

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

- Todas as galáxias possuem um buraco negro supermassivo (SMBH) em seu centro?
- Em caso afirmativo, o que difere galáxias normais e galáxias com núcleo ativo (AGNs)?

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

1 – Procurando SMBHs

Definição de BH: uma compacta concentração de massa, com extensão menor que seu raio de Schwarzschild.

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2MG}{r}} \qquad r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

1 – Procurando SMBHs

$$r_s = 2.95 \times 10^{15} \text{ cm} \left(\frac{M}{M_o} \right)$$

Para a massa do Sol: $r_s \approx 3 \text{ km}$

Para o SMBH no CG: $r_s \approx 10^{12} \text{ cm}$
 $\theta \approx 6 \times 10^{-6} \text{ arcsec}$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

1 – Procurando SMBHs: O raio de influência

Influência do SMBH na cinemática das estrelas e gás na galáxia:

$$v_{rot} = \sqrt{\frac{GM.}{r}}$$

$$r_{BH} = \frac{GM.}{\sigma^2} \sim 0.4 \left(\frac{M.}{10^6 M_o} \right) \left(\frac{\sigma}{100 \text{ km/s}} \right)^{-2} \text{ pc}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

1 – Procurando SMBHs: O raio de influência

Influência do SMBH na cinemática das estrelas e gás na galáxia:

$$\theta_{BH} = \frac{r_{BH}}{D}$$

$$\theta_{BH} \sim 0.1'' \left(\frac{M.}{10^6 M_o} \right) \left(\frac{\sigma}{100 \text{ km/s}} \right)^{-2} \left(\frac{D}{1 \text{ Mpc}} \right)^{-1}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

1 – Procurando SMBHs: Evidência cinemática

A existência de um SMBH no interior de um r_{BH} é revelada por um aumento na dispersão de velocidades em $r < r_{\text{BH}}$, que se comporta como

