

<https://plotboilers.com>. Adaptado.

Levando em consideração que o texto busca caracterizar dois tipos de personagens encontradas nas obras de ficção, responda em português:

- Como o texto caracteriza a personagem estática?
- O que torna atraente a personagem dinâmica?

### Resolução

- Personagens estáticas não sofrem mudanças nem tampouco evoluem quando passam por conflitos ou encontram-se em ambientes estranhos. Possuem apelo natural e não precisam mudar para agradar os leitores. São personagens ideais para representar o tipo heróico, excêntrico ou carismático.**
- Suas imperfeições tornam as personagens dinâmicas interessantes e suas transformações as fazem atraentes.**



<http://www.iwearme.in>. Adaptado.

Com base nas informações do texto, atenda ao que se pede, redigindo em português.

- Cite um benefício do cultivo de algodão orgânico para o meio ambiente. Justifique sua resposta.
- Explique a relação de fazendeiros produtores de algodão orgânico com a comercialização do produto.

### Resolução

- A produção de algodão orgânico ajuda a combater a mudança climática, pois usa menos recursos energéticos; solos orgânicos saudáveis retêm mais carbono, o que ajuda a diminuir em 94% as emissões de gases de efeito estufa.
- Os fazendeiros de algodão orgânico, usando princípios lícitos de comércio, recebem um preço justo por sua produção, o que os impede de serem enganados por intermediários.

O fogo é uma reação em cadeia que libera calor e luz. Três de seus componentes fundamentais são combustível, comburente (geralmente o  $O_2$  atmosférico), que são os reagentes, e calor, que faz os reagentes alcançarem a energia de ativação necessária para a ocorrência da reação. Retirando-se um desses três componentes, o fogo é extinto.

Para combater princípios de incêndio em ambientes domésticos e comerciais, são utilizados extintores de incêndio, equipamentos que contêm agentes extintores, isto é, substâncias ou misturas pressurizadas que retiram pelo menos um dos componentes fundamentais do fogo, extinguindo-o.

Três dos agentes extintores mais comuns são água, bicarbonato de sódio e dióxido de carbono.

- Em qual dos três componentes do fogo (combustível, comburente ou calor) age, respectivamente, a água pressurizada e o dióxido de carbono pressurizado, de forma a extingui-lo? Justifique.
- A descarga inadvertida do extintor contendo dióxido de carbono pressurizado em um ambiente pequeno e confinado constitui um risco à saúde das pessoas que estejam nesse ambiente. Explique o motivo.
- O agente extintor bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ) sofre, nas temperaturas do fogo, decomposição térmica total formando um gás. Escreva a equação química balanceada que representa essa reação.

#### Resolução

- a) A água pressurizada age principalmente por resfriamento, devido à sua propriedade de absorver grande quantidade de calor. Logo, a água atua sobre o *calor*, diminuindo a temperatura.

O gás carbônico ( $CO_2$ ) diminui o contato do oxigênio com o combustível. Portanto, o gás carbônico age sobre o *comburente*.

- b) O  $CO_2$  é um óxido ácido e sua inalação gera acidose no plasma sanguíneo, o que constitui risco à saúde. A reação que ocorre pode ser representada pela equação:



O aumento da concentração de  $CO_2$  desloca o equilíbrio acima para a direita, aumentando a concentração de  $H^+$  no sangue e, consequentemente, diminuindo o pH.



Em navios porta-aviões, é comum o uso de catapultas para lançar os aviões das curtas pistas de decolagem. Um dos possíveis mecanismos de funcionamento dessas catapultas utiliza vapor de água aquecido a 500 K para pressurizar um pistão cilíndrico de 60 cm de diâmetro e 3 m de comprimento, cujo êmbolo é ligado à aeronave.

Após a pressão do pistão atingir o valor necessário, o êmbolo é solto de sua posição inicial e o gás expande rapidamente até sua pressão se igualar à pressão atmosférica (1 atm). Nesse processo, o êmbolo é empurrado, e o comprimento do cilindro é expandido para 90 m, impulsionando a aeronave a ele acoplada. Esse processo dura menos de 2 segundos, permitindo que a temperatura seja considerada constante durante a expansão.

- Calcule qual é a pressão inicial do vapor de água utilizado nesse lançamento.
- Caso o vapor de água fosse substituído por igual massa de nitrogênio, nas mesmas condições, o lançamento seria bem sucedido? Justifique.

Note e adote:

Constante universal dos gases:

$$R = 8 \times 10^{-5} \text{ atm m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1};$$

$$\pi = 3;$$

Massas molares:

$$\text{H}_2\text{O} \dots\dots 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{N}_2 \dots\dots 28 \text{ g/mol}$$

### Resolução

- a) **Volume do cilindro:**  $V = \pi r^2 \cdot h$

**r:** raio do cilindro

**h:** comprimento do cilindro

**inicial:**  $h_1 = 3\text{m}$

**final:**  $h_2 = 90\text{m}$

$$P_1 = ?$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$T_1 = 500\text{K}$$

$$T_2 = 500\text{K}$$

Como nessa expansão, a quantidade em mols permanece constante, podemos utilizar a equação geral dos gases.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 \pi r^2 h_1}{T_1} = \frac{P_2 \pi r^2 h_2}{T_2}$$

$$P_1 \cdot 3\text{m} = 1 \text{ atm} \cdot 90\text{m}$$

$$P_1 = 30 \text{ atm}$$

b) A quantidade em mols (n) diminui ao substituir o vapor d'água pela mesma massa do gás nitrogênio.

$$\text{H}_2\text{O}: M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{N}_2: M_{\text{N}_2} = 28 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{18}; n_{\text{N}_2} = \frac{m}{28}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} > n_{\text{N}_2}$$

A pressão inicial utilizando o gás nitrogênio será menor, pois a quantidade em mols diminui a 0,64 ou 64% da inicial.

