

## **Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas**

- Usando o catálogo RC3 (de Vaucouleurs 1993), acessível em <http://vizier.u-strasbg.fr/>

**VizieR**

Observatoire astronomique de Strasbourg

VizieR provides the most complete library of published astronomical catalogues --tables and associated data-- with verified and enriched data, accessible via multiple interfaces. Query tools allow the user to select relevant data tables and to extract and format records matching given criteria. Currently, 20160 catalogues are available [more info](#)

VO compatibility

Free text search: RC3» Find catalogues

Position: position or object name 10 " Find catalogues Photometry

Go to the classic form: Advanced search

1 catalogs found

Keywords filter ☐ Position ☐ Photometry ☐ Time ☐ Proper motions ☐ Velocity ☐ Redshift

Wavelength filter ☐ All ☐ Gamma ☐ X-ray ☐ UV ☐ Optical ☐ IR ☐ Radio

Associated data filter ☐ None ☐ Spectrum ☐ Cube ☐ Images ☐ Time serie

Show 10 entries Search:

Catalogue	Records	Description	Access
VII/155	2.301e+4	Third Reference Cat. of Bright Galaxies (RC3) (de Vaucouleurs+ 1991) The revised RC3 catalog	VizieR Ftp ReadMe TAP Xmatch

Showing 1 to 1 of 1 entries

Previous 1 Next

Clicar aqui

- selecionar 2 galáxias elípticas com os seguintes critérios:

- declinação (DE2000) > -1° (para podermos ter imagens no SDSS)
- Bmag < 15 e redshift entre 0.002 e 0.02 (imagens grandes o suficiente para análise fotométrica espacial).

**Search Criteria**  
[Save in CDSportal](#)  
 Keywords: VII/155  
 Tables: [Add](#)  
 VII/155  
 ..rc3  
[Choose](#)

**Preferences**  
 max: unlimited  
 HTML Table  
☐ All columns  
☒ Compute  
☐ Distance q  
☐ Position angle  $\theta$   
☐ Distance (x,y)  
☐ Galactic  
☐ J2000  
☐ B1950  
☐ Ecl. J2000  
☐ default  
☐ Sort by Distance  
☐ + order -  
☐ No sort  
 Position in:  
☒ Sexagesimal  
☐ Decimal °  
☐ Truncated prec.  
 Mirrors  
 CDS, France

**Simple Target** [List Of Targets](#)  
 Target Name (resolved by [Sesame](#)) or Position: Clear J2000 2 arcmin  
☒ Radius ☐ Box size

**VII/155**  
 Third Reference Cat. of Bright Galax  
[Post annotation](#)  
 1.VII/155/rc3 The revised RC3 catalog (23011 rows)

**Simple Constraint** [List Of Constraints](#)  
 Query by [Constraint](#) applied on Columns (Output Order: + -)  
 Show Sort Column Clear Constraint

Show	Sort	Column	Constraint
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	recno	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	RA2000	"h:m:s"
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	DE2000	"d:m:s"
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	GLON	deg
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	GLAT	deg
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	SGLON	deg
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	SGLAT	deg
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	name	(char)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	altname	(char)
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	desig	(char)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	PGC	(char)
Reset All Clear			
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	type	(char)
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	typesr	(char)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	T	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	e.T	

Clicar aqui para entender o mecanismo de busca

Tipo morfológico: T

Hubble	Revised	T
E	E	-5
E-S0	L-:	-3:
S0	L	-2
IrrII	IO	0:
S0/a	S0/a	0
Sa	Sa	1
Sa-b	Sab	2
Sb	Sb	3
Sb-c	Sbc	4
Sc	Scd:	6:
Sc-Irr	Sdm:	8:
IrrI	Im	10
S...	S.	3?
S``early"	S.(Sa?)	1?
S``late"	S.Sc?	5?

