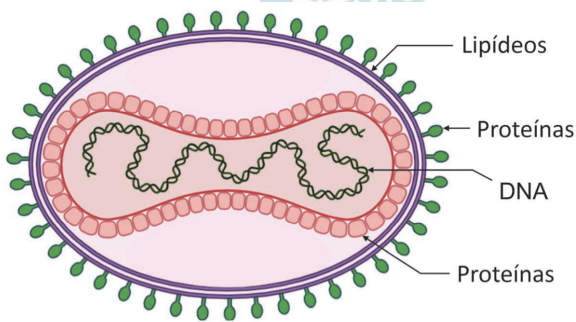


## BIOLOGIA

Homenagem visual à área de Biologia, com a composição das anotações do caderno B de Charles Darwin, incluindo o primeiro esboço de uma árvore evolutiva e as comparações adaptativas dos tentilhões de Galápagos.

### B. 01



“Diretor-Geral da OMS declara o surto de mpox uma emergência de saúde pública de importância internacional. Após o surgimento de uma nova variação de mpox, a sua rápida propagação no leste da República Democrática do Congo e a notificação de casos em vários países vizinhos, está claro que é necessária uma resposta internacional coordenada para deter esses surtos e salvar vidas.

O vírus da mpox possui DNA como material genético, envolto em uma estrutura de proteínas, dentro de uma membrana lipoproteica, conforme esquema ao lado. Até agosto de 2024, havia apenas uma vacina aprovada para uso contra a mpox na União Europeia e nos países do Espaço Econômico Europeu, assim como

no Reino Unido, Estados Unidos, Suíça e Canadá. No Brasil, a Universidade Federal de Minas Gerais está desenvolvendo a primeira vacina contra mpox, utilizando vírus inativado.”

Disponível em <https://g1.globo.com/saude/noticia/2024/08/20/>.

- a) Cite uma forma de prevenção contra a mpox.
- b) Qual é a classe de moléculas específica do vírus que gera resposta imunológica em indivíduos vacinados? Justifique a sua resposta.
- c) Que tipo de evento influencia o surgimento de novas variantes de vírus? Justifique a sua resposta.

### **Resolução**

- a) **A mpox pode ser prevenida ao se evitar o contato com pessoas infectadas ou objetos contaminados. Em caso de necessidade de contato, é importante o uso de luvas, máscaras e avental. Recomenda-se também lavar as mãos e a limpeza de superfícies possivelmente contaminadas com o vírus.**
- b) **A classe de moléculas que gera a resposta imunológica é a das proteínas. Isso ocorre porque a parte externa viral (o envelope) contém proteínas (antígenos) em sua superfície, as quais estarão expostas à ação de linfócitos B produtores de anticorpos, linfócitos T auxiliares e citotóxicos.**
- c) **O principal evento para o surgimento de novas variantes é a mutação gênica. A mutação é um evento aleatório que modifica a sequência de nucleotídeos do material genético. Essas modificações geram variantes virais, que podem ser selecionadas de acordo com características favoráveis.**

Leia a tirinha e responda:



Disponível em: @cerrado.em.quadrinhos.oficial (Instagram).

- Além da Amazônia, o Cerrado faz fronteira com quais outros biomas terrestres brasileiros?
- A tirinha faz referência a períodos úmidos e secos ao longo do tempo geológico. Considerando o período de um ano, como se apresenta o clima nas regiões centrais do Cerrado? Explique.
- Com o desmatamento da floresta tem avançado o processo denominado de “savanização da Amazônia”. Cite uma maneira pela qual as mudanças climáticas globais causam a savanização da Amazônia e uma maneira pela qual a savanização desse bioma afeta as mudanças climáticas globais.

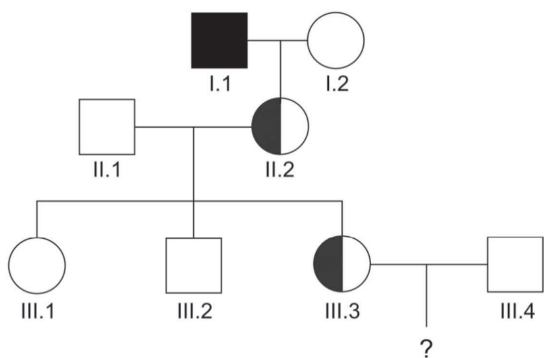
## Resolução





- O Cerrado faz fronteira com a Caatinga no Nordeste, Mata Atlântica no Sudeste e Pantanal no Sudoeste.
- Durante o outono e inverno, apresenta temperatura baixa e período de seca. Na primavera e verão, as temperaturas são elevadas e estação chuvosa.
- As mudanças climáticas levam ao aumento da temperatura, causando o processo de savanização. A vegetação mais esparsa e adaptada a ambientes secos, como a Savana, leva à redução do regime de chuvas devido à redução da evapotranspiração.

