



XIII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica - 2010

PROVA DO NÍVEL 4

(Para alunos do ensino médio)

Sociedade Astronômica Brasileira · Agência Espacial Brasileira · FURNAS

CADERNO DE QUESTÕES

Data da realização da prova (para ter efeito oficial): 14 de MAIO de 2010

Horário da Prova (desde que no dia 14 de Maio): a critério da escola

Duração máxima: 4 horas

É TERMINANTEMENTE PROIBIDO O USO DE CALCULADORAS

Caro participante olímpico,

Esta prova contém perguntas de Astronomia, Astronáutica e Energia. Temos perguntas bem simples e outras que parecem difíceis, mas de fato, só parecem difíceis. Não faríamos perguntas que sabemos que você não teria nenhuma condição de responder. Leia bem os enunciados e, principalmente, raciocine.

Todo ano nos esforçamos para fazer com que os participantes possam aprender com a prova, durante a realização desta e depois. Então, ler as provas anteriores é uma boa forma de aprender. Esperamos também que tenha feito todas as atividades práticas propostas (identificar constelações, comparar as distâncias entre os planetas, comparar volumes da Terra e da Lua) e lançado os foguetes da IV OBFOG!

A prova que você está recebendo possui duas partes: um *Caderno de Respostas*, em que você vai escrever e entregar, a partir dos quais serão dadas as notas e distribuídas as medalhas; e um *Caderno de Questões*, com os textos dos enunciados. Este caderno é SEU: leve-o para casa e guarde. Depois de algumas OBAs, você já terá quase um livro de astronomia!

Quando terminar a prova, veja o gabarito em nossa home page, www.oba.org.br, ou aguarde o(a) prof(a) mostrá-lo. Converse com outros participantes da OBA na comunidade do ORKUT: **Olimpíada de Astronomia – OBA**

BOA OLIMPÍADA!

1) Escalas e Tamanhos

Na lista abaixo, à esquerda, estão listados alguns objetos astronômicos. Se fizéssemos modelos deles em escala, representando a Terra com o tamanho de uma bola de futebol, os demais modelos deveriam corresponder a quais elementos da segunda coluna? Faça as melhores associações possíveis.

1	Vesta (asteróide)
2	Lua
3	Júpiter
4	Sol
5	Antares (estrela supergigante)
6	Estrela de nêutrons
7	Aglomerado das Plêiades
8	Via Láctea

A	Cabeça de alfinete
B	Área central do campo de futebol
C	Bolinha de gude
D	Órbita da Terra
E	Cidade de Belo Horizonte
F	Vaca
G	Bola de tênis
H	Júpiter

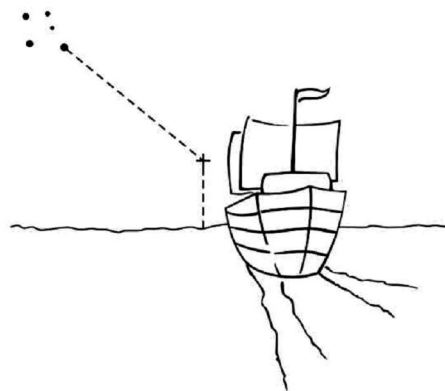


Figura 1: Navegante orientando-se pelo Cruzeiro do Sul

Um navegante está viajando e usa as estrelas para se orientar. No início da viagem, quando ele prolonga a haste, encontra o PSC bem próximo ao horizonte. Algum tempo depois, ao prolongar a haste ele encontra o PSC mais elevado. Mais tempo depois, e o PSC está ainda mais elevado. O navegante então conclui que está viajando em direção ao sul.

2) Para onde olhar?

2a) Desenhe, no mapa do Brasil (no Caderno de respostas), por onde passa a Linha do Equador e por onde passa o Trópico de Capricórnio.

2b) Imagine uma casa quadrada no extremo sul do Brasil, com quatro paredes externas, cada uma com uma janela no seu centro. Cada janela está voltada para cada um dos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste). Existe alguma janela pela qual a luz do Sol nunca entra diretamente? Se sim, qual ou quais?

2c) Imagine uma casa idêntica à anterior, mas construída no extremo norte do Brasil. Existe alguma janela pela qual a luz do Sol nunca entra diretamente? Se sim, qual ou quais?