$$\sigma \propto r^{-1/2}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

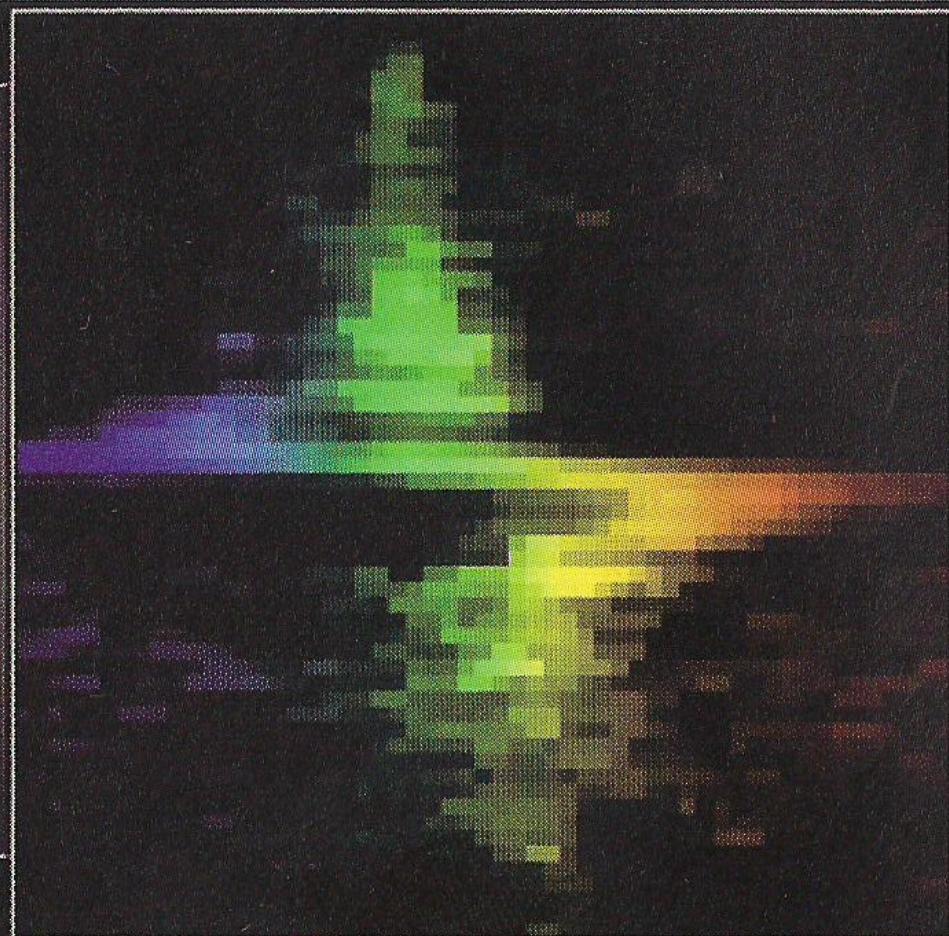
2 – Exemplos de SMBHs em Galáxias

Galaxy M84 Nucleus



WFPC2

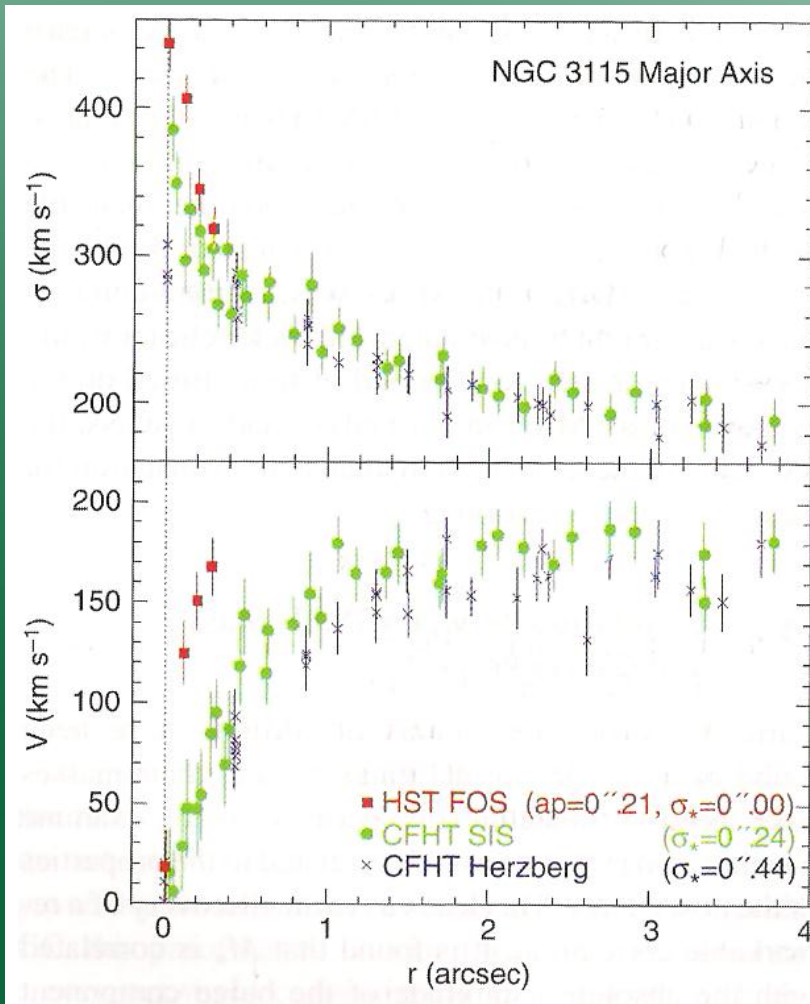
Hubble Space Telescope



STIS

