

Simulado: Constelações, Telescópios & Astrofotografia

Por Olga Witzler Ismael

Revisão de Jan. 2023: Agora com mais questões, resolvidas e comentadas :)

Instruções:

- **NÃO É PERMITIDO** o uso de consultas externas, seja qual for (cartas celestes, websites, aplicativos como Stellarium, etc). O objetivo é testar o seu conhecimento e aprender o máximo possível com as resoluções.
- O uso de calculadora científica (não programável) é permitido e recomendado.
- Uma tabela de constantes poderá ser consultada.
- Não veja as questões antes de iniciar.
- A prova é composta de questões dissertativas e de múltipla escolha.

Crédito das imagens:

Questões 5 e 10: <https://telescopius.com/telescope-simulator>

Questão 6: Gabriel R. Santos, <https://www.astrobin.com/shwgfi/B/?nc=user>

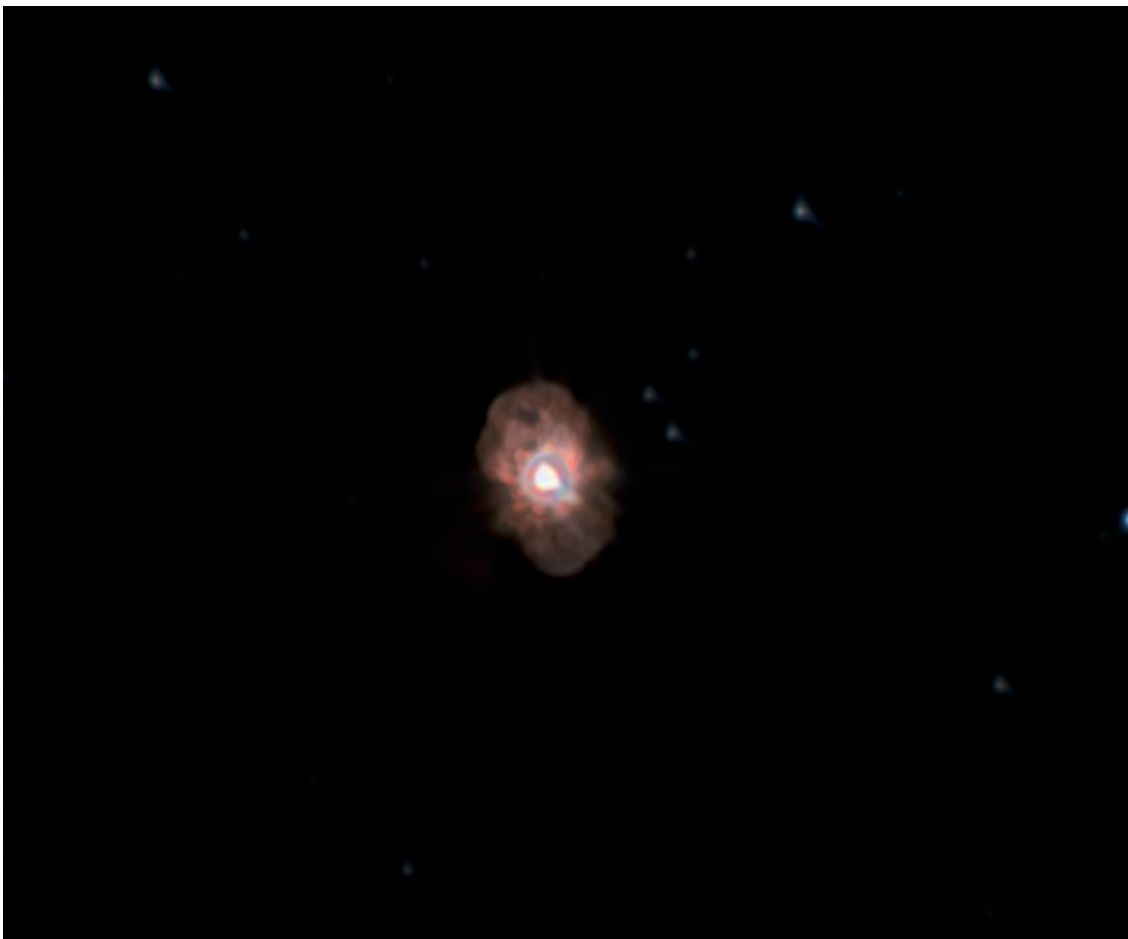
Questão 7: Avani Soares, <https://www.astrobin.com/y0x338/?nc=user>

A resolução comentada das questões se encontra logo após o final do questionário.

Questão 1) Fabinho cabeça de pizza é um grande entusiasta da música, astronomia e egiptologia. Depois de ter ganhado 10 mil dólares por ser o melhor saxofonista do mundo, está pensando em finalmente realizar sua compra dos sonhos: um setup para astrofotografia de céu profundo. A premiação ocorreu em Daegu, na Coreia do Sul. Lá, a poluição luminosa, segundo a escala de Bortle, é de 8-9. Das alternativas a seguir, qual condiz com o equipamento ideal para Fabinho fotografar **nebulosas de emissão, direto do centro de Daegu?**