3) Navegando

Como você deve ter visto na escola, uma pessoa pode se orientar usando a constelação do Cruzeiro do Sul, desde que ela esteja visível no céu. Para isso é necessário prolongar a haste maior do cruzeiro quatro vezes e meia, no sentido da estrela mais brilhante (ver Figura 1). Fazendo isso, você encontra o Pólo Sul Celeste (PSC). A partir dele, prolongando uma linha vertical até o horizonte, você encontra o Ponto Cardeal Sul.

3a) O navegante usa novamente essa técnica em outra viagem; desta vez ele percebe que, ao prolongar a haste três vezes, ele já acha o horizonte. Em que hemisfério da Terra está o navegante? Explique.

3b) E se esse navegante encontrar o pólo no ponto do céu exatamente sobre sua cabeça, aquele ponto que chamamos de zênite? Em que lugar da Terra ele estará?

3c) A partir dos itens anteriores, diga: qual a relação entre a latitude de um lugar e a altura do pólo celeste no céu daquele lugar?

3d) Imagine um navegante em um planeta que orbite uma estrela muito distante da nossa, do outro lado da nossa Galáxia. Ele também conseguiria se localizar usando o truque do Cruzeiro do Sul? Por quê?

4) Fases de Vênus

As fases da Lua são um dos eventos astronômicos mais evidentes; não é à toa que essas fases são importantes para a maior parte dos calendários atuais e antigos. Mas outros astros do nosso céu também apresentam variações da fração iluminada visível (um jeito de dizer o que são as fases). Vênus é um deles, mas como seu disco é muito pequeno no céu, as variações não podem ser notadas a olho nu. O primeiro registro das fases de Vênus foi feito por Galileu Galilei (1564-1642) que observou muitas vezes o planeta com seu telescópio.

De um modo geral, todos os planetas apresentam variações

da fração iluminada visível, mas nem todos apresentam fases como as da Lua. A Lua varia da *fase cheia* (toda parte iluminada visível) passando pelo *quarto minguante* (metade da parte iluminada), pela *fase nova* (nada visível), pelo *quarto crescente* (a outra metade iluminada) até voltar à fase cheia. Abaixo vamos refletir sobre as fases de Vênus.

4a) Faça um desenho indicando a posição do Sol e da Terra, com Vênus em quatro posições: entre a Terra e o Sol, atrás do Sol e nas posições perpendiculares. Considere as órbitas circulares. Vênus, observado da Terra, apresenta todas as quatro fases, como as da Lua? Se não, quais ele apresenta?

4b) Chamamos de Unidade Astronômica (UA) a distância média entre a Terra e o Sol (cerca de 150 milhões de quilômetros). Calcule, em Unidades Astronômicas, a distância de Vênus até a Terra em cada uma das 4 posições do desenho anterior.

Dados:

$$\text{Distância Sol-Terra} = 1 \text{ UA}$$

$$\text{Distância Sol-Vênus} \approx \sqrt{2}/2 \text{ UA (aprox. } 0,7 \text{ UA)}$$

4c) Em cada uma das quatro posições do desenho, que fases a Terra teria se fosse observada por alguém em Vênus?

5) Lei de Hubble

Na OBA do ano passado discutimos o que aconteceria com um Universo infinito, homogêneo e estático: ele poderia se manter em equilíbrio se não houvesse nenhuma perturbação. Entretanto, se algo saísse de seu lugar e tornasse alguma região mais densa, o universo passaria a se contrair (por efeito da gravidade) até colapsar.

Mesmo que não concordemos com esse modelo, ele exemplifica a importância de se observar o movimento dos astros para conhecer a dinâmica do universo.

Um dos astrônomos que fez isso foi o norte-americano Edwin Hubble (1889-1953), no início do século XX.

Medindo as velocidades aparentes de diversas galáxias, ele concluiu duas coisas: que a maioria das galáxias parecia estar se afastando de nós, e que a velocidade de afastamento dependia da distância entre nós e a galáxia. Assim, quanto mais distantes as galáxias, mais rápido elas se afastavam.