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 18 = n_{\text{N}_2} \cdot 28$$

$$\frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{18}{28} \cong 0,64$$

Cálculo da pressão inicial do  $\text{N}_2$ :

$$100\% \text{ ————— } 30 \text{ atm}$$

$$64\% \text{ ————— } p_{\text{N}_2}$$

$$p_{\text{N}_2} = 19,2 \text{ atm}$$

O comprimento devido à expansão do gás nitrogênio será:

$$100\% \text{ ————— } 90\text{m}$$

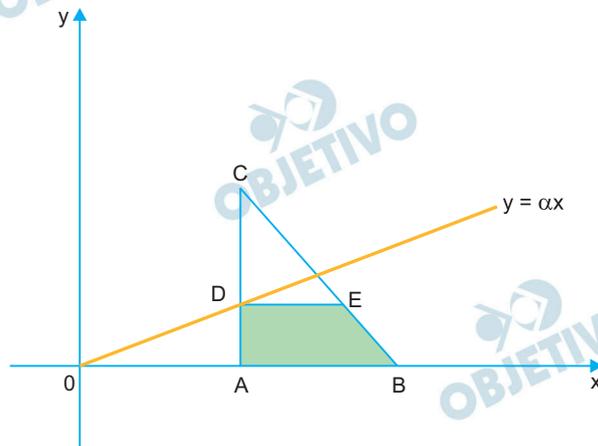
$$64\% \text{ ————— } h$$

$$h = 57,60\text{m}$$

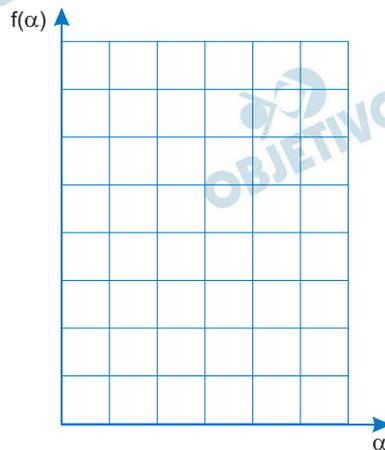
Provavelmente, o lançamento não será bem sucedido, pois a pressão inicial e o comprimento serão menores dos que ocorrem com o vapor d'água nas mesmas condições.

# 5

No plano cartesiano real, considere o triângulo ABC, em que  $A = (5,0)$ ,  $B = (8,0)$ ,  $C = (5,5)$ ,  $y = \alpha x$ ,  $0 < \alpha < 1$ . Seja  $f(\alpha)$  a área do trapézio ABED, em que D é a intersecção da reta  $y = \alpha x$  com a reta de equação  $x = 5$ , e o segmento DE é paralelo ao eixo Ox.

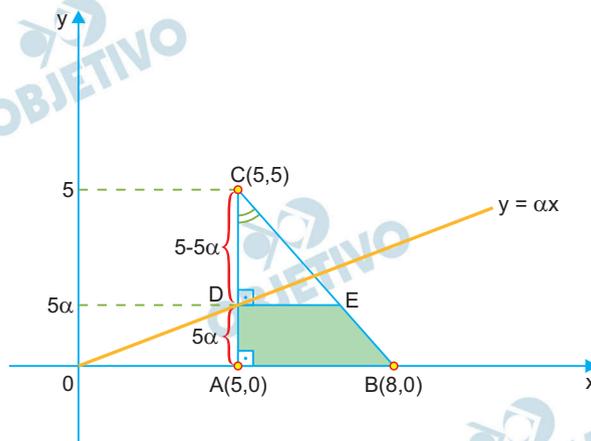


- Encontre o comprimento do segmento DE em função de  $\alpha$ .
- Expresse  $f(\alpha)$  e esboce o gráfico da função  $f$ .



## Resolução

A partir do enunciado, temos a seguinte figura



- a) Os triângulos CDE e CAB são semelhantes pelo critério AA, pois  $\overline{DE}$  é paralelo ao eixo Ox, assim:

$$\frac{5 - 5\alpha}{5} = \frac{DE}{3} \Rightarrow 5DE = 15 - 15\alpha \Rightarrow$$

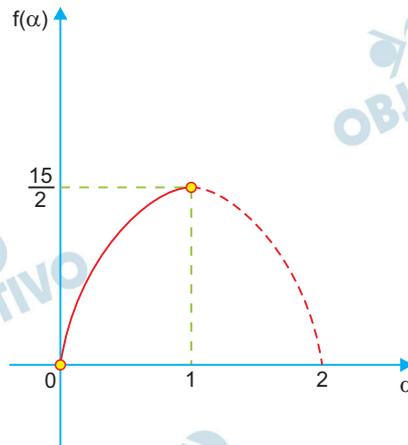
$$\Rightarrow DE = 3 - 3\alpha \Rightarrow DE = 3(1 - \alpha)$$

b)  $f(\alpha) = \frac{(AB + DE) \cdot AD}{2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow f(\alpha) = \frac{(3 + 3 - 3\alpha) \cdot 5\alpha}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f(\alpha) = \frac{(6 - 3\alpha) \cdot 5\alpha}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f(\alpha) = -\frac{15\alpha^2}{2} + 15\alpha, \text{ cujo gráfico é}$$