## B. 03

Pacientes com hemofilia B não produzem o fator IX de coagulação devido a uma mutação no gene que codifica esse fator localizado no cromossomo X. O tratamento mais antigo é a reposição semanal da proteína via corrente sanguínea. Atualmente, há duas opções para o tratamento da hemofilia B: o transplante de fígado, que é o órgão que produz o fator IX, ou a terapia gênica. Para que haja indicação do transplante de fígado, o paciente deve apresentar quadro de insuficiência hepática terminal. Os pacientes hemofílicos com insuficiência hepática que foram submetidos ao transplante foram curados das duas doenças. Em 2022, empresas de biotecnologia desenvolveram produtos que levam uma cópia do gene do fator IX diretamente ao fígado dos pacientes com hemofilia B. Uma cópia do gene do fator IX sem a mutação é encapsulado em vírus que entram especificamente nas células hepáticas, fazendo com que a pessoa passe a produzir o fator IX.

A genealogia a seguir representa uma família em que ocorre hemofilia B.



-  Homem portador do alelo mutante.
-  Homem não portador do alelo mutante.
-  Mulher não portadora do alelo mutante.
-  Mulher portadora do alelo mutante.

- a) A mulher III.3 está grávida do homem III.4. Já se sabe que o bebê é um menino. Qual é a probabilidade de esse bebê nascer com hemofilia B?
- b) Considere que o homem I.1 recebeu transplante de fígado antes de II.2 ter sido concebida e que ele não apresenta mais os sintomas da hemofilia B. Nesse caso, qual será a probabilidade de o filho menino do casal III.3 x III.4 nascer com hemofilia B? Justifique a sua resposta.

- c) Explique como os vírus carregando uma cópia do gene do fator IX podem fazer com que a pessoa passe a produzir o fator IX.

### Resolução

- a) A mulher III.3 é  $X^H X^h$ , ou seja, é portadora do gene mutante. Ela está grávida de um menino e, portanto, a probabilidade de ele ter recebido o gene mutante é de 50%, de acordo com o cruzamento abaixo. Recebendo esse gene, ele é hemofílico. Sabemos que ele recebeu o cromossomo Y do indivíduo III.4.

III-3 $X^H X^h$	$X^H$	$X^h$	
$\rightarrow$	$X^H$	$X^H X^H$	$X^H X^h$
III-4 $X^H Y$	Y	$X^H Y$	$X^h Y$

Sabendo-se que o filho é do sexo ♂  $p(X^h Y) = 50\%$

- b) A probabilidade de o filho de III.3 com III.4 nascer com a hemofilia continua sendo de 50%, pois o transplante de fígado de I.1 não atinge os genes da linhagem germinativa dos indivíduos.
- c) Se um indivíduo receber, através de um vírus vetor, o gene produtor do fator IX, ele passará a realizar a cascata da coagulação sanguínea corretamente, deixando de ser hemofílico, porque esse gene será expresso no receptor. A expressão consiste na produção de um RNAm específico, o qual será traduzido na proteína fator IX, no caso, o fator ausente nos hemofílicos.

## B. 04

Na Olimpíada de Paris, realizada em 2024, a atleta Victória Borges, da equipe de Ginástica Artística, apresentou um quadro de contratura muscular na panturrilha, que prejudicou o seu desempenho durante a apresentação. Nos episódios de contratura muscular, o músculo, ou um grupo de músculos, fica permanentemente contraído, levando à dor localizada. Várias são as causas que podem levar à contratura muscular, dentre elas lesões, falta ou excesso de atividade física, distúrbios neuromusculares.