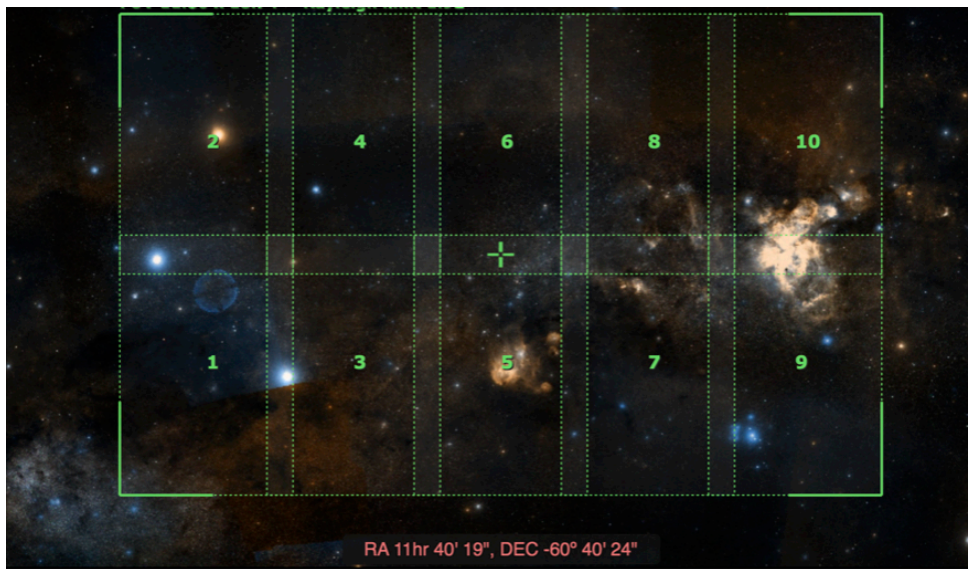
- a) Filtros de banda estreita em Hubble Palette (Ha, OIII, SII), montagem equatorial motorizada, telescópio refrator apocromático f/5, câmera com um grande sensor.
- b) Filtros RGB, montagem altazimutal, telescópio refletor f/20, câmera com um pequeno sensor.
- c) Filtros RGB, montagem equatorial motorizada, telescópio refrator apocromático f/5, câmera com um grande sensor.
- d) Filtros de banda estreita em Hubble Palette (Ha, OIII, SII), montagem equatorial motorizada, telescópio refrator apocromático f/20, câmera com um pequeno sensor.

Questão 2) Caetano fotografou a Nebulosa do Homúnculo, uma nebulosa bipolar de emissão e reflexão que cerca o sistema estelar Eta Carinae. A nebulosa está incorporada na nebulosa da Carina, uma grande região formadora de estrelas, feita de hidrogênio ionizado. Caetano usou um telescópio de diâmetro de 12 polegadas, de razão focal f/20, junto com uma câmera ASI385MC, sendo que seus pixels tem lado de 3.75 micrômetros. Sabendo que o tamanho aparente do diâmetro do eixo maior da nebulosa na foto é de 160 pixels, e que seu ângulo de paralaxe é de 0,00043487 segundos de arco, calcule o tamanho real do diâmetro do eixo maior da nebulosa em anos-luz.



Questão 3) Com sua nova lente de distância focal 200mm e f/2.8, Guigo decidiu fotografar um mosaico, como segue a imagem.

- Identifique **6 estrelas**, **3 aglomerados**, **3 nebulosas** e **3 constelações** que estão visíveis no campo do mosaico. Não é necessário o número NGC, apenas o nome popular.
- Sabendo que cada painel do mosaico deve ter o mesmo número de horas de exposição total, e que utilizará filtros Ha, R, G e B, totalizando 1h de exposição em cada filtro, e que utilizará single-frames de 5 minutos cada, calcule o número de single-frames totais.



Texto e imagem para questões 4 e 5) O Encontro Brasileiro de Astronomia (EBA), organizado pelo Clube de Astronomia de Brasília (CAsB), ocorre anualmente no Centro-Oeste do Brasil. Lá, Gabriel fotografou um imenso mosaico de 69 painéis, com dados de várias noites; utilizou uma lente 135mm f/2 e uma DSLR astro-modificada.



Questão 4) Foram feitas as afirmações a seguir. Assinale a opção correta.

I - Os objetos M4, M6, M7, M8, M16, M17, SH2-1, M20 estão visíveis.

II - O complexo de nebulosidade Rho Ophiuchi está visível.

III - A nebulosa da Águia, onde se localiza os famosos Pilares da Criação, está visível.

IV - Alguma das constelações visíveis são: Escorpião, Ofiuco, Coroa Austral, Sagitário.

V - O buraco negro super-massivo do centro galáctico pode ser localizado no campo.

VI - A nebulosa da pata de gato, da lagosta, da cabeça do cavalo, do lobo negro e do cavalo negro estão visíveis.

- a) Todas as afirmações estão corretas.
- b) As afirmações I, II e IV e VI estão corretas
- c) Apenas a afirmação V está errada.
- d) Apenas a afirmação II está errada.
- e) Apenas a afirmação I está errada.

Questão 5) Foram feitas as afirmações a seguir. Assinale a opção correta.

I - As nebulosas de cor avermelhada são de emissão; possuem em sua maioria Hidrogênio Alfa (Ha).

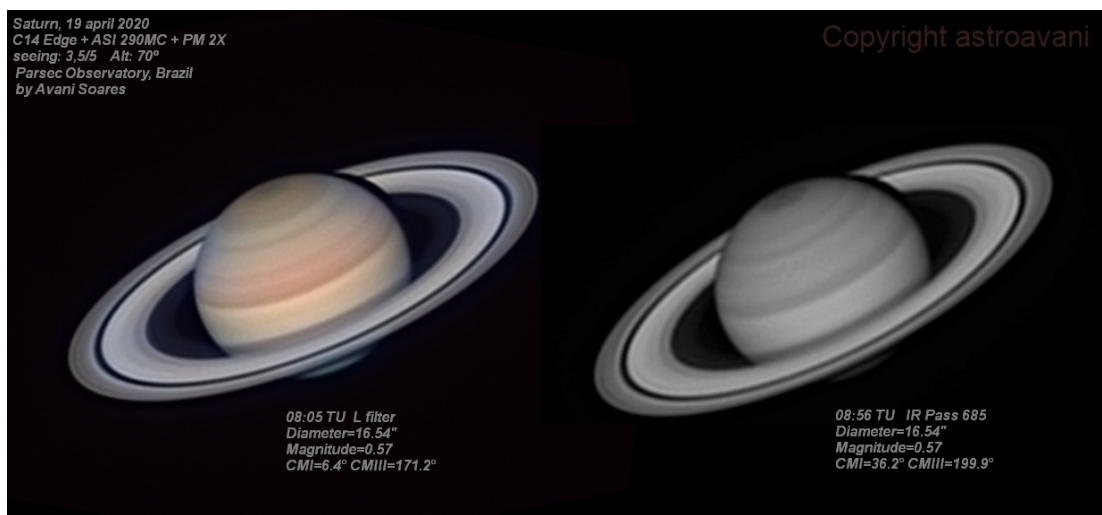
II - As nebulosas de cor azulada tem em sua composição Oxigênio III (OIII).

