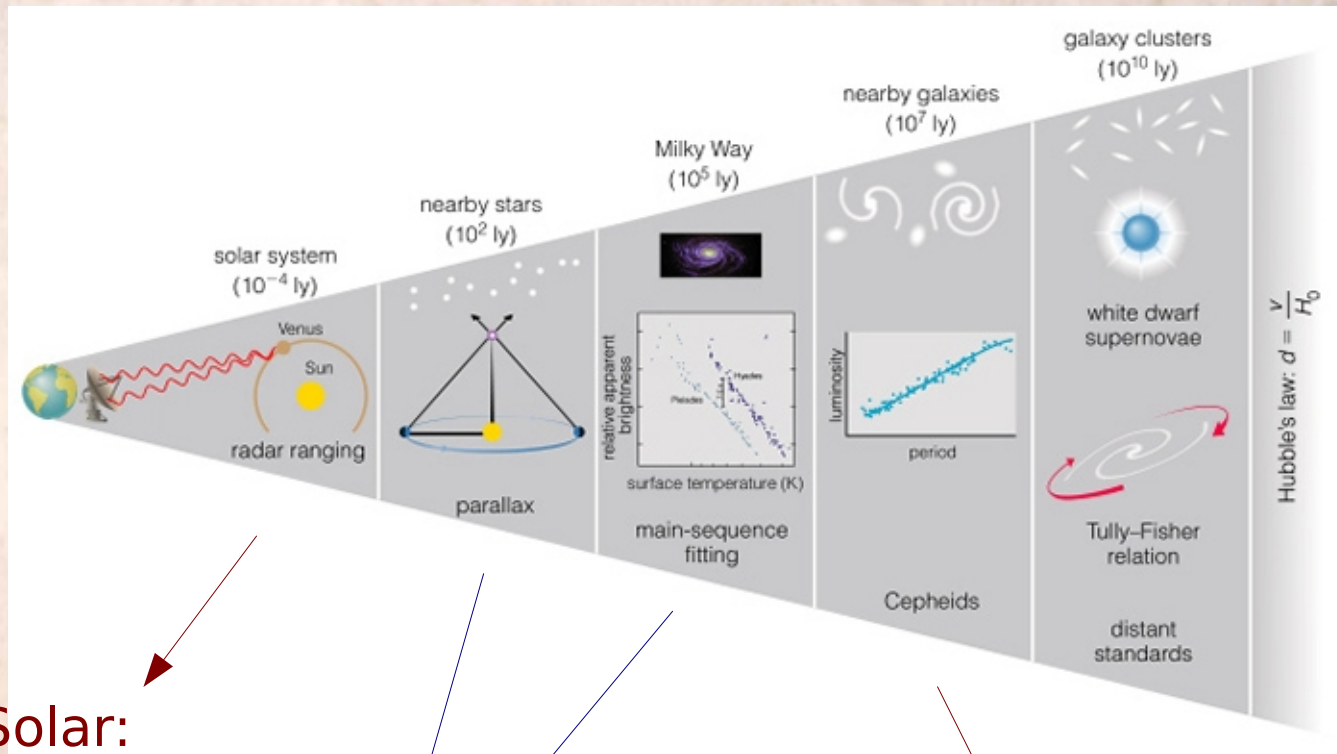
Comparando duas cefeidas de brilho aparente distintos, podemos determinar a causa dessa diferença medindo o período de pulsação de cada uma.



A luminosidade intrínseca pode ser obtida pelo gráfico ao lado.

No entanto, cefeidas não são luminosas o suficiente para serem vistas em galáxias distantes (somente até  $\sim 20$  Mpc).

# A escada cósmica

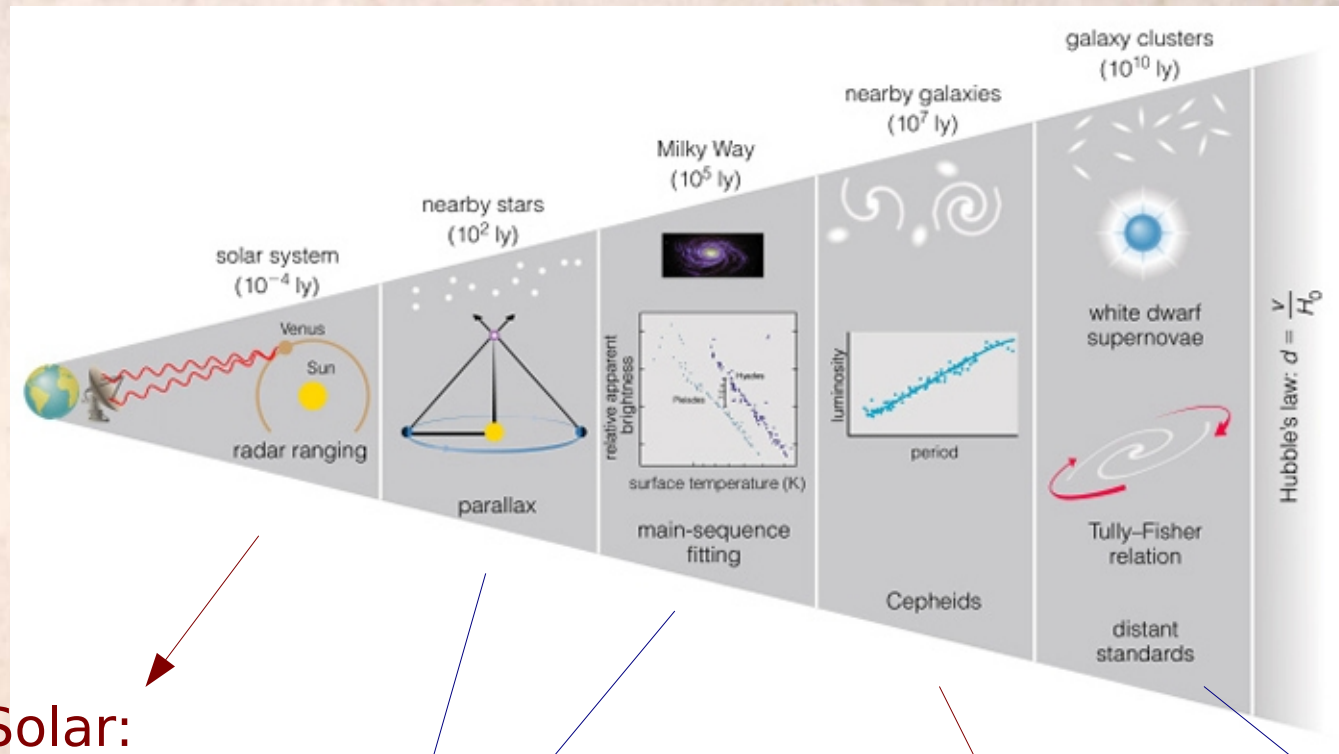


Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

Estrelas na galáxia:  
Paralaxe e ajuste na  
sequência principal

Galáxias  
próximas

# A escada cósmica



Sistema Solar:  
Reflexão de  
ondas de rádio.

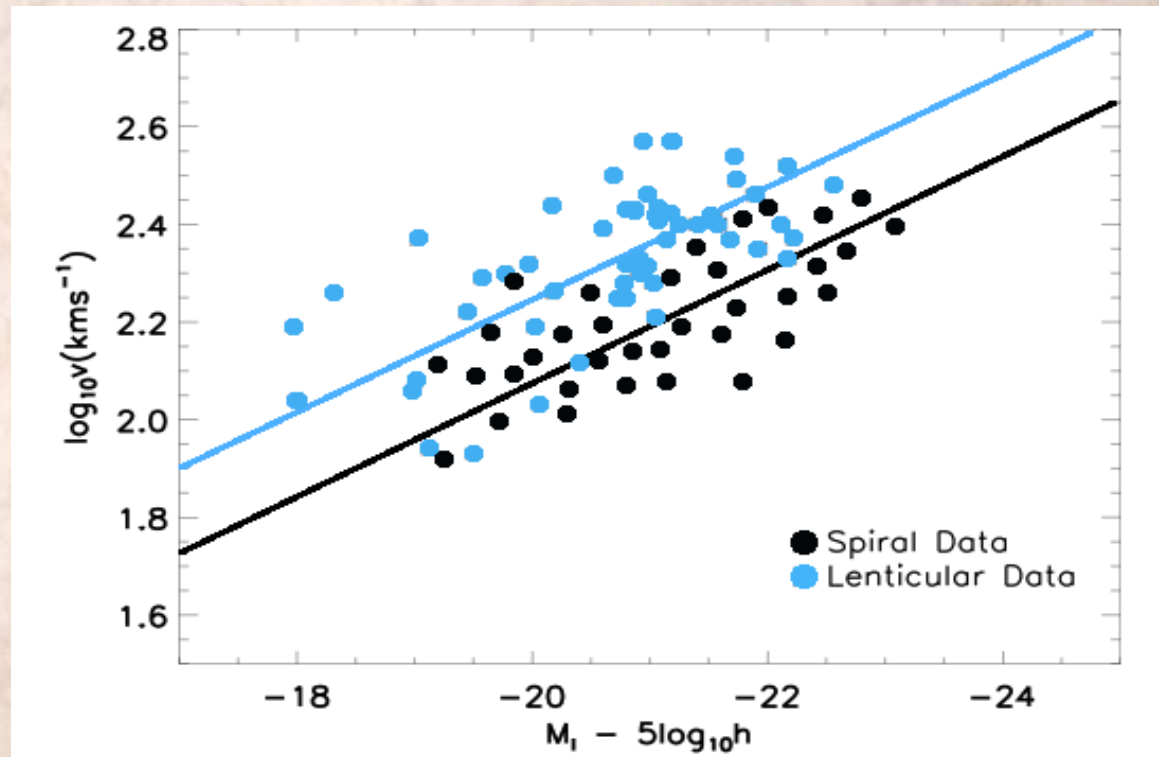
Estrelas na galáxia:  
Paralaxe e ajuste na  
sequência principal

Galáxias  
próximas

Galáxias distantes

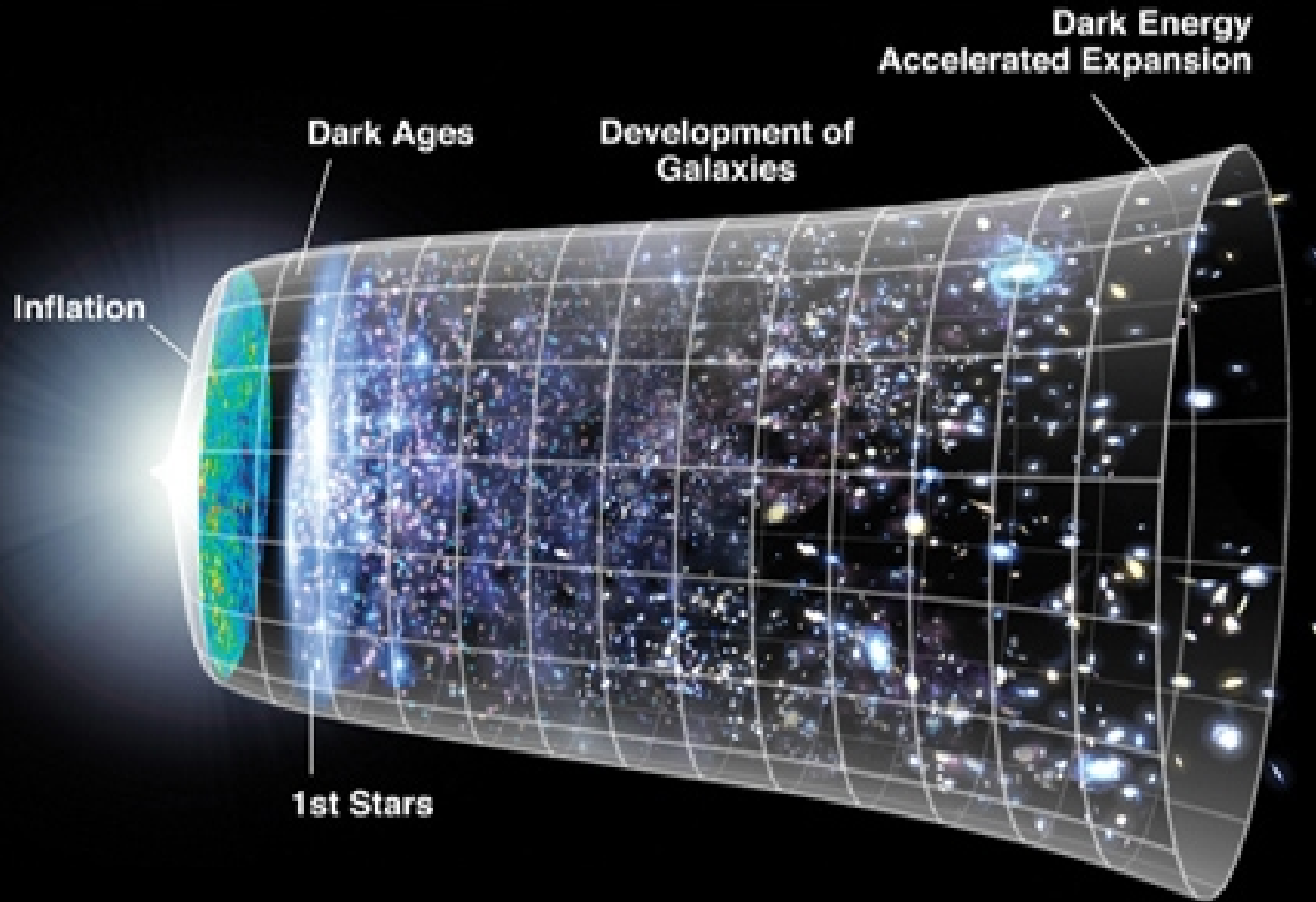
# Relação de Tully-Fisher

Correlação entre brilho de uma galáxia espiral e sua velocidade de rotação.



Mais usada para medir a distância de aglomerados.





## ***Supernovas Ia: Aplicação em cosmologia***

# ***O diagrama de Hubble***

---

**A relação entre a distância e a velocidade de recessão de um objeto devido à expansão do universo depende do modelo adotado.**

# O diagrama de Hubble

---

A relação entre a distância e a velocidade de recessão de um objeto devido à expansão do universo depende do modelo adotado.

Em um universo homogêneo e isotrópico temos:

$$\mathcal{D}_L(z; \theta) = \begin{cases} (1+z) \left( \frac{1}{\sqrt{\Omega_{k0}}} \right) \sinh \left( \sqrt{\Omega_{k0}} \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz' \right), & \text{if } \Omega_{k0} > 0, \\ (1+z) \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz', & \text{if } \Omega_{k0} = 0, \\ (1+z) \left( \frac{1}{\sqrt{-\Omega_{k0}}} \right) \sin \left( \sqrt{-\Omega_{k0}} \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz' \right), & \text{if } \Omega_{k0} < 0, \end{cases}$$

$$E(z; \theta) := H(z; \theta, h) / H_0$$

$$H_0 = 100h \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

# O diagrama de Hubble

A relação entre a distância e a velocidade de recessão de um objeto devido à expansão do universo depende do modelo adotado.

