

# Propriedades de galáxias

Taynara Vitória Souza

Julho de 2021

## 1 Introdução

No estudo de galáxias nós as agrupamos de acordo com suas semelhanças, principalmente morfológicas, como por exemplo a classificação de Hubble, mostrada na figura 1, para tal classificação temos basicamente a diferença de galáxias devido a sua forma.

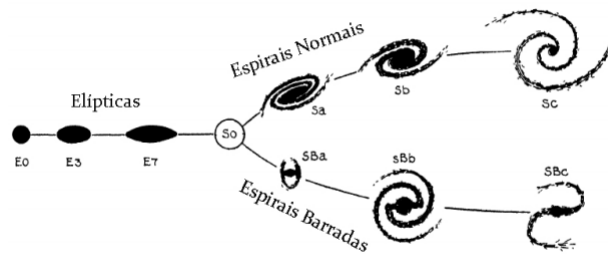


Figura 1: Esquema da classificação de Hubble

Podemos medir diversas propriedades para galáxia apenas observando a sua luz emitida, sabemos que essa luz é uma somatória da luz emitida por todos os objetos presentes nessa galáxia, então podemos por exemplo determinar os tipos de estrelas presentes pela análise da cor da galáxia. Para medir sua cor comparamos a quantidade de luz emitida em determinado comprimento de onda, como a quantidade de luz emitida em comprimentos de ondas menores ( região do azul) e a quantidade de onda medida em comprimentos de ondas próximos da faixa do visual. Para galáxias mais azuis temos então que elas emitem mais em comprimentos de onda menores do que galáxias mais vermelhas, que emitem mais em comprimentos de onda maiores. Como dito, quando captamos a luz da galáxia estamos somando a luz de todos os objetos em seu interior, dessa forma, se ela está azulada significa que temos uma quantidade significativa de estrelas azuis, que são as mais quente e queimam seu combustível rapidamente, possuindo uma vida mais curta, sendo assim regiões azuis significam uma alta taxa de formação estelar.

Pelas imagens das galáxias também é possível determinar a luminosidade de cada e portanto estimar o número de estrelas presentes. Também podemos ver seus tamanhos angulares e ao combina-los com sua

distância determinar seu tamanho intrínseco.

Neste trabalho utilizaremos imagens de galáxias próximas, que foram obtidas pelo telescópio Sloan Digital Sky Survey (SDSS) de 2,5 metros no Observatório Apache Point no Novo México, para obter propriedades de algumas galáxias e então classifica-las. As imagens obtidas estão dentro do espectro do visível, com pequenas porções no espectro ultravioleta e infravermelho.

## 2 Galáxia 3

### 2.1 Ajuste da elipse

Para esta galáxia houve uma certa dificuldade para encontrar a sua isofota mais externa devido a uma difícil diferenciação de suas regiões externas mais fracas e o céu de fundo. Para melhorar tal ajuste foi utilizado o painel de distribuição de brilho, onde este encontra-se bastante simétrico em torno do ponto de 0 kpc e com as duas linhas verticais que definem o limite posicionadas em uma região onde realmente inicia um aumento significativo de brilho. O ajuste esta mostrado na Figura 2.

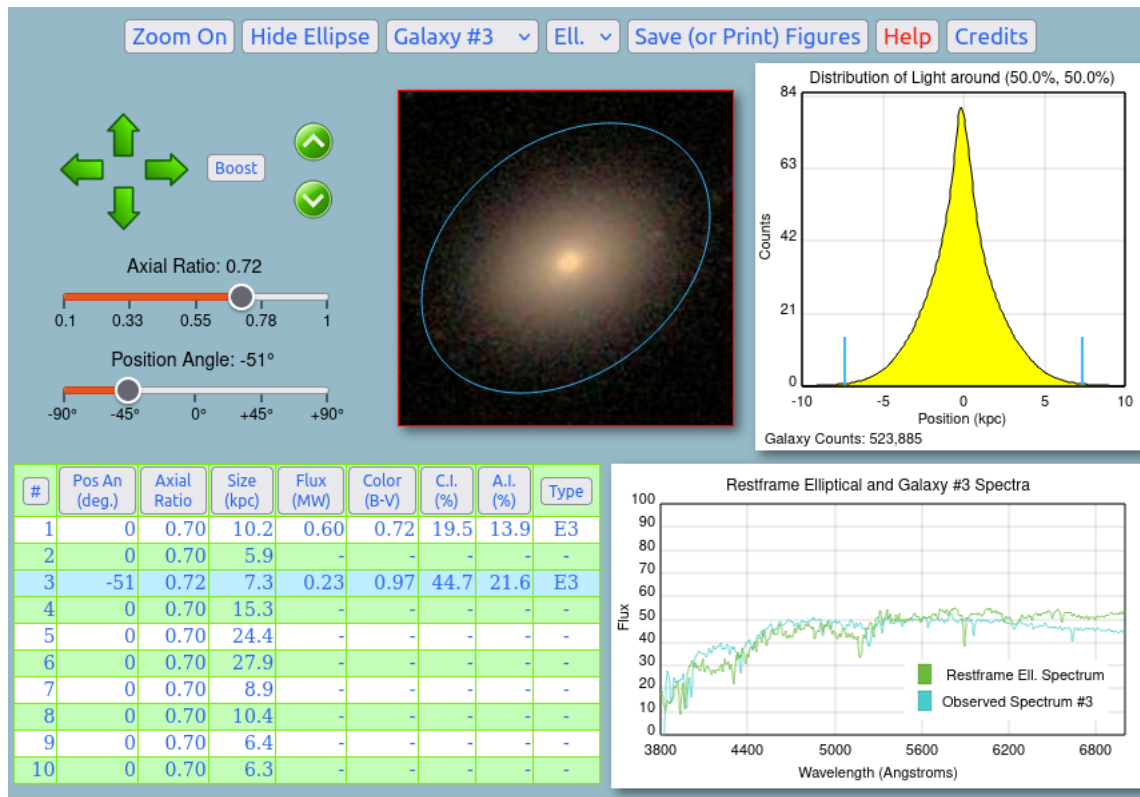


Figura 2: Ajuste da elipse para galáxia 3

Nota-se pela imagem que se trata de uma galáxia elíptica, seu espectro também deixa tal fato bem claro, pela falta das linhas de emissão presentes nas galáxias espirais.

### 2.1.1 Questionário

Observação: **Questão 6 e 7 respondidas no final do relatório**

1) Se a galáxia sob análise for espiral, determine a inclinação de seu eixo de rotação em relação à linha de visada; se for elíptica, determine a sua elipticidade

Como já dito anteriormente, trata-se de uma galáxia elíptica. Portanto, temos que a elipticidade é dada por:

$$\epsilon = 1 - \frac{b}{a} \quad (1)$$

Pela figura 2 temos o valor da razão axial,  $\frac{b}{a}$ , que para este caso é 0.72, portanto:

$$\epsilon = 0.28$$

Sendo assim,  $\epsilon \approx 0.3$  e podemos dizer que temos uma galáxia de classe E3.

2) Qual o raio da galáxia em kpc? Forneça também o raio da região central mais brilhante da galáxia em kpc.

