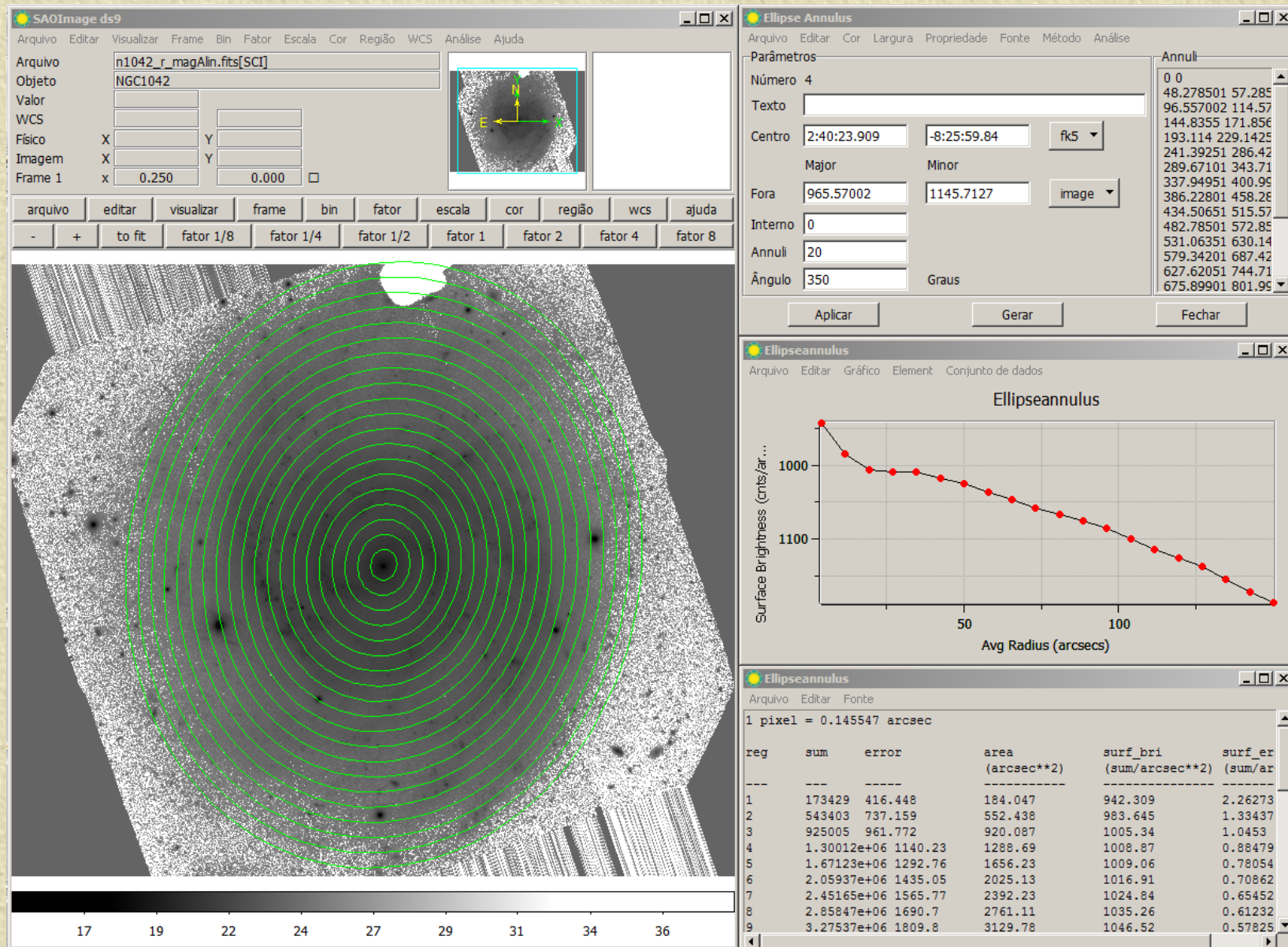




Astronomia Extragaláctica *Semestre: 2016.2*

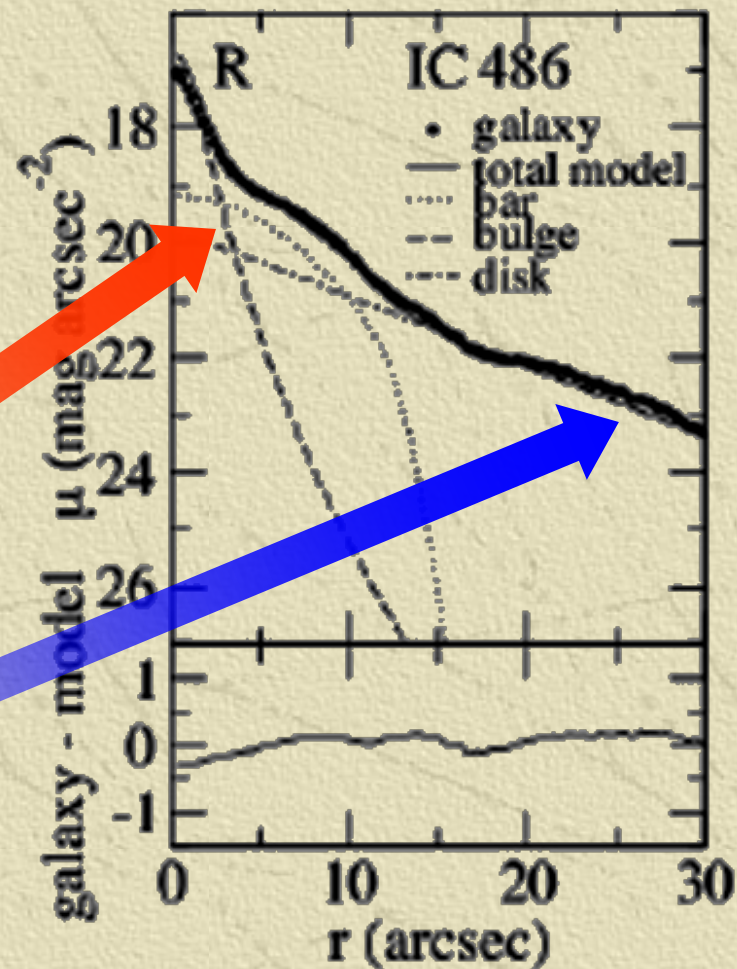
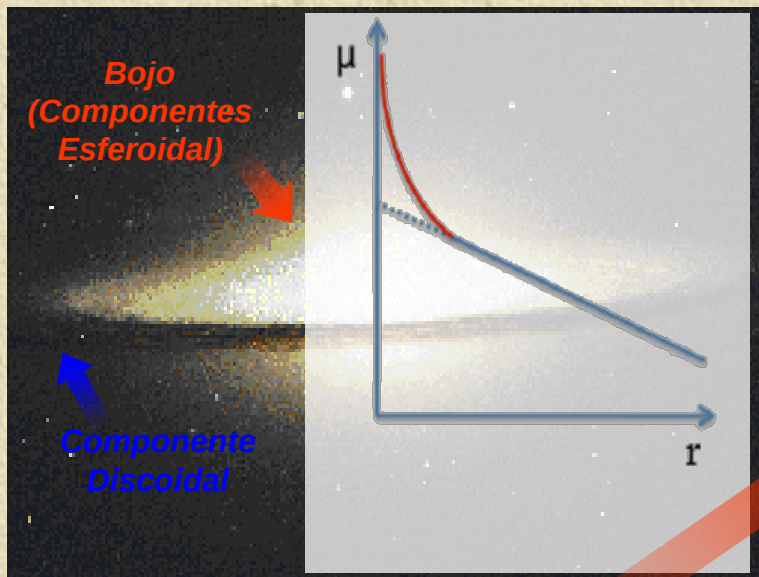
Sergio Scarano Jr
14/01/2017

Extração de Perfis Radiais com Céu Removido



Componentes de Brilho de uma Galáxia Espiral

Apresentam a componente esferoidal (núcleo, bojo, halo), mas o que se destaca é o disco. Ao contrário do que veremos para E, a rotação do bojo é importante: gira mais rapidamente que E de mesma luminosidade.



Componentes de Brilho de uma Galáxia Espiral

Espirais são sistemas bastante complexos por conter bojo, disco, braços espirais, barras, anéis. Ajustes de componentes respeitam casos particulares do perfil de Sersic:

$$\Sigma = \Sigma_0 \exp(-b_n(r/r_e)^{1/n})$$

Em primeira aproximação:

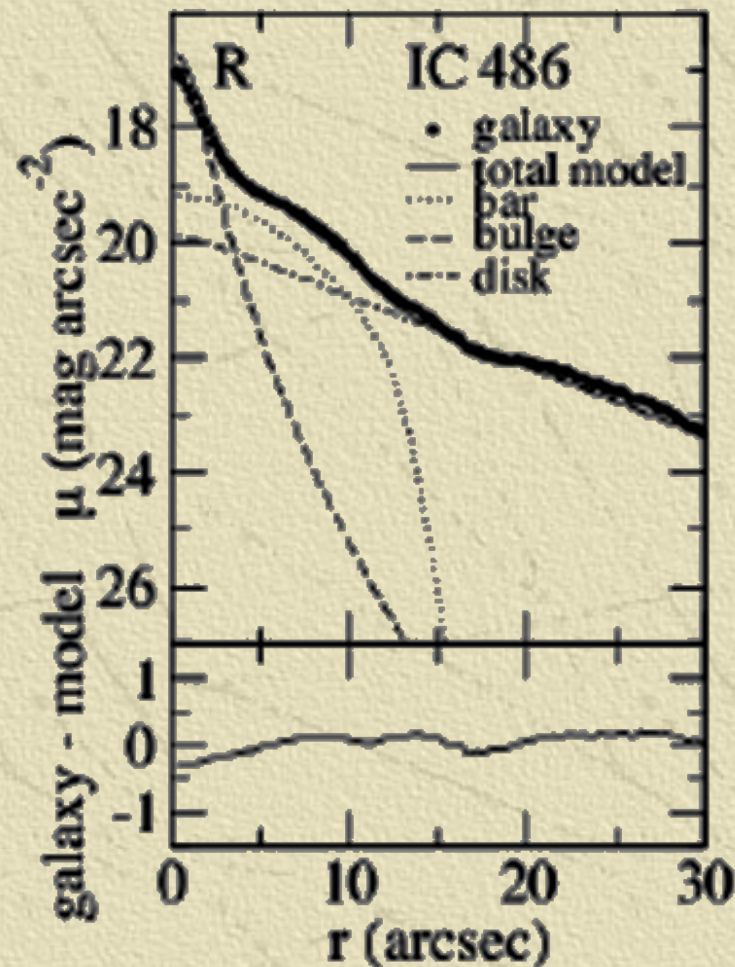
- *bojos: perfil de de Vaucouleurs $n=4$*