- No processo de contração muscular, quais são as principais proteínas contráteis envolvidas?
- No caso de a contratura muscular da Victória Borges ter ocorrido devido a um distúrbio neuromuscular, quais teriam sido os tecidos envolvidos nessa lesão?
- Um dos motivos de a contratura muscular ocorrer por excesso de atividade física é a falta de ATP (Trifosfato de Adenosina). Por que a falta de ATP pode levar à contratura muscular? Justifique a sua resposta.

### **Resolução**

- As principais proteínas presentes nas fibras musculares ou miócitos são a actina e a miosina.**
- Um distúrbio neuromuscular afeta os tecidos muscular estriado esquelético e o nervoso.**
- Na contração muscular, ocorre o deslizamento dos miofilamentos de actina e de miosina, usando ATP, fonte imediata de energia. No relaxamento muscular, a energia utilizada é a creatina fosfato, que recarrega o ATP para uma nova contração. Sem ATP, a creatina permanece descarregada e, conseqüentemente, o músculo permanece contraído.**

## B. 05

O governo de São Paulo proibiu a venda de mariscos, ostras e mexilhões, na Baixada Santista, no litoral de São Paulo. O comércio de estoques desses alimentos, produzidos a partir de 30 de julho, foi proibido nas cidades de Itanhaém, Cananeia e Praia Grande. A medida acontece após amostras de água coletadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) apontarem quantidades da microalga *Dinophysis acuminata* acima do valor máximo permitido.

Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/>  
(Adaptado).

Essa notícia circulou nos principais veículos de imprensa na primeira quinzena do mês de agosto de 2024, prejudicando o setor de vendas de frutos do mar nas regiões litorâneas do estado de São Paulo.

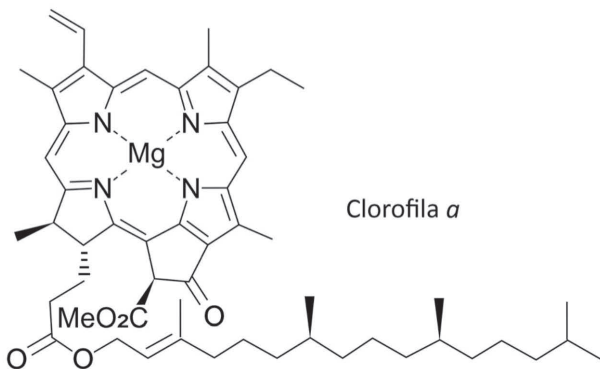
- Quantos filos de animais são mencionados na notícia?
- Qual é o aspecto fisiológico que explica a proibição ocorrer apenas para os mariscos, ostras e mexilhões? Justifique a sua resposta.
- Cite uma causa para o aumento da quantidade de microalgas no ambiente aquático e uma consequência de tal aumento para esse mesmo ambiente.

### Resolução

- Foi mencionado somente 1 filo de animais, o filo dos moluscos.
- A proibição desses animais justifica-se pelo fato de estes serem filtradores e, assim, acabam retendo toxinas presentes na água em seus tecidos.
- O despejo de esgoto no meio aquático eleva a decomposição da matéria orgânica com excesso de formação de compostos inorgânicos nitrogenados e fosfatados. Como consequência, há uma proliferação atípica de microalgas, acarretando o acúmulo desses organismos na superfície, produzindo toxinas, liberadas para o meio ambiente.

## B. 06

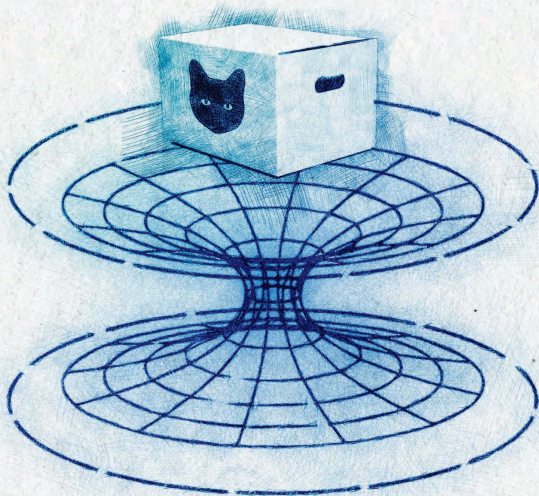
A figura representa a estrutura molecular do pigmento clorofila *a*.