Também pela tabela da figura 2 podemos determinar o raio da galáxia,  $R_{gal}$ , para determinar o raio da região central,  $R_{cen}$  basta diminuir o tamanho da elipse ajustada até cobrir apenas essa região, como mostrado na figura 3. Na figura seguinte temos o valor mais próximo que consegui obter da região central, para valores menores da elipse o aplicativo começou a travar e não foi possível obter nenhuma informação.

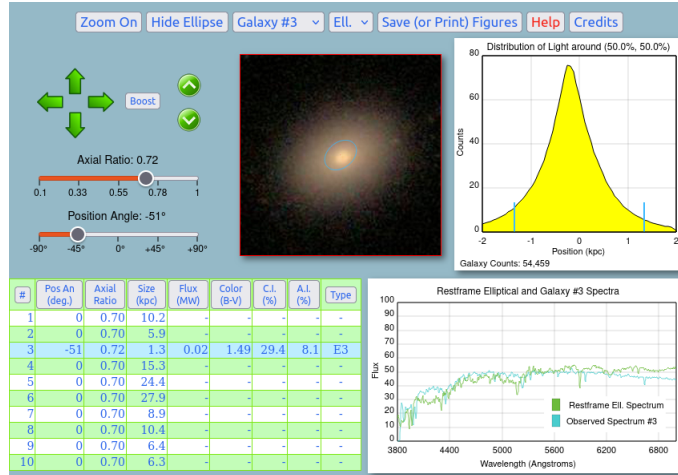


Figura 3: Tentativa de obter o raio da região central

Sendo assim temos que os raios da galáxia são:

$R_{gal}$	7.3 Kpc
$R_{cen}$	1.3 Kpc

3) Qual a magnitude V integrada da galáxia?

A magnitude na banda V pode ser obtida a partir da contagem total de fótons pela seguinte calibração:

$$V = -2.5 \log(\text{Contagens}) + K \quad (2)$$

Onde  $K = 25.0$  é a constante de calibração.

Portanto, para a galáxia 3, onde pela imagem 2 temos que a contagem de fótons é: 523885, encontramos o valor para a magnitude na banda V de:

$$V = 10,70$$

**4) (a) Determine a cor (B-V) para várias aberturas elípticas e faça um gráfico da cor (B-V) em função do tamanho dessa abertura.**

Para selecionar os valores de (B-V) selecionou-se a seta "Decrease ellipse size" quatro vezes antes de cada valor de (B-V) anotado. Numeramos os diferentes tamanhos da elipse de 1 até 20, sendo 20 a menor elipse e 1 a maior. Os valores encontrados foram plotados em um gráfico de (B-V) em função do tamanho dessa abertura através do aplicativo "SciDavis", o resultado encontra-se na figura 4

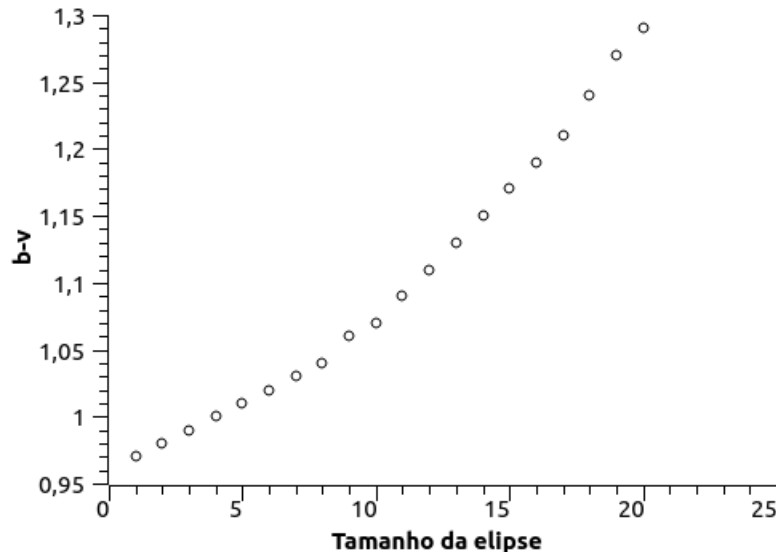


Figura 4: Gráfico do índice de cor (B-V) em função do tamanho da elipse para a galáxia 3. 1 representa a maior elipse e 20 a menor.

**(b) A cor (B-V) da galáxia aumenta ou diminui para o centro?**

Como observa-se pelo gráfico da figura 4 o valor de (B-V) aumenta para o centro da galáxia, pois a medida que diminuimos o valor da elipse nos aproximamos do centro, dessa forma, quanto menor o tamanho da elipse (maior o valor na coordenada x) observamos um maior valor de (B-V).

**(c) Como se explica esse gradiente de cor?**

Quanto maior o índice de cor, maior o valor medido no filtro B, tal fato significa que a magnitude em B é maior, portanto, menor o brilho. Sendo assim, com o aumento de B-V para o centro significa que a galáxia se torna menos azul para o centro.

Cores azuis em uma galáxia estão relacionadas com formação estelar ativa, pois estrelas azuis, que são as mais quentes, queimam o combustível rápido e portanto possuem uma vida curta, dessa forma enriquecem o

meio com gás quando chegam ao final de suas vidas e proporcionam a formação de novas estrelas.

Para galáxias elípticas temos pouca formação estelar, portanto um maior índice de cor, o fato desse gradiente aumentar para o centro esta de acordo com o esperado, já que para essas galáxias as estrelas estão agrupadas fortemente na região central, portanto, para o centro temos um número maior de estrelas velhas e mais vermelhas.

**5) (a) Explique como obteve o valor de  $L_v/L_{v\odot}$ , para a Via Láctea incluindo a fonte pesquisada.**

Temos que:

$$M_1 - M_2 = -2.5 \log\left(\frac{L_1}{L_2}\right) \quad (3)$$

Como a magnitude absoluta do sol é  $M_{v\odot} = 4.83$  e da via láctea é  $M_v = -21$ , temos:

$$\frac{L_v}{L_{v\odot}} = 10^{\frac{M_{v\odot} - M_v}{2.5}} \quad (4)$$

Temos então para a Via láctea:

$$L_{v_{VL}} = 21.47 \times 10^9 L_{v\odot}$$

**(b) Determine o brilho superficial de cada galáxia em unidades de  $L_{v\odot}/\text{kpc}^{-2}$  explicando os detalhes do cálculo**

Na tabela da figura 2 temos que a coluna Flux se refere a luminosidade total da galáxia relativa a via láctea. Dessa forma, podemos calcular o brilho superficial da galáxia em termos da luminosidade do sol, já que possuímos o valor da luminosidade da via láctea com relação a luminosidade solar.

Temos que o brilho superficial é dado por:

$$I = \frac{L}{4\pi A} \quad (5)$$

Onde A é a área. Temos que L será dado por  $0.23 \times L_{v_{VL}}$  e  $A = \pi a * b$ . Como a corresponde ao raio da galáxia temos que para esse caso  $b = 0.72 \times (7.3 \text{ Kpc})$

Portanto:

$$I = \frac{0.23 \times 21.47 \times 10^9 L_{v\odot}}{4\pi^2 \times 0.72 \times (7.3 \text{ Kpc})^2} \quad (6)$$

$$I = 3.26 \times 10^6 L_{v\odot} \text{ Kpc}^{-2}$$

Desprezando a extinção na direção e interna às galáxias, qual seria a distância de cada galáxia? Os valores ficam dentro do esperado? Qual a sua referência física de distância para decidir?