$$\Sigma = \Sigma_0 \exp(-b_n(r/r_e)^{1/4})$$

- *discos: perfil exponencial $n = 1$.*

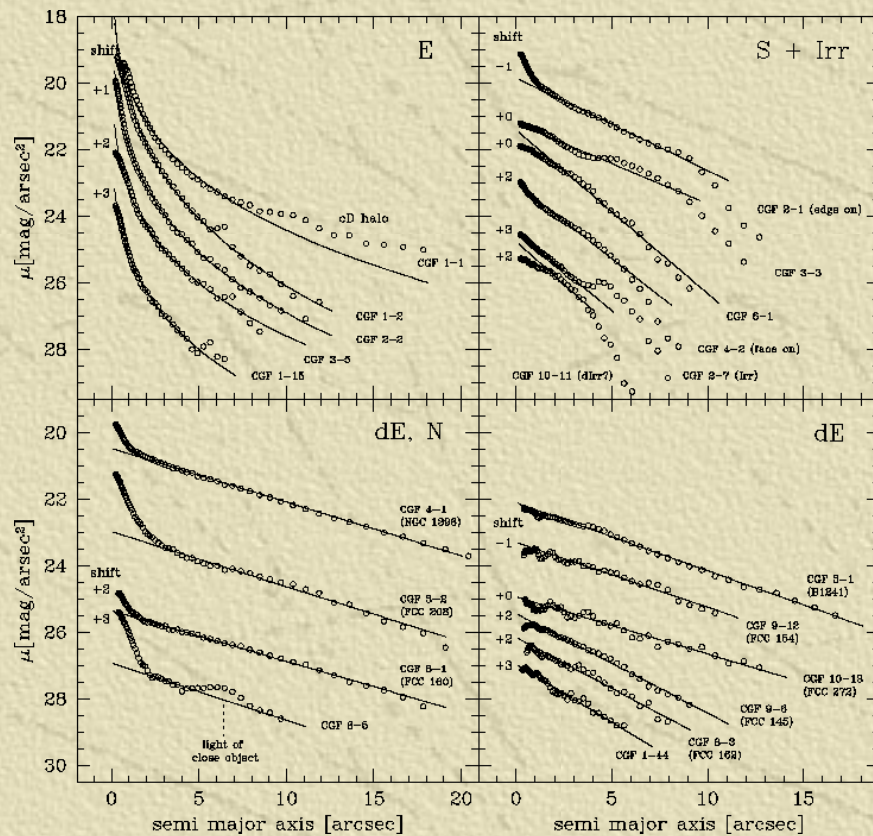
$$\Sigma = \Sigma_0 \exp(-r/r_d)$$

- r_e ou r_d : respectivamente escala característica do bojo (raio efetivo) ou do disco (escala de comprimento)
- Σ_0 : brilho superficial central do disco



Comparação entre Elípticas, Lenticulares, Bojos e Anãs

Estudando-se os perfis de diferentes tipos morfológicos pode-se verificar uma transição gradativa entre perfis de Sersic com $n=1$ e perfis de de Vaucouleurs.



A Bimodalidade na População de Galáxias

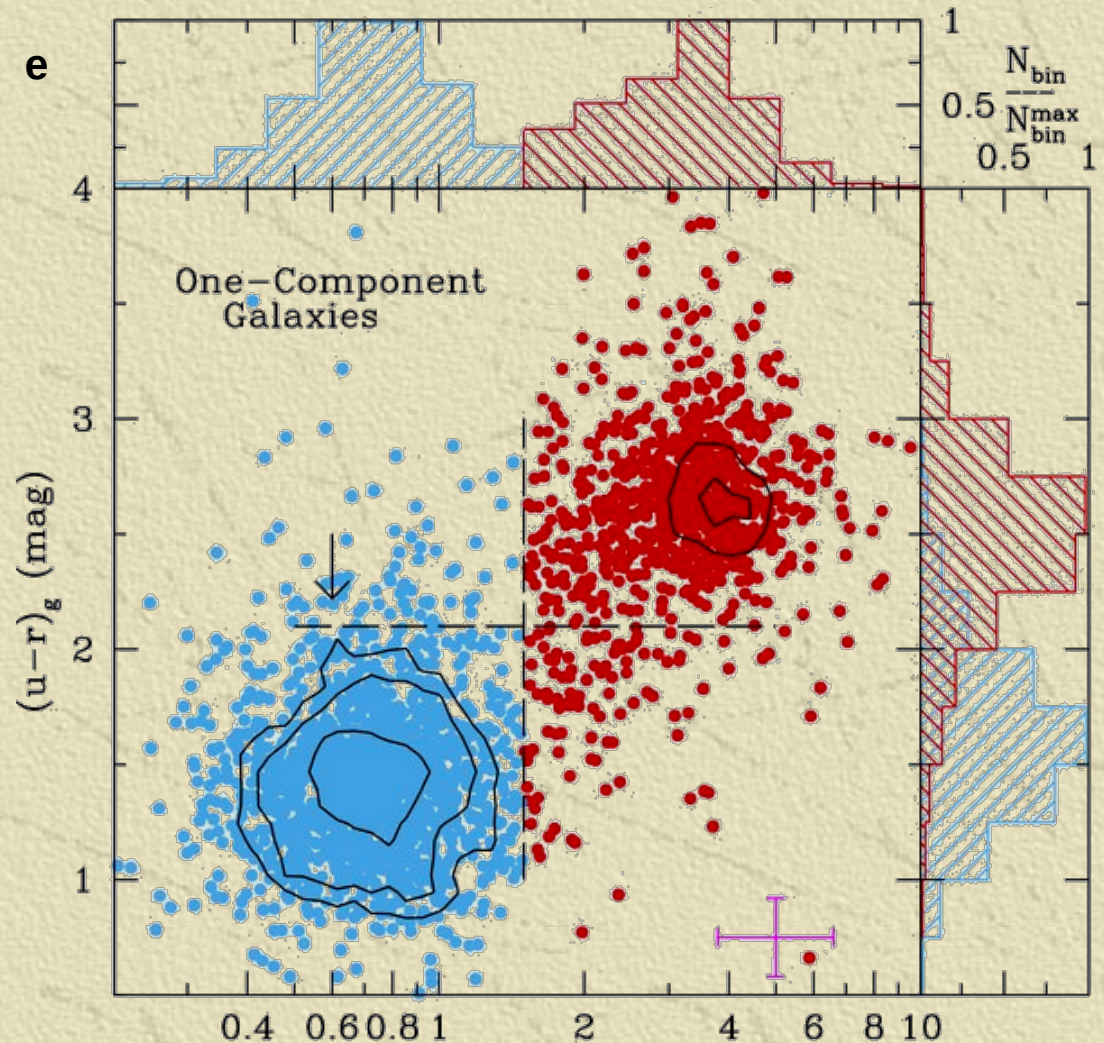
Diversas propriedades das galáxias apresentam uma distribuição bimodal: cores, índices espectrais. Mais do que formar uma sequência, as galáxias se distribuem em dois grandes grupos.

- Hubble: galáxias **early-type** e **late-type**:

- **Early-type**: dominadas pela componente esferoidal
- **Late-type**: dominadas pela componente disco.

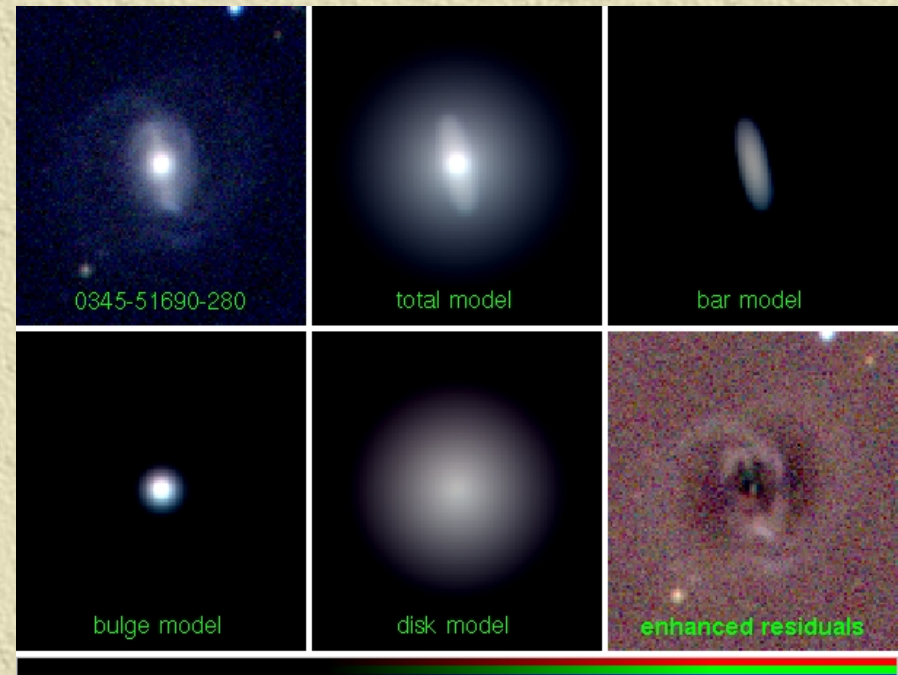
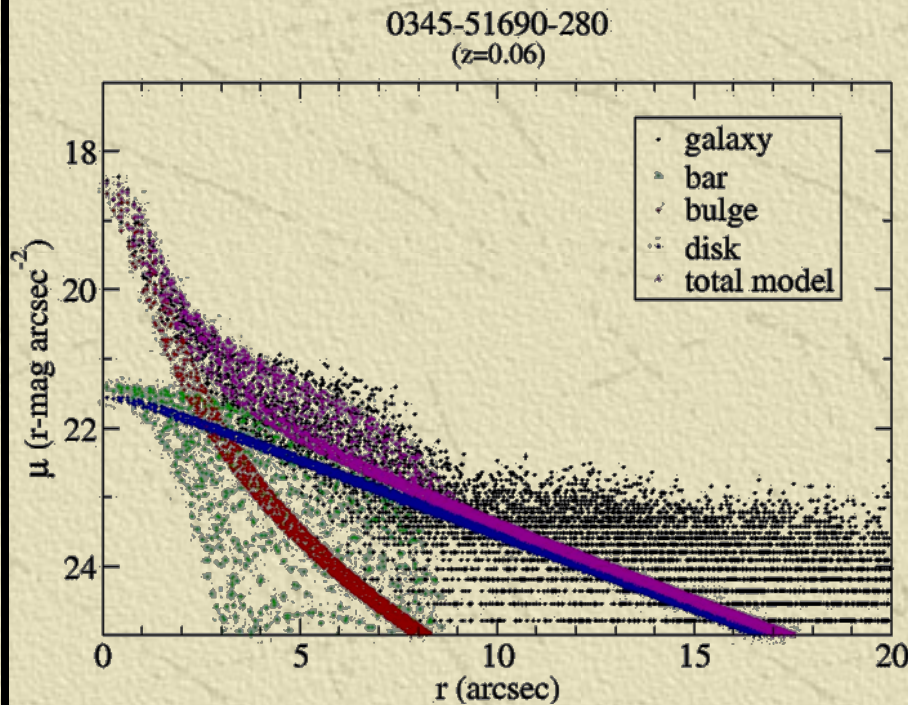
Relação entre a cor $(u-r)$ e a concentração de luz n : medida pelo índice da distribuição de Sersic (que também poderia medir a razão entre os raios que contem 90% e 50% da luz da galáxia)