- De que modo a clorofila *a* participa do processo de fotossíntese?
- De onde provém originalmente o magnésio presente nas moléculas de clorofila de folhas de uma angiosperma? Explique sucintamente como esse elemento chega até a folha.
- De maneira simplificada, afirma-se que *a fotossíntese produz glicose para a planta e libera oxigênio*. No processo fotossintético, a sequência de eventos é a mesma que aparece nessa frase, ou seja, primeiro a glicose é produzida e, em seguida, o gás oxigênio é liberado? Justifique a sua resposta sucintamente.

### Resolução

- A absorção de energia luminosa da luz visível, principalmente azul e vermelha.
- O magnésio presente na clorofila provém do solo, principalmente absorvido através dos pelos absorventes radiculares por transporte ativo. Esse elemento passa da raiz para o interior do xilema e esse conduz o nutriente até as folhas em consequência da sucção das folhas gerada pela transpiração.
- Não. A fotossíntese inicia-se na fase fotoquímica, quando ocorre fotólise da água, liberando o oxigênio e produzindo ATP e NADPH<sub>2</sub>. Em seguida, o CO<sub>2</sub> é fixado e reduzido por ação do NADPH<sub>2</sub> até a formação da glicose com consumo de ATP. Portanto, a sequência correta é: liberação do gás oxigênio e, depois, produção de glicose.

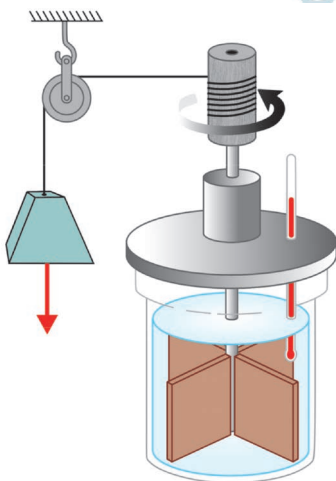


# FÍSICA

Homenagem visual à área de Física, com o esboço de um buraco de minhoca e uma representação do gato de Schrödinger.

## F. 01

Em seu projeto para uma feira de ciências, uma estudante decide reproduzir o experimento histórico de Joule sobre o “equivalente mecânico do calor”. Ela então monta o aparato esquematizado na figura abaixo. No experimento, a estudante deixa cair um bloco preso a uma corda que passa por uma roldana e cujo movimento faz girar pás que agitam o líquido contido em um calorímetro termicamente isolado.



- O bloco, de massa igual a 5 kg, cai com velocidade praticamente constante. Qual é a força de tração na corda?
- Suponha que o bloco caia até o chão, partindo de uma

altura de 50 cm. Entre o início e o final da queda, determine o trabalho mecânico realizado pela força peso sobre o bloco e a variação da energia potencial gravitacional do sistema formado pelo bloco e pela Terra.

- c) Suponha agora que o bloco seja substituído por outro e que, durante a queda desse novo bloco, a força peso atuando sobre ele realize um trabalho de módulo igual a 70 J. Suponha ainda que o líquido no calorímetro tenha massa de 10 kg, que seu calor específico seja de  $2000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  e que o termômetro utilizado pela estudante tenha precisão de 0,1 K. A estudante conseguirá medir a variação de temperatura do líquido provocada pela queda do bloco? Justifique a sua resposta.

Note e adote:

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

Suponha que a corda seja inextensível e que a roldana tenha massa desprezível.

Despreze todos os atritos, exceto a resistência do líquido ao movimento das pás.

Despreze as dimensões do bloco.

### Resolução

- a) A velocidade de descida do bloco é praticamente constante, a força resultante é nula, logo o peso  $\vec{P}$  e a tração  $\vec{T}$ , possuem módulos iguais.

$$|\vec{T}| = |\vec{P}| \Rightarrow T = mg \Rightarrow T = 5 \cdot 10 \text{ (N)}$$

$$T = 50\text{N}$$

A tração  $\vec{T}$  é vertical para cima com módulo de 50N.