III - A nebulosa de cor amarelada, próxima da estrela Antares, tem em sua composição Enxofre II (SII).

IV - As nebulosas de cor marrom são nebulosas de poeira, formadas majoritariamente de grãos sólidos que bloqueiam a luz de estrelas (nebulosas escuras).

- a) Todas as afirmações estão corretas.
- b) As afirmações I e IV estão corretas.
- c) Apenas a afirmação I está correta.
- d) As afirmações I, II e III estão corretas.
- e) As afirmações I, II e IV estão corretas.

Questão 6) Avani é um fotógrafo planetário. No observatório parsec, com um telescópio de 14" de abertura, de razão focal f/11.2, a câmera colorida ASI290MC de pixels de 2,90 µm lado e uma barlow 2x, fotografou Saturno.



- Calcule o poder de resolução para o canal IR Pass (685nm), no telescópio C14 com o uso de uma barlow 2x.
- Calcule a resolução angular em segundos de arco por pixel com os equipamentos do observatório Parsec.
- Qual a distância de Saturno até Avani no dia que o planeta foi fotografado, em UA? Considere que seu tamanho real, de anel para anel, é **21,468 vezes maior** que o diâmetro da Terra, e que o diâmetro do anel é **2,36 vezes** o diâmetro do globo. Dica: utilize as informações disponíveis nos dados da imagem.

Questão 7) A astrofotografia e a observação celeste devem ser realizadas, preferencialmente, de uma região com pouca poluição luminosa. Porém, a cada ano, ela cresce 6%! Uma das formas de medir a poluição luminosa é através da escala de Bortle. Porém, existe outro método muito mais preciso que é a medição de SQM (Sky Quality Meter), que resulta na magnitude do céu por segundo de arco quadrado. Olguinha decidiu fazer a medição por si mesma, com a ajuda apenas de sua câmera DSLR e uma foto de longa exposição. Em seu observatório, apontou para o zênite, tirou uma foto de 2 minutos, com ISO1600 em f/4, com sua lente de 70mm de abertura. Convertendo a foto para JPG, conferiu o pico do histograma da imagem, que se localizava nos 10,4%. Ao consultar o fórum Cloudy Nights, descobriu duas fórmulas para medir o sky glow em $mag/arcsec^2$.

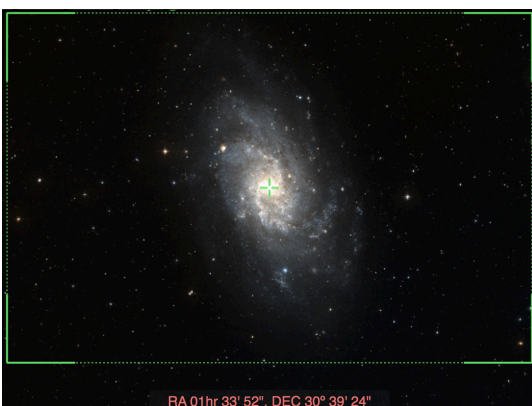
$$Mins = Exp \times \frac{ISO}{800} \times \frac{50}{PCT} \times \frac{16}{Rf^2}$$