Distribuição de cores no SDSS: galáxias mais vermelhas que $(u-r)=2.22$ são geralmente esferóides, enquanto que as mais azuis são dominadas pelo disco



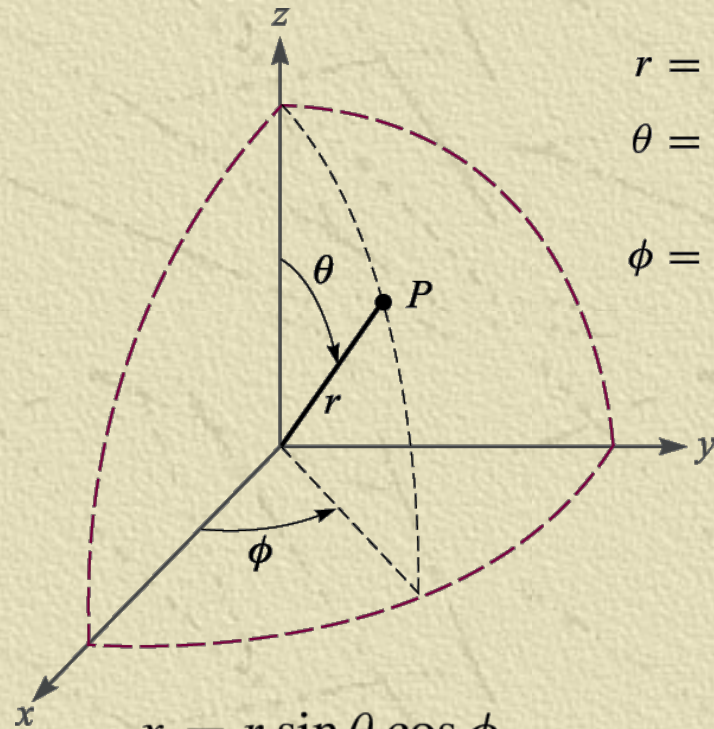
Decomposição Bojo Disco em Espirais

Em galáxias espirais deve-se combinar diversos tipos de perfis de Sersic para incluir o efeito de cada uma das componentes.



Coordenadas Esféricas

As coordenadas de um ponto P em coordenadas esféricas e sua relação em coordenadas cartesianas é $P(r, \theta, \phi)$:



$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$(r \geq 0)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

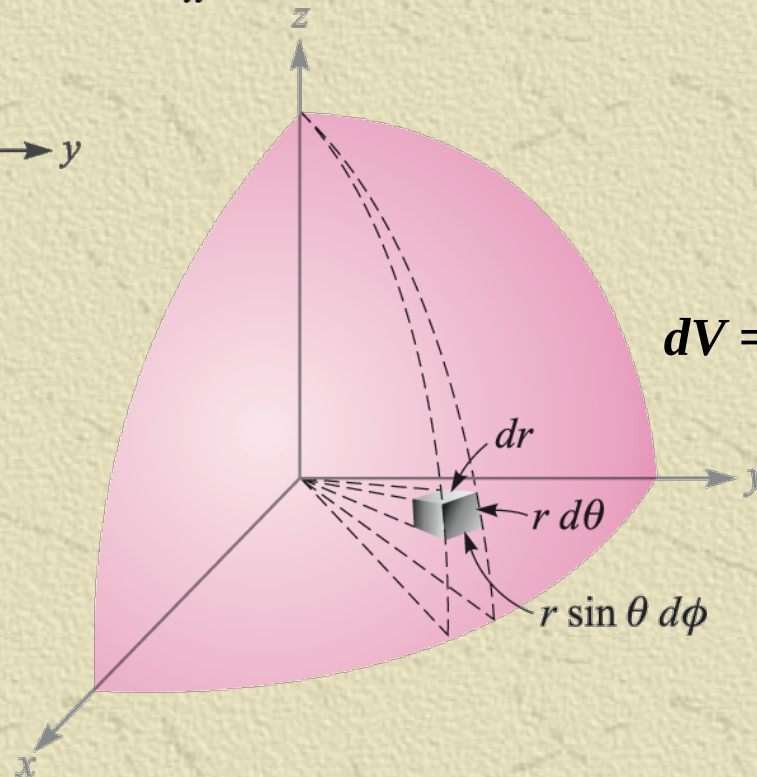
$$(0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ)$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

$$x = r \sin \theta \cos \phi$$

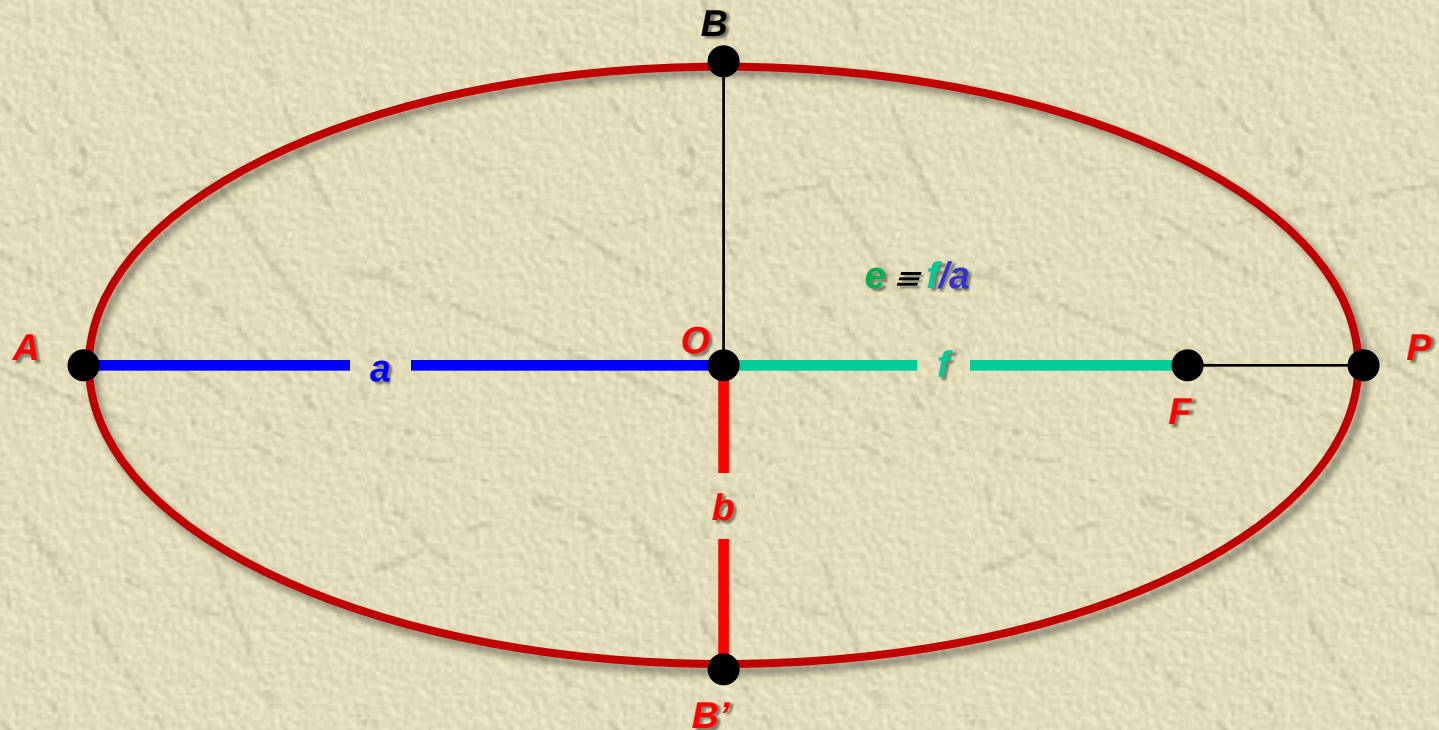
$$y = r \sin \theta \sin \phi$$

$$z = r \cos \theta$$



$$dV = r^2 \sin \theta \, dr d\theta d\phi$$

Elementos de uma elipse



$a \equiv$ semi-eixo maior
 $b \equiv$ semi-eixo menor
 $f \equiv$ distância focal
 $e \equiv$ excentricidade

Fator de contração (C)

Uma elipse pode ser descrita como uma circunferência proporcionalmente achatada por um mesmo fator de contração.

$$r + r' \equiv 2a$$

$$r = r'$$

$$r = a$$

No triângulo OBF :