O gráfico que Hubble obteve foi parecido com este aqui:

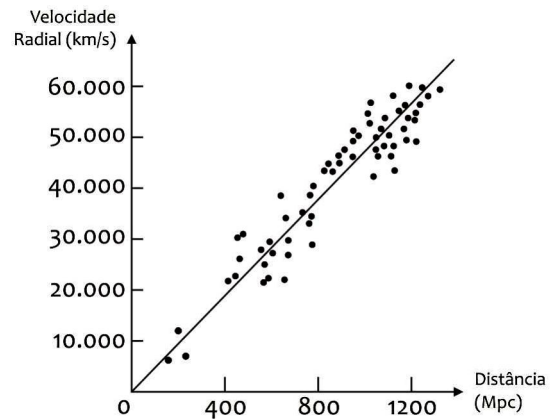


Figura 2: Gráfico da Lei de Hubble
(1 Mpc = 10^6 pc, 1 pc = 3,26 anos-luz)

5a) A partir do gráfico, calcule a taxa de aumento das velocidades galácticas, conforme aumenta a distância. Isso significa: se tivermos uma galáxia mais distante 1 Mpc de outra, esperamos que a velocidade dela seja quantas vezes maior? Essa taxa é conhecida como *constante de Hubble*.

Hoje, a maioria dos astrônomos acredita que os resultados obtidos por Hubble indicam que o universo como um todo está se expandindo. No entanto, existem outras explicações.

5b) Vamos supor que o Universo esteja se expandindo. Neste caso, um observador em outra galáxia, ao medir as velocidades e distâncias das demais galáxias (incluindo a nossa), deveria encontrar o mesmo resultado que Hubble encontrou? Por quê?

5c) Ainda supondo um universo em expansão, represente o Universo em dois momentos diferentes: hoje e muitos anos atrás.

A discussão sobre universos ainda continuará na OBA do próximo ano! Aguarde!

AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ASTRONÁUTICA

6) Sensores e Aplicações

Existem diferentes tipos de sensores espaciais, com diferentes aplicações.

Um dos elementos que fazem os sensores serem diferentes são as frequências de luz que eles podem detectar. Por exemplo, há sensores que podem produzir imagens na região do espectro visível, com aquela luz que nossos olhos também enxergam. Há também aqueles que captam luz infravermelha termal, podendo "fotografar o calor", captando dados que estão relacionados à temperatura do ar e da superfície terrestre. Por fim, há os sensores de radar, que

captam na faixa de microondas; isso permite que estes sensores obtenham imagens da superfície da terra mesmo que haja nuvens na frente (tempo nublado ou chuvoso).

Outra característica dos sensores que pode variar são suas resoluções espacial e temporal. A resolução espacial é a capacidade do sensor de ver objetos pequenos; quanto menores os objetos que o sensor consegue identificar, maior sua resolução espacial. A resolução temporal, por outro lado, é a capacidade do detector de fotografar várias vezes o mesmo objeto ou local; quanto menor o tempo entre as imagens feitas pelo detector, maior sua resolução temporal.

Assim, sensores que possuem resolução espacial média (distinguem, no máximo, objetos de 80 a 20 metros) são bons, por exemplo, para estudar a alteração na cobertura vegetal e no uso da terra. Já os sensores com resolução espacial alta (distinguem objetos de 5 metros ou menos) são mais adequados para detectar objetos relativamente pequenos como árvores, aviões, construções, etc. Os sensores de alta resolução temporal (fotografam com frequência diária) são úteis para estudar fenômenos dinâmicos, como por exemplo os fenômenos meteorológicos.

Com base nessas informações, associe os diferentes tipos de imagens de sensoriamento remoto com as respectivas aplicações. Justifique a resposta para cada item.

1	Detectar ilhas de calor e queimadas	A	Imagens de alta resolução espacial
2	Prever o tempo	B	Imagens de média resolução espacial
3	Estudar objetos urbanos	C	Imagens de radar
4	Mapear áreas encobertas por nuvens	D	Imagens do infravermelho termal
5	Monitorar desmatamento da Amazônia (área superior a $900 \text{ m}^2 = 30 \times 30 \text{ m}$)	E	Imagens de alta resolução temporal

7) Satélites Molniya

Em provas anteriores da OBA, você deve ter ouvido falar dos satélites geoestacionários: aqueles que ficam sempre sobre o mesmo lugar na Terra (porque seu período para completar uma órbita é igual ao período de rotação da Terra). Esses satélites são muito úteis para transmitir sinais de televisão, rádio, telefonia, etc.