Em um universo homogêneo e isotrópico temos:

$$\mathcal{D}_L(z; \theta) = \begin{cases} (1+z) \left( \frac{1}{\sqrt{\Omega_{k0}}} \right) \sinh \left( \sqrt{\Omega_{k0}} \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz' \right), & \text{if } \Omega_{k0} > 0, \\ (1+z) \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz', & \text{if } \Omega_{k0} = 0, \\ (1+z) \left( \frac{1}{\sqrt{-\Omega_{k0}}} \right) \sin \left( \sqrt{-\Omega_{k0}} \int_{z'=0}^z \frac{1}{E(z'; \theta)} dz' \right), & \text{if } \Omega_{k0} < 0, \end{cases}$$

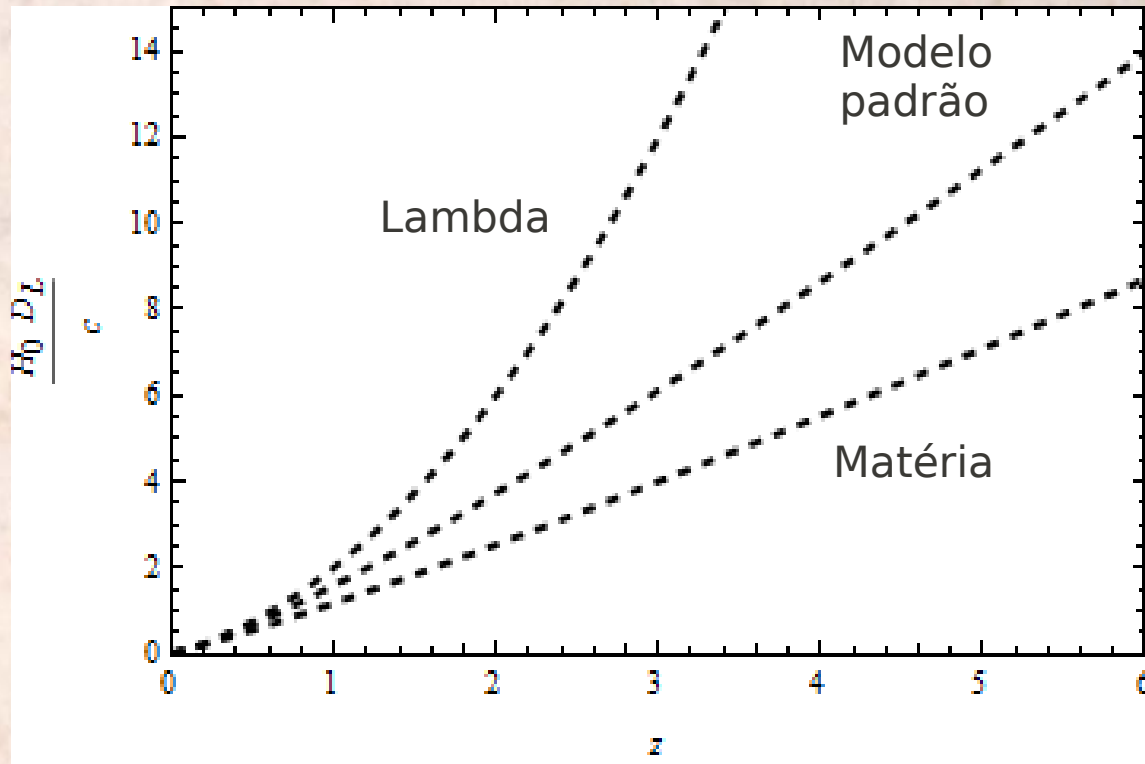
$$E(z; \theta) := H(z; \theta, h) / H_0$$

$$H_0 = 100h \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

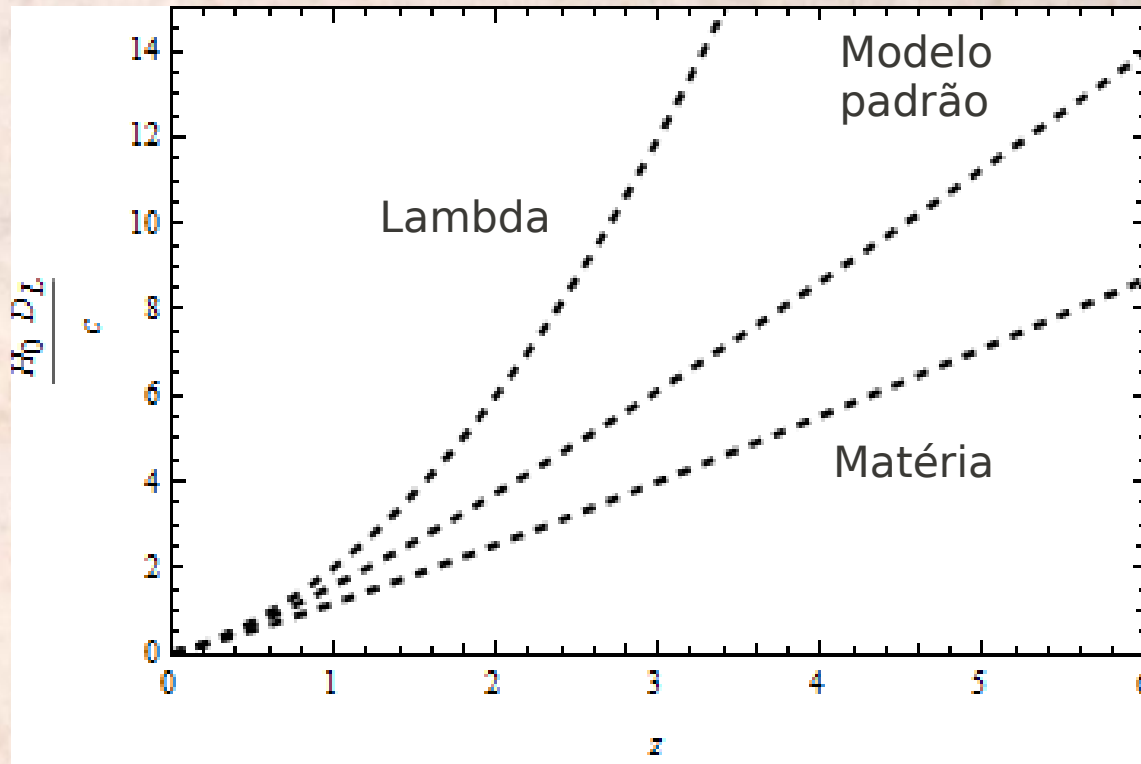
$\mathcal{D}_L$  é a distância de luminosidade:

$$D_L := \sqrt{\frac{L}{4\pi f}}$$

# O diagrama de Hubble



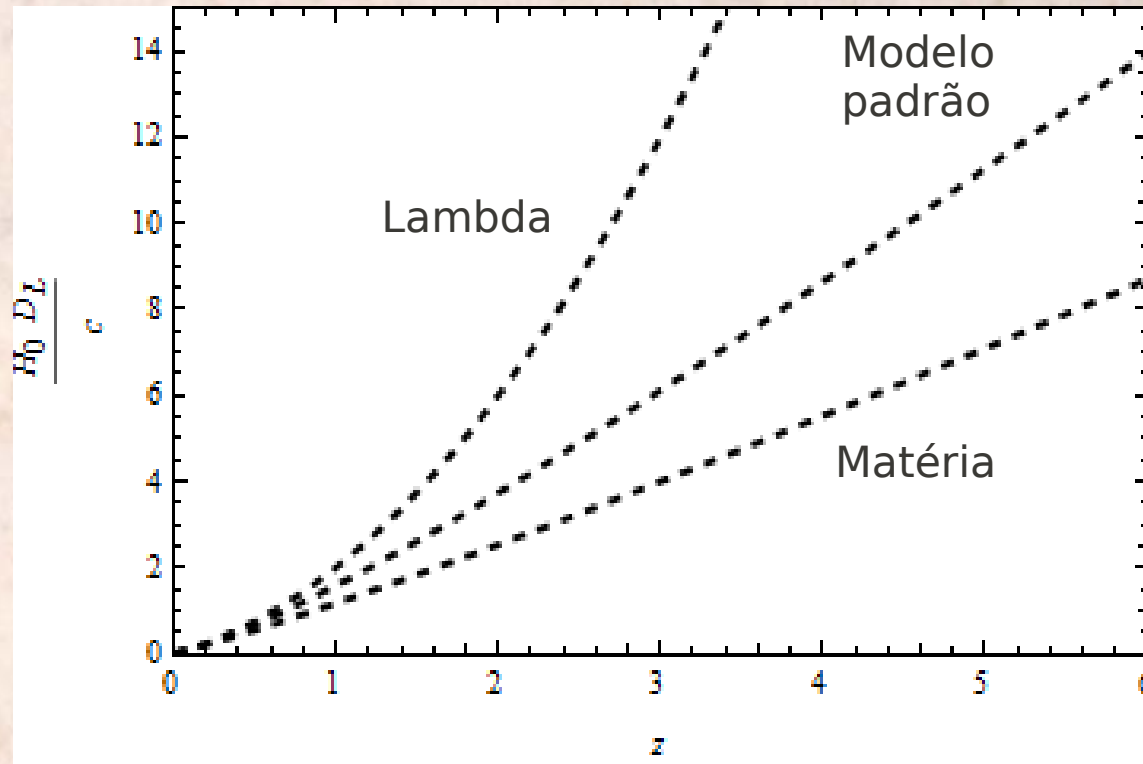
# O diagrama de Hubble



$$D_L := \sqrt{\frac{L}{4\pi f}}$$

**Para estimar a distância de luminosidade a partir do fluxo observado, precisamos conhecer a luminosidade...**

# O diagrama de Hubble



$$D_L := \sqrt{\frac{L}{4\pi f}}$$

**Para estimar a distância de luminosidade a partir do fluxo observado, precisamos conhecer a luminosidade...**

**Precisamos de velas padrão!**

# ***Supernovas Ia como velas padrão***

---

**Supernovas Ia poderiam ser usadas como velas padrão?**



# ***Supernovas Ia como velas padrão***

---

**Supernovas Ia poderiam ser usadas como velas padrão?**

**Todas explosões parecem ter o mesmo brilho.**

**Muito brilhantes: podem ser observadas em escalas cosmológicas.**

# ***Supernovas Ia como velas padrão***

---

**Supernovas Ia poderiam ser usadas como velas padrão?**

**Todas explosões parecem ter o mesmo brilho.**

**Muito brilhantes: podem ser observadas em escalas cosmológicas.**

**De fato, em 2013 foi descoberta uma SN Ia com  $z=1.9$ !  
(Jones et al, *The Astrophysical Journal*, 768)**

# ***Supernovas Ia como velas padrão***

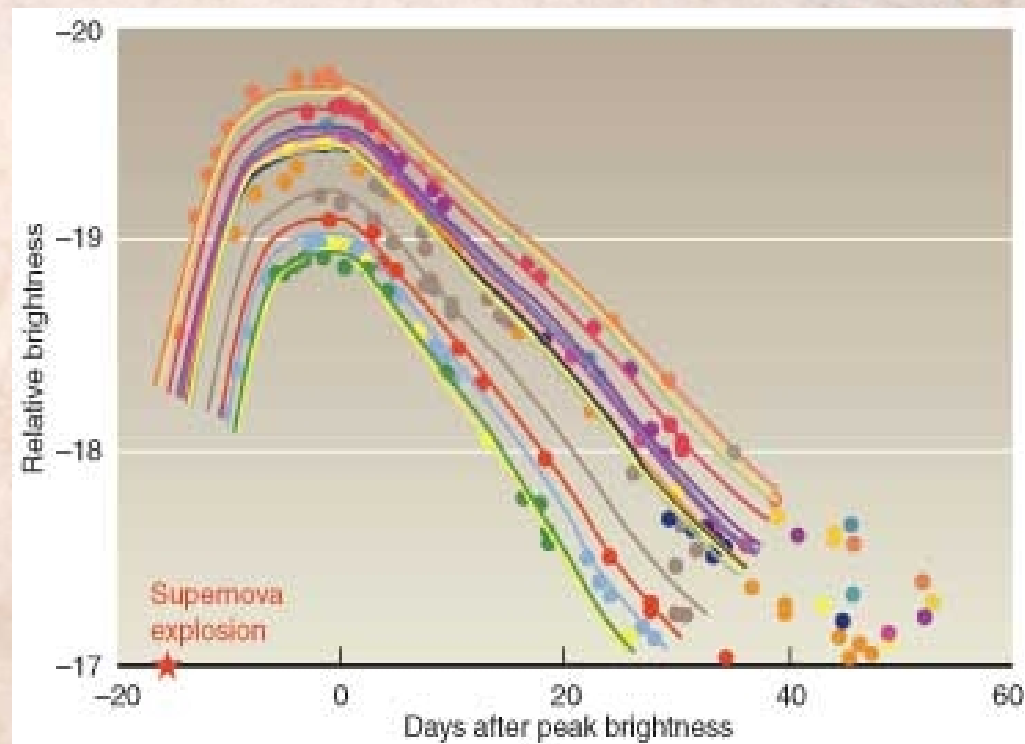
---

**Já no final da década de 80 verificou-se que as curvas de luz de SNe Ia não são todas exatamente iguais...**

# *Supernovas Ia como velas padrão*

---

Já no final da década de 80 verificou-se que as curvas de luz de SNe Ia não são todas exatamente iguais...



# ***Padronização das curvas de luz***

---

**Phillips (1993): relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.**

# ***Padronização das curvas de luz***

---

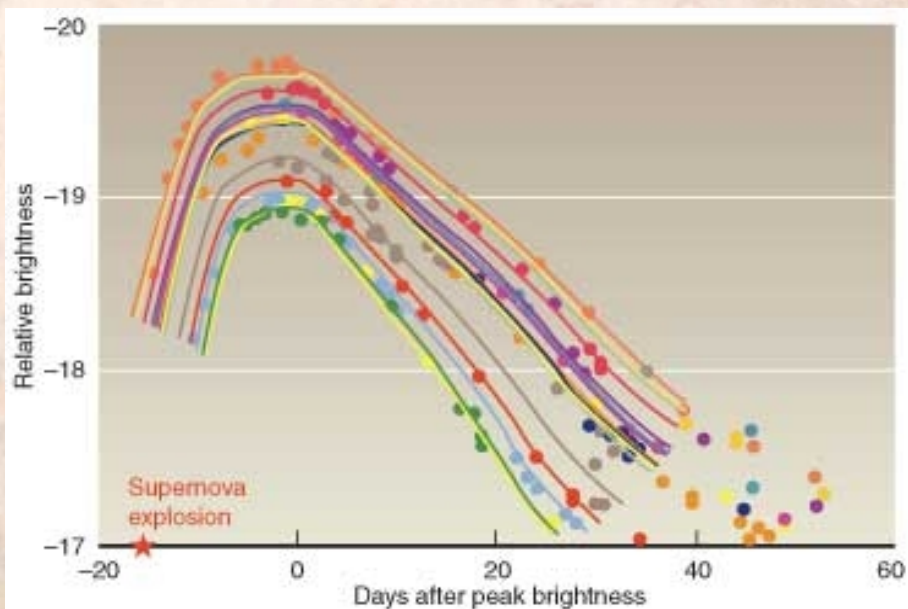
**Phillips (1993):** relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

**$\Delta m_{15}(B)$ :** variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$

# Padronização das curvas de luz

**Phillips (1993):** relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

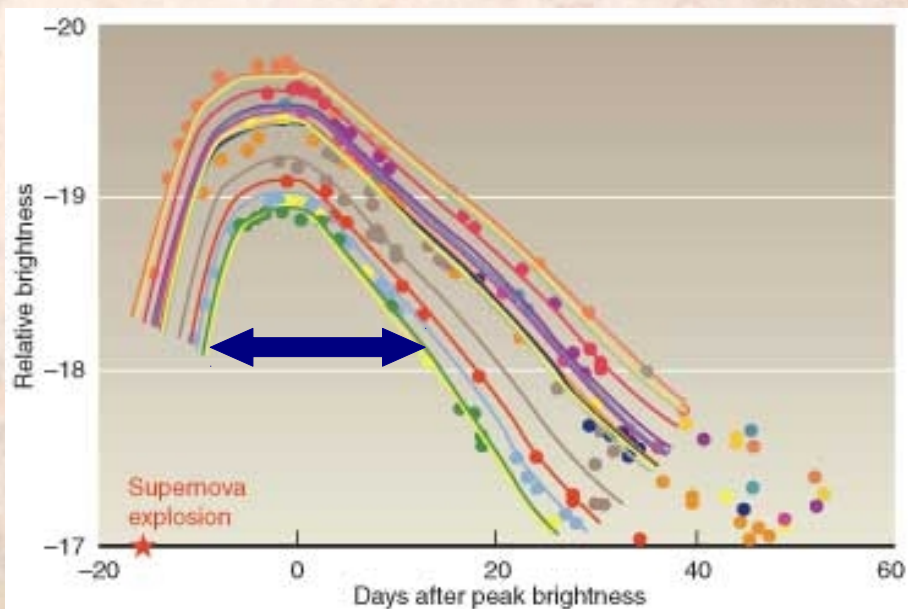
**$\Delta m_{15}(B)$ :** variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$