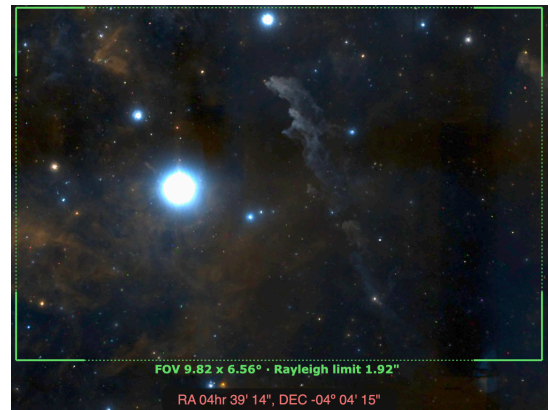
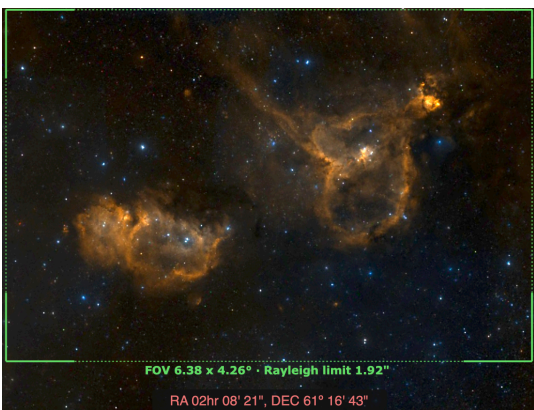
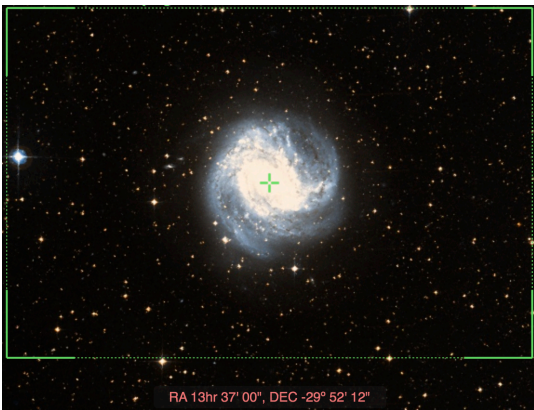
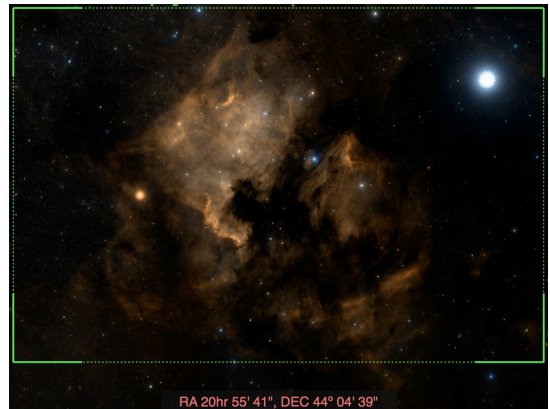
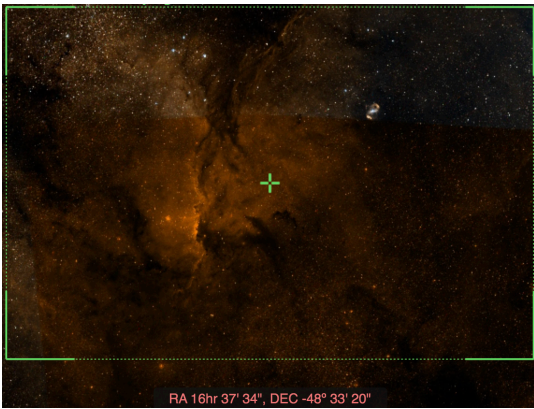
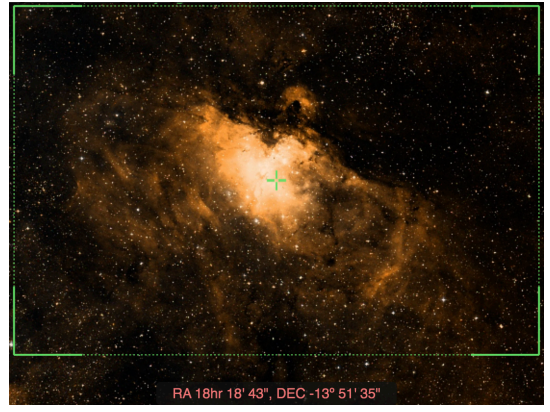
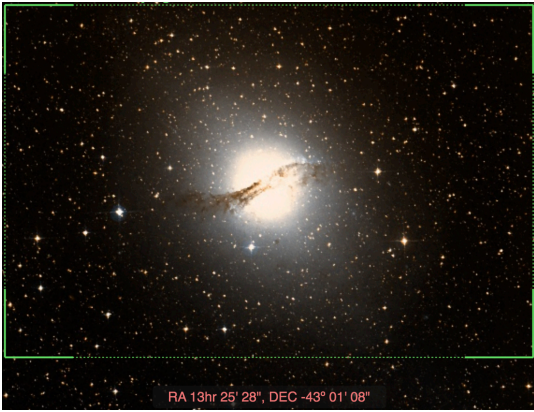
$$Mag/arcsec^2 = 13,93 + 2.5 \times \log_{10} sec$$

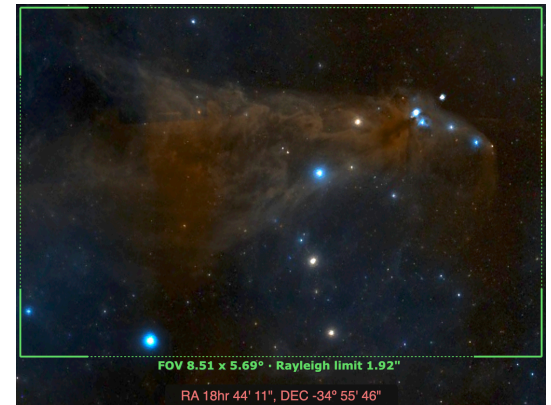
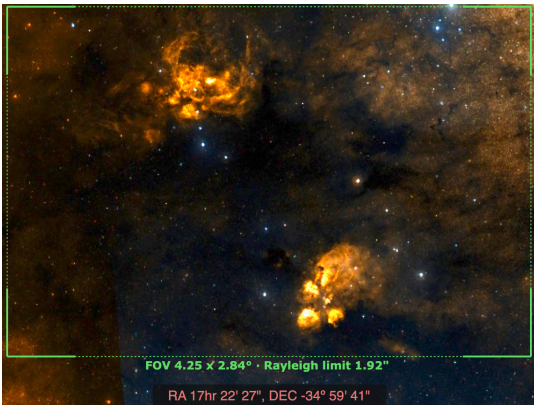
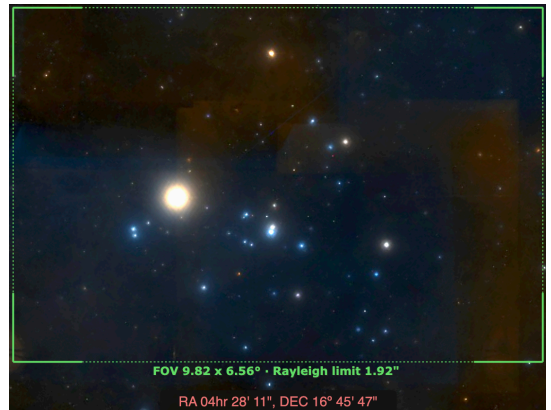
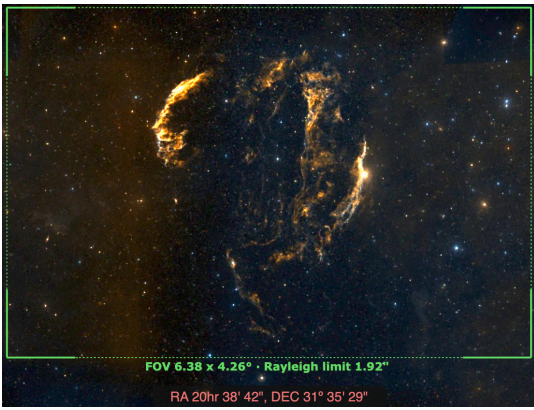
Mins sendo o tempo de exposição necessário em minutos para o pico do histograma alcançar 50%, Exp o tempo de exposição do single frame, PCT a porcentagem do pico do histograma, Rf a razão focal e por fim, sec, os segundos necessários para o pico do histograma alcançar 50%. Qual o valor do sky glow de Olguinha?