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

2 – Exemplos de SMBHs em Galáxias



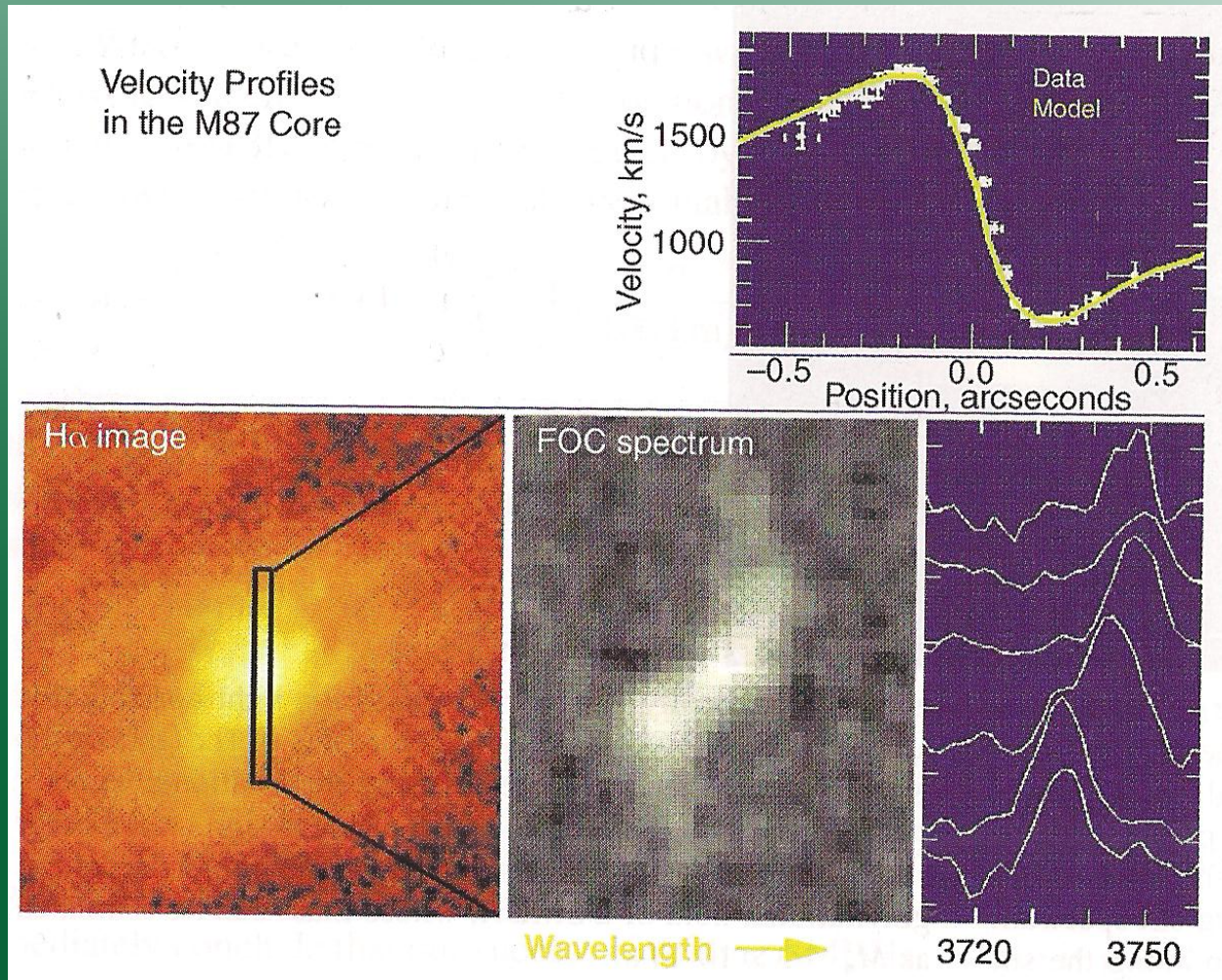
$$\sigma \sim 600 \text{ km/s}$$

muito maior que a velocidade de escape do aglomerado central de estrelas, se ele fosse constituído apenas de estrelas.