Entretanto, para o sistema funcionar, as órbitas dos satélites estacionários devem ser todas próximas ao Equador. Logo, esses satélites não são bons para países muito ao norte ou muito ao sul. Por isso a Rússia desenvolveu um sistema diferente de satélites, chamados de **Molniya**. Trata-se de três satélites com órbitas bastante alongadas, como mostra a Figura 4.

Pelas Leis de Kepler, sabemos que a velocidade dos satélites é função da sua distância ao foco da elipse onde está a Terra. Dessa forma, próximo ao perigeu (o ponto mais próximo à Terra) o satélite vai passar rapidamente; próximo ao apogeu (o ponto mais distante da Terra), ele permanecerá por muito mais tempo. Assim, os astrônomos russos calculam a órbita para que o apogeu esteja por cima da Rússia. Além disso, eles colocam três satélites para que, a qualquer hora do dia, sempre haja pelo menos um satélite sobrevoando o território russo, para poder transmitir sinais.

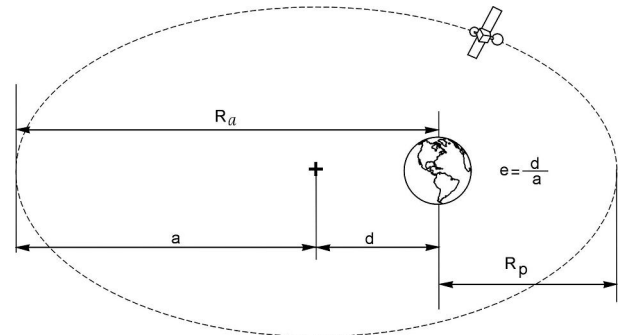


Figura 4: Órbita de um satélite Molniya (o pólo norte da Terra aponta para fora do papel)

Considere o satélite Molniya da Figura 4. Seu apogeu (R_a) está a 45.590 km do centro da Terra; seu perigeu (R_p), a 6.920 km. Utilizando-se dos conceitos geométricos aprendidos na escola, bem como da Figura 4:

- 7a) Calcule o semi-eixo maior (a) da órbita.
7b) Calcule a excentricidade ($e = d / a$) da órbita.

8) VSB-30

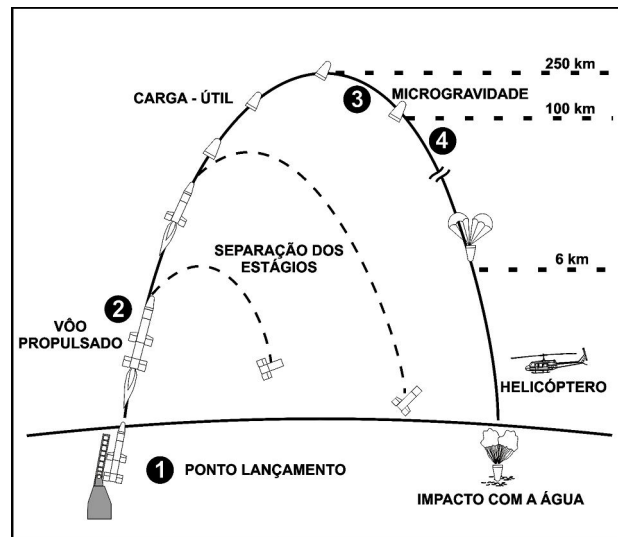


Figura 5: Trajetória do VSB-30

Os foguetes de sondagem VSB-30 são desenvolvidos no Brasil, pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), em São

José dos Campos, SP. Eles são utilizados para realização de experimentos em ambiente de microgravidade.

O VSB-30 é composto por três partes: um módulo de carga útil (com experimentos e paraquedas) e dois foguetes-motores movidos a propelente sólido. O primeiro foguete funciona durante os primeiros 15 segundos, tirando o foguete da superfície e fazendo-o atingir a velocidade de 2.000 km/h. Finda sua queima, este foguete é separado do restante e cai no mar. Então começa a queima do segundo foguete-motor, que funciona por 30 segundos; ele acelera o VSB-30 até a velocidade de 7.200 km/h. Então ele também é separado e cai no mar.