- b) O trabalho  $\tau$  do peso ao descer uma altura  $H = 50\text{cm} = 0,50\text{m}$  é calculado por:

$$\tau = PH \Rightarrow \tau = mgH \Rightarrow \tau = 5 \cdot 10 \cdot 0,50 \text{ (J)}$$

$$\tau = 25\text{J}$$

A variação da energia potencial ( $\Delta E_p$ ) é dada por:

$$\Delta E_p = -\tau \Rightarrow \Delta E_p = -25\text{J}$$

- c) A máxima variação de temperatura ( $\Delta\theta$ ) ocorre, quando todo o trabalho  $\tau' = 70\text{J}$  transformar-se em calor sensível  $Q$  para aquecer a água.

$$Q = \tau'$$

$$mc\Delta\theta = \tau'$$

$$\Delta\theta = \frac{\tau'}{mc} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{70}{10 \cdot 2000} \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta = \frac{\tau'}{mc} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{70}{20\,000} \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta = 0,0035\text{K} \ll 0,1\text{K}$$

A estudante não conseguirá medir a variação da temperatura.

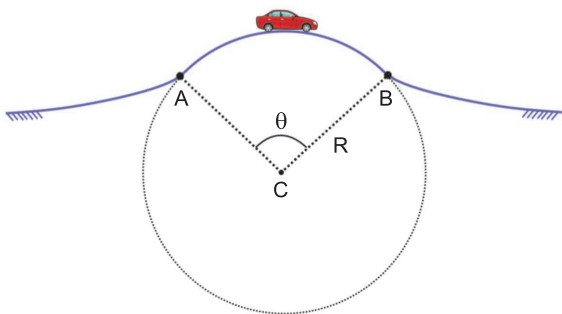
Respostas: a)  $T = 50\text{N}$  (vertical para cima)

b)  $\tau = 25\text{J}$ ,  $\Delta E_p = -25\text{J}$

c) Não conseguirá medir

## F. 02

Um carro percorre uma estrada que passa por uma colina cujo formato, no trecho próximo do alto, é praticamente circular, como indicado na figura, em que o ponto C corresponde ao centro do círculo de raio  $R = 90$  m.



- No ponto mais alto da trajetória, a motorista do carro em movimento sente-se “mais leve” do que se estivesse sentada em um carro parado. Nessas condições, o módulo da força normal,  $N$ , sobre a motorista é maior, menor ou igual ao módulo de seu peso,  $P$ ? Justifique a sua resposta.
- Calcule o tempo  $\Delta t$  necessário para que o carro percorra a distância entre os pontos A e B, indicados no desenho, supondo que sua velocidade tenha módulo constante e igual a  $72$  km/h e que o ângulo  $\theta$  seja igual a  $2$  radianos.
- Calcule a máxima velocidade que o carro pode ter para que, no ponto mais alto da colina, não perca o contato com a pista.

Note e adote:

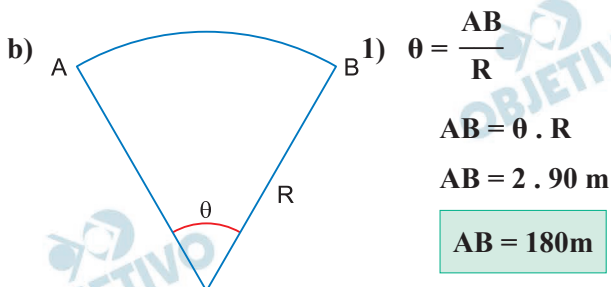
Aceleração da gravidade:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

### Resolução

- a) A resultante entre o peso  $\vec{P}$  e a força normal  $\vec{N}$  é centrípeta e, portanto, dirigida para o centro C da curva.



$$\vec{P} + \vec{N} = \vec{F}_{cp}$$
$$|\vec{N}| < |\vec{P}|$$



2)  $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$$\frac{72}{3,6} = \frac{180}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 9,0 \text{ s}$$

c) A velocidade escalar no ponto mais alto será máxima quando a força normal de apoio se anular e o peso do sistema fazendo o papel de resultante centrípeta:

$$P = F_{cp}$$

$$mg = \frac{m V_{\text{máx}}^2}{R}$$

$$V_{\text{máx}} = \sqrt{gR} = \sqrt{10 \cdot 90} \text{ m/s}$$

$$V_{\text{máx}} = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$$

Respostas: a)  $|\vec{N}| < |\vec{P}|$

b)  $\Delta t = 9,0 \text{ s}$

c)  $V_{\text{máx}} = 30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$

## F. 03

Uma membrana celular, situada entre o meio externo e o interior de uma célula, pode ser tratada de forma aproximada como um capacitor, cujas superfícies interna e externa apresentam excesso de ânions (cargas negativas) e de cátions (cargas positivas), respectivamente. Considere uma membrana celular cujas superfícies têm praticamente a mesma área  $A = 1,2 \times 10^{-9} \text{ m}^2$  e densidades superficiais de carga de mesmo módulo  $\sigma = 7 \times 10^{-4} \text{ C/m}^2$ .