Questão 8) Quais são as consequências causadas diretamente e indiretamente pela poluição luminosa para os seres vivos? Como podemos reduzir a poluição luminosa em medidas práticas? Escreva um pequeno parágrafo com seus conhecimentos sobre o assunto.

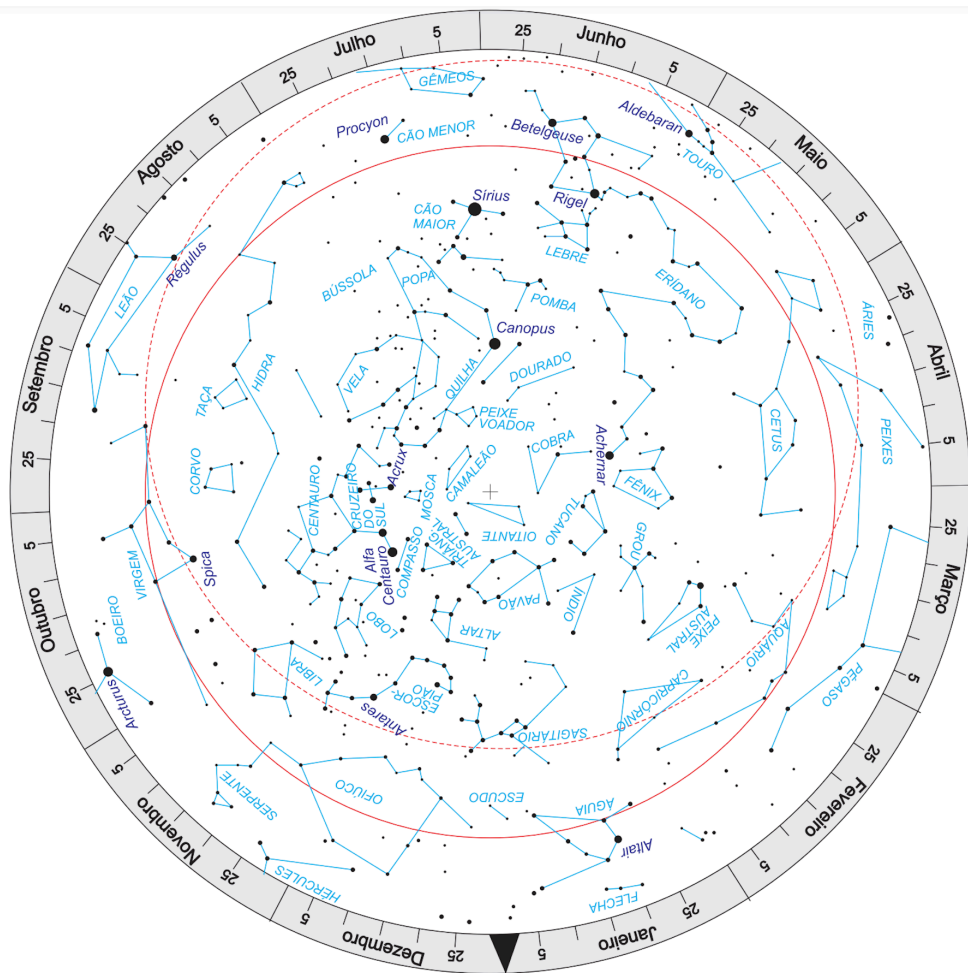
Questão 9) Para cada um dos objetos de céu profundo a seguir, mencione o máximo de informações que puder, como nome popular, número do catálogo de Messier (ou NGC, caso não faça parte do Catálogo de Messier) e a constelação que se localiza. Para auxiliar, a ascensão reta e declinação aproximada de cada objeto estão disponíveis para consulta.







Questão 10) Preencha as cartas celestes na página a seguir, indicando aproximadamente a localização dos objetos da questão 9. Esboce também a localização aproximada das nuvens de Magalhães.



Um grande sensor permitirá uma maior área para coleta de luz. Um pequeno sensor, em outra mão, tem uma área menor, porém o custo de fabricação do mesmo é menor, o que permite cada pixel ter uma eficiência superior. Como as nebulosas ocupam espaços gigantescos no céu, e como as nebulosas tem magnitudes muito altas, o uso de um grande sensor que possibilite a maior coleta de luz na maior área possível é o ideal, pois sensores pequenos apenas vão reduzir a resolução das imagens em Mpx.

Questão 2) 0,74 anos-luz

Em primeiro lugar, devemos calcular a distância focal do telescópio. Convertendo 12 polegadas em mm, temos uma abertura de aproximadamente 305mm. E para descobrir a distância focal, multiplicamos a abertura pela razão focal: temos então, 6100mm. Assim, para descobrirmos a relação de segundos de arco por pixel, utilizamos a seguinte fórmula:

$$\text{arcsec}/\text{pxl} = 206,3 \times \frac{S}{DF}$$

Sendo que S é o tamanho do lado do pixel em micrômetros e DF a distância focal do telescópio em milímetros. Logo,

$$\text{arcsec}/\text{pxl} = 1,268 \times 10^{-1}$$

Com esse valor, podemos determinar quantos segundos de arco tem o diâmetro do eixo maior visto da Terra, sabendo que no sensor, o eixo ocupa 160 pixels:

$$\text{arcsec} = 1,268 \times 10^{-1} \times 160, \text{ aproximadamente } 20,3 \text{ segundos de arco.}$$

Precisamos descobrir então a distância da nebulosa do homúnculo até nós; para isso, utilizamos a fórmula da paralaxe:

$$d(\text{pc}) = \frac{1}{4,3487 \times 10^{-4}} = 2299 \text{ pc, aproximadamente, } 2300 \text{ parsecs ou } 7500 \text{ anos luz.}$$