O que sobra é a carga útil do VSB-30, que continua subindo por inércia. No entanto, pelo atrito com a atmosfera e pela gravidade terrestre, sua velocidade vertical vai diminuindo até chegar a zero. Depois ele começa a descer. Perceba que esse ponto de velocidade zero, na direção vertical, é o ponto mais alto que ele atinge, chamado *apogeu* (veja a questão anterior).

Agora a gravidade terrestre acelera o módulo de carga útil em direção à superfície da Terra. Após reentrar na atmosfera (a cerca de 100 km de altitude), o atrito causa grande desaceleração, fazendo com que a velocidade do módulo seja reduzida de 7.000 km/h para 300 km/h. A cerca de 6 km de altitude, os paraquedas são acionados; eles reduzem ainda mais a velocidade da carga útil, para 40 km/h. Após cair no mar, a carga é recuperada por helicóptero e levada à terra firme e os experimentos são recuperados.

8a) A partir da Figura 5, diga qual a altura do apogeu do VSB-30.

8b) Entre o lançamento do VSB-30 e o impacto da carga útil com o mar decorrem 30 minutos. Com base nesta informação e naquelas contidas no enunciado da questão, estime qual a porcentagem do tempo de voo no qual o VSB-30 é propulsionado por foguetes.

Um dos experimentos que voará na carga útil do próximo VSB-30 foi desenvolvido por professores e alunos de escolas municipais de São José dos Campos, SP. Esse experimento pretende avaliar o comportamento de um sistema massa-mola (um corpo preso a uma mola) durante o voo do VSB-30. Veja a Fig. 6.

Sabe-se que diferentes forças corresponderão a diferentes deslocamentos do sistema massa-mola. Dessa forma, se há uma força que puxa a massa para baixo, a mola se distende. Se a força empurra a massa para cima, a mola se comprime. O VSB-30 oferece 6 minutos de microgravidade, correspondente ao período em que voa acima de 100 km de altitude. Durante

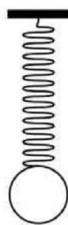


Figura 6.
Massa-mola

esse intervalo de tempo, qualquer objeto solto no interior da carga útil flutuará, assim como os astronautas a bordo das suas espaçonaves. Trata-se da famosa sensação de ausência de peso.

8c) A Figura do caderno de resposta mostra o sistema massa-mola em quatro instantes diferentes do voo, que correspondem aos números 1, 2, 3 e 4 da Figura 5. Considere que o sistema está alinhado com o raio da Terra, isto é, que o sistema massa-mola sempre aponta para baixo. Marque, em cada uma das bolinhas (as massas), o seu número correspondente. Justifique suas respostas.

AQUI COMEÇAM AS QUESTOES DE ENERGIA

9) “Consumo” de Energia

A unidade de energia é o Joule (J). Watt (W) é unidade de potência (= energia / tempo = J / s (Joules por segundo)). Quando você usa energia você “consome” Joules (J) e não potência. Para calcularmos o “consumo” (Joules) de um aparelho, precisamos saber a potência dele e o tempo de consumo (o tempo em que ele ficou ligado) e multiplicar um pelo outro (o tempo sempre em segundos, claro).

9a) Calcule o “consumo” de energia (o número de Joules) de uma lâmpada de 100 W, a qual ficou ligada por 10 horas seguidas. Você vai encontrar um número bem grande de Joules!

9b) Na sua casa tem muitas lâmpadas e aparelhos elétricos, logo o consumo de Joules ao final do mês dará um número muito maior do que aquele do item anterior. Para economizar “zeros” e não espantar os consumidores, as companhias poderiam usar o prefixo mega (M = 1.000.000) para mostrar um número menor na conta. Exprima o seu resultado anterior em MJ (mega Joules).

10) Nas contas de energia elétrica não se vê as unidades Joules, ou MJ, usa-se, contudo, a unidade kWh (quilowatt-hora). Isso porque o Joule é uma unidade muito pequena de energia, enquanto, o kWh, que também é uma unidade de energia, é bem grande, logo, mais conveniente.

10a) Sabendo-se que $k = 1000$, $W = J / s$ e hora = 3.600 segundos, calcule quantos Joules (J) há num kWh.

10b) Exprima seu resultado 9a) em kWh

Observação: Usamos a palavra consumo entre aspas, porque de fato não se consome energia, apenas a transformamos de um tipo em outro.