pois  $0 < \alpha < 1$

Respostas: a)  $DE = 3(1 - \alpha)$

b)  $f(\alpha) = -\frac{15\alpha^2}{2} + 15\alpha$

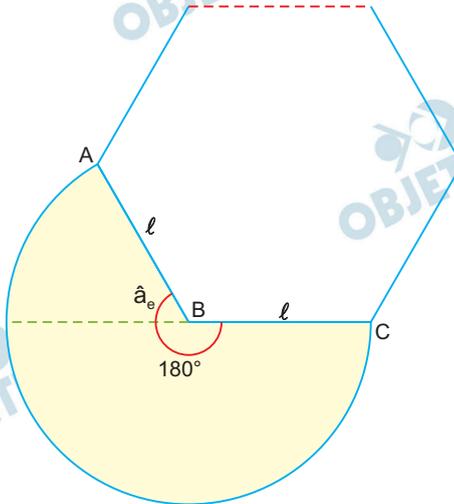
Ver gráfico.

Uma cerca tem formato de um polígono regular de  $n$  lados, cada lado com comprimento  $\ell$ . A égua Estrela pasta amarrada à cerca por uma corda, também de comprimento  $\ell$ , no exterior da região delimitada pelo polígono. Calcule a área disponível para pasto supondo que:

- a extremidade da corda presa à cerca está fixada num dos vértices do polígono;
- a extremidade da corda pudesse deslizar livremente ao longo de todo o perímetro da cerca.

### Resolução

a)



Seja  $\hat{a}_e$  a medida do ângulo externo do polígono,

$$\text{temos: } \hat{a}_e = \frac{360^\circ}{n}$$

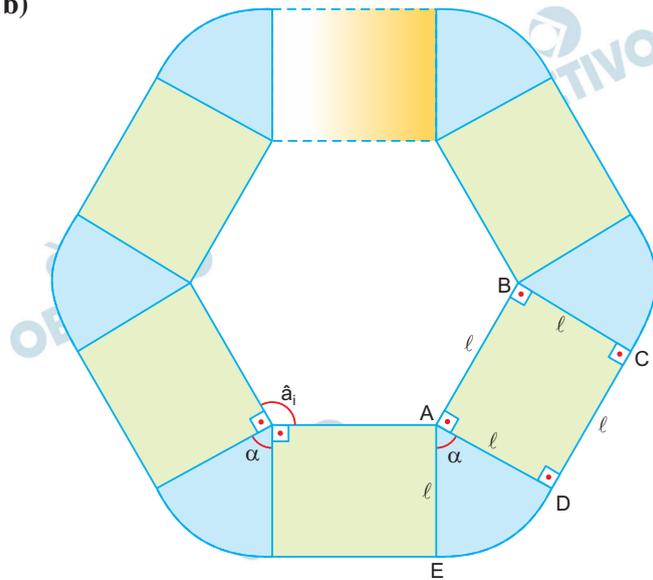
A área disponível para pasto é a área do setor circular ABC sombreado da figura.

Assim, sendo  $S$  a área disponível para pasto, temos:

$$S = \frac{\hat{a}_e + 180^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \ell^2 = \frac{\frac{360^\circ}{n} + 180^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \ell^2 =$$

$$= \frac{180^\circ \cdot \frac{2+n}{n}}{360^\circ} \cdot \pi \ell^2 \Rightarrow S = \frac{2+n}{2n} \cdot \pi \ell^2$$

b)



Seja  $\hat{\alpha}_i$  a medida do ângulo interno do polígono e  $\hat{\alpha}_e$  a medida do ângulo externo do polígono, temos:

$$\hat{\alpha}_i + 90^\circ + \alpha + 90^\circ = 360^\circ \Rightarrow \hat{\alpha}_i + \alpha = 180^\circ$$

Como  $\hat{\alpha}_i + \hat{\alpha}_e = 180^\circ$ , podemos concluir que  $\alpha = \hat{\alpha}_e$

e, portanto,  $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$

Assim, a área disponível para pasto será  $n$  vezes a área do quadrado ABCD mais  $n$  vezes a área do setor circular ADE.

Logo, a área  $S$  disponível para pasto é dada por:

$$\begin{aligned} S &= n \cdot \ell^2 + n \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot \pi \ell^2 = \\ &= n \ell^2 + n \cdot \frac{360^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{n}{360^\circ} \cdot \pi \ell^2 \Rightarrow S = \ell^2 \cdot (n + \pi) \end{aligned}$$

Respostas: a)  $\frac{2 + n}{2n} \cdot \pi \ell^2$

b)  $S = \ell^2 \cdot (n + \pi)$

Em um torneio de xadrez, há  $2n$  participantes.

- a) Na primeira rodada, há  $n$  jogos. Calcule, em função de  $n$ , o número de possibilidades para se fazer o empareiramento da primeira rodada, sem levar em conta a cor das peças.
- b) Suponha que 12 jogadores participem do torneio, dos quais 6 sejam homens e 6 sejam mulheres. Qual é a probabilidade de que, na primeira rodada, só haja confrontos entre jogadores do mesmo sexo?

### Resolução

a) Existem:

$C_{2n;2}$  formas de escolher os participantes do 1º jogo,

$C_{(2n-2);2}$  formas de escolher os participantes do 2º jogo,

$C_{(2n-4);2}$  formas de escolher os participantes do 3º jogo,

⋮

$C_{2;2}$  formas de escolher os participantes do  $n$ º jogo.