# Padronização das curvas de luz

Phillips (1993): relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

$\Delta m_{15}(B)$ : variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$

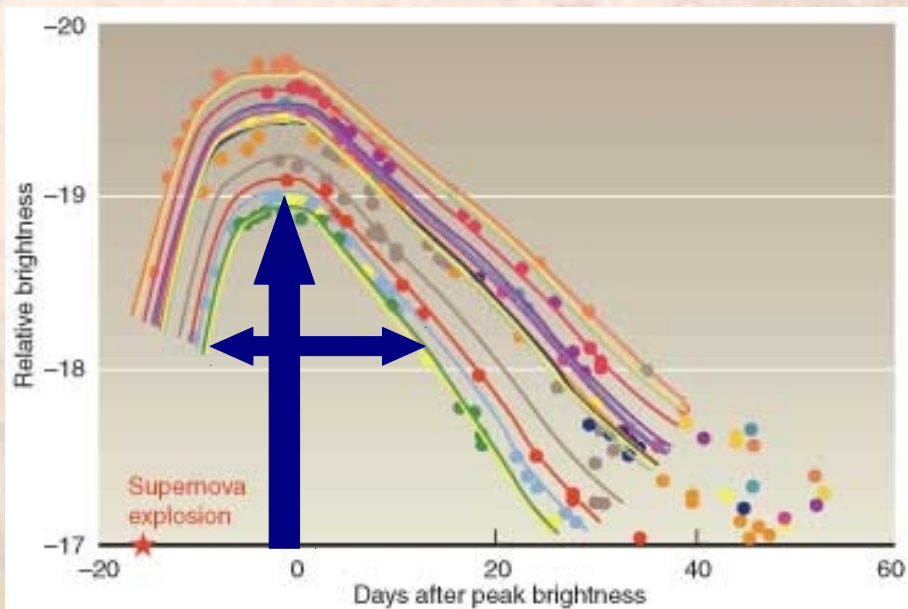




# Padronização das curvas de luz

Phillips (1993): relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

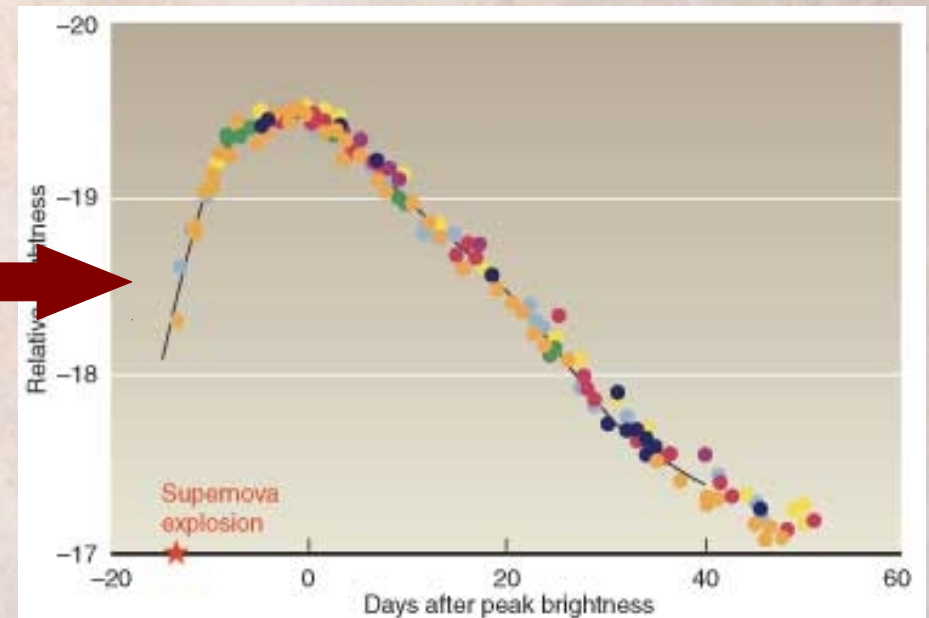
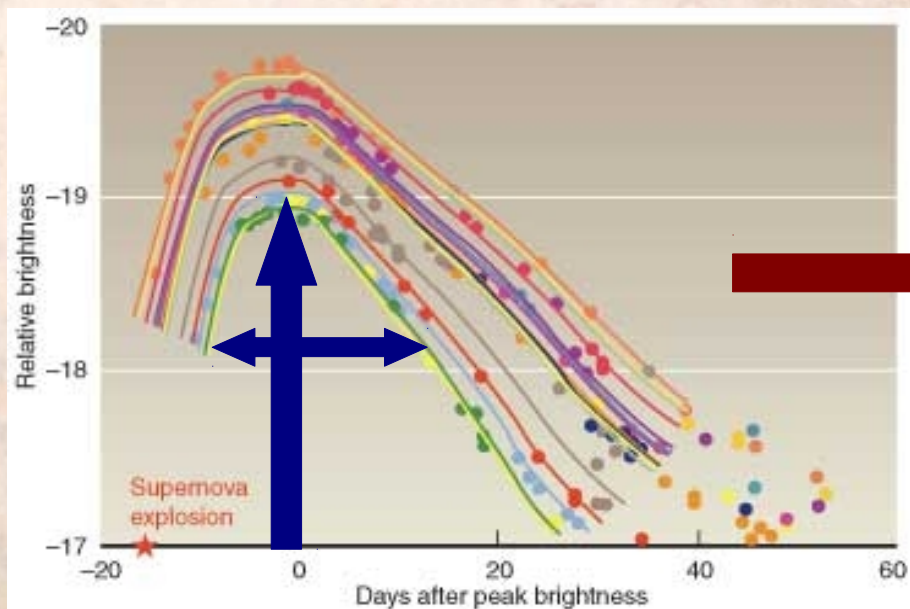
$\Delta m_{15}(B)$ : variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$



# Padronização das curvas de luz

Phillips (1993): relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

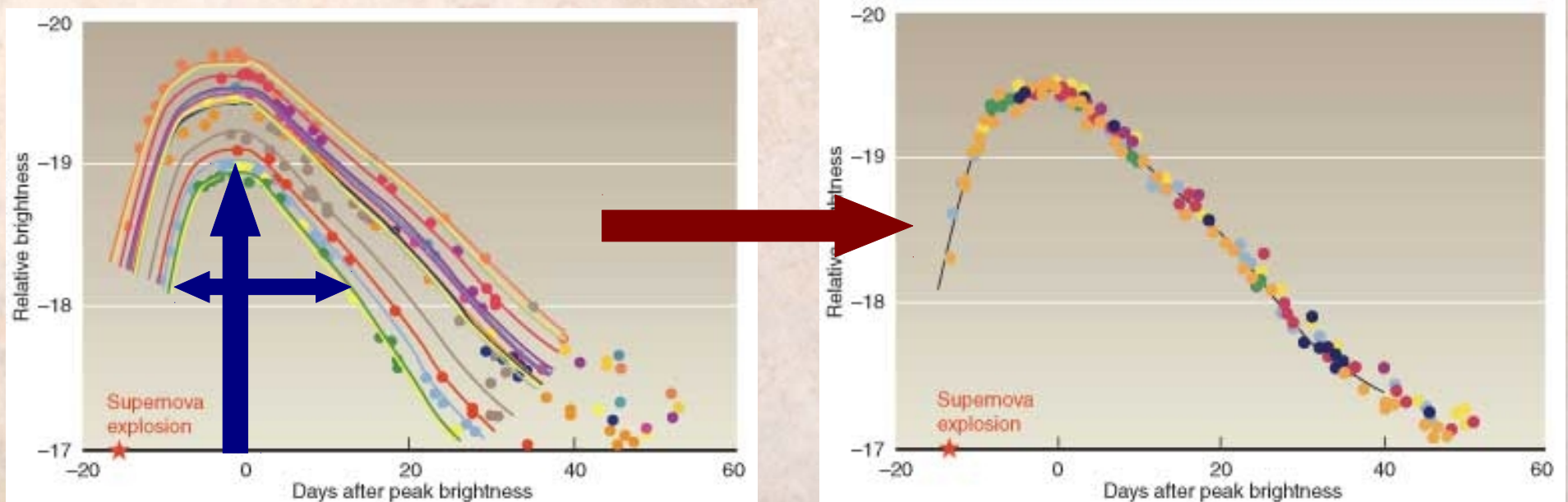
$\Delta m_{15}(B)$ : variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$



# Padronização das curvas de luz

Phillips (1993): relação empírica entre a luminosidade da SN e a forma da curva de luz.

$\Delta m_{15}(B)$ : variação de magnitude 15 dias após o máximo na banda B, está relacionada com a magnitude ABSOLUTA máxima  $M_{\max}$

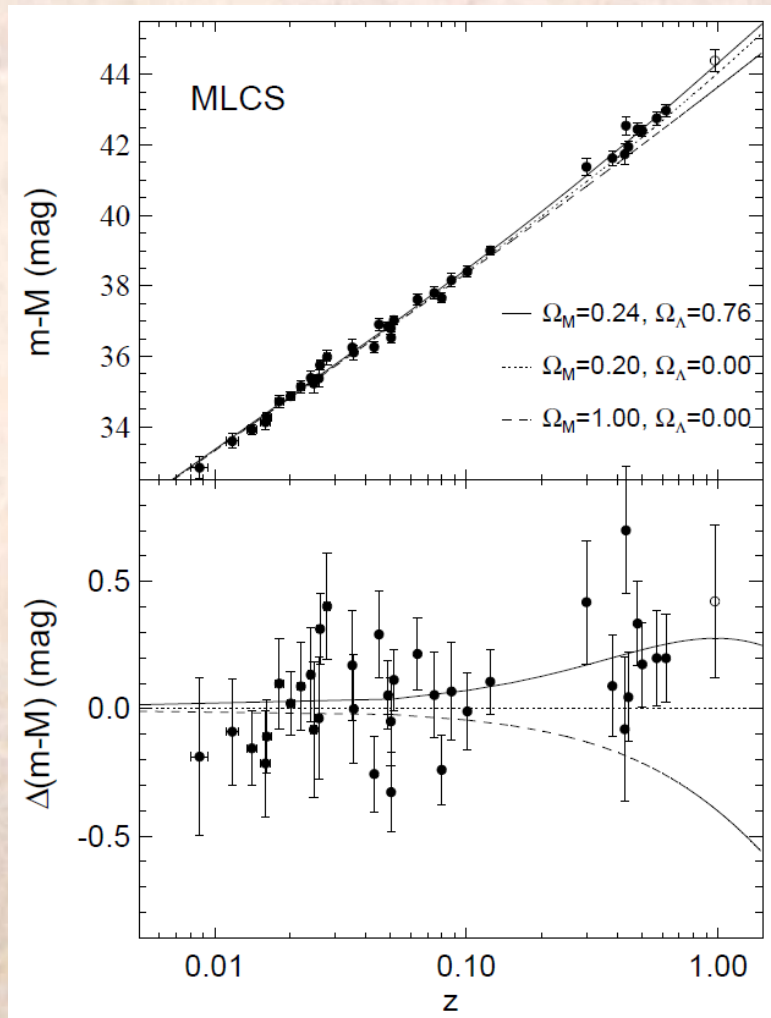


Ajustadores de curva de luz mais utilizados:

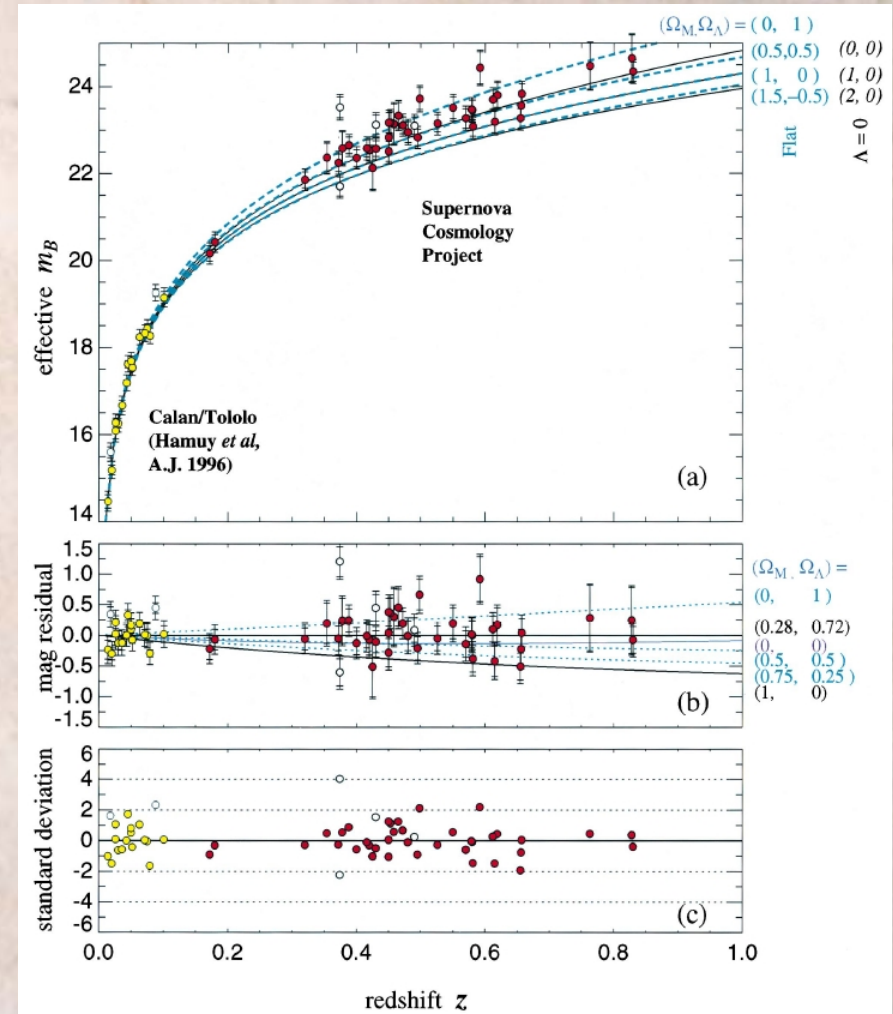
Spectral Adaptive Light curve Template (SALT2) &  
Multicolor Light Curve Shape (MLCS2k2)

# Energia Escura

## A descoberta da expansão acelerada do universo usando SNe Ia:



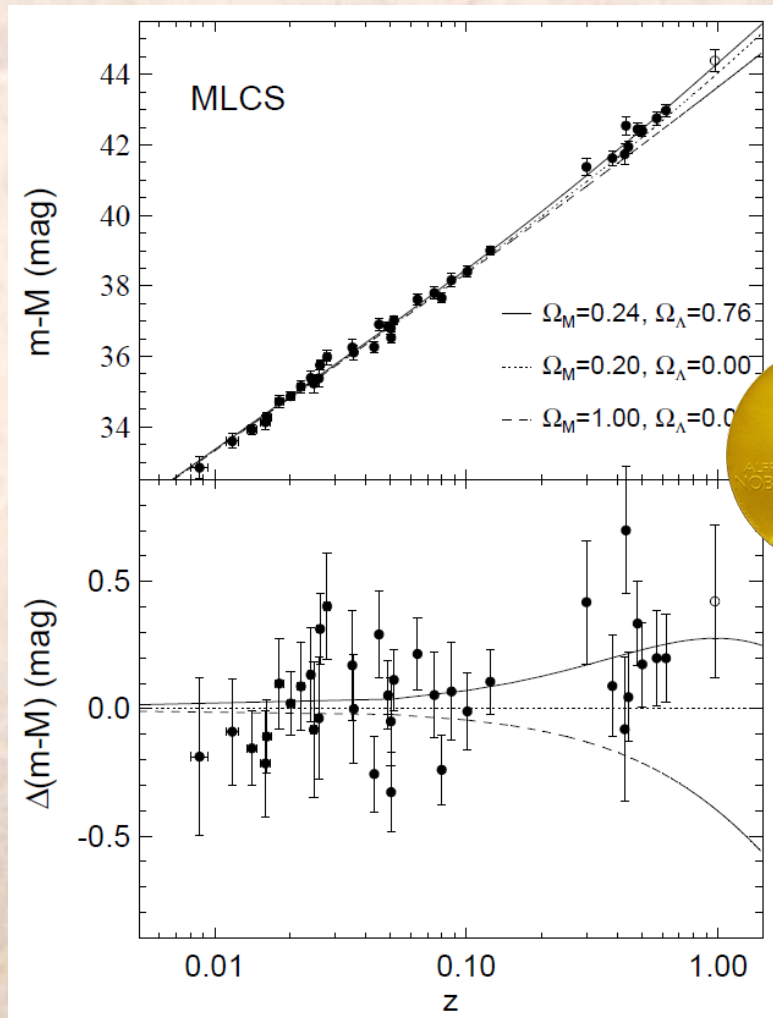
Riess et al., 1998



Perlmutter et al., 1999

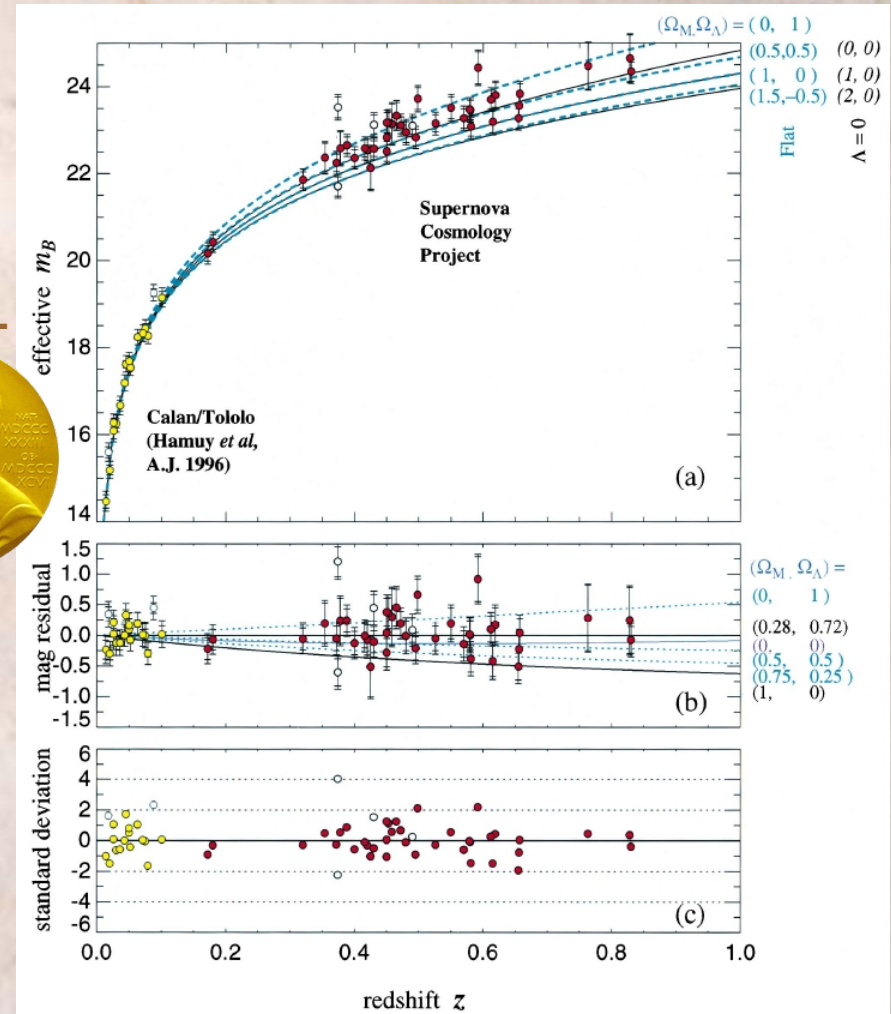
# Energia Escura

## A descoberta da expansão acelerada do universo usando SNe Ia:



Riess et al., 1998

2011



Perlmutter et al., 1999

# ***Questões em aberto***

---

- **Progenitor;**
- **Mecanismo de explosão;**
- **Possibilidade de evolução;**
- **Influência da extinção;**
- **Etc**



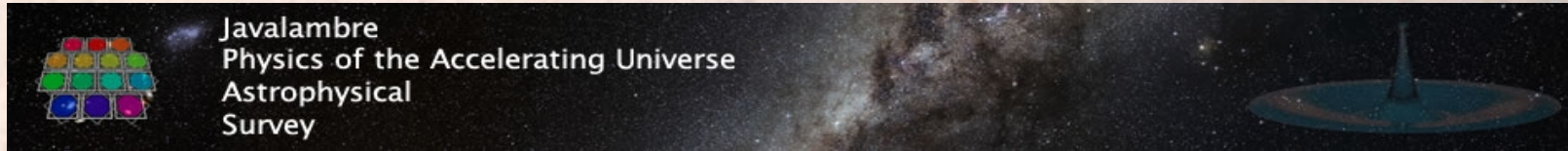
7th J-PAS Meeting  
30 September - 4 October 2013  
Teruel (Spain)