Desconsiderando a extinção podemos calcular a distância da estrela pela seguinte relação:

$$d(pc) = 10^{\frac{V-M+5}{5}} \quad (7)$$

Sendo V a magnitude aparente no visual e M a magnitude absoluta no visual. O valor de V já foi obtido anteriormente, V=10.7. Para obter M podemos utilizar a mesma relação da equação 3, portanto:

$$M - M_{VL} = -2.5 \log \frac{L}{L_{VL}} \quad (8)$$

Sendo o índice VL referente a Via Láctea.

Como  $\frac{L}{L_{VL}} = 0.23$  e  $M_{VL} = -21$ , temos:  $M = -19.4$ . Dessa forma, calculando a distância, temos:

$$d = 21.9 \text{Mpc}$$

### 3 Galáxia 10

#### 3.1 Ajuste da elipse

Para o ajuste da elipse nesta galáxia a maior dificuldade foi cobrir toda galaxia e tentar evitar pegar estrelas que pertencem ao céu de fundo. Devido a isso, o ajuste final que foi escolhido encontra-se na figura 5. Onde tentou-se ao máximo cobrir toda galáxia e centralizar a elipse ao centro da distribuição de brilho, uma estrela a qual não tenho certeza se pertence a galáxia ficou dentro da elipse, porém ao tentar remove-la a distribuição de brilho ficava muito assimétrica.

Pela imagem da galáxia temos que ela apresenta a forma de uma galáxia espiral e portanto ao analisar seu espectro isso torna-se claro, principalmente pelas linhas de emissão em  $H_\alpha$ . Nota-se uma emissão forte no azul, indicando um tipo mais avançado de espiral, onde optamos então pela classificação no tipo Sc, pois ao observarmos o tipo D não notamos uma emissão acentuada de  $H_\beta$  e o espectro do tipo B apresenta uma emissão na faixa do azul muito menor que a galáxia analisada.

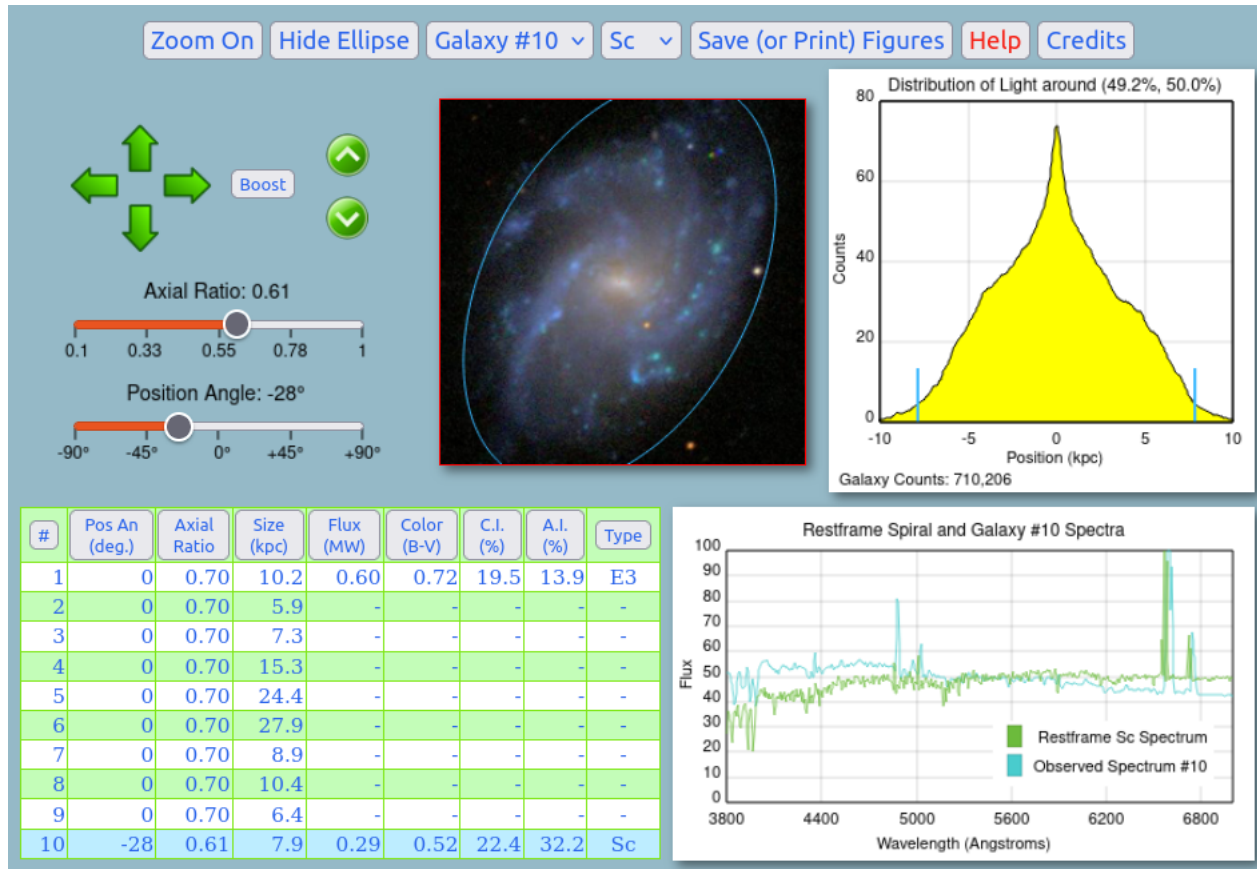


Figura 5: Ajuste da elipse para galáxia 10

### 3.2 Questionário

1) Se a galáxia sob análise for espiral, determine a inclinação de seu eixo de rotação em relação à linha de visada; se for elíptica, determine a sua elipticidade

Para uma galáxia espiral ou lenticular temos que a inclinação do seu eixo de rotação em relação a linha de visada é dado por:

$$\cos i = \frac{b}{a} \quad (9)$$

Para,  $b < a$ . Portanto, como o valor de  $\frac{b}{a}$  encontra-se na tabela da figura 5, basta resolver a equação acima para  $i$ , nesse caso temos então:

$$i = 52,41^\circ$$

2) Qual o raio da galáxia em kpc? Forneça também o raio da região central mais brilhante da galáxia em kpc.

Repetindo o processo descrito anteriormente na galáxia 3, onde diminuimos a elipse de modo a cobrir a parte mais brilhante, temos agora para a galáxia 10:

$R_{gal}$	7.9 Kpc
$R_{cen}$	1.4 Kpc

### 3) Qual a magnitude V integrada da galáxia?

Novamente repetindo o processo já descrito, utilizamos a equação 2, onde para a galáxia 10 temos uma contagem de fótons de: 710206, portanto a magnitude V integrada é:

$$V = 10,37$$

### 4) (a) Determine a cor (B-V) para várias aberturas elípticas e faça um gráfico da cor (B-V) em função do tamanho dessa abertura.