Selecionar para mostrar (show): RA2000, DE2000, Name, Bmag, cz

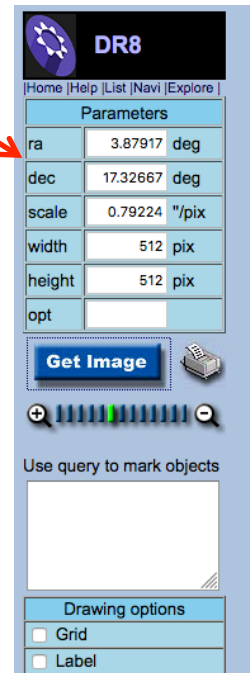
## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

Anotar os valores de RA2000 e DE2000 e:

- Procurar pela imagem no site SDSS DR8

Finding Chart Tool:

<http://skyserver.sdss3.org/dr8/en/tools/chart/chart.asp>



Parameters	
ra	3.87917 deg
dec	17.32667 deg
scale	0.79224 "/pix
width	512 pix
height	512 pix
opt	

**Get Image**

Use query to mark objects

☐ Grid  
☐ Label




- Se a imagem estiver presente, ir na opção “explore” e baixar a imagem fits na banda r.

Alternativa: sabendo as coordenadas do objeto (RA e DEC) em graus, pode-se usar o comando:

[skyserver.sdss3.org/dr8/en/tools/explore/obj.asp?ra=149.528938&dec=10.359781](http://skyserver.sdss3.org/dr8/en/tools/explore/obj.asp?ra=149.528938&dec=10.359781)

# Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas


**DR8**

---

[Explore Home](#)

---

Search by
 

[ObjId](#)
[Ra.dec](#)
[5-part SDSS](#)
[Plate-MJD-Fiber](#)
[SpecObjId](#)

---

Summary

---

PhotoObj
 

[PhotoTag](#)
[More Observations](#)
[Field](#)
[Frame](#)
[PhotoZ](#)
[Neighbors](#)
[Finding chart](#)
[Navigate](#)
[FITS](#)

---

SpecObj
 

[All Spectra](#)
[sppLines](#)
[sppParams](#)
[galSpecLine](#)
[galSpecIndx](#)
[galSpecInfo](#)
[Spectrum](#)
[Plate](#)
[FITS](#)

---

[NED search](#)
[SIMBAD search](#)
[ADS search](#)

---

Notes
 

[Save in Notes](#)
[Show Notes](#)

---

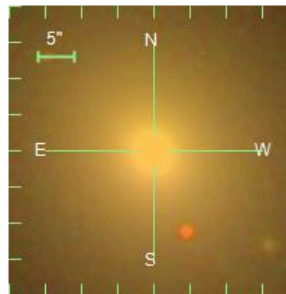
[Print](#)

## SDSS J001530.91+171942.3

Type	RA,dec		ObjID
	Decimal	Hexagesimal	
<b>GALAXY</b>	<b>3.87882507,17.32842687</b>	<b>00:15:30.91,+17:19:42.33</b>	<b>1237678601306832954</b>

Move mouse over a column name to get its units.

mode	PRIMARY
flags	DEBLENDED_AT_EDGE STATIONARY BAD_MOVING_FIT BINNED1 SUBTRACTED NOTCHECKED INTERP COSMIC_RAY CHILD EDGE



u	g	r	i	z		
14.69	12.62	11.67	11.18	10.82		
err_u	err_g	err_r	err_i	err_z		
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
run	rerun	camcol	field	obj	rowc	colc
7713	301	3	255	58	1329.0	448.4
fiberMag_r	petroMag_r	devMag_r	expMag_r	psfMag_r	modelMag_r	
15.29	11.76	11.67	12.15	15.84	11.67	
extinction_r		petroRad_r	parentId			nChild
0.21		48.992	1237678601306832949			0

No scienceprimary SpecObj linked to this PhotoObj  
(Click on "All Spectra" link if you think this object has a spectrum)

## Cross-identifications

catalog	propermotion			angle
USNO	0			0
catalog	name1	name2		name3
RC3	NGC 57	UGC 145		
catalog	j	h	k	phQual
2MASS	12.03	11.302	11.394	EEE
catalog	designation	J_M_K20FE	H_M_K20FE	K_M_K20FE
2MASSXSC	00153087+1719422	9.835	9.101	8.796

Ir em PhotoObj e FITS e depois  
baixar a imagem da **banda r**  
em corrected frames.

## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

Instalar o software DS9 (disponível para todos os sistemas operacionais):

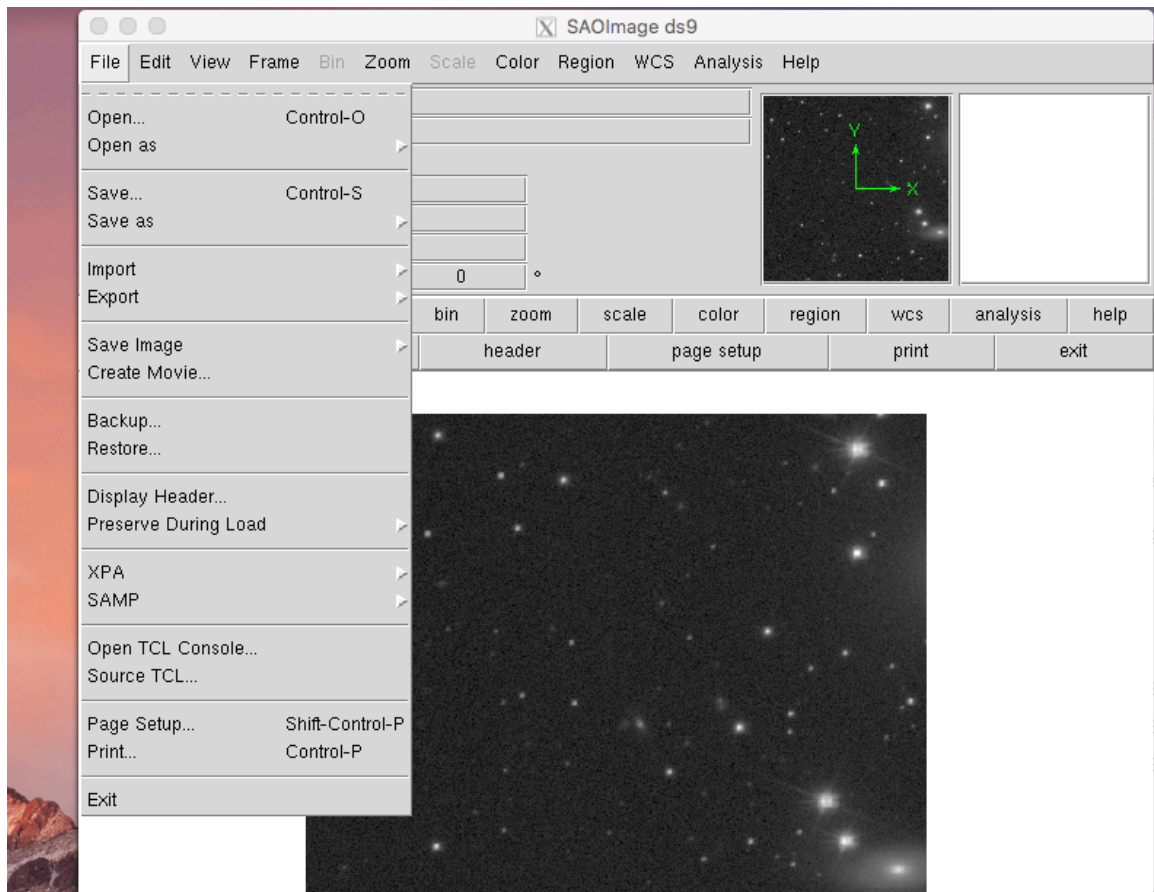
Ir em File > Open e ir até a pasta onde baixou a imagem do SDSS.