$$M. \sim 10^9 M_{\odot}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

2 – Exemplos de SMBHs em Galáxias

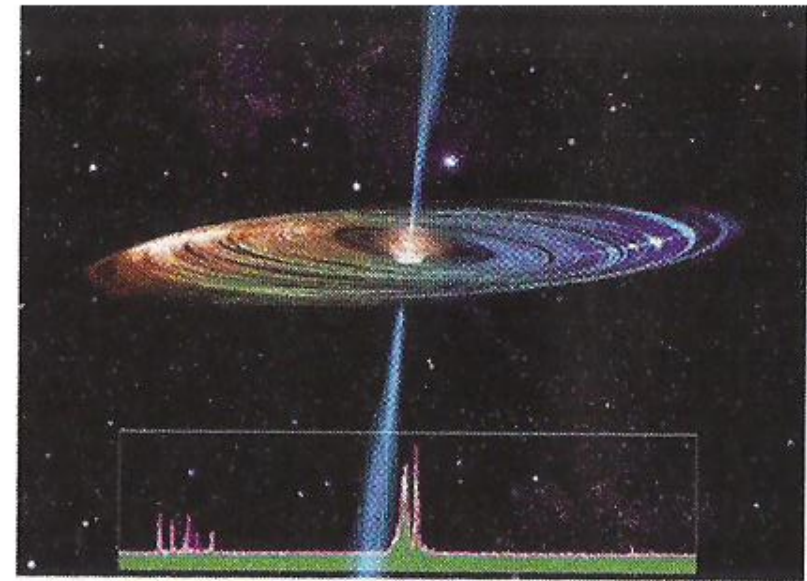
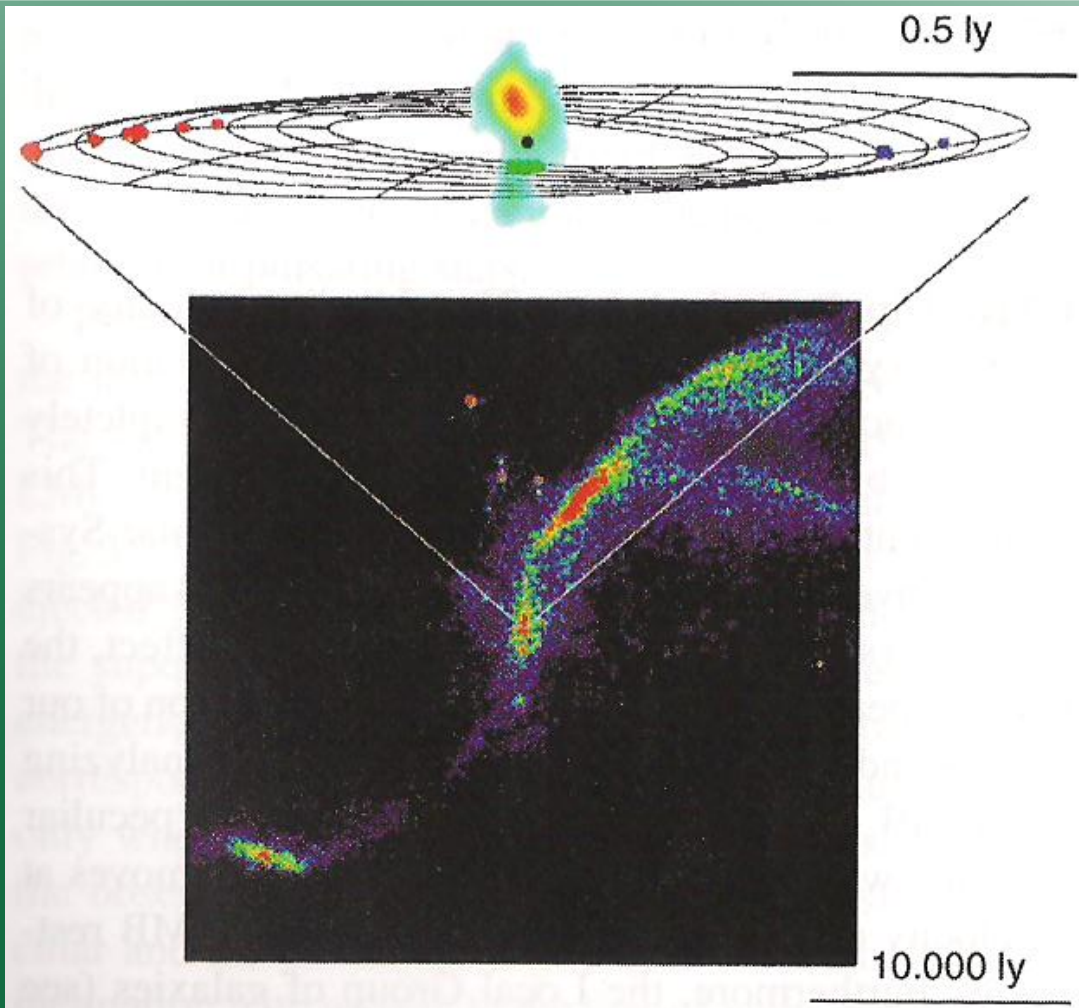


$$M. \sim 3 \times 10^9 M_{\odot}$$

$$d < 3 \text{ pc}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

2 – Exemplos de SMBHs em Galáxias



NGC 4258

$$M. \sim 25 \times 10^6 M_{\odot}$$

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

3 – Correlação Entre a Massa do SMBH e Propriedades da galáxia

A massa do SMBH está relacionada com a magnitude absoluta do bojo da galáxia pela equação

$$M. = 0.93 \times 10^8 M_o \left(\frac{L_{B,bojo}}{10^{10} L_{Bo}} \right)^{1.11}$$