Assim como feito anteriormente fomos reduzindo o tamanho da elipse e anotando os valores de B-V, o gráfico obtido encontra-se na figura 6. No eixo x temos "tamanho da elipse" onde o valor 1 corresponde a maior elipse e o valor 30 a menor abertura.

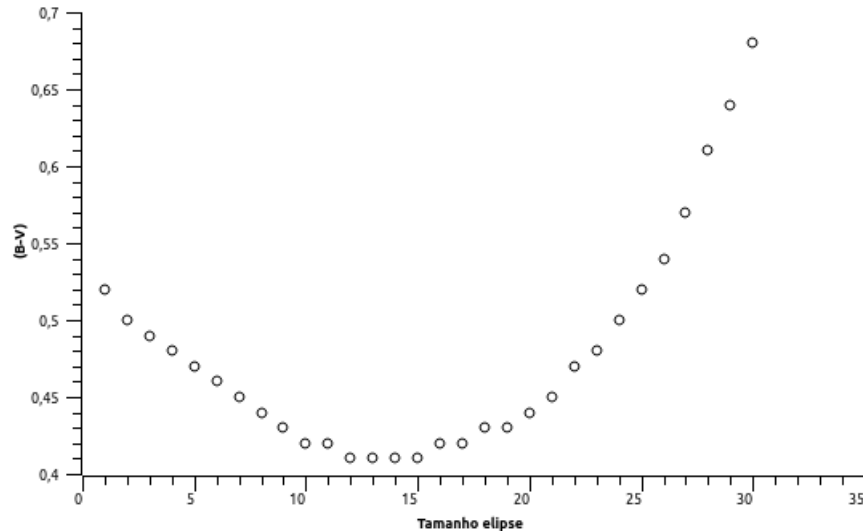


Figura 6: Gráfico do índice de cor (B-V) em função do tamanho da elipse para a galáxia 10. 1 representa a maior elipse e 30 a menor.

### (b) A cor (B-V) da galáxia aumenta ou diminui para o centro?

Como mostrado no gráfico acima, o valor de (B-V) diminui quando saímos do halo e caminhamos para o centro da galáxia, até chegar em um ponto onde começa a subir novamente.

### (c) Como se explica esse gradiente de cor?

Bom, como já dito anteriormente, temos que o aumento da cor (B-V) indica um avermelhamento da região. Para essa galáxia notamos uma diminuição do valor de B-V seguido de um aumento, tal fato está relacionado com a presença de estrelas azuis e portanto uma maior taxa de formação estelar nas regiões com menor (B-V). Para essa galáxia isto está de acordo com o esperado novamente, pois em galáxias espirais temos estrelas velhas presentes no halo, portanto um maior valor de B-V e em seguida encontramos uma região com maior formação estelar, que é o disco da galáxias, com seus braços espirais onde temos formação estelar



recente e atual resultado dos acúmulos de material nas nuvens de gás do colapso do disco. Ao prosseguirmos encontramos novamente um aumento de B-V, tal aumento indica uma diminuição na formação estelar, para galáxias espirais realmente esperamos uma região central parecida com uma galáxia elíptica, com populações estelares mais antigas no centro, resultando em um avermelhamento dessa região.

**(b) Determine o brilho superficial de cada galáxia em unidades de  $L_{v_{\odot}} \text{Kpc}^{-2}$  explicando os detalhes do cálculo**

Repetindo o processo descrito para a estrela 3, temos nesse caso:

F	$0.29L_{v_{ML}}$
b	$0.61 \times 7.9 \text{Kpc}$

Portanto:

$$I = \frac{0.29 \times 21.47 \times 10^9 L_{v_{\odot}}}{4\pi^2 \times 0.61 \times (7.9 \text{Kpc})^2} \quad (10)$$

$$I = 4.41 \times 10^6 L_{v_{\odot}} \text{Kpc}^{-2}$$

**c) Desprezando a extinção na direção e interna às galáxias, qual seria a distância de cada galáxia? Os valores ficam dentro do esperado? Qual a sua referência física de distância para decidir**

Novamente, repetindo o processo para a estrela 3, calculamos inicialmente o valor da magnitude absoluta pela equação 8. E em seguida utilizamos o módulo de distância para calcular d, os valores obtidos foram:

M	-19.65
d	10Mpc

## 4 Galáxia 4

## 5 Ajuste da elipse

Para a galáxia 4 a maior dificuldade para ajuste da elipse foi contornar a galáxia de forma a não incluir dentro dela estrelas de fundo, o resultado se encontra na figura 7.

Pela sua imagem observamos que ela é uma galáxia do tipo espiral, e devido a baixa emissão da região do azul concluímos que não deveria ser dos tipos mais avançados de espiral, dessa forma, optamos pela classificação no tipo Sa.

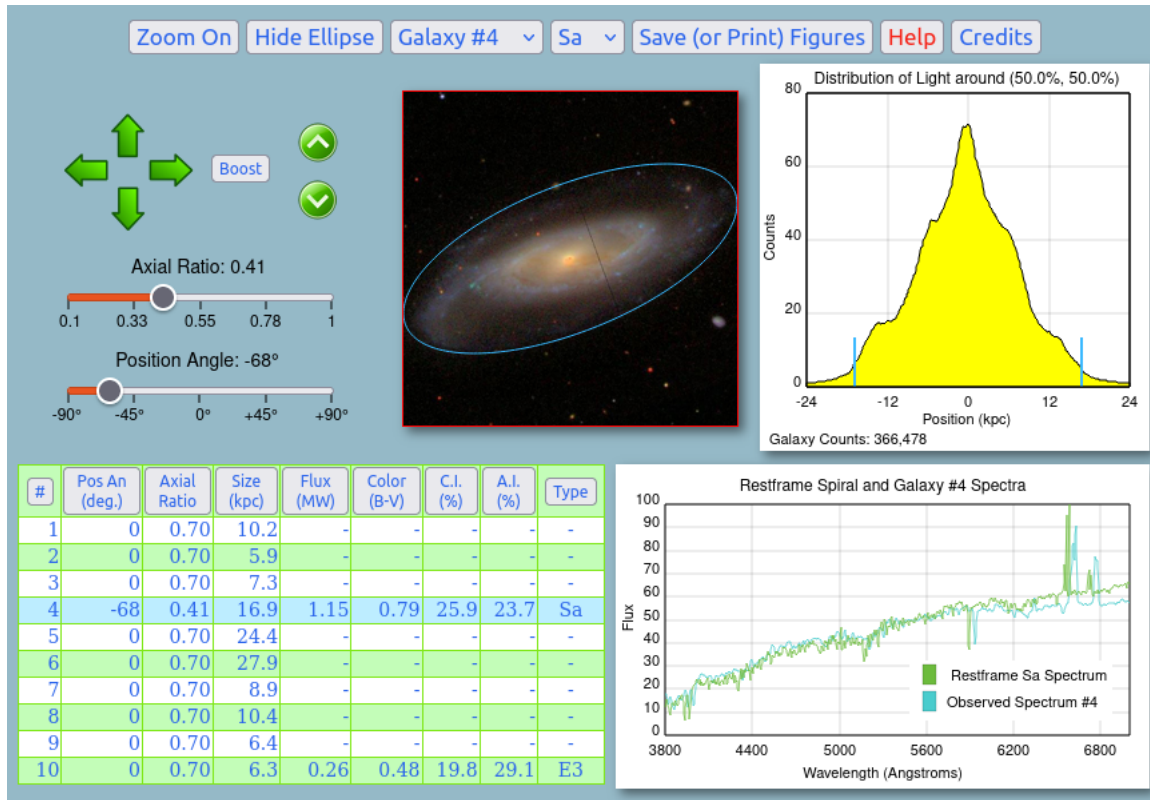


Figura 7: Ajuste da elipse para galáxia 4

Para as questões do questionário repetimos os mesmos processos já descrito anteriormente, portanto, para esta galáxia e para as duas próximas colocamos apenas o resultado final obtido.