**O observatório J-PAS**

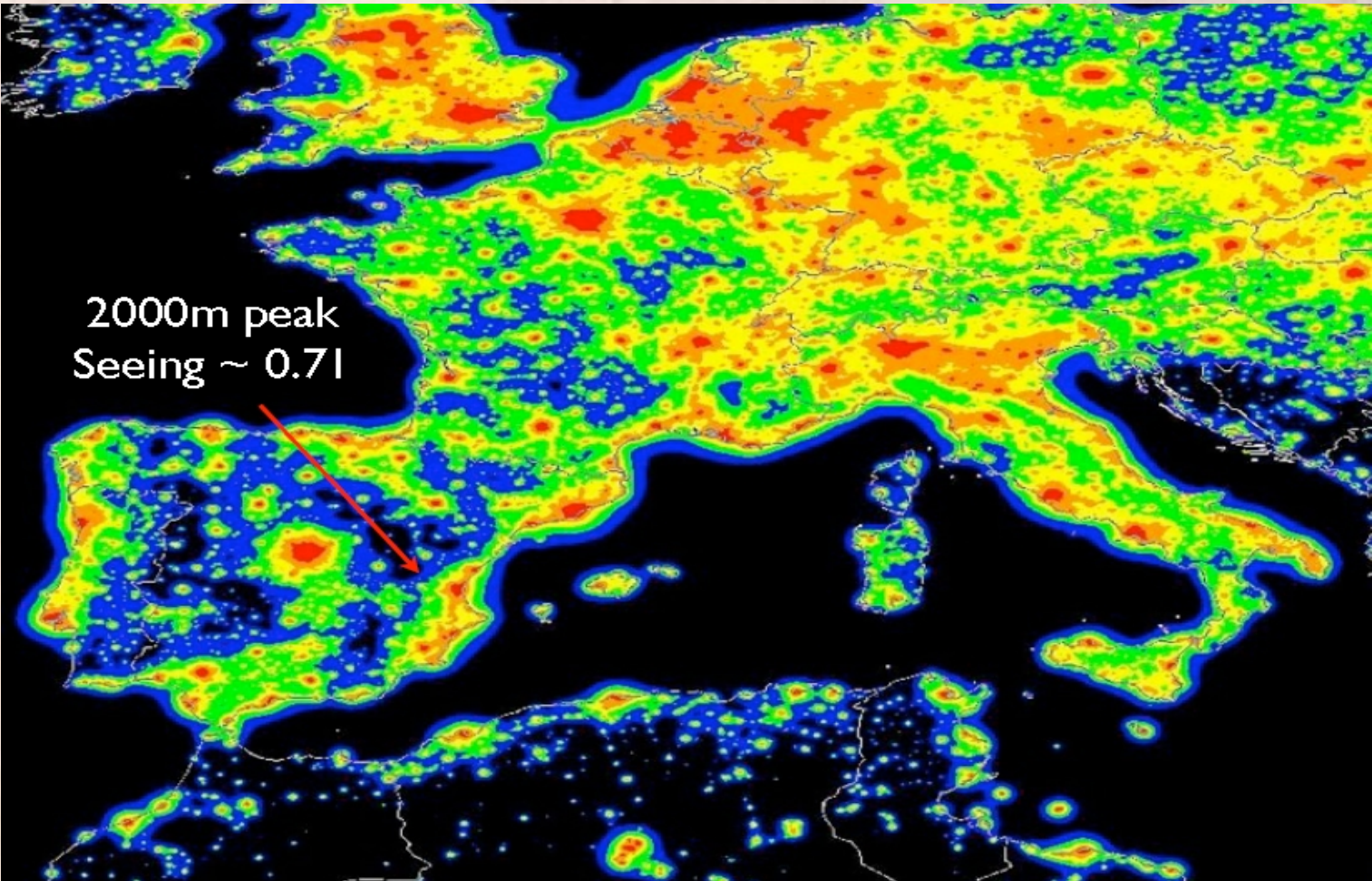
# J-PAS

---



- **Colaboração Brasil-Espanha;**
- **Em fase de construção na Serra de Javalambre, Espanha;**

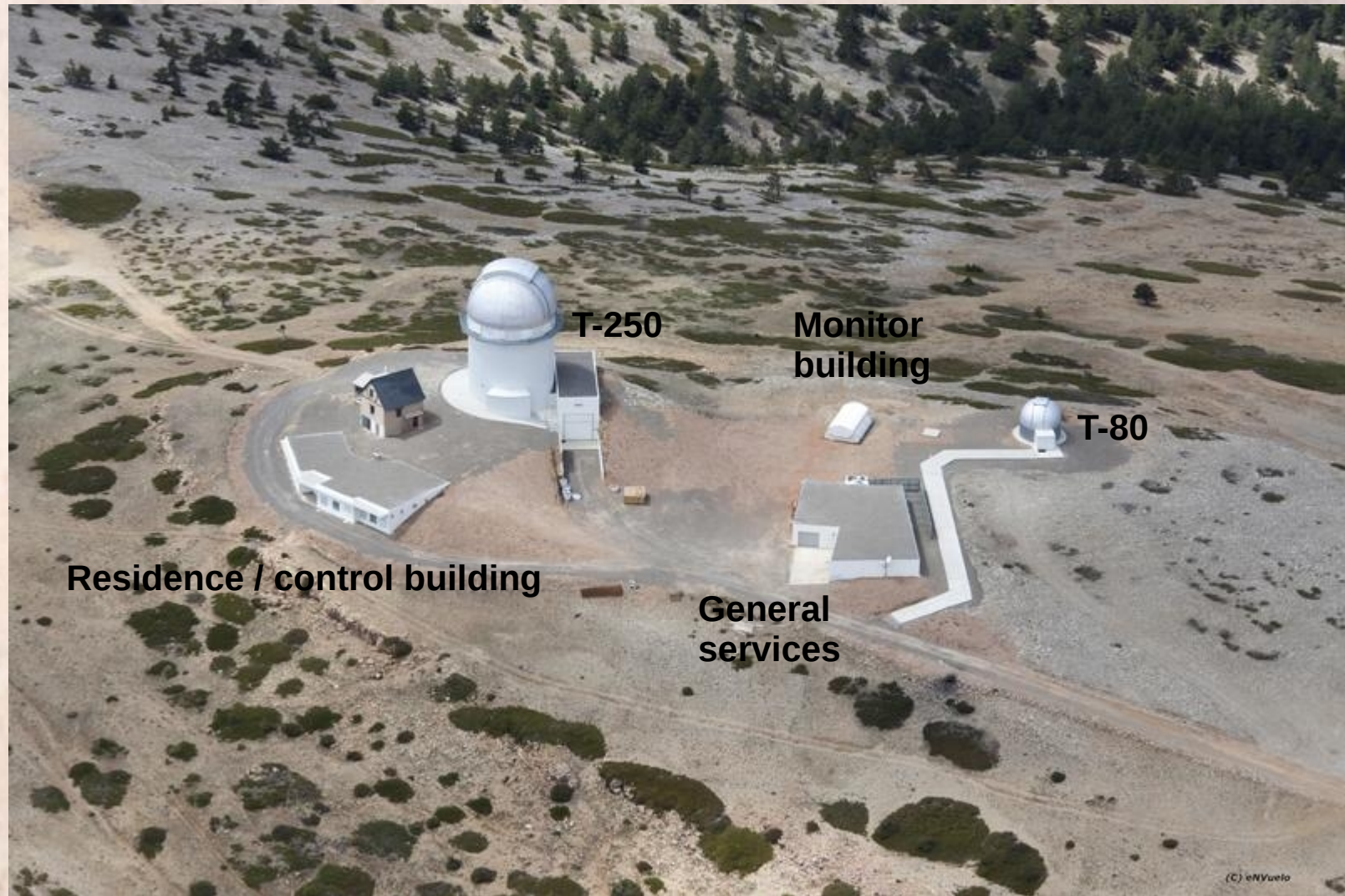




**Antes**

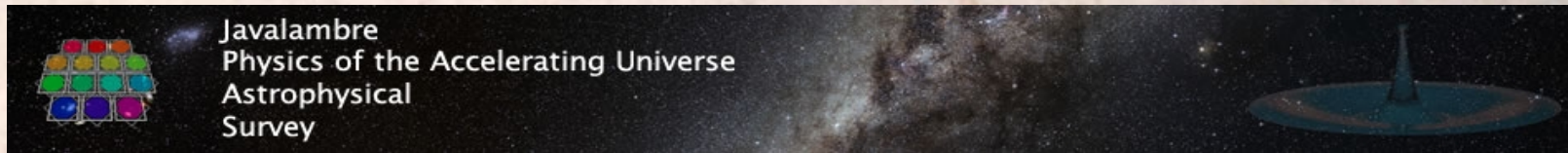


## Depois...



# J-PAS

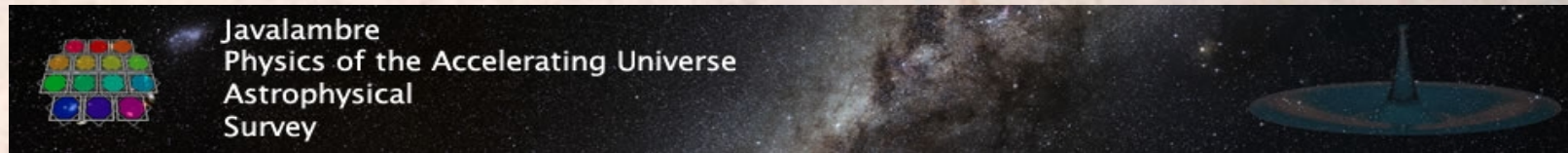
---



- **Colaboração Brasil-Espanha;**
- **Em fase de construção na Serra de Javalambre, Espanha;**
- **2 telescópios (T-80 e T-250);**

# J-PAS

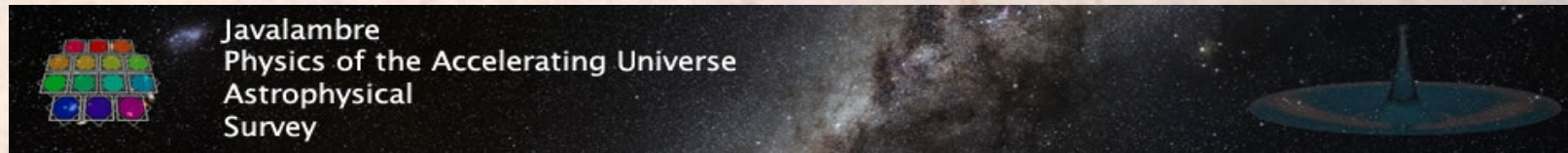
---



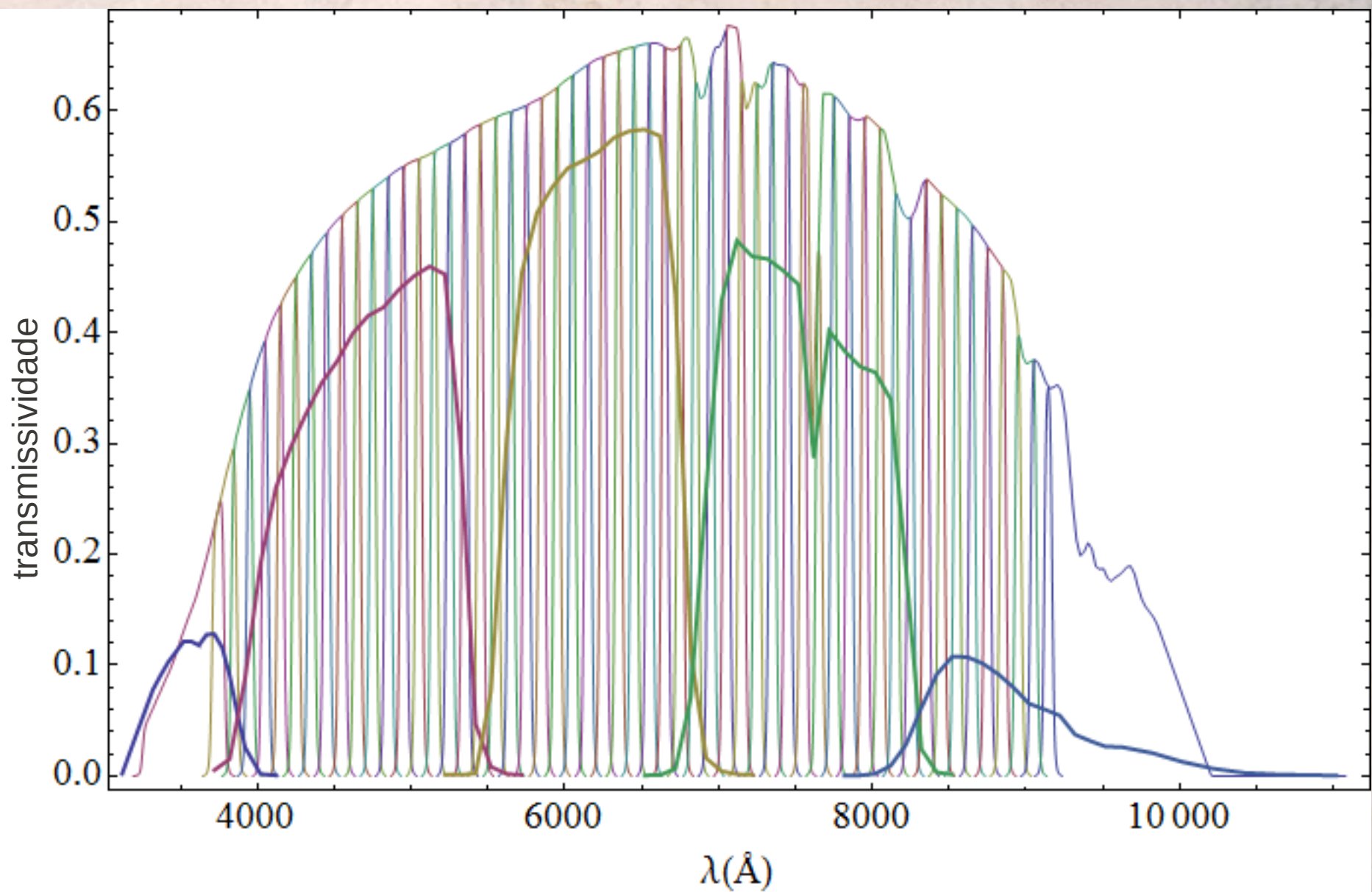
- **Colaboração Brasil-Espanha;**
- **Em fase de construção na Serra de Javalambre, Espanha;**
- **2 telescópios (T-80 e T-250);**
- **Objetivo principal: BAO radial;**

# J-PAS

---

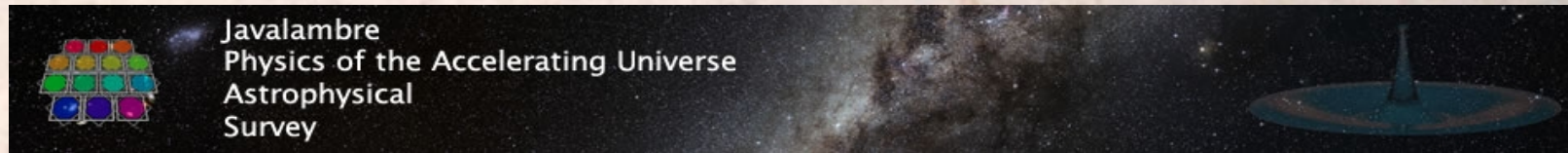


- **Colaboração Brasil-Espanha;**
- **Em fase de construção na Serra de Javalambre, Espanha;**
- **2 telescópios (T-80 e T-250);**
- **Objetivo principal: BAO radial;**
- **56 filtros de banda estreita;**



# J-PAS

---



- **Colaboração Brasil-Espanha;**
- **Em fase de construção na Serra de Javalambre, Espanha;**
- **2 telescópios (T-80 e T-250);**
- **Objetivo principal: BAO radial;**
- **56 filtros de banda estreita;**