Para finalmente encontrar o tamanho real em anos luz do raio maior, usamos a seguinte relação:

$$D(\text{ly}) = \frac{d(\text{ly}) \times \text{arcsec}}{206265} = \frac{7,5 \times 10^3 \times 20,3}{206265} = 0,738 \text{ anos-luz.}$$

Questão 3) 480 frames

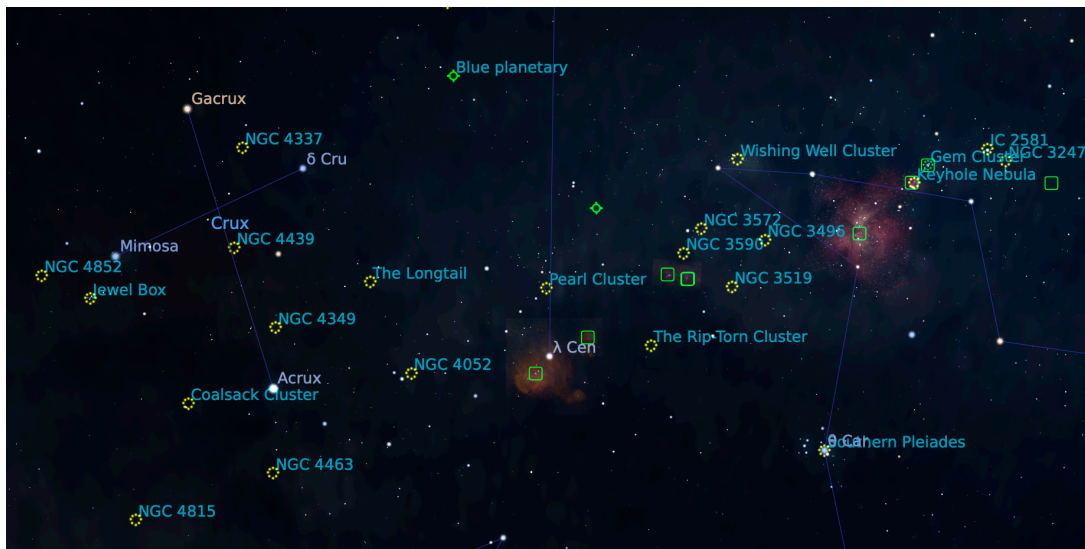
a) Aglomerados: Aglomerado aberto Plêiades do Sul, Aglomerado globular Caixinha de Jóias, Aglomerado aberto do poço dos desejos.

Nebulosas: Complexo de Eta Carinae, Nebulosa da fechadura, Nebulosa do Homúnculo, Nebulosa da estátua da liberdade (abaixo de NGC3590), Nebulosa da “Galinha Correndo” ou Running Chicken (abaixo de Lambda Centauri).

Estrelas: Acrux, Mimosa, Rubídea, Pálida, Intrometida, Lambda Centauri, Eta Carinae.

Constelações: Cruzeiro do Sul, Carina e Centauro.

b) Considerando que serão 10 painéis para um total de 10 horas por filtro, teremos 1h de exposição por painel, por filtro. Em 60 minutos de exposição total, temos 12 frames de 5 minutos cada. Multiplicando 12 frames por filtro para um total de 4 filtros, serão 48 frames por painel, totalizando 480 frames de 5 minutos para conclusão do projeto (100h totais).



Questão 4) letra A

I - Os objetos messiers mencionados estão todos presentes na imagem.

II - O complexo de rho ophiuci pode ser localizado na cabeça do escorpião.

III - A nebulosa da águia é onde os pilares da criação se localizam. Na imagem, pode ser localizada na constelação da serpente, no topo esquerdo.

IV - Todas as constelações citadas estão visíveis.

V - O buraco negro super-massivo do centro galáctico pode não ser observado, porém pode ser localizado, na constelação de Sagitário, onde se localiza o centro galáctico.

VI - Todas as nebulosas citadas estão visíveis.

Dica: para descobrir onde cada objeto está, ligue a função de montagem equatorial no stelarium e encontre a constelação de escorpião, e logo o centro galáctico. Clicando no link dos créditos da foto das questões 6 e 7, o site astrobin proporciona um platesolving que ajudará na identificação de objetos e constelações. PS: aproveite para deslumbrar a galeria desse grande amigo e astrofotógrafo brasileiro :)

Questão 5) letra B

I - Verdadeiro. Nebulosas vermelhas possuem na maioria da sua composição Hidrogênio alfa.

II - Falso. Por mais que algumas nebulosas azuis realmente tenham oxigênio em sua composição, como na nebulosa do anel (M57), sua coloração apresenta-se esverdeada. As nebulosas de cor azulada no céu são nebulosas de reflexão, como as nebulosas vistas ao redor das Plêiades, M45.

III - Falso. O enxofre, por mais que apresente coloração amarela na terra, está presente em pouquíssimas quantidades nas nebulosas. Em filtros de banda estreita, o SII tem cor avermelhada, mesclando-se no interior de nebulosas de emissão vermelhas, misturadas com o Ha. Já a nebulosa de Antares e outras nebulosas amarelas, como o próprio brilho amarelado da via láctea, são causados por nebulosas de reflexão de estrelas tipo G e K.

IV - Verdadeiro. As nebulosas escuras bloqueiam a luz proveniente de trás, e algumas poeiras ainda refletem parte da luz recebida por estrelas próximas, assim, tendo uma cor marrom que se destaca do resto do céu, teoricamente, preto.

Dica: talvez você pense que tenha visto fotos de objetos iguais em cores diferentes, mesmo usando filtros RGB. A verdade é que, a grande maioria de fotos RGB amadoras estão incorretamente calibradas. Para fazer uma calibração de cor propriamente dita, devemos utilizar técnicas que nos permitam comparar espectros de estrelas e então identificá-las no campo, para conseguir a cor mais precisa possível. No programa utilizado para edição oficial das imagens do James Webb, o Pixinsight, existe uma calibração de cores fotométrica (Photometric Color Calibration, ou PCC) que tem como objetivo final adquirir cores mais precisas, estimando como cor branca as estrelas mais brancas da imagem.