1) Se a galáxia sob análise for espiral, determine a inclinação de seu eixo de rotação em relação à linha de visada; se for elíptica, determine a sua elipticidade

Neste caso temos uma galáxia espiral, portanto:

$$i = 65,7^\circ$$

2) Qual o raio da galáxia em kpc? Forneça também o raio da região central mais brilhante da galáxia em kpc.

$R_{gal}$	16.9Kpc
$R_{cen}$	1.6Kpc

3) Qual a magnitude V integrada da galáxia?

Temos uma contagem de fótons de 366478, portanto:

$$V = 11.0$$

4) (a) Determine a cor (B-V) para várias aberturas elípticas e faça um gráfico da cor (B-V) em função do tamanho dessa abertura.

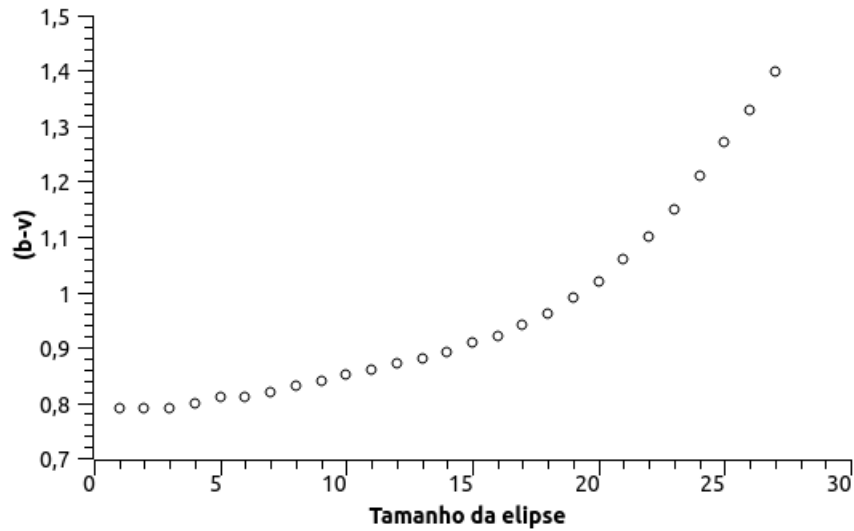


Figura 8: Gráfico do índice de cor (B-V) em função do tamanho da elipse para a galáxia 4. 1 representa a maior elipse e 27 a menor.

**b) A cor (B-V) da galáxia aumenta ou diminui para o centro?**

Pelo gráfico da figura 8 nota-se que a medida que nos movemos para o centro (direção positiva do eixo x) temos um aumento do valor de (B-V), ou seja, temos um avermelhamento da galáxia.

**c) Como se explica esse gradiente de cor?**

Para esta galáxia observamos um aumento de cor bem grande ao caminharmos para o centro. Tal fato é justificado pela presença de estrelas antigas e vermelhas que estão concentradas na sua região central, e também pela alta taxa de formação estelar em seus braços, fato característico de galáxias elípticas, o que provoca um menor valor de B-V nessa região.

**5(b) Determine o brilho superficial de cada galáxia em unidades de  $L_{v\odot}, \text{kpc}^{-2}$  explicando os detalhes do cálculo**

F	$1.15L_{v_{ML}}$
b	$0.41 \times 16.9 \text{Kpc}$

Portanto:

$$I = \frac{1.15 \times 21.47 \times 10^9 L_{v\odot}}{4\pi^2 \times 0.41 \times (16.9 \text{Kpc})^2} \quad (11)$$

Sendo assim:

$$I = 5.34 \times 10^6 L_{v\odot} \text{ Kpc}^{-2}$$

**c) Desprezando a extinção na direção e interna às galáxias, qual seria a distância de cada galáxia?**

M	-21.2
d	27.5 Mpc

## 6 Galáxia 5

### 6.1 Ajuste da elipse

Para o ajuste desta galáxia encontrou-se dificuldade para eliminar estrelas de fundo, dessa forma pode ser que algumas partes menos iluminadas da galáxia estejam de fora da elipse.

Já pela análise do espectro observou-se que o que melhor encaixou foram os espectros padrão dos tipos S0 e Sc, entretanto, nota-se que o S0 apresenta uma maior emissão para menores comprimentos de onda, e também olhando pela imagem da galáxia, tudo indica que sua classificação seja Sc.