# ***Melhorias esperadas com o J-PAS***

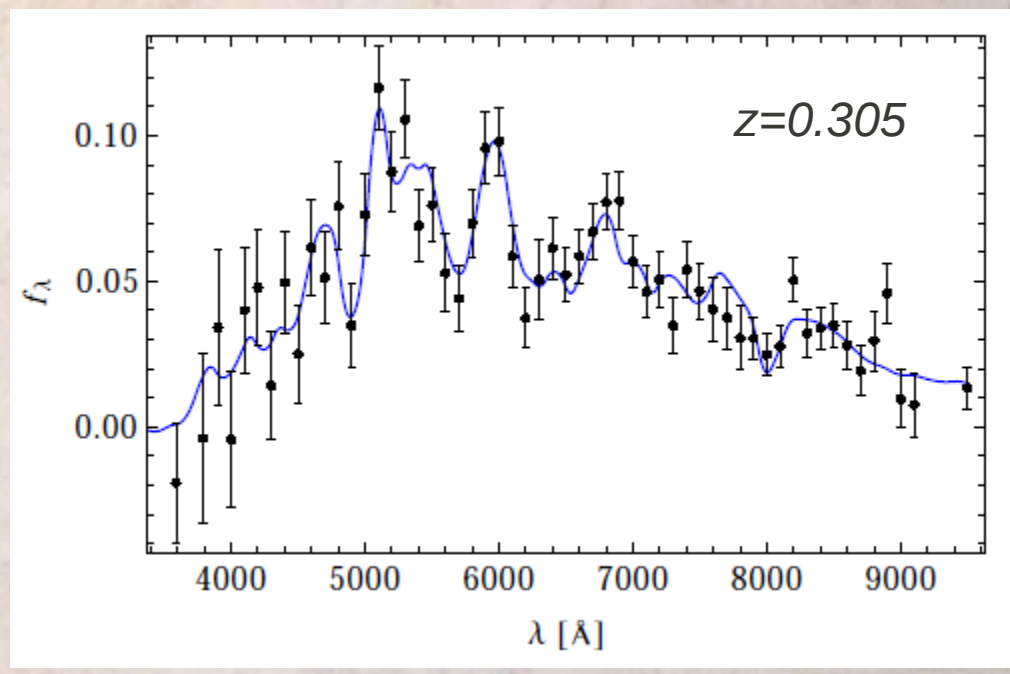
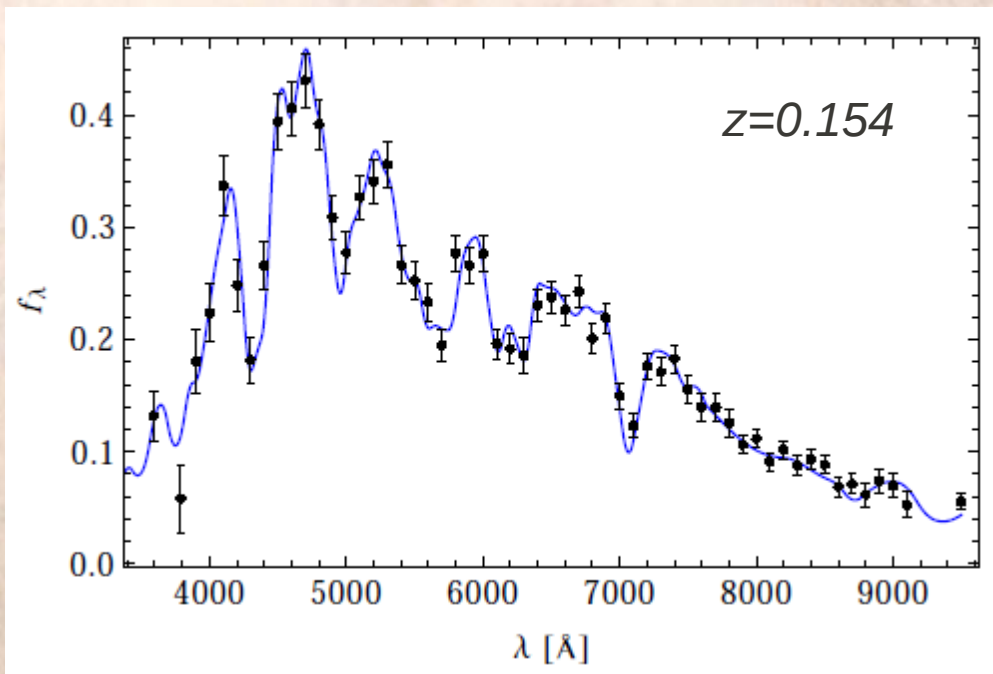
---

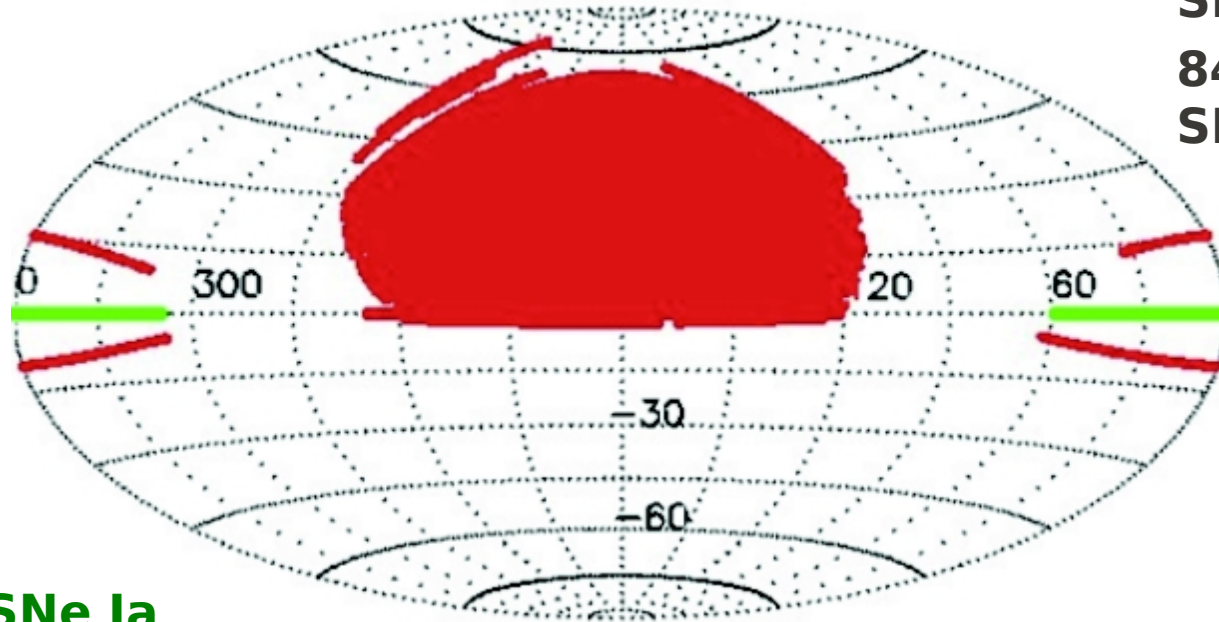
**Medidas do desvio para o vermelho fotométrico mais precisas:  
 $\sigma_z = 0.005 (1+z)$ .**

# Melhorias esperadas com o J-PAS

Medidas do desvio para o vermelho fotométrico mais precisas:  
 $\sigma_z = 0.005 (1+z)$ .

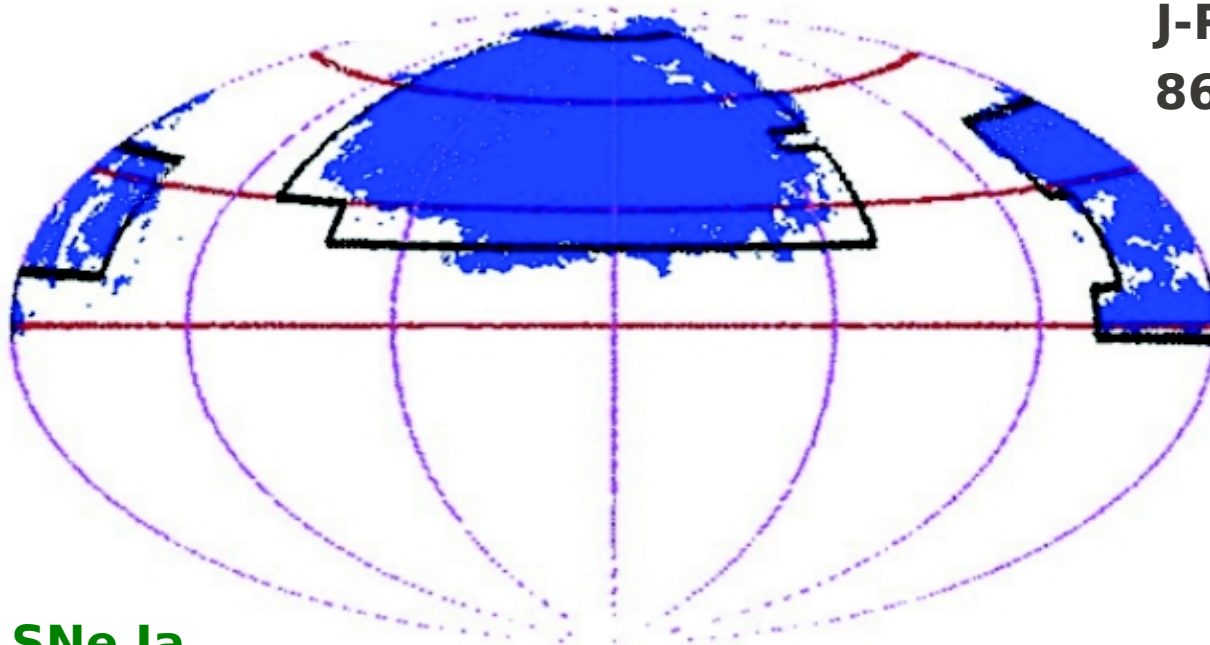
Melhor separação das características do espectro





**SDSS**  
**8400 deg<sup>2</sup>**  
**SNe Ia: 250 deg<sup>2</sup>**

**500 SNe Ia**



**J-PAS**  
**8600 deg<sup>2</sup>**

**~6000 SNe Ia**

# ***Melhorias esperadas com o J-PAS***

---

- **Melhor tipificação;**
- **Melhor determinação da taxa de ocorrência;**
- **Propriedades da galáxia hospedeira:**
  - Metalicidade**
  - Massa em estrelas**
  - Taxa de formação estelar**
  - Morfologia**
- **Indicação do progenitor (*single* ou *double degenerate?*)**

# ***O grupo de supernovas***

---



**Masao Sako  
(UPenn)**



**Maurício Calvão  
(IF-UFRJ)**



**Raul Abramo  
(IF-USP)**



**Miguel Perez-  
Torres (IAA)**



**Henrique Xavier  
(IF-USP, UCL)**

**Ribamar Reis  
(IF-UFRJ)**

**Beatriz  
(IF-UFRJ)**

# Detecção de supernovas



# ***Subtração de imagens***

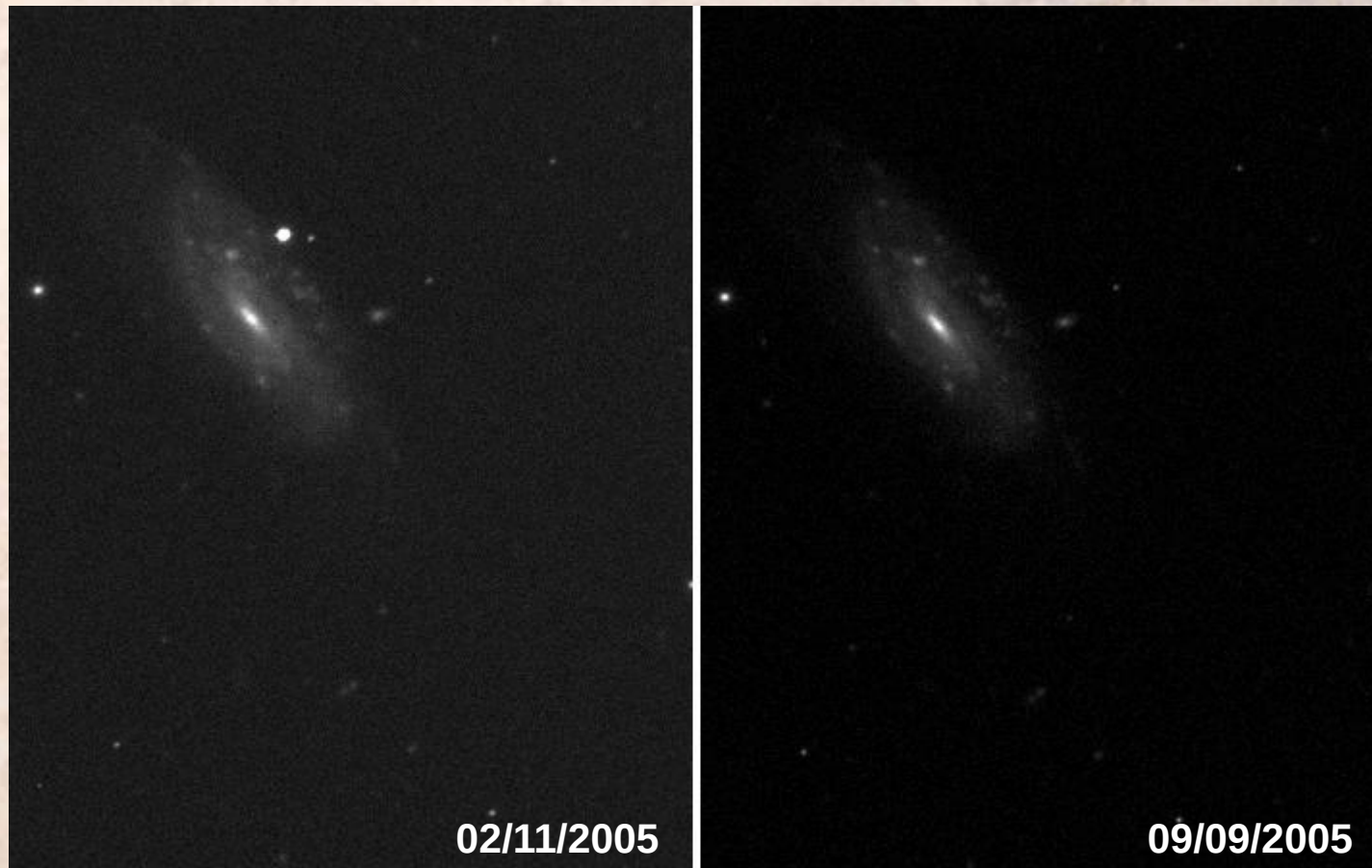
---

**Eventos transientes: subtração de imagens!**

# *Subtração de imagens*

---

**Eventos transientes: subtração de imagens!**





# *Subtração de imagens*

---

**Eventos transientes: subtração de imagens!**



# Levantamentos J-PAS e J-PLUS

---

## **J-PAS**

**J-PAS: ~800 SN la/ano**

- **56 filtros**
- **Estratégia:**

**1 exp - 1 mês - 1 exp - 1 mês - 1 exp**

## **J-PLUS**

**J-PLUS: ?? Muito menos**

- **12 filtros**
- **Estratégia:**

**1 exp - 7d - 1 exp - 7d - 1 exp - 7d - 1 exp**

# ***Passos necessários do pipeline***

---

- (1) Escolher imagens fonte e *template*;**
- (2) Subtrair *template* da imagem fonte;**
- (3) Obter catálogo com os objetos restantes;**
- (4) Reduzir lista de candidatos;**  
**Lista curta de candidatos que serão individualmente analisados para determinar sua natureza.**
- (5) Calcular magnitude e obter curva de luz;**
- (6) Medir propriedades da galáxia hospedeira.**
- (7) Classificar supernova;**

# **Catálogo**

---

**Utilizamos o SExtractor na imagem subtraída**

# **Catálogo**

---

**Utilizamos o SExtractor na imagem subtraída**

**Número de candidatos depende da área e do filtro.**

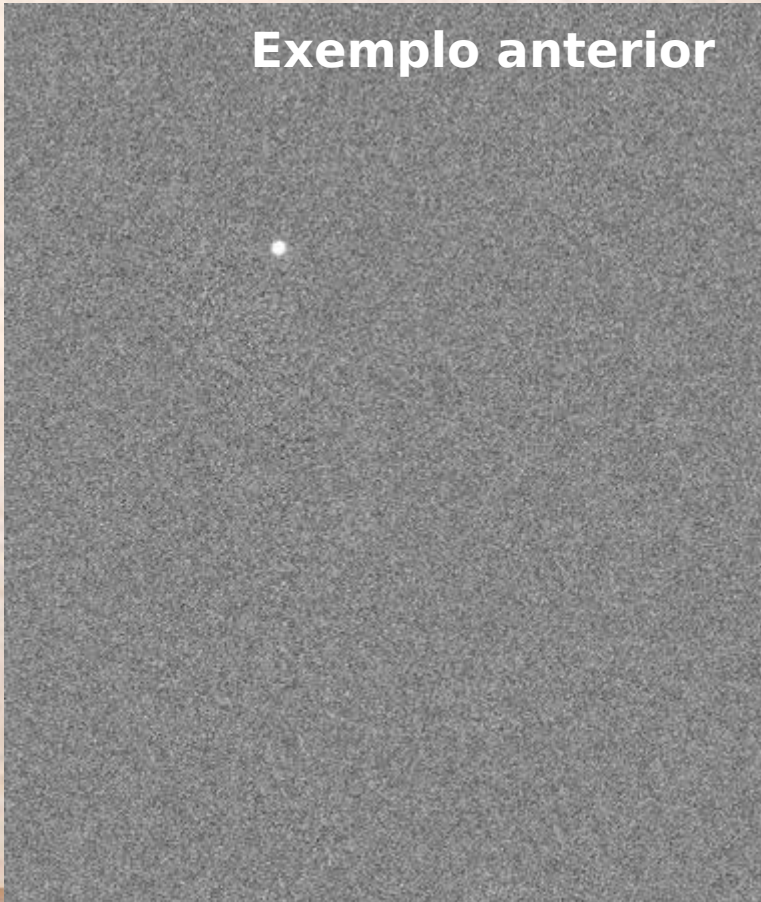
# Catálogo

---

Utilizamos o SExtractor na imagem subtraída

Número de candidatos depende da área e do filtro.