Como os jogos podem permutar entre si (por exemplo, o primeiro jogo poderia ser o segundo e o segundo poderia ser o primeiro), o número de empareiramentos é

$$\frac{C_{2n;2} \cdot C_{(2n-2);2} \cdot C_{(2n-4);2} \cdots C_{2;2}}{P_n} =$$

$$= \frac{(2n)!}{(2n-2)! \cdot 2!} \cdot \frac{(2n-2)!}{(2n-4)! \cdot 2!} \cdot \frac{(2n-4)!}{(2n-6)! \cdot 2!} \cdots \frac{2!}{0! \cdot 2!} =$$

$$= \frac{(2n)!}{2^n \cdot n!}$$

b) Para 12 participantes, existem

$$\frac{(12)!}{2^6 \cdot 6!} \text{ formas de empareirar.}$$

Existem  $\frac{C_{6;2} \cdot C_{4;2} \cdot C_{2;2}}{P_3} = \frac{6!}{2^3 \cdot 3!}$  formas de empareirar as mulheres entre si e, de forma

análoga,  $\frac{6!}{2^3 \cdot 3!}$  formas de empareirar os homens entre si.

Assim, a probabilidade pedida é

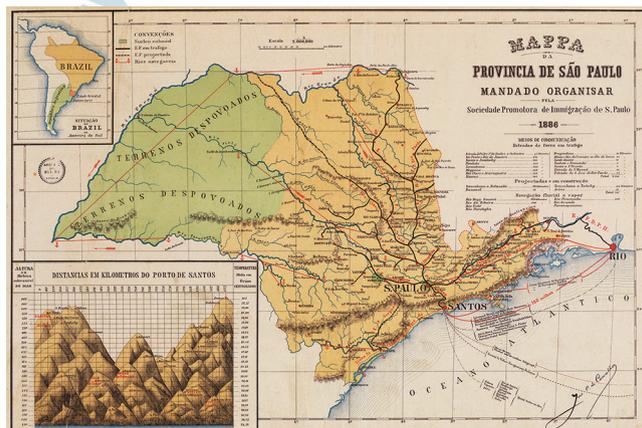
$$P = \frac{\frac{6!}{2^3 \cdot 3!} \cdot \frac{6!}{2^3 \cdot 3!}}{\frac{(12)!}{2^6 \cdot 6!}} =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(6!)^3}{(3!)^2 \cdot (12!)} = \frac{6! \cdot 6! \cdot 6!}{3! \cdot 3! \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6!} \\ &= \frac{\cancel{6} \cdot \cancel{5} \cdot \cancel{4} \cdot 6 \cdot \cancel{5} \cdot 4}{\cancel{12} \cdot 11 \cdot \cancel{10} \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{11 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7} = \frac{5}{231} \end{aligned}$$

Respostas: a)  $\frac{(2n)!}{2^n \cdot n!}$

b)  $\frac{5}{231}$

Este mapa da Província de São Paulo foi elaborado em 1886, sob encomenda da Sociedade Promotora da Imigração (SPI).



Arquivo Público do Estado de São Paulo. Memória Pública.  
Adaptado.

- Identifique, no mapa, dois elementos de propaganda empregados pela SPI para atingir seus objetivos.
- Caracterize sucintamente o quadro econômico e político que motivou a criação da SPI e a elaboração do mapa.

#### Resolução

- Facilidade de comunicações marítimas entre São Paulo e a Europa, pressupondo a possibilidade, para o imigrante, de manter os laços com sua terra natal. A perspectiva, para os recém-chegados, de virem a se tornar proprietários de terras, sugerindo pela expressão “Terrenos despovoados”. Configuração de um quadro geral de progresso, representado pela expansão da malha ferroviária e pela presumível facilidade de comunicações entre litoral e interior.**
- Quadro econômico: expansão da cafeicultura pelo Oeste Paulista e necessidade de mão-de-obra imigrante, para compensar a crescente escassez de escravos e suprir com trabalhadores europeus as demandas das novas regiões cultivadas.**

**Quadro político: crescente importância da burguesia cafeeira de São Paulo, levando à priorização de seus interesses em um contexto de crise política da Monarquia Brasileira. Nesse cenário, avultava a exigência de braços para a lavoura cafeeira, resultando na criação da Sociedade Promotora da Imigração e, como síntese desse projeto, na elaboração de um mapa que atraísse os imigrantes com expectativas de enriquecimento.**

Leia os textos e, em seguida, atenda ao que se pede.

*Queridos amigos, conhecidos e estranhos, meus conterrâneos queridos e toda a humanidade: Em poucos minutos possivelmente uma nave espacial irá me levar para o espaço sideral. O que posso dizer-lhes sobre estes últimos minutos? Toda a minha vida parece se condensar neste momento único e belo. Tudo que eu fiz e vivi foi para isso!*

Yuri Gagarin. Cosmonauta russo da primeira missão tripulada da História, a bordo da *Vostok I*, lançada no dia 12 de abril de 1961.

*Ground Control to Major Tom*

*Your circuit's dead, there's something wrong*

*Can you hear me, Major Tom?*

*Can you hear me, Major Tom?*

*Can you hear me, Major Tom?*

*Can you...*

*Here I am floating 'round my tin can*

*Far above the Moon*

*Planet Earth is blue*

*And there is nothing I can do*

“Space Oddity”, David Bowie, LP *Space Oddity*, 1969.

- Indique a que conquista cada um dos autores se refere e seu significado simbólico no contexto internacional da época.
- Explique de que maneira cada um dos textos representa a tensão política e os conflitos internacionais dos anos 1960.