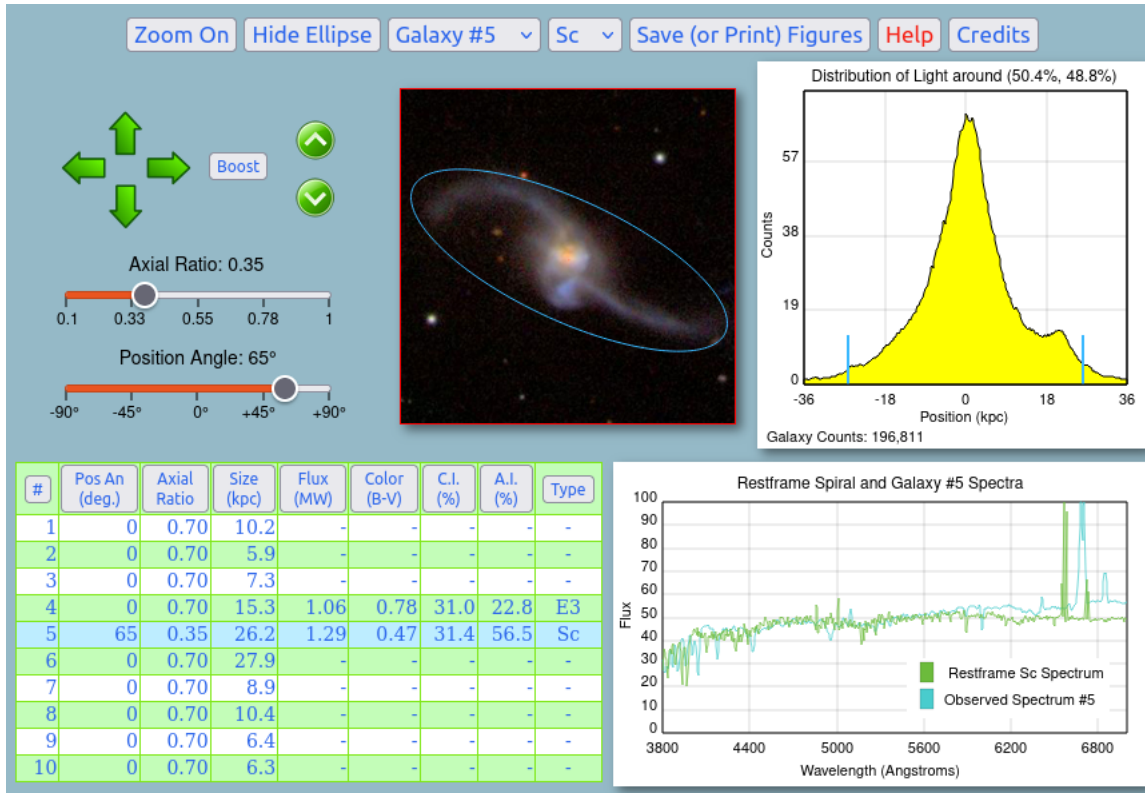


Figura 9: Ajuste da elipse para a galáxia 5

### 6.2 Questionário

1) Se a galáxia sob análise for espiral, determine a inclinação de seu eixo de rotação em relação à linha de visada; se for elíptica, determine a sua elipticidade

Como a galáxia é espiral, temos;

$$i = 69.5^\circ$$

2) Qual o raio da galáxia em kpc? Forneça também o raio da região central mais brilhante da galáxia em kpc.

$R_{gal}$	26.2Kpc
$R_{cen}$	4.9Kpc

### 3) Qual a magnitude V integrada da galáxia?

$$V = 11.76$$

Pois sua contagem de fótons é 197115.

### 4 (a) Determine a cor (B-V) para várias aberturas elípticas e faça um gráfico da cor (B-V) em função do tamanho dessa abertura.

Para essa galáxia tivemos uma dificuldade maior para medir diferentes valores de B-V, devido a forma da galáxia. Dessa forma a medida que diminuimos os valores da elipse tentamos girá-la a fim de pegar os braços da galáxia e evitar estrelas de fundo. O gráfico obtido encontra-se na figura 10.

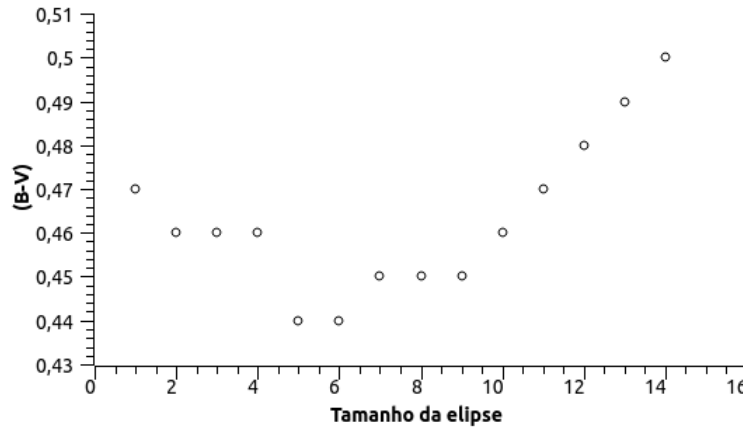


Figura 10: Gráfico de índice de cor (B-V) em função do tamanho da elipse para a galáxia 5. O sentido positivo do eixo x representa uma diminuição do tamanho da elipse

### (b) A cor (B-V) da galáxia aumenta ou diminui para o centro?

Como mostrado pelo gráfico a cor B-V, de modo geral B-V diminui na região do disco da galáxia e a seguir aumenta a medida que caminhamos para o centro.

### c) Como se explica esse gradiente de cor?

Bom, a diminuição de (B-V) pode ser justificada pela maior taxa de formação estelar nos braços de galáxias espirais, portanto, temos um B-V maior em seu halo, pela presença de estrelas mais antigas, seguido de uma maior taxa de formação estelar em seu disco, com presença de estrelas novas e azuis e por fim, nota-se um aumento de B-V justificado pela maior concentração de estrelas velhas e vermelhas em seu centro.

### 5) b) Brilho superficial da galáxia

Temos que  $L = 1.29Lv_{VL}$ , portanto:

$$I = \frac{1.29 \times 21.47 \times 10^9 Lv_{\odot}}{4\pi^2 \times 0.35 \times (26.2 Kpc)^2} \quad (12)$$

$$I = 2.92 \times 10^6 \text{ } L_{V\odot} \text{ Kpc}^{-2}$$

c) Desprezando a extinção na direção e interna às galáxias, qual seria a distância de cada galáxia?