Exemplo anterior

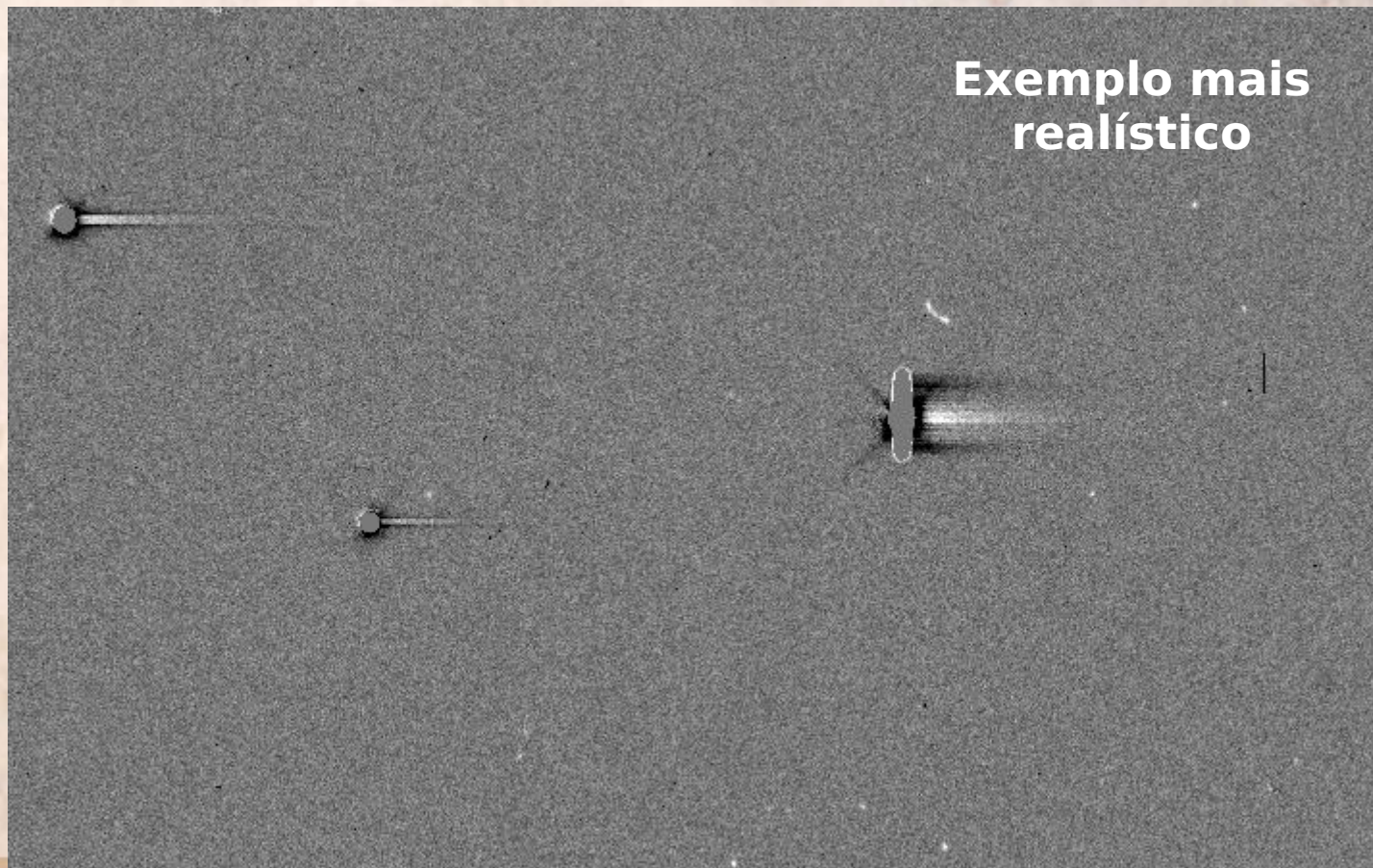


# Catálogo

---

Utilizamos o SExtractor na imagem subtraída

Número de candidatos depende da área e do filtro.



# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**



# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**

**Elimina raios cósmicos, objetos rápidos e pixels ruins.**

# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**

**Elimina raios cósmicos, objetos rápidos e pixels ruins.**

**2. Analisar forma:**

# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**

**Elimina raios cósmicos, objetos rápidos e pixels ruins.**

**2. Analisar forma:**

**Supernovas devem ter a forma da PSF.**

# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**

**Elimina raios cósmicos, objetos rápidos e pixels ruins.**

**2. Analisar forma:**

**Supernovas devem ter a forma da PSF.**

**Elimina resíduos da subtração e objetos de forma irregular.**

# ***Reduzindo o número de candidatos***

---

**1. Exigir coincidência em diferentes filtros:**

**Elimina raios cósmicos, objetos rápidos e pixels ruins.**

**2. Analisar forma:**

**Supernovas devem ter a forma da PSF.**

**Elimina resíduos da subtração e objetos de forma irregular.**

**3. Excluir objetos transientes conhecidos.**

# ***Primeiro teste com imagem do SDSS***

---

**16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.**



# ***Primeiro teste com imagem do SDSS***

---

**16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.**



**Sabíamos que tinha  
1 SN.**

# Primeiro teste com imagem do SDSS

---

16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.



Sabíamos que tinha 1 SN.

Após a subtração:

<i>Filter</i>	<i># sources</i>
u	50
g	43
r	45
i	172
z	26



# Primeiro teste com imagem do SDSS

---

16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.



Sabíamos que tinha 1 SN.

Após a subtração:

<i>Filter</i>	<i># sources</i>
u	50
g	43
r	45
i	172
z	26

**Coincidência filtros → 4**

# Primeiro teste com imagem do SDSS

---

16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.



Sabíamos que tinha 1 SN.

Após a subtração:

<i>Filter</i>	<i># sources</i>
u	50
g	43
r	45
i	172
z	26

Coincidência filtros → 4

Análise da forma → 1

# Primeiro teste com imagem do SDSS

---

16 imagens do Sloan Digital Sky Survey, tomadas em ~3 meses.



SN 2005hk (tipo Ia peculiar)

Sabíamos que tinha 1 SN.

Após a subtração:

<i>Filter</i>	<i># sources</i>
u	50
g	43
r	45
i	172
z	26

Coincidência filtros → 4

Análise da forma → 1

# Teste com imagens do ALHAMBRA

## Advanced Large, Homogeneous Area Medium Band Redshift Astronomical Survey



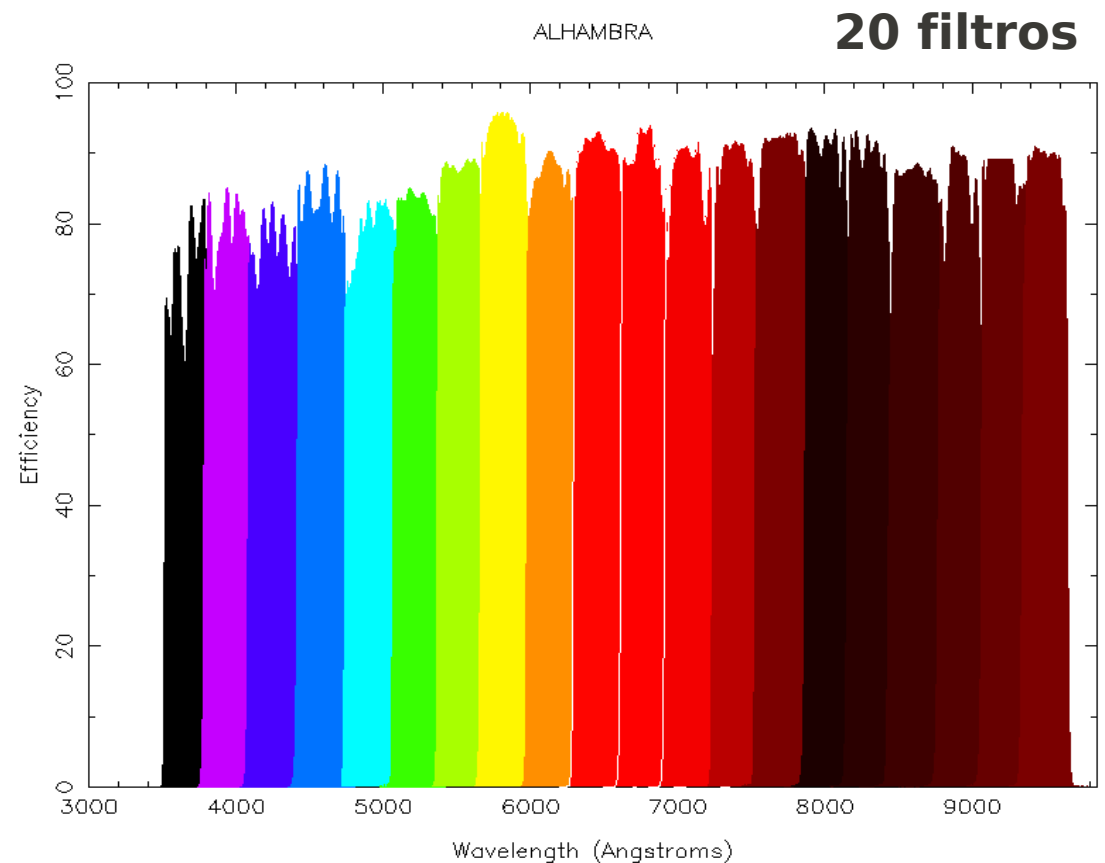
Observatório  
Calar Alto

# Teste com imagens do ALHAMBRA

## Advanced Large, Homogeneous Area Medium Band Redshift Astronomical Survey



Observatório  
Calar Alto



# Teste com imagens do ALHAMBRA

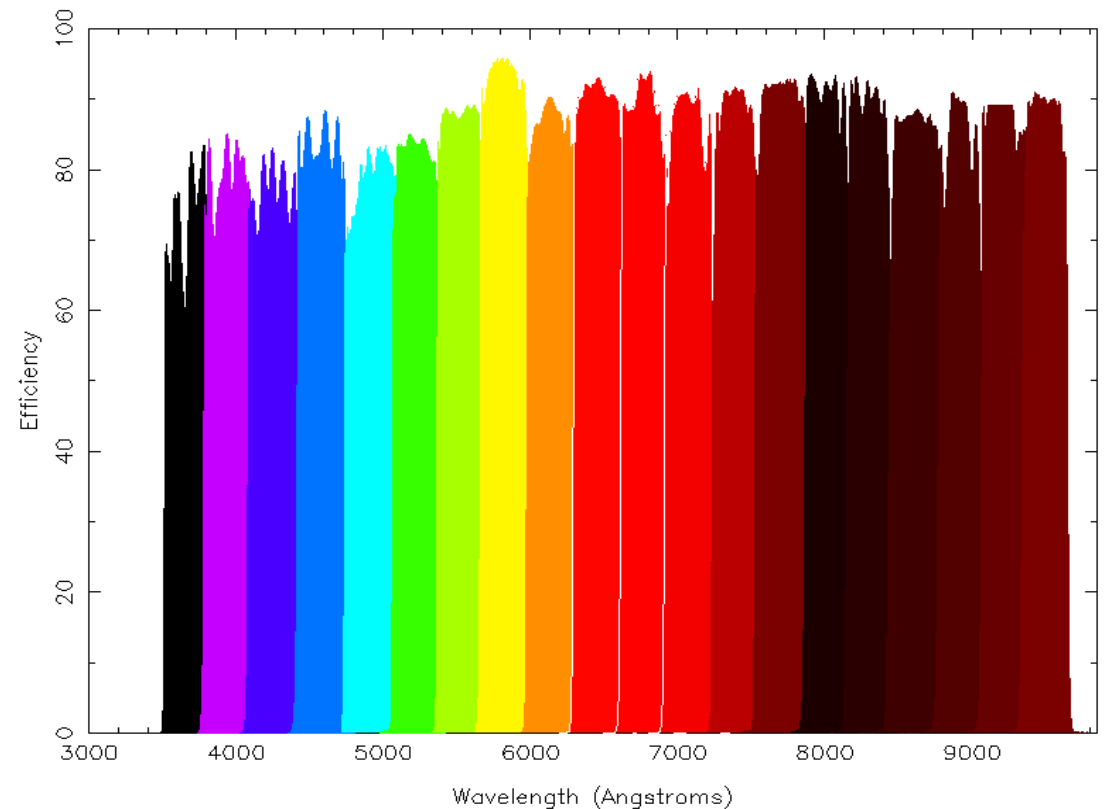
## Advanced Large, Homogeneous Area Medium Band Redshift Astronomical Survey



Observatório  
Calar Alto

ALHAMBRA

20 filtros



Procura por supernovas  
nunca foi realizada.

# ***Teste com imagens do ALHAMBRA***

---

**Analizamos três imagens do ALHAMBRA em 2 filtros  
(06 Jan, 09 Fev, 08 Mar de 2008)**

# ***Teste com imagens do ALHAMBRA***

---

**Analizamos três imagens do ALHAMBRA em 2 filtros  
(06 Jan, 09 Fev, 08 Mar de 2008)**

**SExtractor fornece:**

**950 candidatos - 489 nm**

**501 candidatos - 551 nm**



# ***Teste com imagens do ALHAMBRA***

---

**Analizamos três imagens do ALHAMBRA em 2 filtros  
(06 Jan, 09 Fev, 08 Mar de 2008)**

**SExtractor fornece:**

**950 candidatos - 489 nm**

**501 candidatos - 551 nm**

**Exigindo coincidência nos dois filtros e analisando forma:**

**4 candidatos**

# ***Teste com imagens do ALHAMBRA***

---

**Analizamos três imagens do ALHAMBRA em 2 filtros  
(06 Jan, 09 Fev, 08 Mar de 2008)**

**SExtractor fornece:**

**950 candidatos - 489 nm**

**501 candidatos - 551 nm**

**Exigindo coincidência nos dois filtros e analisando forma:**

**4 candidatos**

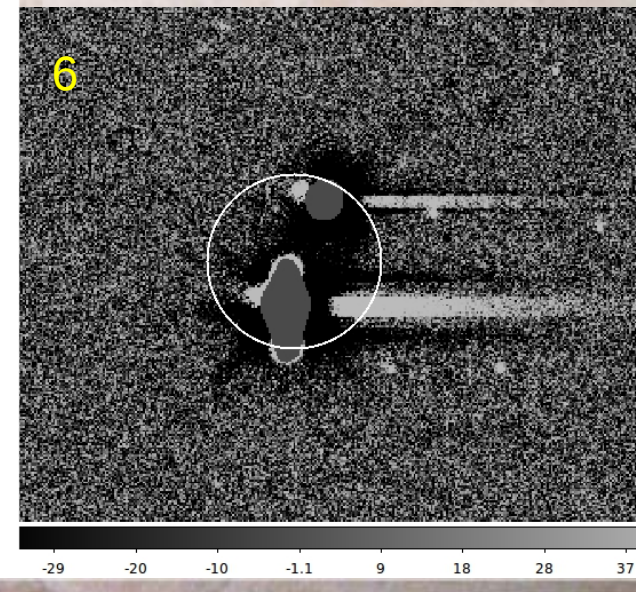
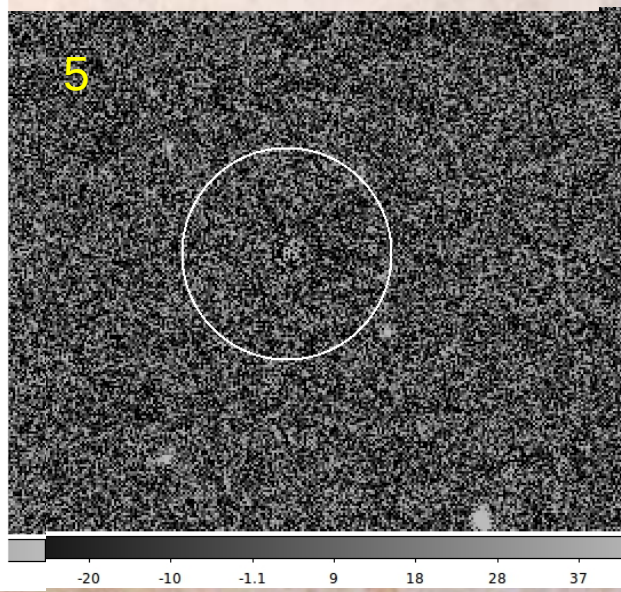
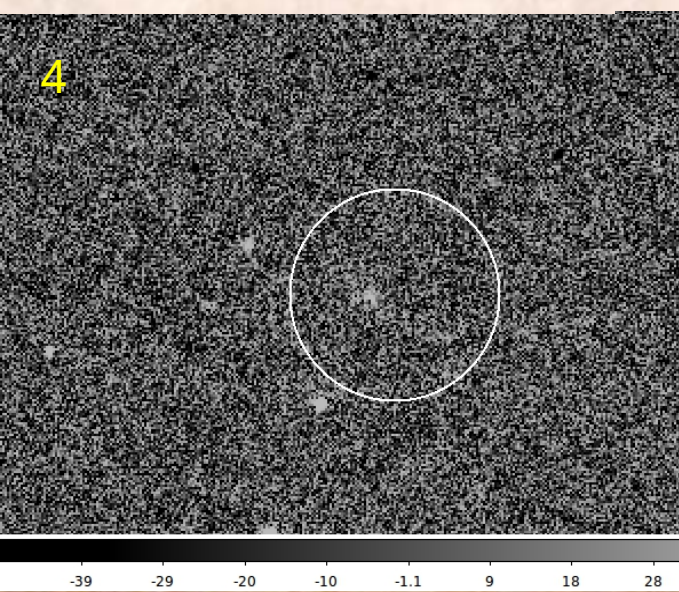
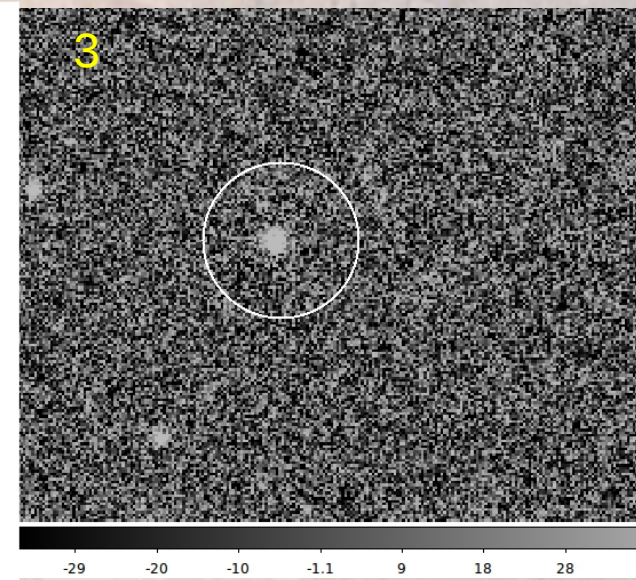
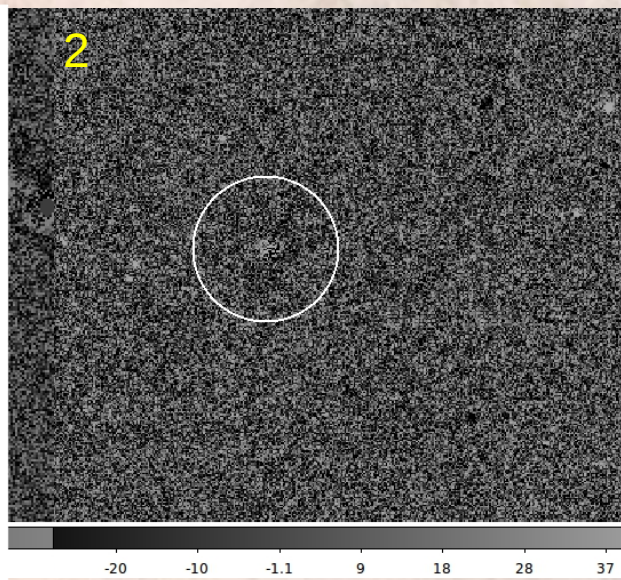
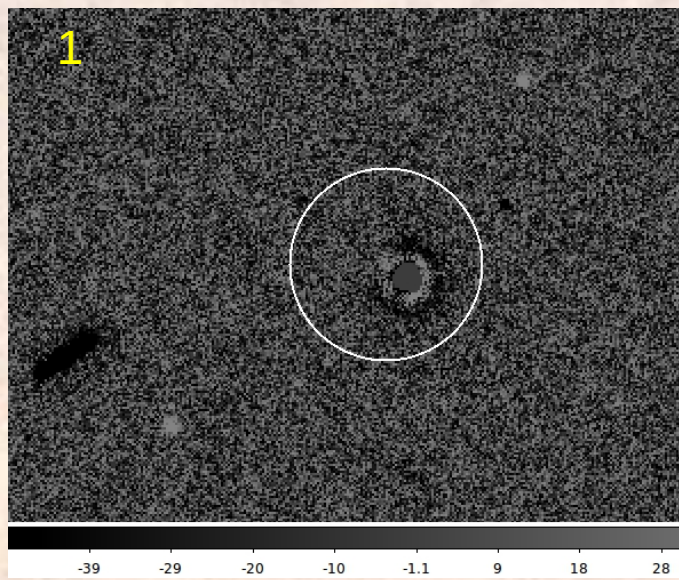
**Duas supernovas:**