<https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimageds9/download>

Abrir a imagem.

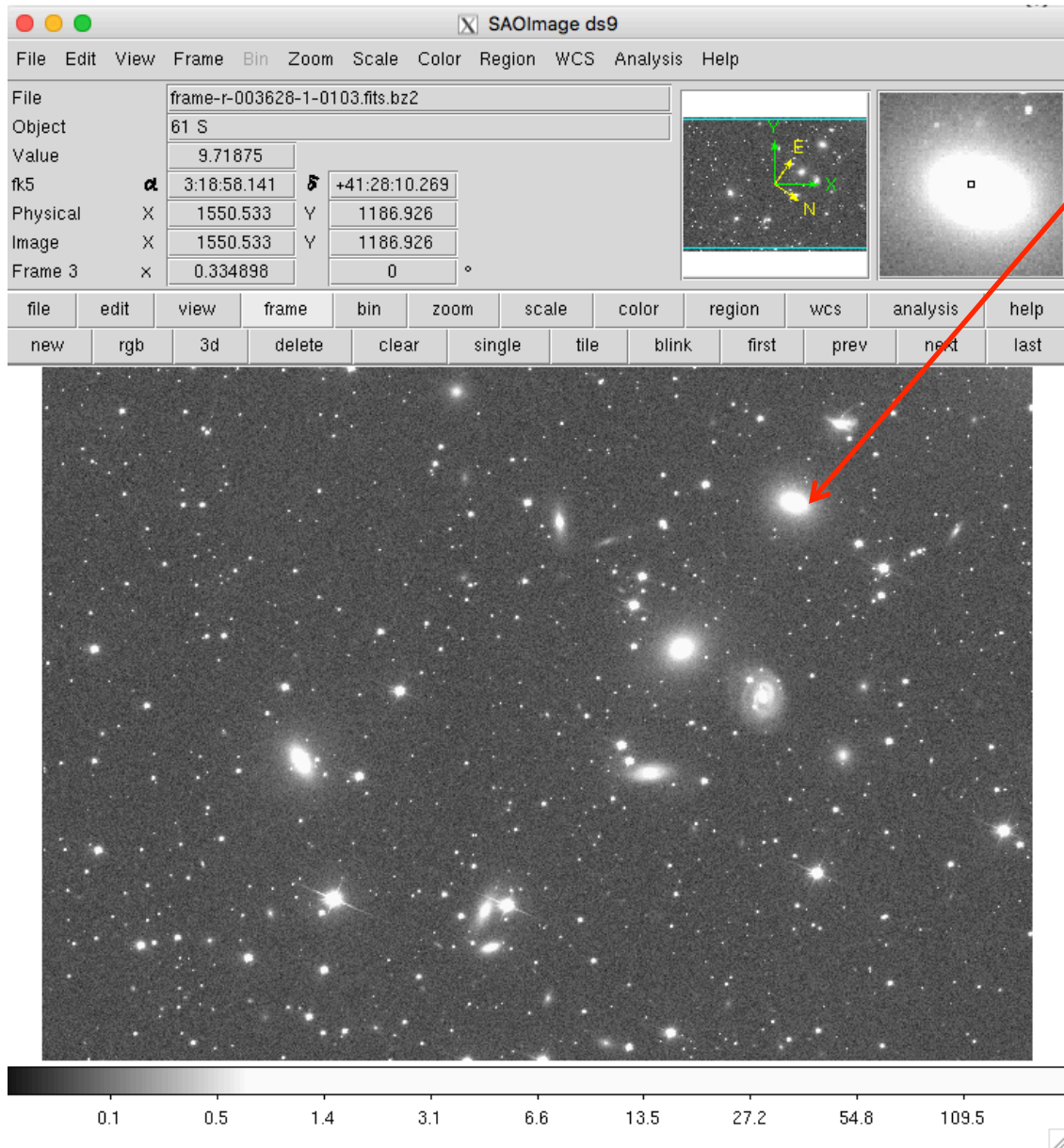
Ir em Scale e selecionar Log.