$$b^2 = r^2 - f^2$$

$$b^2 = a^2 - f^2$$

$$f \equiv a \cdot e$$

$$b^2 = a^2 - (a \cdot e)^2$$

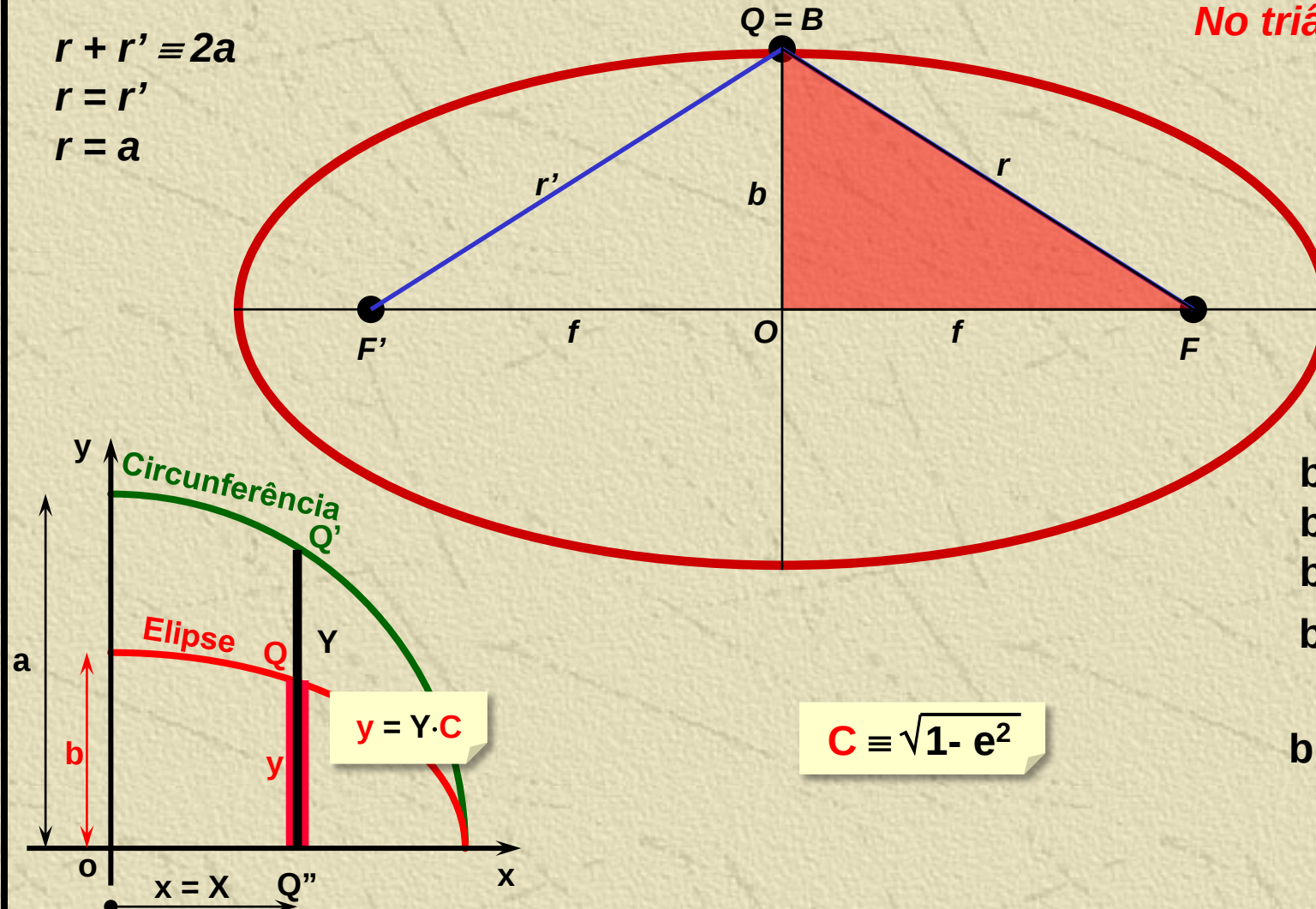
$$b^2 = a^2 - a^2 \cdot e^2$$

$$b^2 = a^2 \cdot (1 - e^2)$$

$$b = a \cdot \underbrace{\sqrt{1 - e^2}}_C$$

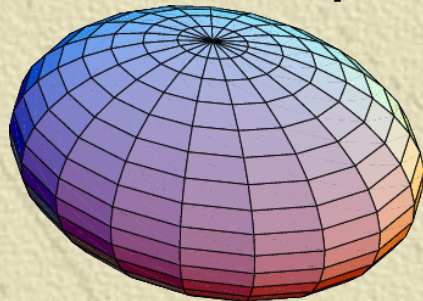
$$b = a \cdot C$$

$$C \equiv \sqrt{1 - e^2}$$



Forma tridimensional

- *Vamos supor que as E são elipsóides, com semi-eixos a , b , c*

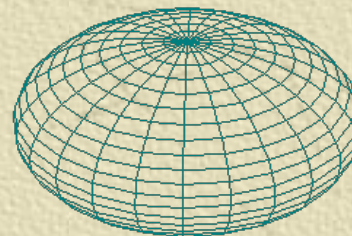


$$x^2/a^2 + y^2/b^2 + z^2/c^2 = r^2$$

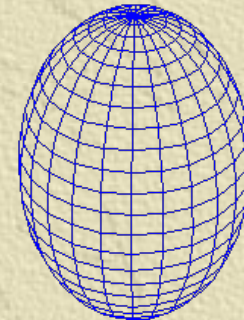
- *Elipsóides oblatos: tipo abóbora: $a=b>c$*

- *Elipsóides prolatos: tipo charuto: $a>b=c$*

Oblate



Prolate



- *Elipsóides triaxiais: a, b, c diferentes entre si as variações de elipticidade e ângulo de posição com o raio são evidências de que as E são, na maioria, triaxiais*