M	-21.27
d	40.4Mpc

## 7 Galáxia 6

### 7.1 Ajuste da elipse

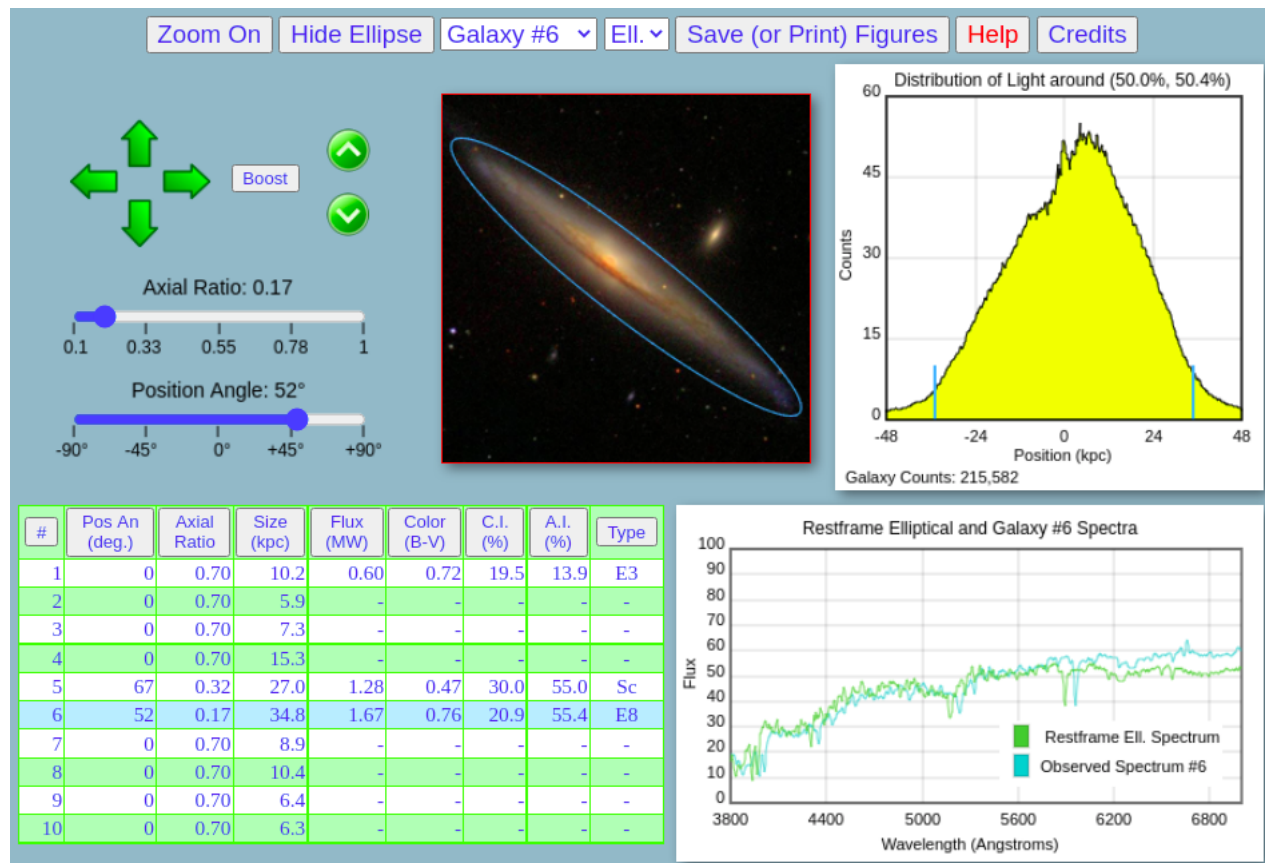


Figura 11: Ajuste elipse para a galáxia 6

Pelo ajuste da elipse e análise do espectro, nota-se que essa galáxia é do tipo Elíptica, tal fato fica claro principalmente pela ausência de linhas de emissão no seu espectro.

Pela sua razão axial temos que ela é do tipo E8.

## 7.2 Questionário

1) Se a galáxia sob análise for espiral, determine a inclinação de seu eixo de rotação em relação à linha de visada; se for elíptica, determine a sua elipticidade

$$e = 0.83$$

2) Qual o raio da galáxia em kpc? Forneça também o raio da região central mais brilhante da galáxia em kpc.

$R_{gal}$	34.8 Kpc
$R_{min}$	8.1 Kpc

3) Qual a magnitude V integrada da galáxia?

Temos que a contagem de fótons é de 215582, portanto a magnitude V integrada é:

$$V = 11,7$$

4 (a) Determine a cor (B-V) para várias aberturas elípticas e faça um gráfico da cor (B-V) em função do tamanho dessa abertura.

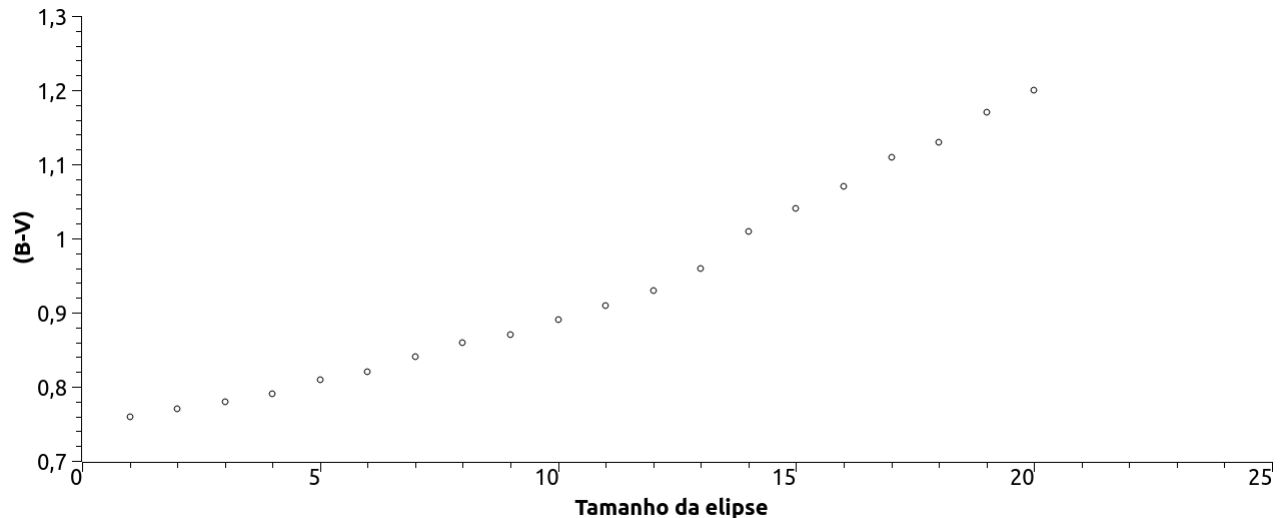


Figura 12: Cor (B-V) em função do tamanho da elipse. O eixo x cresce com o decréscimo do tamanho da elipse.

(b) A cor (B-V) da galáxia aumenta ou diminui para o centro?

Pelo gráfico da figura 12 nota-se que a medida que nos movemos para o centro (direção positiva do eixo x) temos um aumento do valor de (B-V), ou seja, temos um avermelhamento da galáxia

c) Como se explica esse gradiente

Bom, como já dito várias vezes acima temos que o aumento de cor indica uma menor taxa de formação estelar, pois está relacionado com estrelas mais vermelhas antigas, e portanto com uma menor taxa de formação estelar.

Novamente, como nas outras galáxias elípticas temos na região central um maior agrupamento de estrelas mais velhas e vermelhas, portanto, como esperado, ao caminharmos para o centro da galáxia encontramos um maior valor de B-V resultado da menor taxa de formação estelar dessa região.

#### 5) b) Brilho superficial da galáxia

Temos  $L = 1.67xLv_{VL}$ , portanto:

$$I = \frac{1.67x21.47x10^9Lv_{\odot}}{4\pi^2x0.17x(34.8Kpc)^2} \quad (13)$$

$$L = 4.4x10^6 Lv_{\odot}Kpc^{-2}$$

c) Desprezando a extinção na direção e interna às galáxias, qual seria a distância de cada galáxia?

M	-21.5
d	43,6 Mpc

## 8 Questão 7

a) Ao determinar o tipo morfológico da galáxia através da similaridade do seu espectro com o espectro de referência, que diferenças espectrais foram encontradas?

De um modo geral as diferenças encontradas do espectro de referência para o espectro de cada galáxia analisada foi referente a um deslocamento horizontal do espectro analisado e também um alargamento das linhas de emissão/ absorção. Em alguns casos, nota-se um pequeno desvio vertical em alguma região do espectro.

(b) Quais as possíveis origens dessas diferenças?

Para o deslocamento horizontal do espectro temos que sua origem está relacionada ao efeito doppler, causado pelo deslocamento radial da galáxia.

Já para o alargamento das linhas de emissão/absorção temos que sua justificativa se dá pela dispersão de velocidades das estrelas dentro da galáxia, ou seja, o movimento aleatório das estrelas dentro da galáxia.

O deslocamento vertical em alguma regiões do espectro está relacionado com a emissão da galáxia naquele comprimento de onda, então, temos que a galáxia pode estar emitindo mais ou menos em determinado comprimento de onda do que a galáxia padrão que foi colocado para comparação.