**SNLS 08D2dr (z=0,36, tipo Ia)**

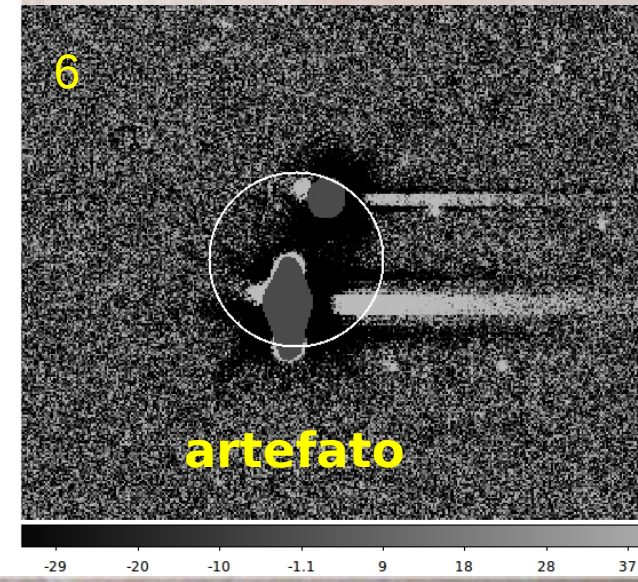
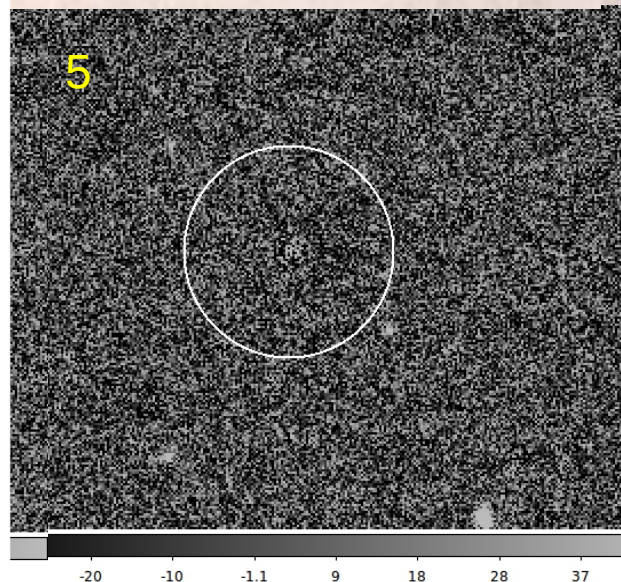
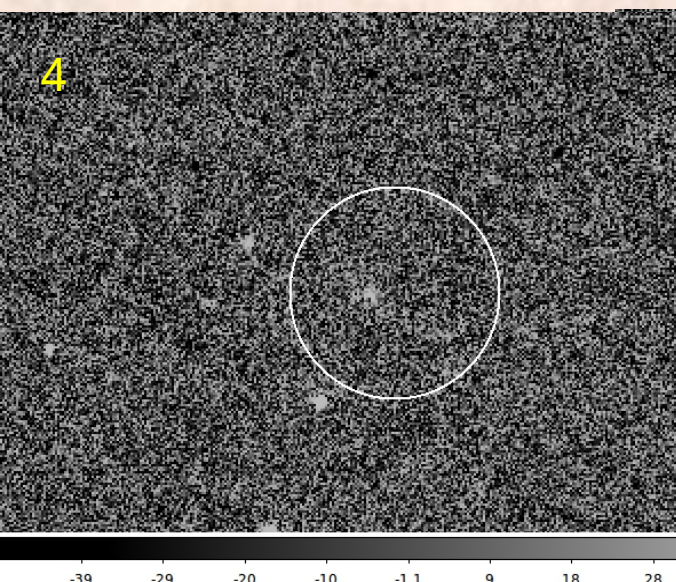
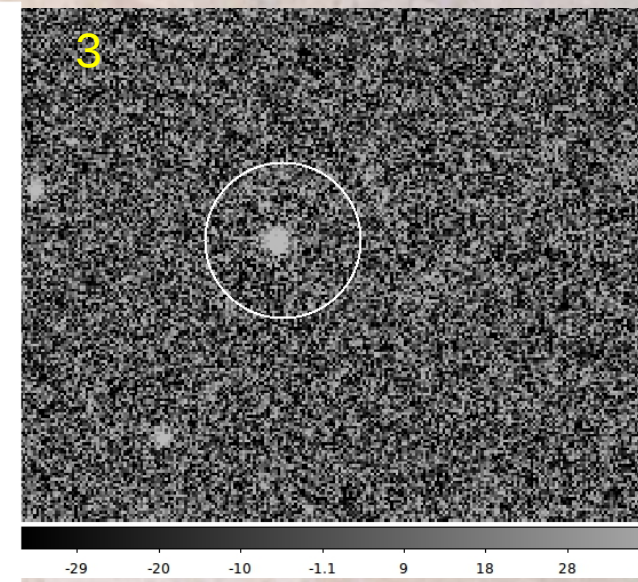
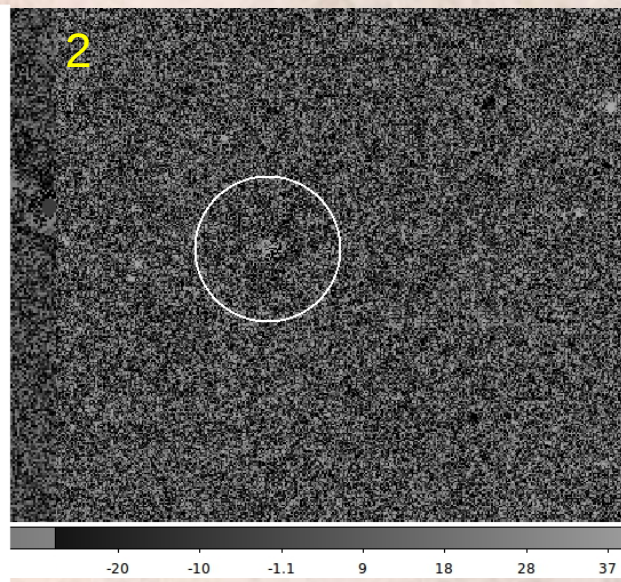
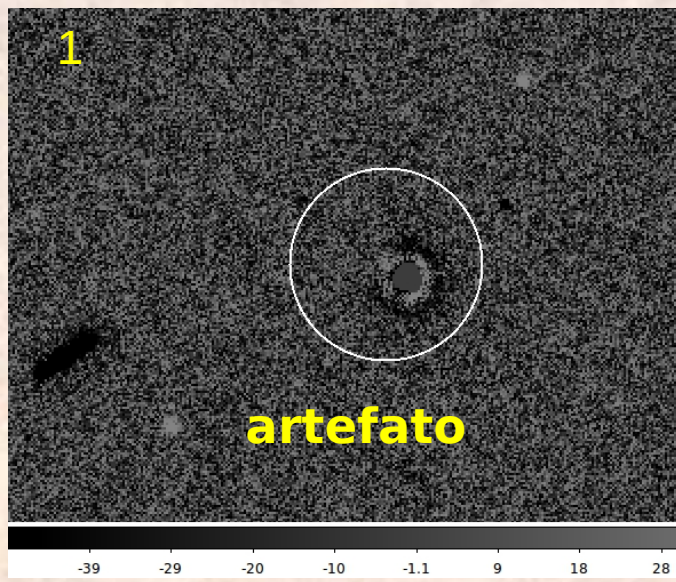
**SNLS 07D2ke (z=0,11, tipo II)**

# Teste com imagens do ALHAMBRA

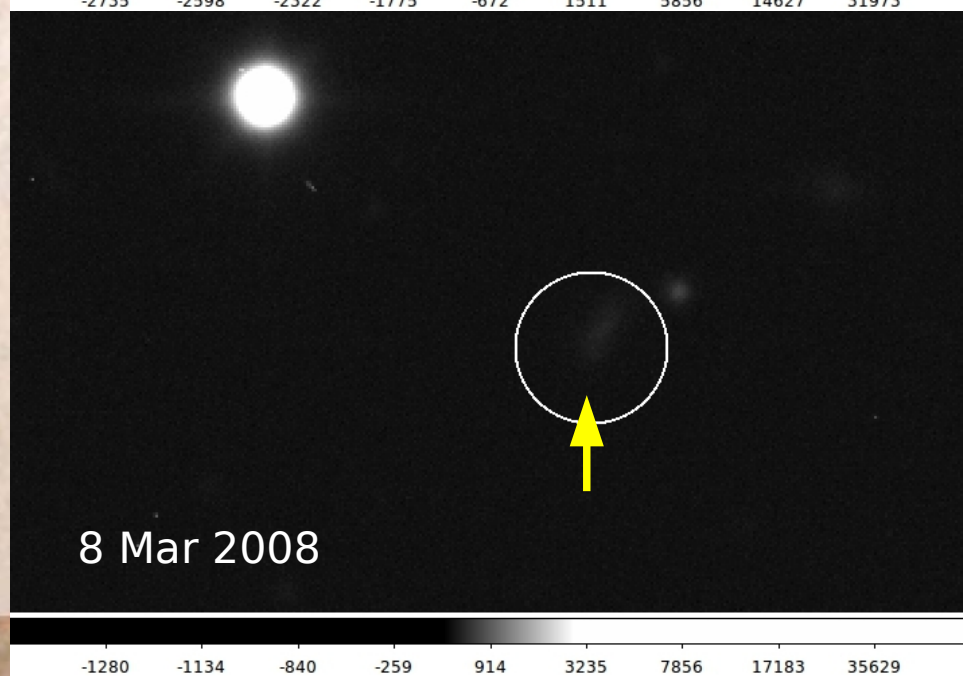
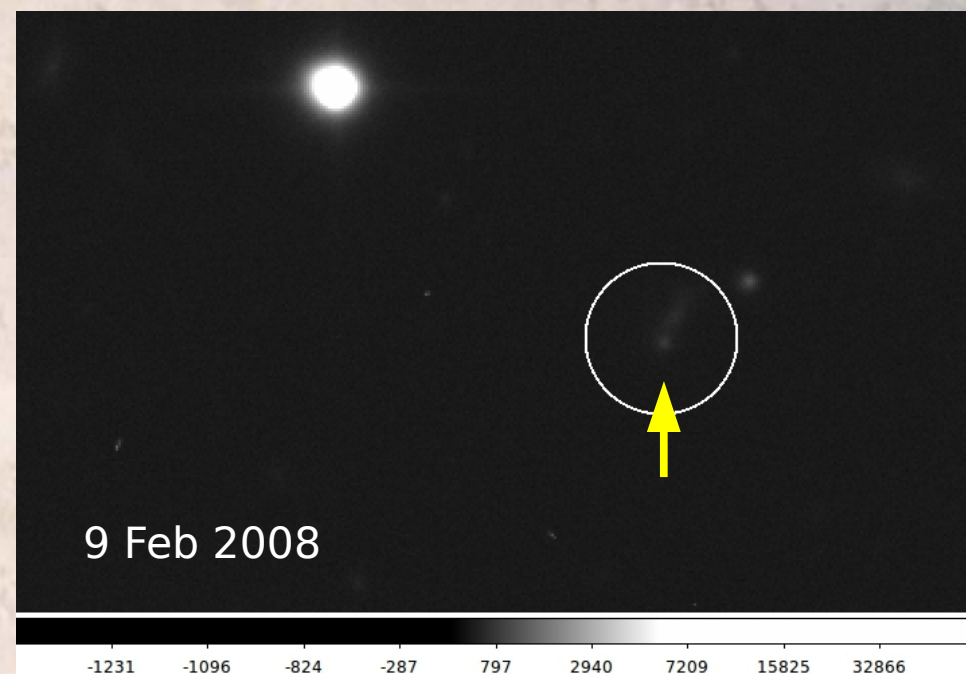
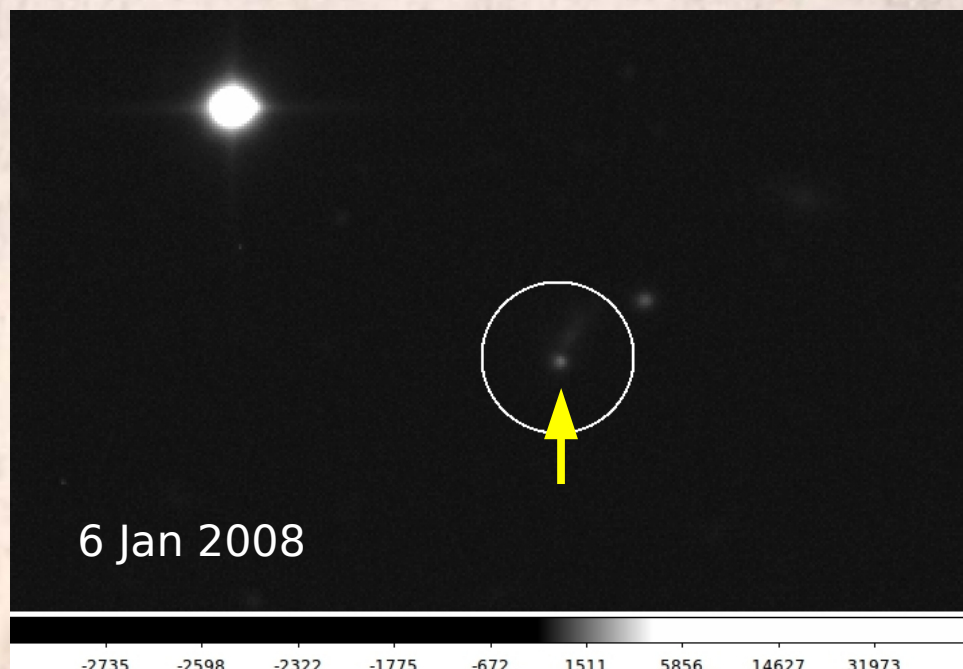
---



# Teste com imagens do ALHAMBRA



# Teste com imagens do ALHAMBRA



**SNLS 07D2ke**

**$z=0,11$**

**20 Dez 2007**

# **Discussão**

---

**Todas as questões em aberto tornam necessário o estudo mais extenso da natureza das supernovas do tipo Ia;**

**O observatório J-PAS pode trazer importante contribuição nessa área:**

**Grande área: muitas supernovas,  
Muitos filtros de banda estreita: melhor determinação de  $z$  e alguns detalhes do espectro;**