### **Resolução**

- Os dois “autores” (desde que se considerem as palavras de Gagarin como um texto literário), referem-se à conquista do espaço pela URSS e Estados Unidos. Significados simbólicos: enquanto o pronunciamento de Gagarin celebra a culminação de uma série de êxitos soviéticos, a letra de Bowie alude, de forma ficcional, aos fracassos colhidos pelos norte-americanos nesse mesmo processo.
- Os dois textos referem-se à instabilidade política provocada pelas tensões da Guerra Fria, tendo na corrida espacial um de seus aspectos mais evidentes, com intensa exposição perante a opinião pública. Além da escalada norte-americana na Guerra do Vietnã e da continuidade das tensões russo-estadunidenses, a década de 1960 foi marcada pela rebelião de grande parte da

juventude ocidental, com expectativas de substituir o *establishment* capitalista por uma “contra-cultura” alternativa fundamentada em valores pacifistas, comunitaristas e ecológicos.

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

*Desde 1930, somente cinco presidentes eleitos pelo voto popular, excluídos os vices, completaram seus mandatos: Eurico Gaspar Dutra (1946-1951), Juscelino Kubitschek (1956-1961), Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2010) e Dilma Rousseff (2011-2014). Quatro não completaram: Getúlio Vargas (1951-1954), Jânio Quadros (1961), Fernando Collor (1990-1992) e Dilma Rousseff (2015-2016). Além disso, sete não foram eleitos pelo voto direto: Getúlio Vargas (1930-1945), Castelo Branco (1964-1967), Costa e Silva (1967-1969), Garrastazu Médici (1969-1974), Ernesto Geisel (1974-1979), João Figueiredo (1979-1985) e José Sarney (1985-1990).*

J. M. de Carvalho. **Brasil não soube assimilar entrada do povo na vida política, diz historiador.**

<http://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima>. Acessada em 10/09/2017.

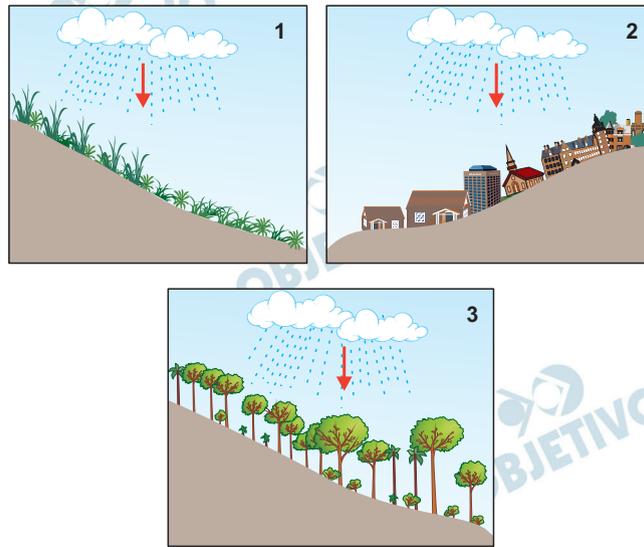
A partir do recorte temporal estabelecido pelo autor, indique o período mais extenso de

- ininterrupta estabilidade democrática, apontando duas de suas características político-institucionais;
- contínua ruptura democrática, apontando duas de suas características político-institucionais.

#### **Resolução**

- Período de maior estabilidade democrática: governos de Fernando Henrique Cardoso e Luiz Inácio Lula da Silva (1994-2010), caracterizados pela equilíbrio entre Executivo e Legislativo com pouca interferência do Judiciário, e respeito à normas e instituições democráticas.**
- Ditadura militar (1964-1985), caracterizada pela hipertrofia do Poder Executivo, pelo desrespeito a normalidade institucional, pela redução do papel da classe política e pela violação dos direitos humanos.**

As figuras representam um mesmo evento chuvoso em três bacias hidrográficas semelhantes e próximas, mas em diferentes situações de cobertura vegetal e de uso da terra.



Comportamento da vazão dos três rios



<http://www.meted.ucar.edu/hydro/>. Adaptado.

O gráfico representa o comportamento da vazão dos rios de cada uma das três bacias, após esse mesmo evento chuvoso.

- a) Identifique, na página de respostas, qual o número da bacia hidrográfica que corresponde a cada uma das três curvas de comportamento da vazão apresentadas no gráfico: Y, Z e W.

Y \_\_\_\_\_

Z \_\_\_\_\_

W \_\_\_\_\_

- b) Analise e explique a seguinte afirmação, presente em estudos recentes de avaliação do impacto humano em processos físicos da superfície: *A forma como utilizamos a superfície terrestre, por si só, já se constitui num quadro de mudança potencial para desencadear eventos extremos com efeitos indesejáveis.* Cite um exemplo.

### **Resolução**

- a) A relação gráfico/imagem é a seguinte:  
Imagem nº 1-Z; imagem nº 2-Y e imagem nº 3-W.
- b) As alterações ambientais indesejadas se darão pelo próprio desenvolvimento da humanidade e são consequência de seu crescimento numérico, espacial e tecnológico. É praticamente impossível desenvolver-se e manter intactos os ambientes naturais.

Assim, a drenagem de um terreno ou, mais propriamente, o comportamento do escoamento das águas superficiais reflete fundamentalmente dois fatores: a topografia e a qualidade da cobertura vegetal.

Nas áreas onde a cobertura vegetal é mais densa, o escoamento é mais lento; inversamente, nas áreas com cobertura menos densa ou desprovidas de cobertura vegetal, o escoamento é mais rápido e, por extensão, mais intenso o processo de erosão. Sendo assim, pode-se citar como exemplos: nas áreas urbanas – onde o solo foi impermeabilizado e o escoamento superficial otimizado – uma consequência indesejável é a ocorrência de inundações nos fundos de vales, e/ou os deslizamento de terra e de rochas nas áreas mais íngremes.