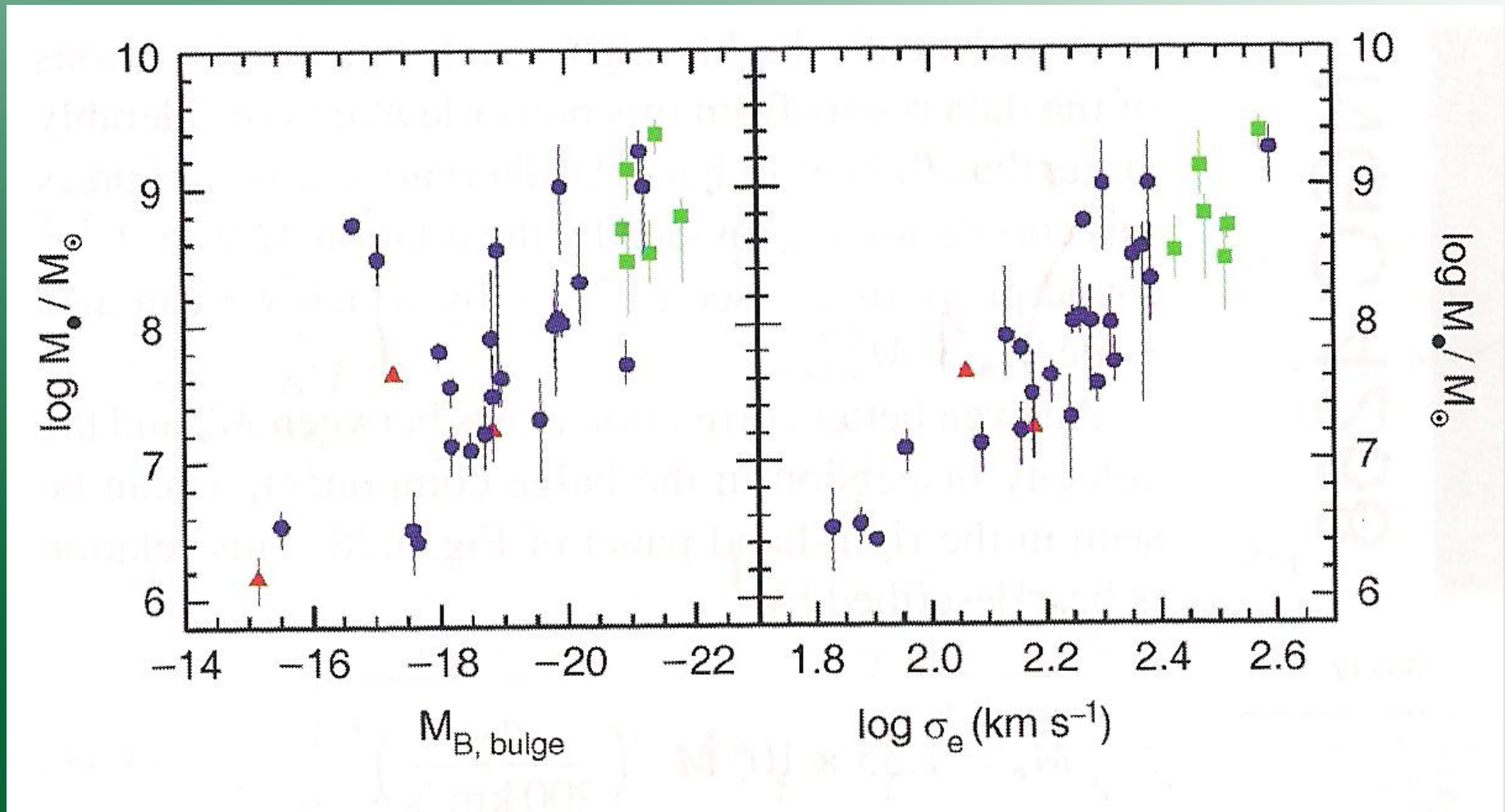
$$M/L \propto L^{0.25}$$

$$M. \propto M_{bojo}^{0.9}$$

desvios nos pontos dos dados são maiores que as barras de erro.

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

3 – Correlação Entre a Massa do SMBH e Propriedades da galáxia



Buracos Negros nos Centros de Galáxias

3 – Correlação Entre a Massa do SMBH e Propriedades da galáxia

$$M. = 1.35 \times 10^8 M_o \left(\frac{\sigma_e}{200 \text{ km/s}} \right)^4$$

$$M. \propto \sigma^{4.5}$$

desvios nos pontos dos dados são compatíveis com as barras de erro.

Buracos Negros nos Centros de Galáxias

3 – Correlação Entre a Massa do SMBH e Propriedades da galáxia

Aglomerados globulares podem conter BHs (aglomerados globulares oriundos de uma galáxia anã, da qual que só restou o núcleo);

Verificar que na vizinhança de um SMBH as estrelas estão se movendo mais rápido que em um SMBH de menor massa não é conclusivo, pois a massa do SMBH é menor que 1% da massa do bojo.