**Pipeline sendo desenvolvido e testado com dados de outros levantamentos;**

**Levantamento J-PLUS se inicia esse ano.**

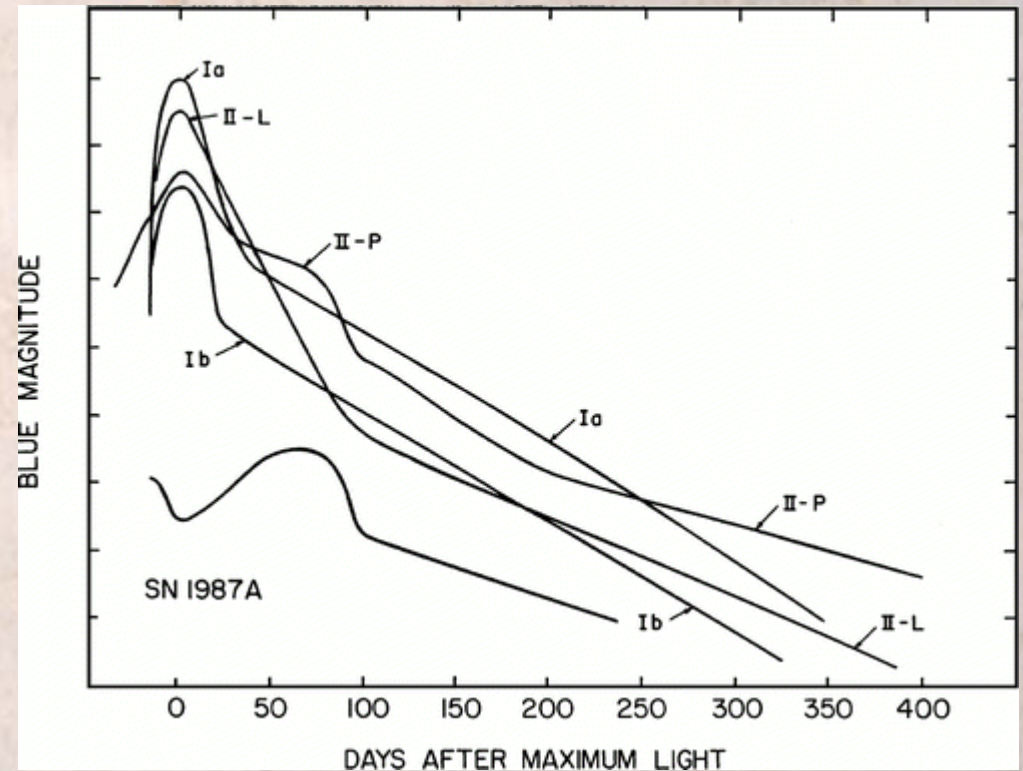
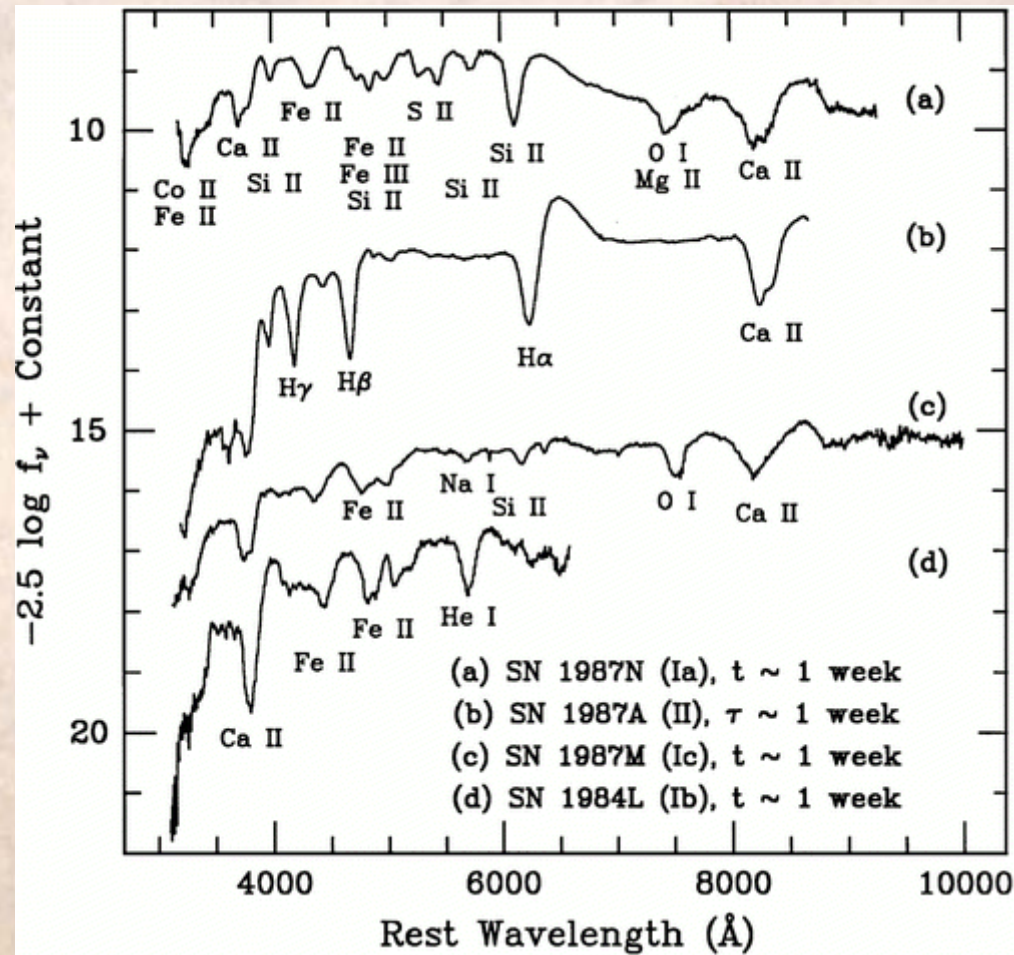
***Obrigada!***

# Classification of Supernovae

Type	Ia	Ib	Ic	II
Spectrum	Silicon	No Hydrogen No Silicon Helium		Hydrogen No Helium
Physical mechanism	Nuclear explosion of low mass star	Core collapse of evolved massive star (may have lost its hydrogen or even helium envelope during red-giant evolution)		
Light curve	Reproducible	Large Variations		
Neutrinos	Insignificant	~ 100 × Visible energy		
Compact Remnant	None	Neutron star (typically appears as pulsar) Sometimes black hole ?		
Rate/h <sup>2</sup> SNU	0.36 ± 0.11	0.14 ± 0.07		0.71 ± 0.34
Observed	Total ~ 2000 as of today (nowadays ~200/year)			



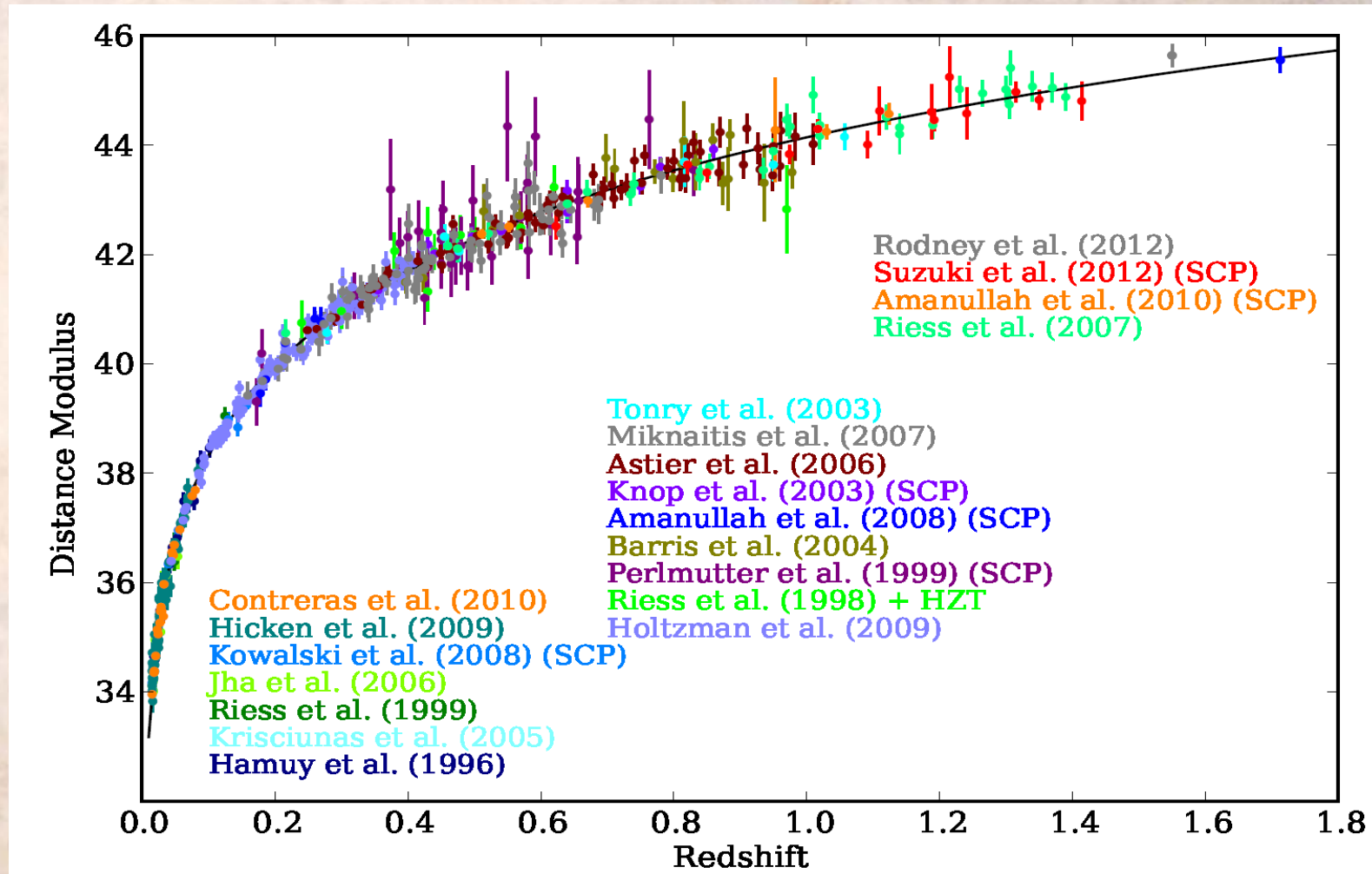
# Espectro e curva de luz



A. Filippenko, *ARA&A* 35 (1997)

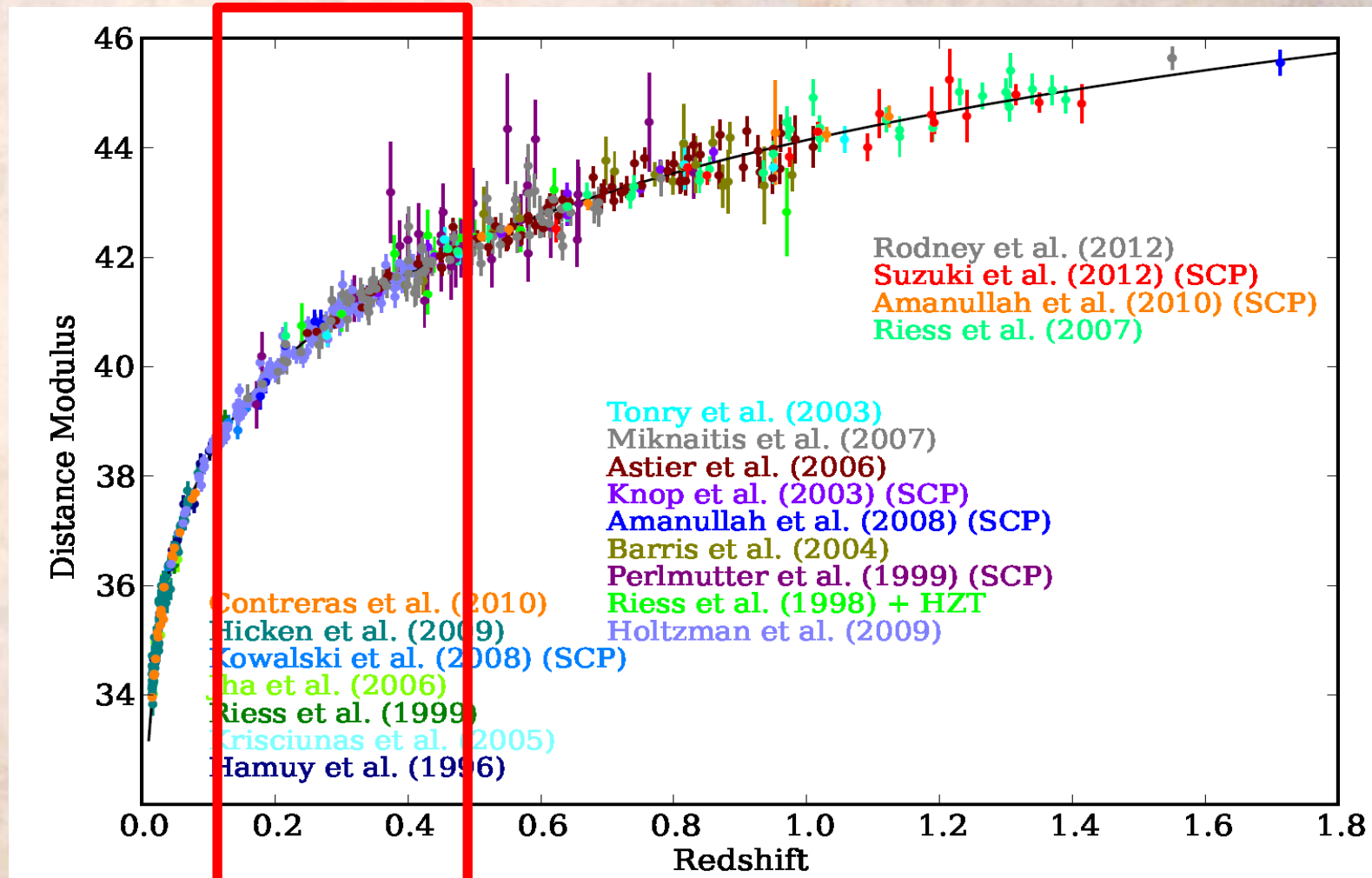
# Melhorias esperadas com o J-PAS

Rubin et al. ApJ 763 (2013)



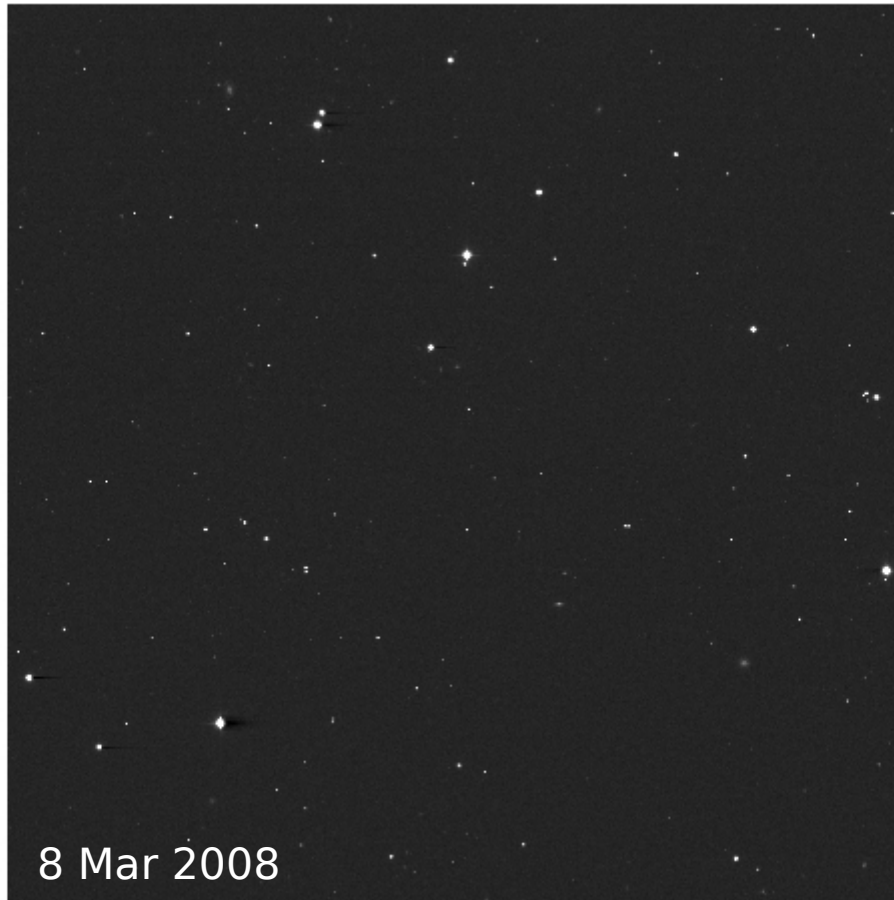
# Melhorias esperadas com o J-PAS

Rubin et al. ApJ 763 (2013)



**J-PAS**

# Analizamos três imagens do Alhambra (06 Jan, 09 Fev, 08 Mar de 2008)



**Area: 0,25° X 0,25°**

**Center:  $\alpha = 150,36^\circ$   $\delta = +1,96^\circ$**

**Imagens fornecidas em 2  
filtros:**

**489 nm**

**551 nm**

**SExtractor fornece:**

**950 cand. - 489 nm**

**501 cand. - 551 nm**

**Exigindo coincidência nos  
dois filtros:**

**6 candidatos**