*A expansão da agropecuária capitalista, no Brasil, referenciada no modelo agroexportador, se consolida territorialmente no que denominamos de Polígono do Agro-hidronegócio, a contar com o Oeste de São Paulo, Leste do Mato Grosso do Sul, Noroeste do Paraná, Triângulo Mineiro e Sul-Sudoeste de Goiás. Está-se diante de 80% das plantações de cana-de-açúcar, também de concentração das plantas agroprocessadoras, de produção de álcool e de açúcar do país, bem como de 30% das terras com soja e locais onde se registram os maiores avanços em termos de área com plantações de eucaliptos (...).*

Antonio Thomaz Júnior, O Agro-hidronegócio no centro das disputas territoriais e de classe no Brasil do século XXI, CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v.5, n.10, p.92, ago. 2010. Adaptado.

- a) Indique duas características que definem o agro-hidronegócio no referido Polígono.
- b) Apresente duas justificativas para a elevada concentração da produção de cana-de-açúcar brasileira nesta região.

#### **Resolução**

- a) **O agro-hidronegócio é uma modalidade da agricultura empresarial que se diferencia pela apropriação de recursos hídricos, visando transformá-los em produtos interessantes ao mercado.**  
**Por ser a água um insumo estratégico para esta modalidade de agronegócio, seu aproveitamento exigiu o desenvolvimento tecnológico, modernas técnicas de irrigação, e foi favorecido pela abundância de recursos hídricos na área drenada pela rede hidrográfica do Paraná, situada sobre o Aquífero Guarani.**
- b) **O desenvolvimento do setor canavieiro nesta região deve-se à presença de vastas áreas aplainadas que favorecem a mecanização, o clima – tropical – macrotérmico úmido com chuvas sazonais que determinam o ritmo do ciclo hidrológico, grandes extensões de solos férteis ou facilmente adaptados às demandas da agropecuária moderna, a proximidade do mercado consumidor, de corredores de exportação e também por ser uma região muito bem servida por infraestrutura de irrigação, transportes e de energia, além da concentração de capitais e do desenvolvimento de tecnologia.**

Uma pessoa que vive numa cidade ao nível do mar pode ter dificuldade para respirar ao viajar para La Paz, na Bolívia (cerca de 3600 m de altitude).

- a) Ao nível do mar, a pressão barométrica é 760 mmHg e a pressão parcial de oxigênio é 159 mmHg. Qual é a pressão parcial de oxigênio em La Paz, onde a pressão barométrica é cerca de 490 mmHg?
- b) Qual é o efeito da pressão parcial de oxigênio, em La Paz, sobre a difusão do oxigênio do pulmão para o sangue, em comparação com o que ocorre ao nível do mar? Como o sistema de transporte de oxigênio para os tecidos responde a esse efeito, após uma semana de aclimatação do viajante?

### Resolução

- a) A porcentagem de oxigênio em mols no ar é *praticamente* constante (21%) e *independe* da altitude.

$$760 \text{ mmHg} \text{ ————— } 100\%$$

$$159 \text{ mmHg} \text{ ————— } x$$

$$x = \frac{159 \cdot 100\%}{760} = 20,9\%$$

Em La Paz, a pressão atmosférica é 490 mmHg e, portanto, a pressão parcial de oxigênio será:

$$490 \text{ mmHg} \text{ ————— } 100\%$$

$$P \text{ ————— } 20,9\%$$

$$P = 102,5 \text{ mmHg}$$

Outra resolução:

$$P_{\text{atm}} \qquad P_{\text{O}_2}$$

$$760 \text{ mmHg} \text{ ————— } 159 \text{ mmHg}$$

$$490 \text{ mmHg} \text{ ————— } P$$

$$P = 102,5 \text{ mmHg}$$

- b) O ar em La Paz é rarefeito. A pressão parcial de oxigênio é de 102,5 mmHg e, conseqüentemente, a difusão do oxigênio do pulmão para o sangue é menor, quando comparada com o que ocorre no nível do mar. Durante a aclimatação do indivíduo, a medula óssea vermelha acelera a produção de hemácias, para fornecer aos tecidos a quantidade necessária de oxigênio às células do corpo. O transporte de oxigênio pela hemoglobina pode ser equacionado por:



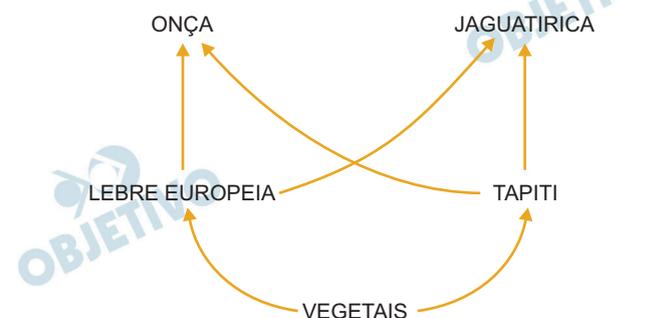
Com a diminuição de  $\text{O}_2$ , o transporte de oxigênio é menor e, portanto, haverá formação de maior quantidade de hemoglobina pelo organismo do viajante. Isso provoca um aumento da concentração de  $\text{HbO}_2$ .

O tapiti é um coelho nativo do Brasil, habitante típico de campos, cerrado ou, mesmo, bordas das matas. Tem hábitos noturnos e, durante o dia, fica escondido em meio à vegetação ou em tocas. Alimentase de vegetais, especialmente brotos e raízes. A quantidade desses animais está cada vez menor pela presença da lebre europeia, que foi introduzida no Brasil. A lebre europeia também se alimenta de vegetais, e tanto o tapiti como a lebre são caças apreciadas por jaguatiricas e onças.