## 9 Questão 6

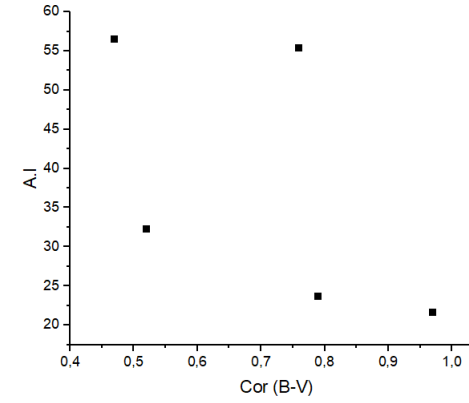
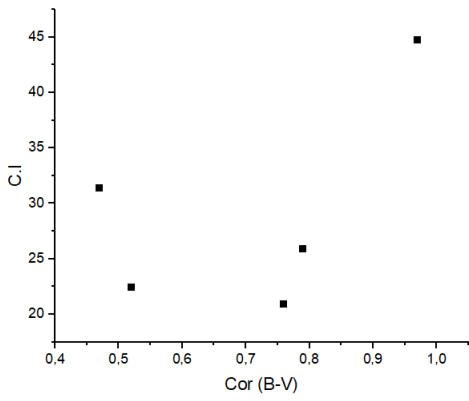
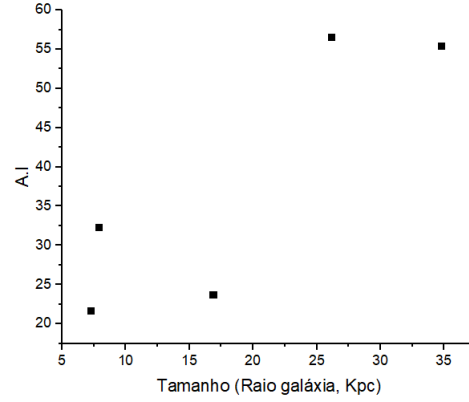
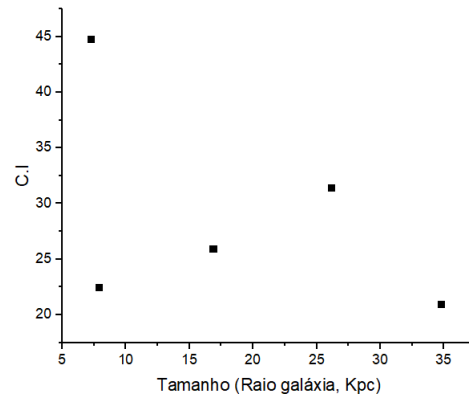
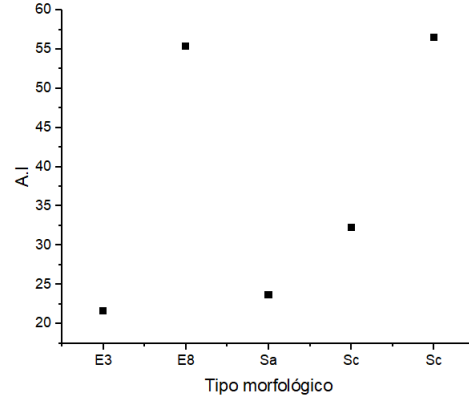
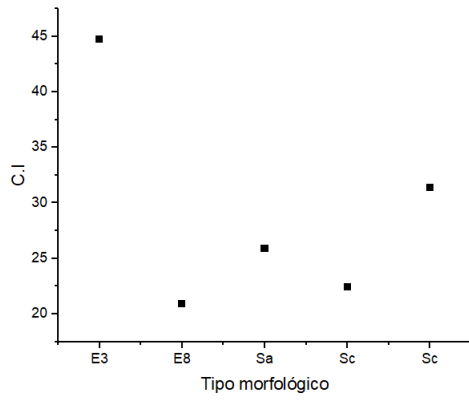
6) (a) Considerando as galáxias analisadas, há alguma correlação entre C.I. e algum outro parâmetro (luminosidade, cor, tamanho, tipo morfológico)?

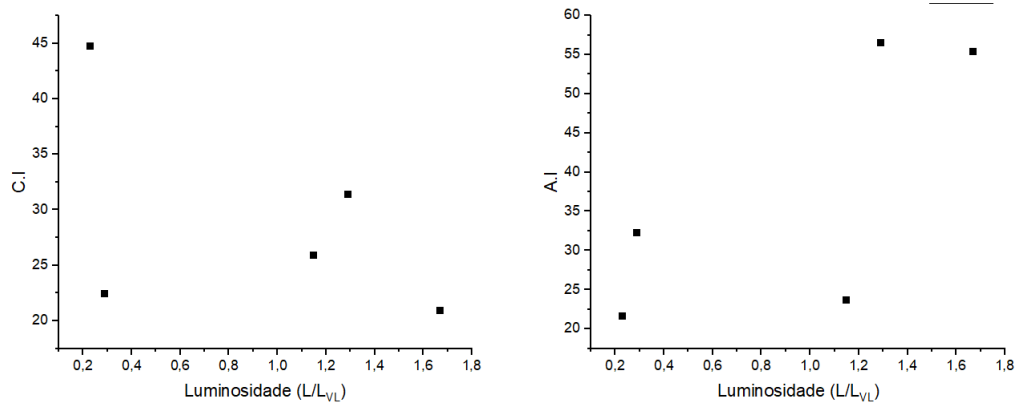
(b) E entre A.I. e outro parâmetro?

(c) Explique a origem dessas correlações (caso exista alguma).



Para essa análise foram realizados gráficos de C.I e A.I em função dos parâmetros: luminosidade, cor, tamanho e tipo espectral, como mostrado nas figuras abaixo.





De um modo geral não foi encontrado nenhuma relação clara entre A.I e C.I. e os outros parâmetros, os pontos estão bem espalhados pelo gráfico, não respeitando nenhum padrão.

## 10 Conclusão

Em resumo, os resultados encontrados nesse trabalho estão na figura 17.

Galáxia	Classificação	elipticidade/inclinação eixo de rotação	Raio Galáxia (Kpc)	Raio região central(Kpc)	Magnitude V	Magnitude absoluta	Luminosidade/Luminosidade da Via Láctea	Brilho superficial ( $L_{\text{sun}} \text{ Kpc}^{-2}$ )	Distância (Mpc)
Galáxia 3	E3	0.28	7.3	1.3	10.7	-19.4	0.23	3.26e6	21.9
Galáxia 10	Sc	52.41°	7.9	1.4	10.37	-19.65	0.29	4.41e6	10.0
Galáxia 4	Sa	65.7°	16.9	1.6	11.0	-21.20	1.15	5.34e6	27.5
Galáxia 5	Sc	69.5°	26.2	4.9	11.76	-21.27	1.29	2.92e6	40.4
Galáxia 6	E8	0.83	34.8	8.1	11.7	-21.5	1.67	4.4e6	43.6

Figura 17: Resultados obtidos nesse trabalho

Observa-se que as distâncias encontradas estão dentro do esperado, considerando que nas notas de aula da disciplina temos o valor para algumas galáxias como NGC7793 = 3.8Mpc, NGC5236= 6.5Mpc, NGC1313 = 4.0Mpc, portanto, nota-se que a ordem de grandeza encontrada é a mesma que as calculadas neste trabalho, sendo assim, podemos dizer que as distâncias calculadas aqui são valores realmente possíveis

## 11 Fontes

- Notas de aula do curso Astrofísica Estelar.(UFMG 2021)
- An Introduction to Modern Astrophysics, B. W. Carroll D. A. Ostlie, 2007, Addison-Wesley Publishing, 2a. ed.
- Properties of Galaxies - GEAS (NMSU)