XIII Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica - 2010

CADERNO DE RESPOSTAS DA PROVA DO NÍVEL 4

(Para alunos do ensino médio)

Sociedade Astronômica Brasileira · Agência Espacial Brasileira · FURNAS

	O que voce achou da prova? 
--	---

Notas:
A Nota Final é a soma das notas de
Astronomia, de Astronáutica e de Energia

Astronomia	Energia	Astronáutica	FINAL

Visto do(a) Prof(a): _____

Dados do(a) aluno(a) (use somente letras de fôrma):

Nome completo:..... Sexo:.....

Endereço: n.º.....

Bairro:..... CEP: _____ - _____ Cidade: Estado: ____

Tel (____) _____ - _____ E-mail: Data de Nascimento ____/____/____
Você não nasceu em 2010!

Série que está cursando: Quantas vezes você já participou da OBA?

Dados da escola onde o(a) aluno(a) estuda:

Nome da escola:.....

Endereço: n.º.....

Bairro:..... CEP: _____ - _____ Cidade: Estado: ____

Tel (____) _____ - _____ Fax (____) _____ - _____ E-mail:

Nome completo do(a) professor(a) representante da Escola junto à OBA:

.....

BOA OLIMPÍADA!

Questão 1 (1 ponto)

(0,1 ponto para cada item certo. Se acertar todos ganha mais 0,2)

1	2	3	4	5	6	7	8

1 - Nota: _____

Questão 2 (1 ponto)

2a) (0,2 pontos)



2a - Nota: _____

2b) (0,4 pontos)

2b - Nota: _____

2c)
(0,4 pontos)

2c - Nota: _____

Questão 3 (1 ponto)

3a) (0,25 pontos)

3a - Nota: _____

3b)
(0,25 pontos)

3b - Nota: _____

3c)
(0,25 pontos)

3c - Nota: _____

3d) (0,25 pontos)

3d - Nota: _____

Questão 4 (1 ponto)

4a) (0,2 pontos)

4a - Nota: _____

4b) (0,4 pontos) *Cálculos:*

Resposta:

4b - Nota: _____

4c) (0,4 pontos)

4c - Nota: _____

Questão 5 (1 ponto)

5a) (0,4 pontos) *Cálculos:*

Resposta:

5a - Nota: _____

5b) (0,4 pontos)

5b - Nota: _____

5c) (0,2 pontos)

5c - Nota: _____

AQUI COMEÇAM AS RESPOSTAS DE ASTRONÁUTICA.

Questão 6 (1 ponto)

(0,2 cada item com justificativa correta. Item certo sem justificativa certa só vale 0,1 ponto)

1	2	3	4	5

Justificativas:

6 – Nota: _____

Questão 7 (1 ponto)

7a) (0,5 pontos) Cálculos:

Resposta:

7a – Nota: _____

7b) (0,5 pontos) Cálculos:

Resposta:

7b – Nota: _____

Questão 8 (1 ponto)

8a) (0,2 pontos) Resposta:

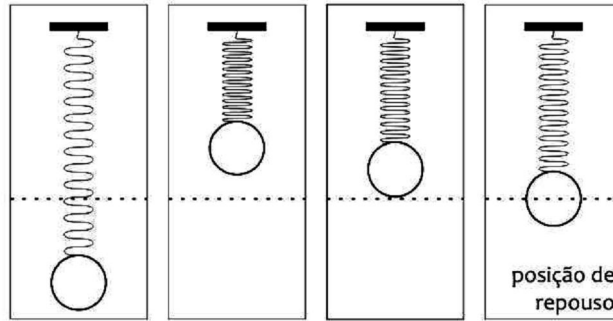
8a – Nota: _____

8b) (0,4 pontos) Cálculos:

Resposta:

8b – Nota: _____

8c) (0,4 pontos: 0,1 ponto para cada item com justificativa. Sem justificativa certa não vale nada.)



<p>8c - Justificativa:</p>	<p>8c - Nota: _____</p>
----------------------------	-------------------------

AQUI COMEÇAM AS RESPOSTAS DE ENERGIA.

Questão 9 (1 ponto)

9a) (0,5 pontos)

9a - Nota: _____

9b) (0,5 pontos)

9b - Nota: _____

Questão 10 (1 ponto)

10a) (0,5 pontos)

10a - Nota: _____

10b) (0,5 pontos)

10b - Nota: _____