- Represente esquematicamente a teia alimentar mencionada no texto.
- Cite duas interações interespecíficas apontadas no texto e justifique sua resposta.

### Resolução

- A teia alimentar é:



- As relações interespecíficas presentes são a *competição*, onde a lebre europeia e o tapiti utilizam os mesmos vegetais em sua alimentação. Essa relação também ocorre entre os felinos que se nutrem da lebre europeia e do tapiti. Observa-se *predação* quando a onça e a jaguatirica caçam a lebre europeia e o tapiti.

O prêmio Nobel de Física de 2017 foi conferido aos três cientistas que lideraram a colaboração LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), responsável pela primeira detecção direta de ondas gravitacionais, ocorrida em 14 de setembro de 2015. O LIGO é constituído por dois detectores na superfície da Terra, distantes 3.000 quilômetros entre si. Os sinais detectados eram compatíveis com os produzidos pela fusão de dois buracos negros de massas aproximadamente iguais a 36 e 29 massas solares. Essa fusão resultou em um único buraco negro de 62 massas solares a uma distância de 1,34 bilhão de anos-luz da Terra.

- A detecção foi considerada legítima porque os sinais foram registrados com diferença de tempo compatível com a distância entre os detectores. Considerando que as ondas gravitacionais se propaguem com a velocidade da luz, obtenha a maior diferença de tempo,  $\Delta t$ , que pode ser aceita entre esses registros para que os sinais ainda sejam considerados coincidentes.
- Foi estimado que, no último 0,2s da fusão, uma quantidade de energia equivalente a três massas solares foi irradiada sob a forma de ondas gravitacionais. Calcule a potência,  $P$ , irradiada.
- A emissão decorrente da fusão desses dois buracos negros deu origem a ondas gravitacionais, cuja potência irradiada foi maior do que a potência irradiada sob a forma de ondas eletromagnéticas por todas as estrelas do Universo. Para quantificar esta afirmação, calcule a potência total irradiada pelo Sol. Obtenha o número  $N$  de sóis necessários para igualar a potência obtida no item b.

Note e adote:

Equivalência massa-energia:  $E = mc^2$ .

Velocidade da luz:  $c = 3,0 \cdot 10^8$  m/s.

Massa do Sol:  $2,0 \cdot 10^{30}$  kg.

Intensidade da luz irradiada pelo Sol, incidente na órbita da Terra:  $1,4$  kW/m<sup>2</sup>.

Distância Terra-Sol:  $1,5 \cdot 10^{11}$  m.

Área da superfície de uma esfera de raio  $R$ :  $4\pi R^2$ .

$\pi = 3$ .

### Resolução

- a) O intervalo de tempo pedido  $\Delta t$  é dado por:

$$\Delta s = V \Delta t \text{ (movimento uniforme)}$$

$$3000 \cdot 10^3 = 3,0 \cdot 10^8 \Delta t$$

$$\Delta t = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{s}$$

b) Para três massas solares, temos:

$$E = mc^2$$

$$E = (3 \cdot 2,0 \cdot 10^{30}) \cdot (3,0 \cdot 10^8)^2 \text{ (J)}$$

$$E = 5,4 \cdot 10^{47} \text{ J}$$

A potência P irradiada será dada por:

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{5,4 \cdot 10^{47}}{0,2} \text{ (W)}$$

$$P = 2,7 \cdot 10^{48} \text{ W}$$

c) A intensidade da potência irradiada por “um” sol pode ser determinada por:

$$I = \frac{P_{\text{sol}}}{\text{Área}}$$

$$P_{\text{sol}} = I \cdot \text{Área} = I \cdot 4\pi R^2$$

$$P_{\text{sol}} = 1,4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 \text{ (W)}$$

$$P_{\text{sol}} = 3,78 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

O número mínimo de sóis será dado por:

$$1 \text{ sol} \text{ — } 3,78 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

$$N \text{ — } 2,7 \cdot 10^{48} \text{ W}$$

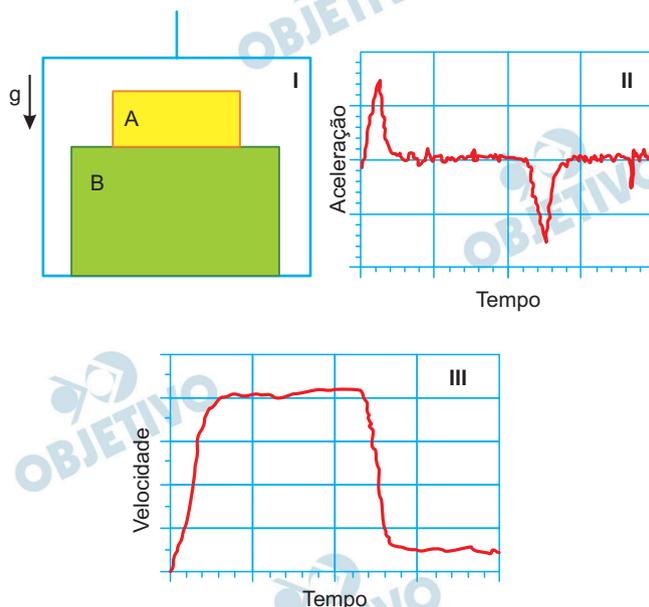
$$N \cong 7,1 \cdot 10^{21}$$

Respostas: a)  $\Delta t = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{s}$

$$\text{b) } P = 2,7 \cdot 10^{48} \text{ W}$$

$$\text{c) } N = 7,1 \cdot 10^{21}$$

Dois caixas, A e B, de massas  $m_A$  e  $m_B$ , respectivamente, precisam ser entregues no 40º andar de um edifício. O entregador resolve subir com as duas caixas em uma única viagem de elevador e a figura I ilustra como as caixas foram empilhadas. Um sistema constituído por motor e freios é responsável pela movimentação do elevador; as figuras II e III ilustram o comportamento da aceleração e da velocidade do elevador. O elevador é acelerado ou desacelerado durante curtos intervalos de tempo, após o que ele adquire velocidade constante.