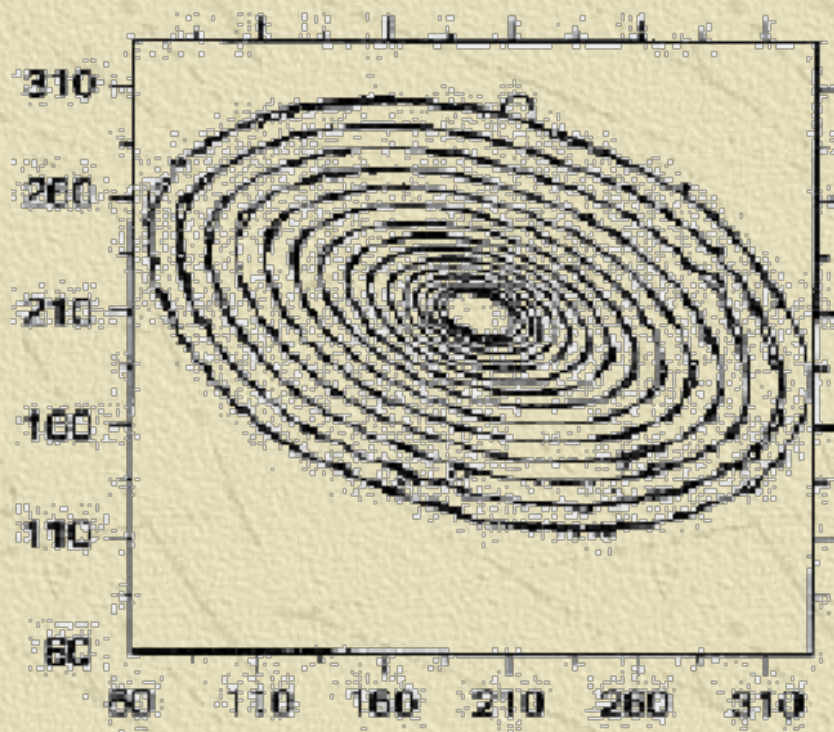


Perfis azimutais de brilho

- *Em primeira aproximação as isofotas de E são elípticas*

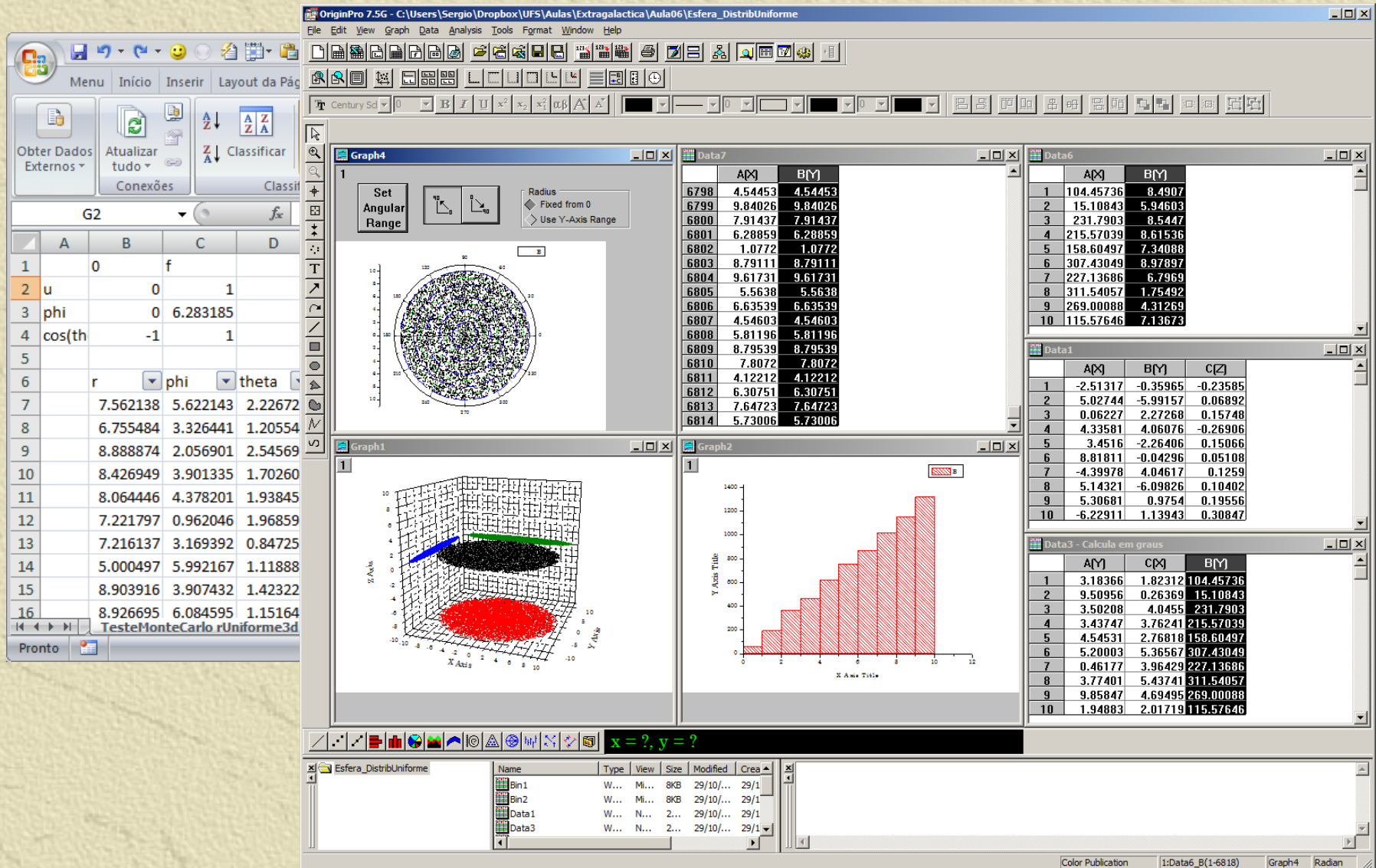


- *Mapa isofotal de NGC4697*



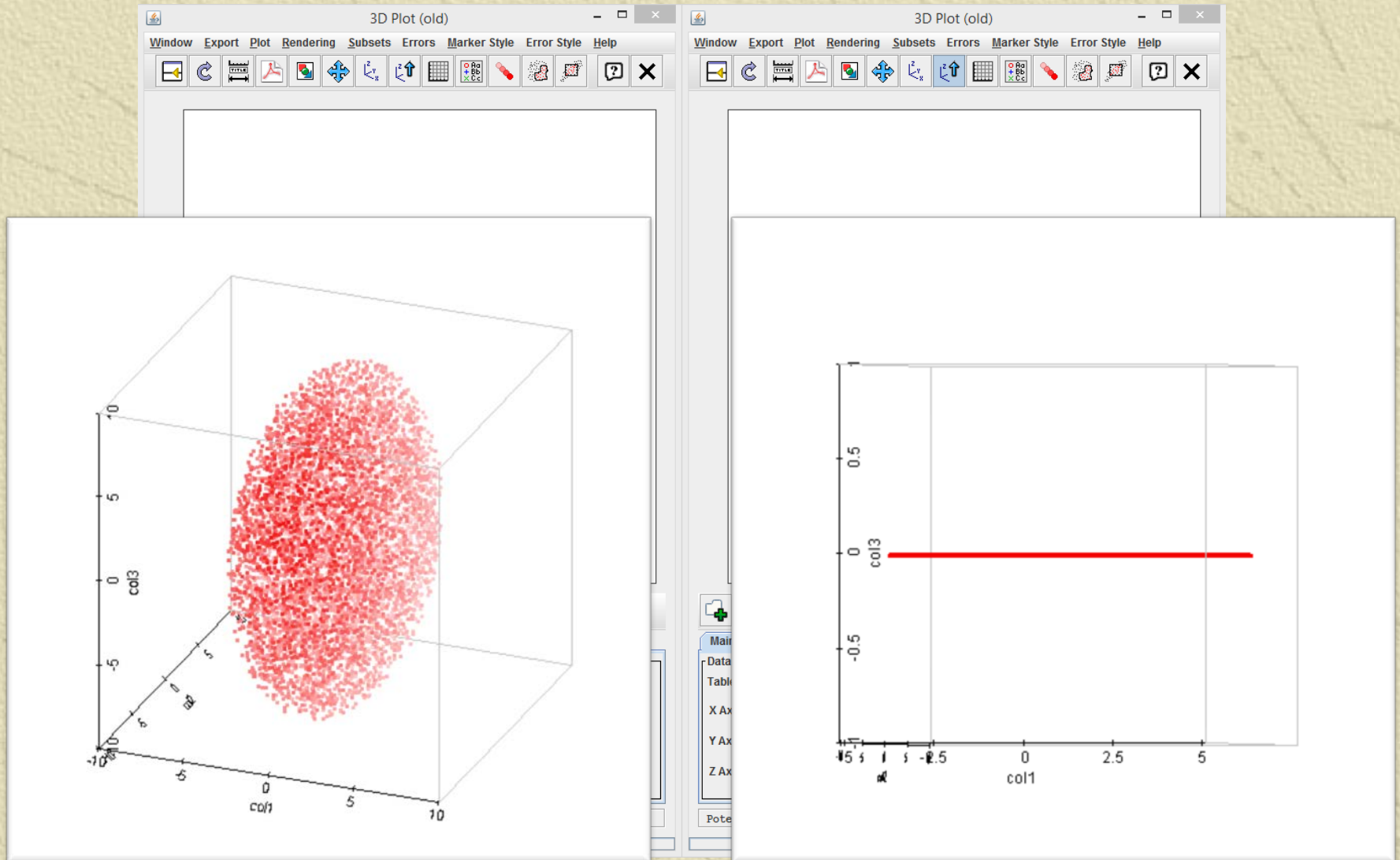
Aplicação de Simulações Numéricas

Explorando qualquer ferramenta para cálculos e para gerar gráficos:



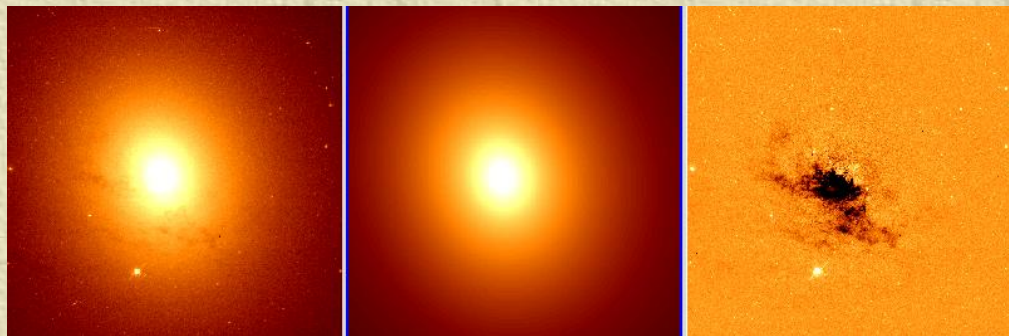
Elipsóides versus Planos

O formato de uma galáxia discoidal pode mudar de acordo com a linha de perspectiva.

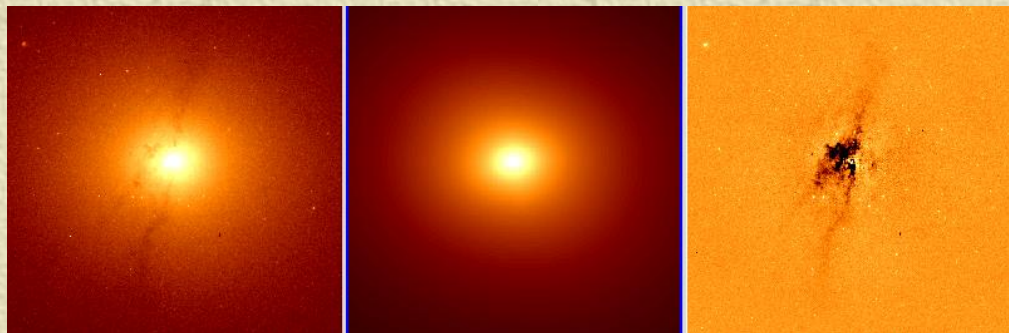


Subtraindo-se Observações de Modelos em Elípticas

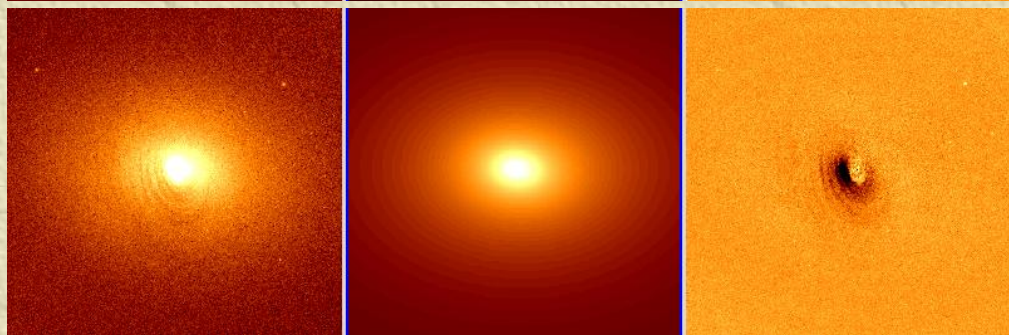
Em galáxias elípticas perfis de de Vaucouler são usados para sintetizar distribuições bidimensionais e depois subtraídos de galáxias observadas com programas como o GALFIT ou o BUDDA. Diversas subestruturas passam a ser visíveis.



*NGC 4278. Elíptica do tipo E1.
Subtração mostra estruturas
associadas ao núcleo (AGN)*



*NGC 4589. Elíptica com vestígios
de poeira interestelar.*



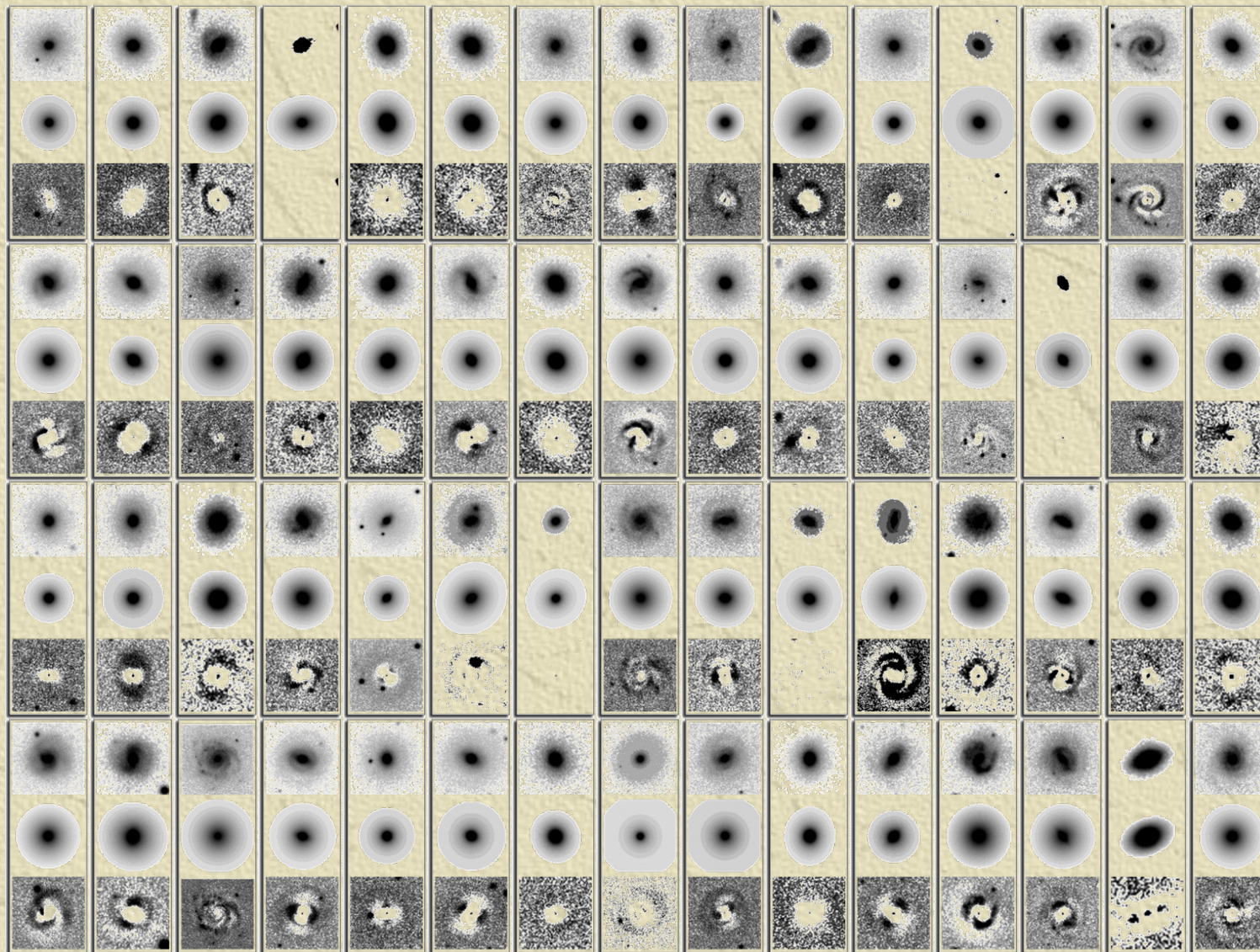
*NGC2782 – Bojo já ocupa quase
que o CCD inteiro (40 x 50
arcsec²)*

[*Peng et al. 2010, Astronomical Journal \(AJ\), 139, 2097*](#)

[*\(Peng et al. 2002, Astronomical Journal \(AJ\), 124, 266*](#)

Decomposição Bojo Disco

Procedimento feito em 1000 galáxias do SDSS usando o BUDDA (*BULge/Disk Decomposition Analysis*):



Semelhança entre Estruturas Esferoidais

Grande semelhança morfológica no perfil radial de bojos, galáxias elípticas, anãs esferoidais e aglomerados globulares.