Clicar com o botão direito do mouse na imagem e arrastar o mouse (direita-esquerda ou para cima-baixo). Isso muda o contraste.





NGC 1270: RA 03 18 58.5 , DEC +41 28 18



Para saber qual a galáxia selecionada:

Arrastar o mouse pela imagem e verificar no campo fk5 quais são as coordenadas da galáxia escolhida.

Verificar se a galáxia não está muito na borda da imagem. Se também não tem interações com outras galáxias do campo.

Anotar X, Y (physical)

## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

No Python iremos:

- usar a classe ellipse para ajustar elipses às isofototas.

Abrir o Google Colab com uma conta do Google:

<https://colab.research.google.com/>

Importar o notebook: aula5-ajuste-isofotas.ipynb

Importar no Colab a imagem da sua galáxia (aba Files do lado esquerdo)



## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

- Antes de executar o notebook:

Nota 1: é preciso mudar o nome da galáxia (imageFile)

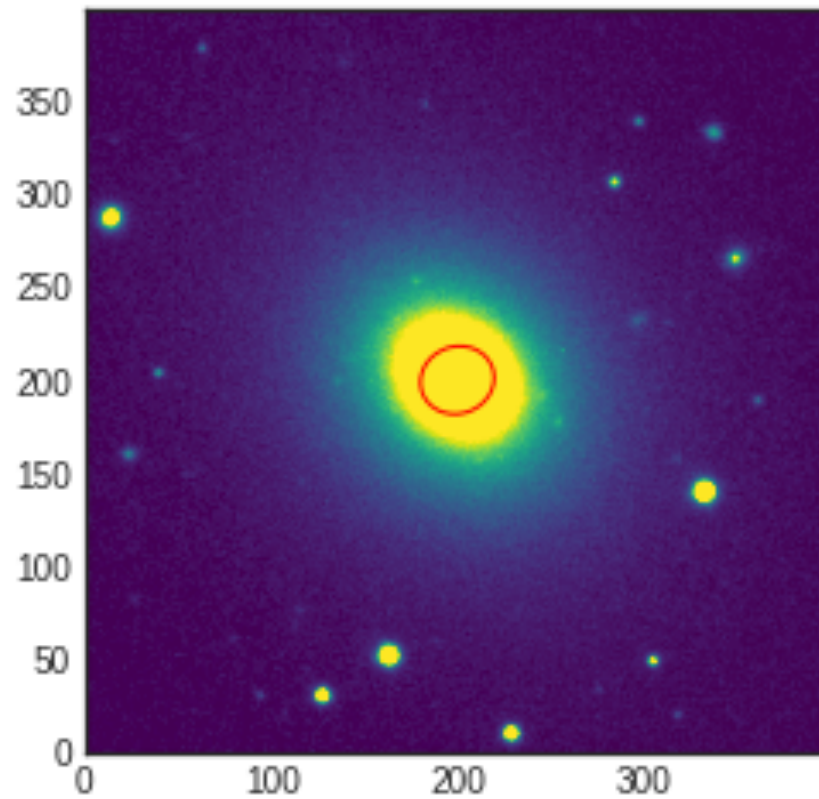
Nota 2: Substituir em “position” os valores de X e Y da sua galáxia verificado com o DS9

Nota 3: Mudar “size” caso seja necessário. Se fizer isso, tem que alterar  $x0=X/2$  e  $y0=Y/2$  em:

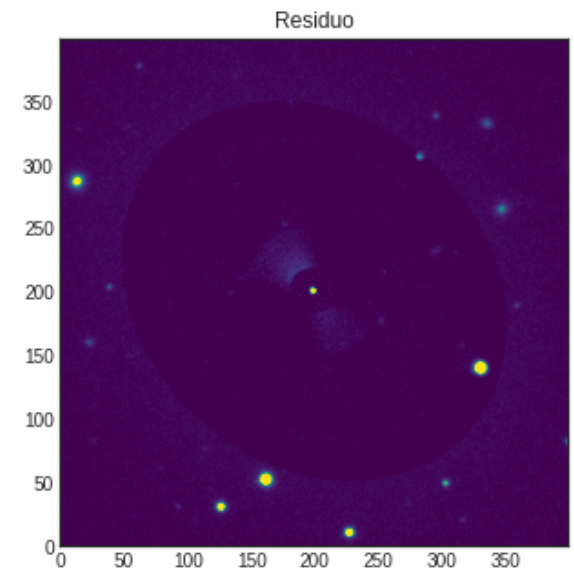
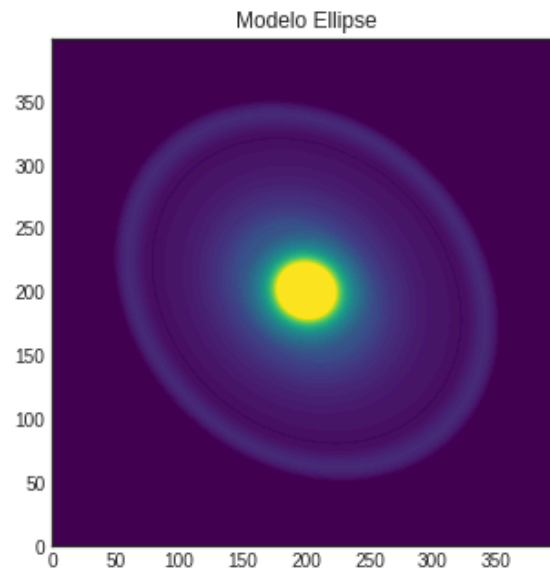
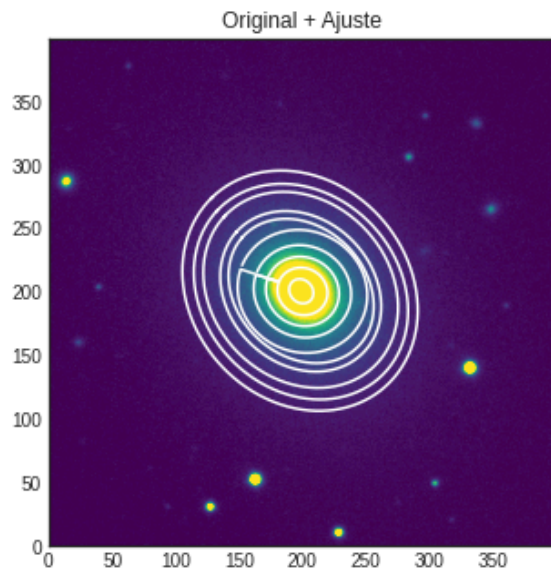
```
geometry = EllipseGeometry(x0=200, y0=200, sma=20, eps=0.1, pa=20.*np.pi/180.)
```

- Ir em Runtime e Run all

Imagem da galáxia mais o chute inicial



(Cores falsas)