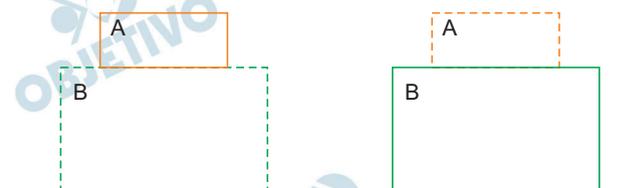


Analise a situação sob o ponto de vista de um observador parado no solo. Os itens a, b e c, referem-se ao instante de tempo em que o elevador está subindo com o valor máximo da aceleração, cujo módulo é  $a = 1\text{ m/s}^2$ .

- Obtenha o módulo da força resultante,  $F_A$ , que atua sobre a caixa A.
- As figuras na página de respostas representam esquematicamente as duas caixas e o chão do elevador. Faça, nas figuras correspondentes, os diagramas de forças indicando as que agem na caixa A e na caixa B.

Forças agindo na caixa A

Forças agindo na caixa B



- Obtenha o módulo,  $F_S$ , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.
- Como o cliente recusou a entrega, o entregador voltou com as caixas. Considere agora um instante em que o elevador está descendo com aceleração para baixo de módulo  $a = 1\text{ m/s}^2$ . Obtenha o módulo,  $F_D$ , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.

Note e adote:

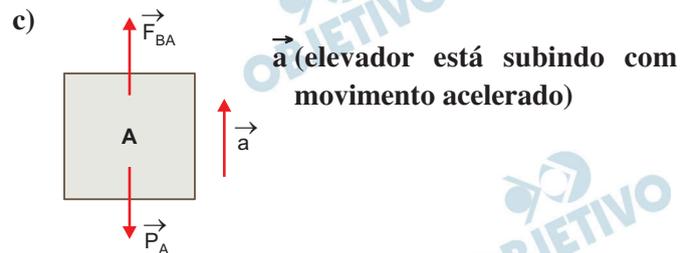
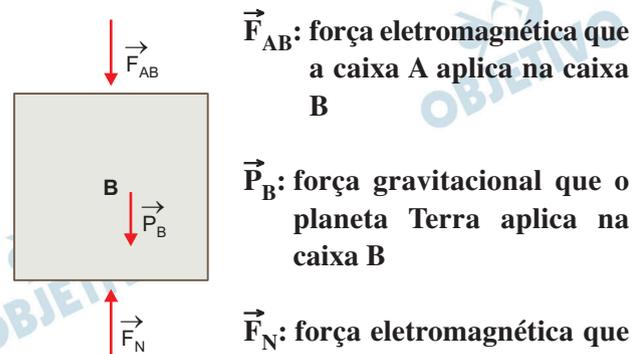
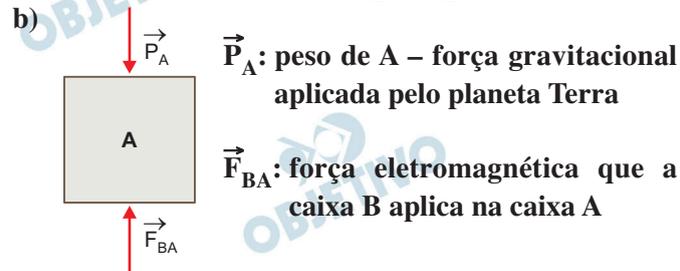
Aceleração da gravidade:  $g = 10\text{m/s}^2$ .

### Resolução

a) De acordo com a 2ª Lei de Newton, temos:

$$F_A = m_A a$$

Para  $a = 1\text{m/s}^2$ , temos:  $F_A = m_A$  (SI)



1) 2ª Lei de Newton para a caixa A:

$$F_{BA} - P_A = m_A a$$

$$F_{BA} - m_A g = m_A a$$

$$F_{BA} = m_A (g + a)$$

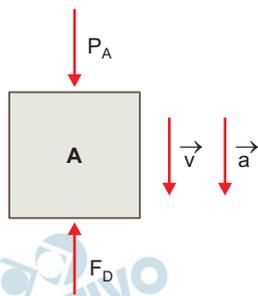
$$F_{BA} = m_A 11 \text{ (SI)}$$

$$F_S = F_{BA} = m_A 11 \text{ (SI)}$$

2) De acordo com a 3ª Lei de Newton, a força que A aplica em B tem a mesma intensidade da força que B aplicou em A.

$$F_{AB} = F_{BA} = F_S = 11 m_A \text{ (SI)}$$

d)



1) 2ª Lei de Newton aplicada em A:

$$P_A - F_D = m_A a$$

$$m_A g - F_D = m_A a$$

$$F_D = m_A (g - a)$$

$$F_D = 9 m_A \quad (\text{SI})$$

2) De acordo com a lei de ação e reação:

$$F_{AB} = F_{BA} = F_D = 9 m_A \quad (\text{SI})$$

Respostas: a)  $F_A = m_A \quad (\text{SI})$

b) ver figura

c)  $F_S = 11 m_A \quad (\text{SI})$

d)  $F_D = 9 m_A \quad (\text{SI})$