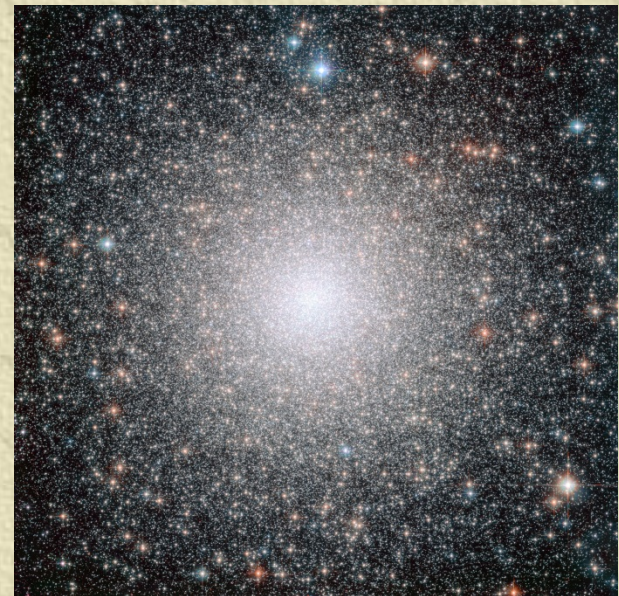
M81



M83



Sculptor dwarf spheroidal galaxy



NGC6388

Galáxias Elípticas a partir de Diferentes Perspectivas

É difícil distinguir achatamento intrínseco do achatamento provocado pela projeção.



M105

NGC 205

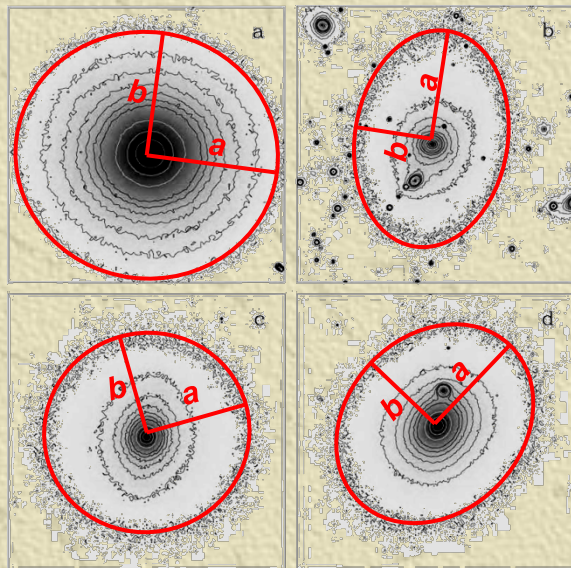
NGC 1132

Virgo

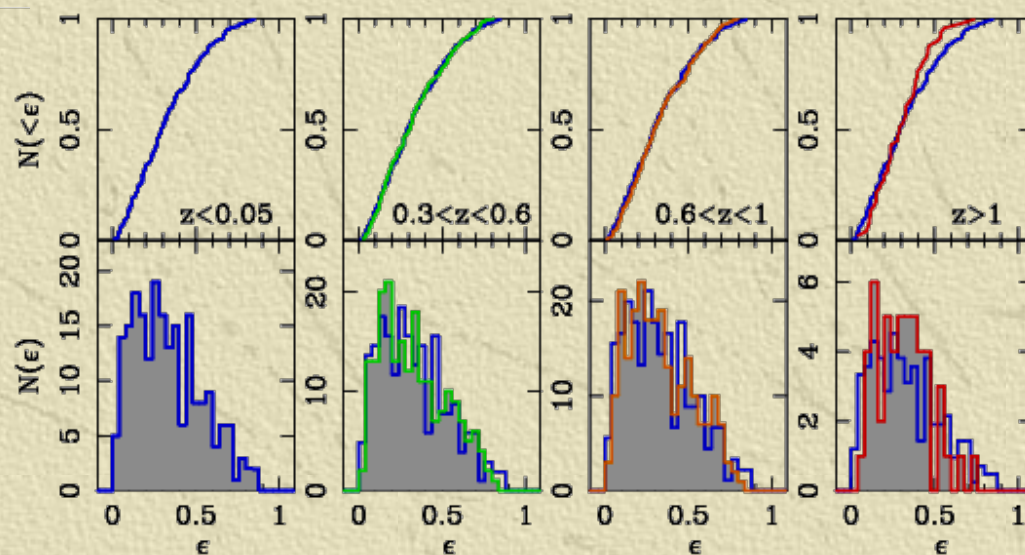
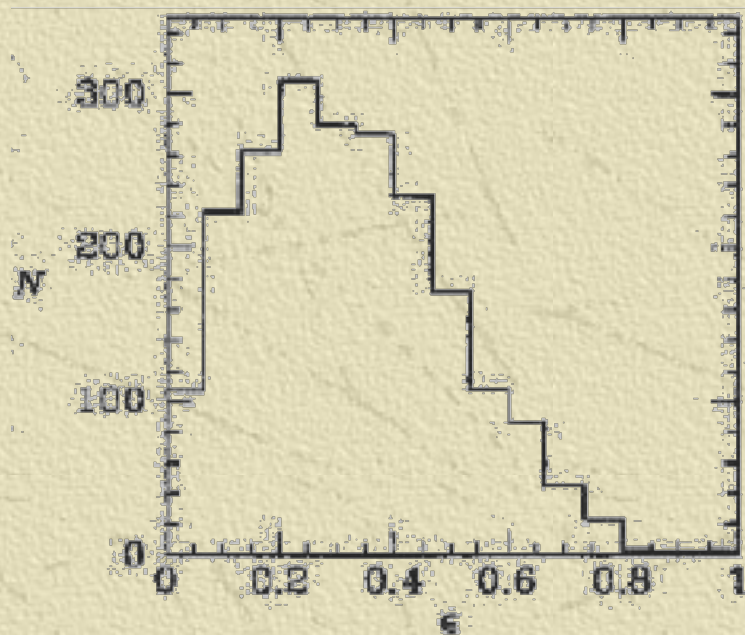
Coma

Perfis azimutais de brilho

Distribuição de elipticidades no raio efetivo:



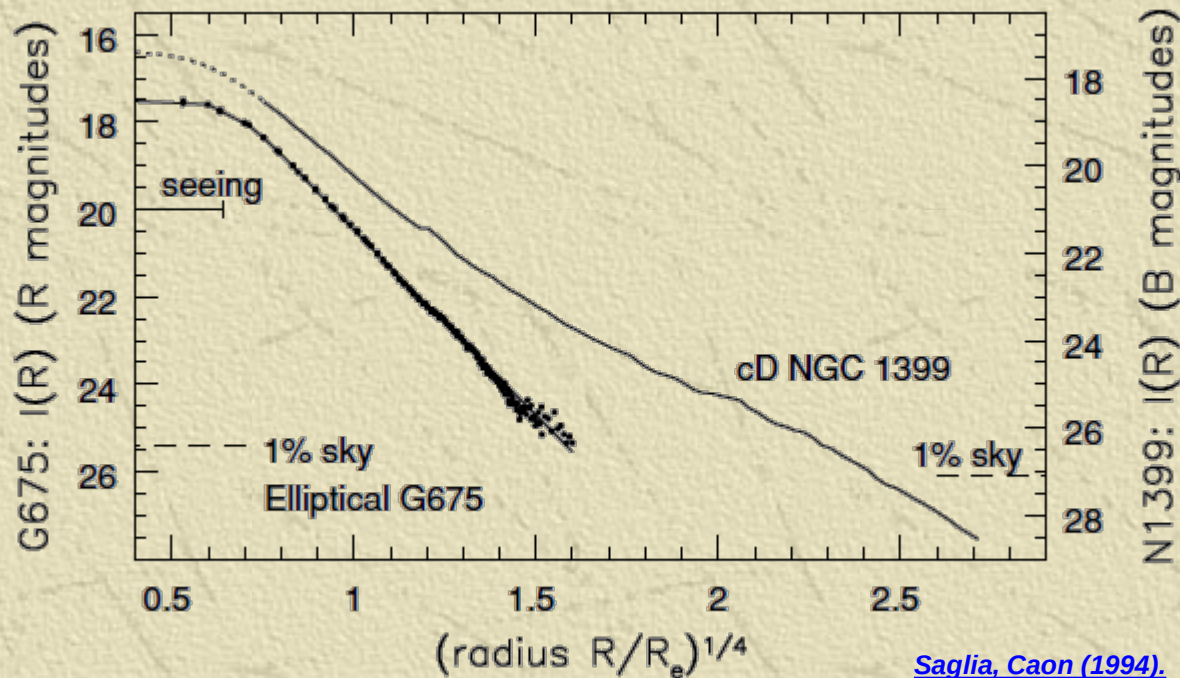
- Em primeira aproximação as isofotas de E são elípticas
 - a, b : semi-eixos maior e menor da elipse
 - elipticidade: $\epsilon = 1 - b/a$
 - excentricidade: $e = (1 - b^2/a^2)^{1/2}$
 - ângulo de posição do eixo maior: θ (geralmente medido do Norte para Este)
- Distribuição de Elipsidades se mantém ao longo do tempo (indicado por diferentes z)



[Holden, B.P. et al. Astrophys.J. 693 \(2009\) 617-633](#)
[arXiv:0811.1986 \[astro-ph\]](#)

Efeito do Seeing na Extração dos Perfis de Luminosidade

O raio nuclear é raio onde brilho superficial cai a metade. Ele mede o grau de compactação dos núcleos, revelando uma distinção entre grupos de galáxias ou aglomerados de estrelas de simetria esférica.