$\text{Resíduo} = \text{Original} - \text{Modelo}$

Os resultados são salvos no arquivo dados\_ajuste.txt

Semi-eixo maior (pixel)	Intensidade isofotal média			
sma	intens	... niter	stop_code	
-----	-----	...	-----	-----
2.030511959895411	29.03825808294804	...	10	0
2.2335631558849522	28.13590477240464	...	10	0
2.4569194714734475	27.13675477093988	...	50	2
2.7026114186207923	25.99123927728753	...	10	0
2.972872560482872	24.60011823835625	...	10	0
3.270159816531159	23.250119161703815	...	10	0
3.597175798184275	21.815581241104	...	10	0
3.956893378002703	20.287989964074175	...	11	0
4.352582715802973	18.798120448904907	...	10	0
4.78784098738327	17.334852547352362	...	10	0
...	...	...	...	...
69.04542428786206	0.3600630306065608	...	10	0
75.94996671664828	0.29581655434752574	...	10	0
83.5449633883131	0.24113556148670712	...	21	0
91.89945972714443	0.19519471819545647	...	50	2
101.08940569985889	0.15234537140968332	...	10	0
111.19834626984479	0.12520903802523736	...	11	0
122.31818089682928	0.10657876219328367	...	50	2
134.5499989865122	0.08358894618845321	...	12	0
148.00499888516345	0.21998274557717482	...	2	5
162.8054987736798	0.059810863066352464	...	15	5
Length = 47 rows				

Lista dos parâmetros da tabela (fora de ordem):

<https://photutils.readthedocs.io/en/stable/api/photutils.isophote.IsophoteList.html#photutils.isophote.IsophoteList>

No SDSS a intensidade é dada em unidades de nanomaggies/arcsec<sup>2</sup> (nmgy/arcsec<sup>2</sup>).

Para converter para Jy/arcsec<sup>2</sup> usar: 1 nmgy = 3.631x10<sup>-6</sup> Jy  
e depois calcular a magnitude isofotal:

$$\mu = -2.5 \log[I]$$

Converter pixel para arcsec no SDSS: 1 pixel = 0.39597 arcsec

## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

- Vamos ajustar o perfil de de Vaucoulers:

$$I(R) = I_0 \exp \left[ - \left( \frac{R}{\alpha} \right)^{1/4} \right]$$

- Linearizar a função de de Vaucoulers:

$$\mu = -2.5 \log \left[ \frac{I}{I_0} \right] \quad \longrightarrow \quad \mu(R) = \mu_0 + \frac{2.5}{\ln 10} \left( \frac{R}{\alpha} \right)^{1/4}$$

$$\mu(R) = \mu_0 + bX \quad ; \quad X \equiv R^{1/4} \quad , \quad b \equiv \frac{1.0857362}{\alpha^{1/4}}$$

## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

$$I(R) = I_0 \exp \left[ - \left( \frac{R}{\alpha} \right)^{1/4} \right]$$

Notar que o raio efetivo (meia luz):  $R_e = 3459 \alpha$

e também o brilho superficial no raio efetivo:  $I_e = 10^{-3.33} I_0$

$$I_0 [L_{sol}] = 10^{[(M_{sol} + 21.572 - \mu_0)/2.5]}$$

Sendo  $M_{sol}$  a magnitude bolométrica do Sol.

Luminosidade  $L \equiv (2n)! \pi I_0 \alpha^2$  com  $n = 4$  (galáxia elíptica)



## Atividade prática: perfil de brilho superficial de galáxias elípticas

No programa preferido de cada um:

- Ajustar o perfil de de Vaucouleurs ao perfil obtido.
- Obter a partir do ajuste de perfil:
  - a luminosidade total (L),
  - raio efetivo  $R_e$  (em kpc),
  - o brilho superficial efetivo  $\mu_e$  em mag/'<sup>2</sup>.

## Relatório

- Galáxias escolhidas (2 elípticas)
- Ajuste das isofotas com ellipse
  - o gráfico  $\text{mag} \times R^{1/4}$  deu uma reta?
  - a imagem do resíduo é satisfatória ou há muitas estruturas presentes?
- Ajuste do perfil de de Vaucouleurs.
- Cálculo de  $R_e$  em kpc e arcsec,  $\mu_e$  em mag/arcsec<sup>2</sup>.  
Luminosidade total em  $L_{\odot}$  ajustado e baseado na magnitude  $r$  da galáxias no SDSS DR8.

Data da entrega: 08 de outubro

Fim da aula