Questão 6) 06 minutos de arco, 0.07 arcsec/pxl, 10 UA

a) Para calcular o poder de resolução, temos que a distância focal do telescópio é de 4000mm. Utilizando uma Barlow 2x, para atingir o “sweet spot” da fotografia planetária em f/20, temos que a distância focal do campo será 8000mm. Então:

$$\theta = \frac{1,22 \times \lambda}{Df} = \frac{1.22 \times 685}{8 \times 10^3} = 06'16''$$

b) Utilizamos a seguinte fórmula:

$$\text{arcsec/pxl} = 206,3 \times \frac{S}{DF}$$

Sendo que S é o tamanho do lado do pixel em micrômetros e DF a distância focal do telescópio em milímetros. Logo,

$$\text{arcsec/pxl} = 206,3 \times \frac{2,9}{8 \times 10^3} = 7,478 \times 10^{-2}$$

c) Sabendo que a distância de anel para anel é de 22,5 vezes o diâmetro terrestre:

$$1,2742 \times 10^4 \times 21,9 = 2,79 \times 10^5$$

O diâmetro real de Saturno, de anel para anel, seria de $2,79 \times 10^5$ km.

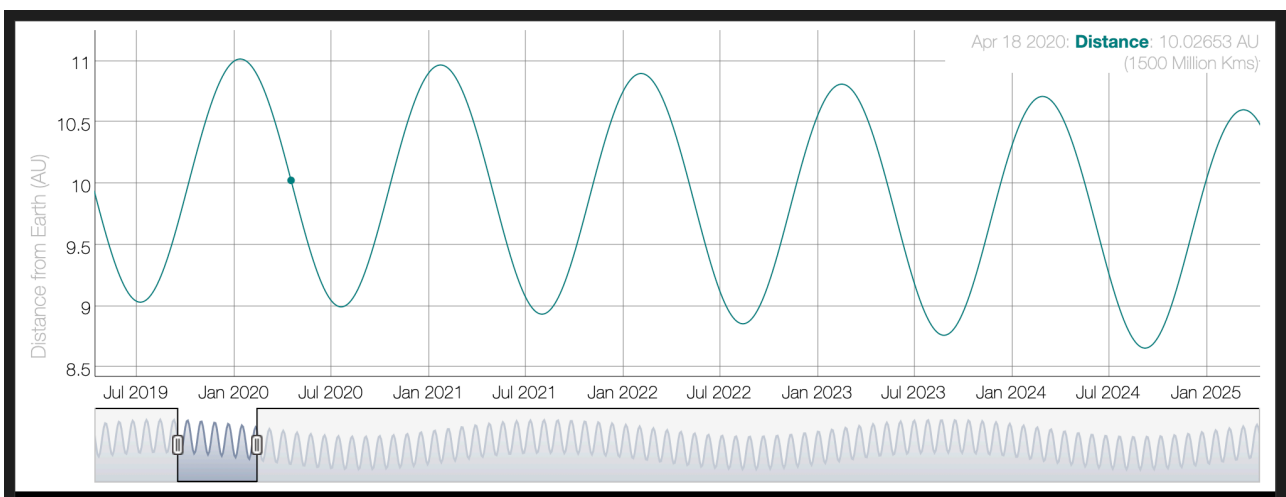
O tamanho do planeta apresentado na imagem é o diâmetro aparente do globo no dia que foi fotografado: 16.54".

Se o diâmetro do anel é 2,33 vezes o diâmetro do globo, tamanho aparente de Saturno, de anel para anel, na data da fotografia, será de 38.54".

Então, a distância de Saturno até Avani, com a técnica dos triângulos, será de:

$$\tan \theta = \frac{2,7 \times 10^5}{D}, \text{ logo: } D = \frac{2,795 \times 10^5}{1,868 \times 10^{-4}} = 1,496 \times 10^9 \text{ km, ou seja, 10UA!}$$

É sério! No dia 19 de abril de 2020, Saturno estava, às 11h da manhã, exatamente a 10,000UA de distância da Terra, veja o gráfico a seguir:



No dia 20, o planeta já estava a 9.9UA de distância da Terra.

Outra forma de consultar a resposta para exercícios do tipo é conferindo os dados disponíveis no Stellarium para aquela data específica.

Questão 7) 21,58

Para resolver essa questão, basta relacionar as duas equações e colocar cada valor no seu devido lugar.

$$Mins = 2 \times \frac{1600}{800} \times \frac{50}{10,4} \times \frac{16}{4^2} = 2 \times 2 \times 4,8 = 19,2 \text{ minutos}$$

para o pico do histograma alcançar 50%.

$$Mag/arcsec^2 = 13,93 + 2.5 \times \log_{10} 19,2 \times 60 = 13,93 + 7,65 = 21,58$$

Para uma interpretação mais completa do exercício, visite o site <https://pbase.com/image/37608572> que ensina como realizar o cálculo do seu SQM local através de single frames.

Questão 8) questão extra de interpretação sobre a PL: alguns fatos importantes a serem considerados

A poluição luminosa não só dificulta a visibilidade de todas as nebulosas, mas especialmente as nebulosas de reflexão, já que não podem ser fotografadas através de filtros de banda estreita.

Além disso todos os animais com tem seu ciclo afetado; os mamíferos desenvolvem um sono prejudicado, resultando em menos energia durante o dia, além de serem facilmente identificados na hora da caça. Os pássaros e insetos ficam desorientados, perdem horas de sono. Já os anfíbios, principalmente os sapos, não se reproduzem durante o dia, ou seja, a população tem reduzido consideravelmente ao redor de centros poluídos. As árvores também interpretam longas horas de baixo de uma luz constante como uma mudança na estação, dificultando o desenvolvimento de frutos. Mesmo em ecossistemas distantes, o sky glow prejudica animais que estão isolados.