[Saglia, Caon \(1994\).](#)

“Core” ou “Cusps”

Excluindo-se o efeito do seeing as galáxias podem apresentar “cores” (núcleo plano) ou “cusps” (centros proeminentes)

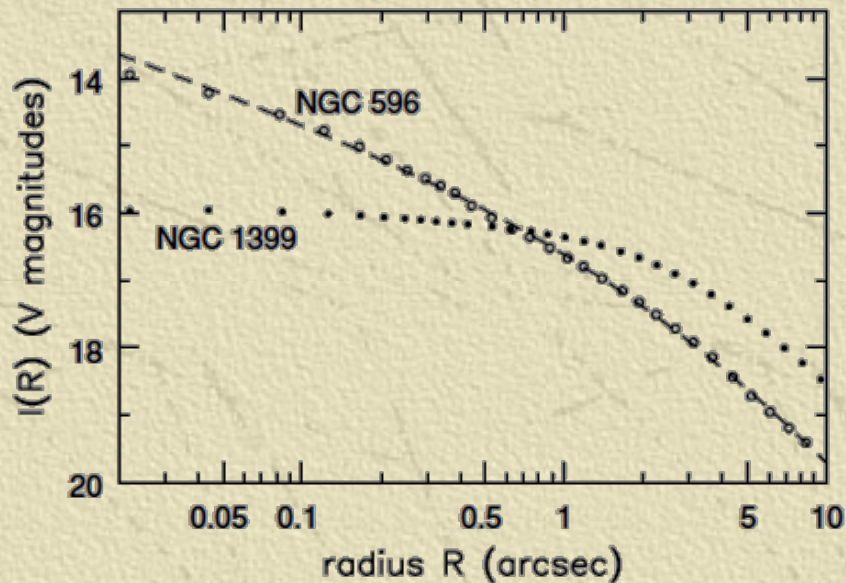
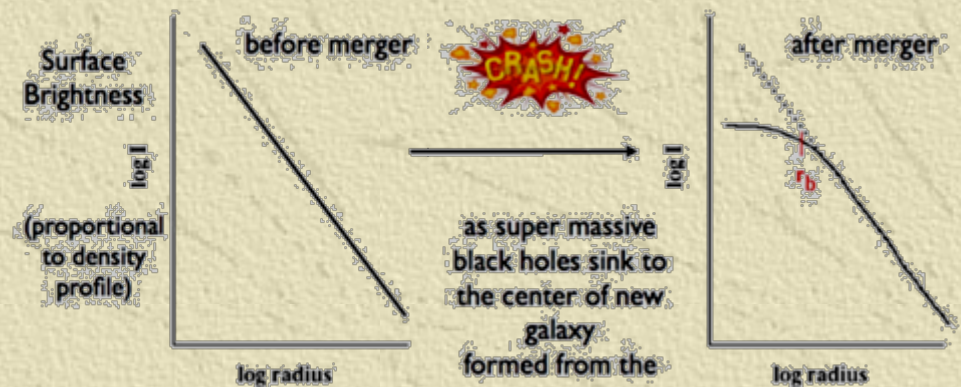


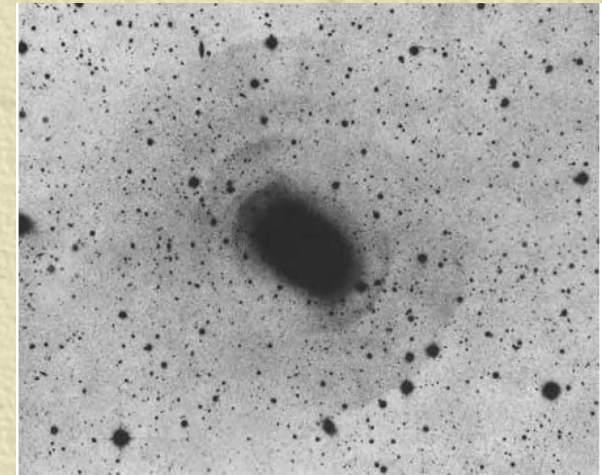
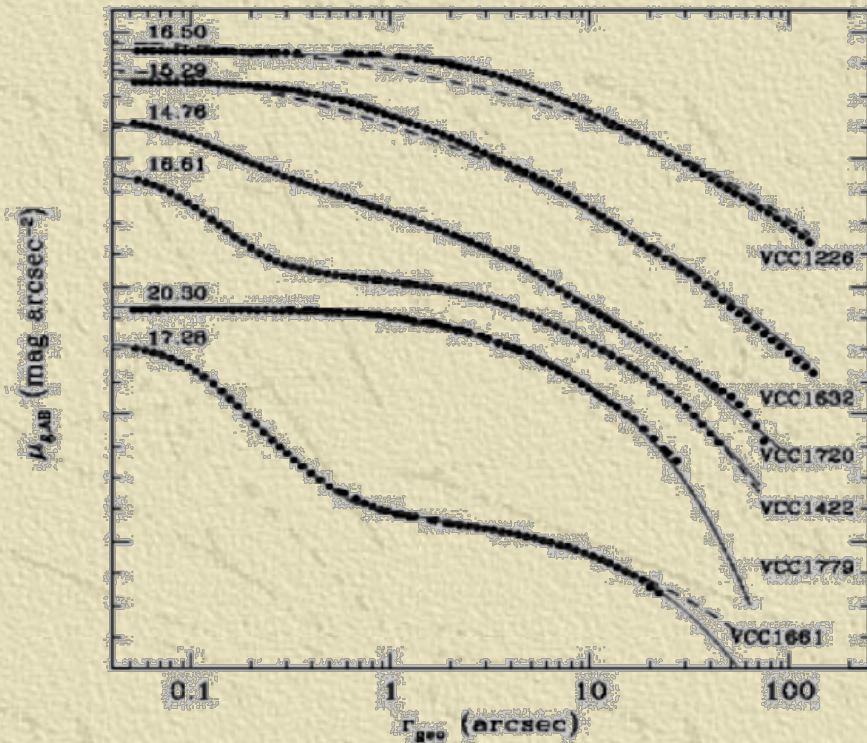
Fig. 6.7. Surface brightness $I_V(R)$ in the V band at the centers of two elliptical galaxies. The cD galaxy NGC 1399 ($M_V = -21.7$) has a *core* at $R \lesssim 1''$, where $I(R)$ is nearly constant. NGC 596 ($M_V = -20.9$) is half as luminous; the surface brightness continues to rise as a *cusp*. The dashed line shows $I(R) \propto R^{-0.55}$ – T. Lauer.



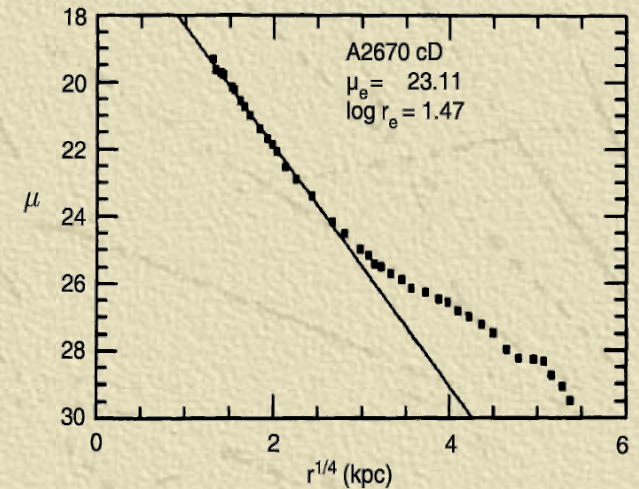
Perfil de King ou Perfís de Sersic com Cores

Desde de que se detectou problemas de mascaramento de componentes se propôs ajustes do tipo de Sersic com mais parâmetros para separar componentes internas e externas.

$$I' = I_b 2^{-(\gamma/\alpha)} \exp \left[b (2^{1/\alpha} R_b / R_e)^{1/n} \right]$$

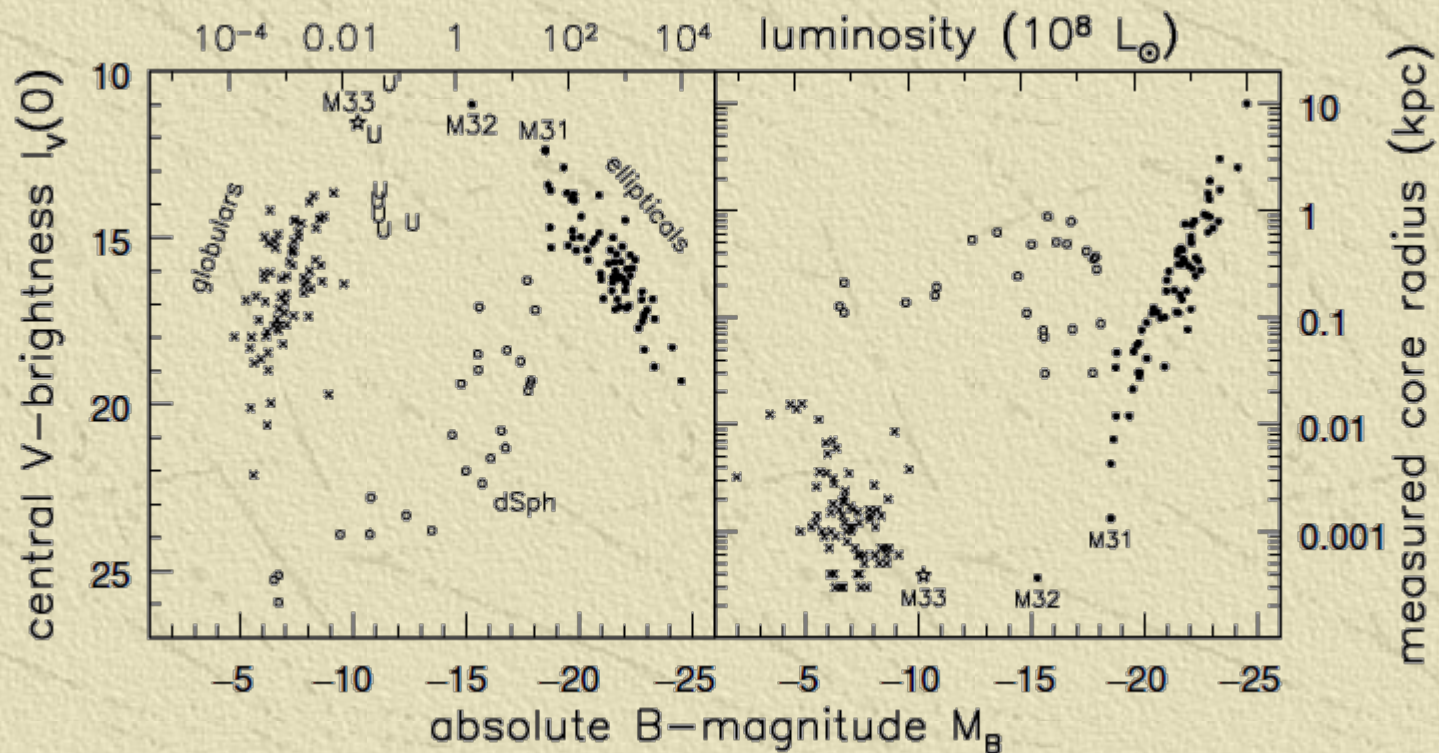


D. Malin 1983 ApJ 274, 534.



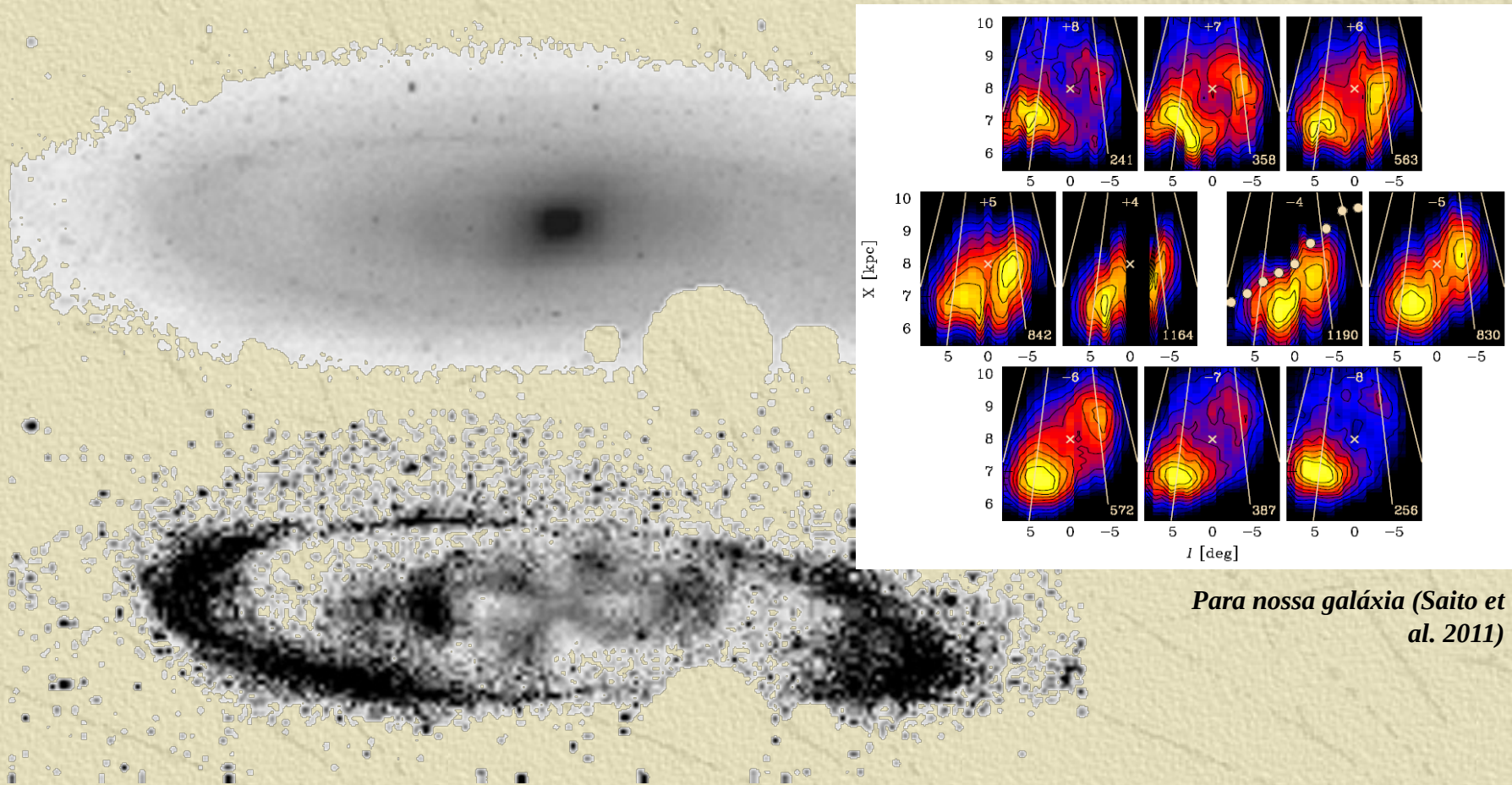
Brilho Superficial Central e Raio Nuclear em Função da Magnitude Absoluta

Com mais parâmetros pode-se detectar a diferença entre esferoidais. O raio nuclear é raio onde brilho superficial cai a metade. Ele mede o grau de compactação dos núcleos, revelando uma distinção entre grupos de galáxias ou aglomerados de estrelas de simetria esférica.



Evidências da Complexidade dos Bojos

Assimetria dos bojos revela particularidades que podem estar relacionadas a sua cinemática:



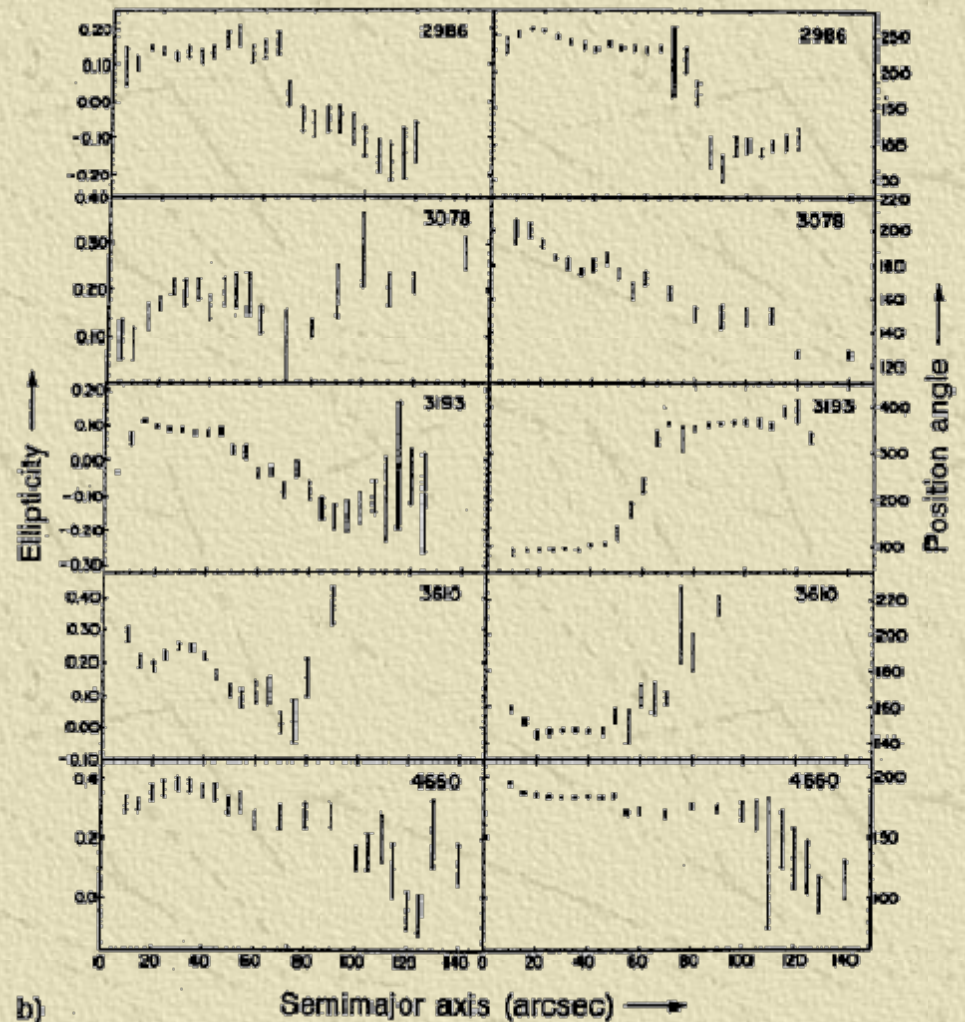
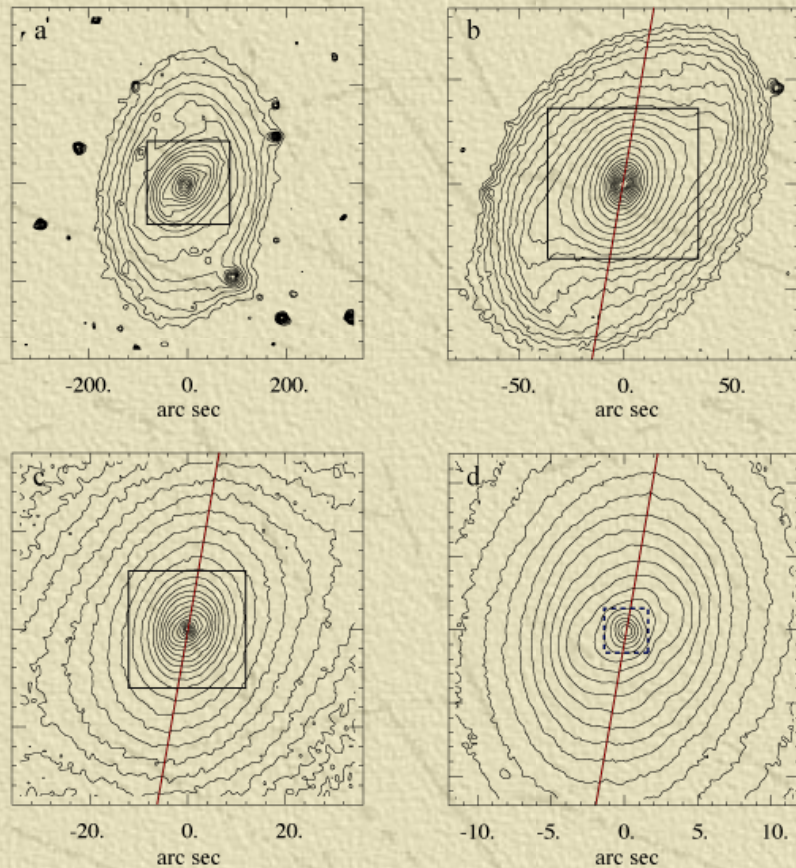
Para nossa galáxia (Saito et al. 2011)

Figure 9. Top: Spitzer 3.6 μm image of *M31*. Bottom: residual image after subtraction of a 2D bulge/bar/disk model derived with BUDDA (de Souza et al. 2004, Gadotti 2008). The X-shape in the residual image is the typical signature of a boxy/peanut-like vertically thickened inner part of a bar.

Perfis azimutais de brilho

- Em geral ϵ e θ variam com o raio- isophotal twisting

NGC 3368



[Nowak, Nina et al. Mon.Not.Roy.Astron.Soc. 403 \(2010\) 646 arXiv:0912.2511](#)