Ações diretas para combater a poluição luminosa inclui utilizar campânulas nos postes, direcionando a luz apenas para o chão e reduzindo a luz emitida para o céu (porém, esse método ainda pode causar problemas ecológicos), ligar as luzes apenas em localizações necessárias, e também usar lâmpadas com cores mais quentes, evitando o LED branco, já que o mesmo prejudica o nosso ciclo circadiano e a própria visibilidade de nebulosas em todo o espectro visível. Desligar outdoors desnecessários e iluminações decorativas para árvores, além de eventos em comunidade como “uma noite escura”, onde moradores de uma região pequena desligam as luzes em conjunto para observação celeste.

Questão 9) Objetos em ordem, da esquerda pra direita e de cima pra baixo:

1) M33, Galáxia espiral do Triângulo, tipo espiral SA. Constelação do Triângulo. Relativamente próxima da galáxia de Andrômeda, fica visível na primavera no Brasil, porém não chega ao zênite. Terceiro maior objeto do grupo local de galáxias. Visível com visão indireta em Bortle 3, com magnitude de 5,7.

2) M7, Aglomerado aberto de Ptolomeu. Constelação do Escorpião. Pode chegar no zênite no Brasil, visível no inverno junto com o centro galáctico, a norte da ponta do “anzol do céu”.

3) NGC5128 Galáxia Centaurus A, tipo lenticular (S0). Se localiza na constelação do Centauro, aproximadamente a 4 graus a norte do aglomerado globular Omega Centauri.

4) M16. Nebulosa da Águia, constelação do Sagitário. Dentro dela, encontra-se os pilares da criação. Com magnitude de 6,4, é visível suavemente em céus cristalinos.

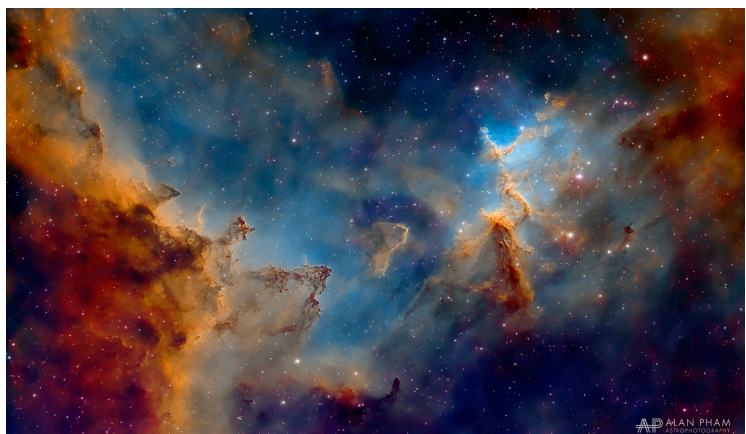
5) NGC6188, Nebulosa dos Dragões de Ara ou Fighting Dragons, visível na constelação de Ara, a sul do Escorpião. Não é visível a olho nu, e dificilmente fotografada sem uma câmera com sensibilidade infravermelha.

6) NGC7000, nebulosa da América do Norte e nebulosa do Pelicano. Próximas da estrela Deneb na constelação do Cisne. Usualmente é identificada pela nebulosa escura no seu centro que divide a América do Norte da nebulosa do Pelicano, ou nebulosa do Golfo do México. Das nebulosas de emissão vistas do hemisfério norte, é uma das maiores e mais brilhantes, com partes que alcançam mag. 4.

7) M83, galáxia do Catavento do Sul. Inspirou o nome da banda, claro. É uma espiral barrada, na constelação da Hydra, com magnitude 7,5. Visível no outono no Brasil, está próxima da constelação do Centauro, podendo ser encontrada com triangulação entre as estrelas pi e gamma centauri.

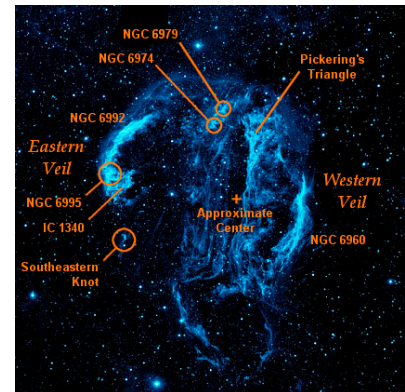
8) M81, galáxia do bode, tipo espiral SA. Constelação da Ursa maior, com uma magnitude de 6,9. Muito próxima da galáxia M82, a galáxia do Cigarro, sofrendo uma influência gravitacional mútua.

9) Nebulosa do Coração e Nebulosa da Alma; localizadas no braço de Perseu na constelação de Cassiopéia. No interior da nebulosa do coração, um dos objetos mais preciosos do céu: o aglomerado Melotte 15 e seus arredores. E outra: a nebulosa da alma parece um gatinho assustado se você olhar com cuidado :D



10) Nebulosa da Cabeça da Bruxa. Uma nebulosa que reflete a luz da estrela Rígel, na constelação de Órion. É extremamente turva, sendo observada apenas através de fotografias em regiões com céus extremamente escuros.

11) Nebulosa Cygnus Loop. Uma remanescente de supernova na constelação do Cisne. Composto de duas nebulosas visualmente separadas, a nebulosa do Véu do Leste e do Oeste. Quando ela explodiu, 15 mil anos atrás, era mais brilhante que Vênus.



12) Híades: a cabeça do Touro, na constelação do Touro. Um aglomerado aberto de estrelas, o mais próximo da Terra, com uma bela mitologia por trás. A estrela mais amarelada é Aldebaran, porém não faz parte do aglomerado.

13) Nebulosa da Lagosta (NGC6357) e da Pata de Gato (NGC6334), localizadas na constelação do Escorpião.

14) Nebulosa da Coroa Austral, na constelação da coroa austral. Uma estupenda nebulosa de reflexão e seu complexo de nebulosidade escura. É uma das nebulosas de formação estelar mais próxima da Terra.

Questão 10) Para reconhecer a localização aproximada de cada objeto, os números indicam a mesma ordem da questão anterior.