- Tratando, de forma aproximada, a membrana celular como uma casca esférica de espessura desprezível frente ao raio, encontre o volume da “célula” que essa membrana delimita.
- Determine, em coulombs, o valor do módulo da carga elétrica em cada superfície.
- Supondo que as cargas das superfícies têm agora módulo igual a  $7 \times 10^{-14} \text{ C}$  e que a diferença de potencial entre as superfícies externa e interna vale  $V = 70 \text{ mV}$ , encontre a capacitância da membrana.

Note e adote:

Uma esfera de raio  $R$  tem área superficial igual a  $4\pi R^2$  e volume  $4\pi R^3/3$ .

Considere  $\pi \approx 3$ .

### Resolução

- a) Assumindo que a área fornecida forma uma casca esférica de espessura desprezível, temos:

$$A = 4\pi R^2$$

$$1,2 \cdot 10^{-9} = 4 \cdot 3 \cdot R^2$$

$$12 \cdot 10^{-10} = 12 \cdot R^2$$

$$R^2 = 1 \cdot 10^{-10} \text{ (SI)}$$

$$R = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

Desse modo, podemos determinar o volume por:

$$\text{Vol} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{Vol} = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot (1 \cdot 10^{-5})^3 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Vol} = 4 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$$

- b) Utilizando-se o conceito de densidade superficial de carga, temos:

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

$$7 \cdot 10^{-4} = \frac{Q}{1,2 \cdot 10^{-9}}$$

$$Q = 8,4 \cdot 10^{-13} \text{C}$$

c) A capacitância da membrana será dada por:

$$Q = C \cdot U$$

$$7 \cdot 10^{-14} = C \cdot 70 \cdot 10^{-3}$$

$$C = \frac{7 \cdot 10^{-14}}{70 \cdot 10^{-3}} \text{ (F)}$$

$$C = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

Respostas: a)  $\text{Vol} = 4 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$

b)  $Q = 8,4 \cdot 10^{-13} \text{C}$

c)  $C = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$

## F. 04

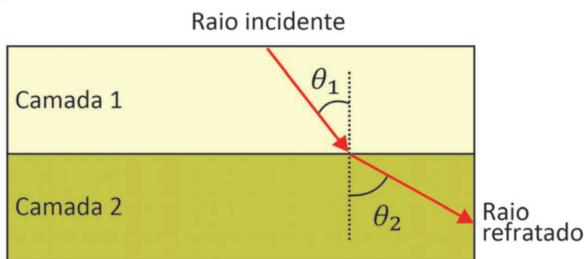
Ondas sísmicas são ondas que se propagam em camadas de rochas no interior do manto da Terra. Essas ondas podem ser longitudinais (como o som, por exemplo) ou transversais (como as ondas que se propagam em uma corda). Um tipo de onda sísmica transversal é a chamada onda secundária (ou “onda S” ou “onda de cisalhamento”) e sua velocidade é dada por

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

em que  $\mu$  é o módulo de cisalhamento e  $\rho$  é a densidade (ou massa específica), parâmetros da rocha em que a onda se propaga.

a) Através de uma análise dimensional, determine a unidade do módulo de cisalhamento  $\mu$  no Sistema Internacional de Unidades (SI).

Na interface entre dois tipos de rocha, pode haver refração das ondas sísmicas, e a mudança de direção é dada pela Lei de Snell, conforme mostra o exemplo da figura a seguir.



$$\frac{\text{sen } \theta_1}{v_{S1}} = \frac{\text{sen } \theta_2}{v_{S2}}$$

Velocidades de ondas S típicas de alguns materiais comuns no manto terrestre são dadas na tabela a seguir.

Material	Granito	Basalto	Arenito	Calcário	Argila
Velocidade da onda S (m/s)	2900	2600	1400	2700	700

Fontes: [https://gpg.geosci.xyz/content/physical\\_properties/seismic\\_velocity\\_duplicate.html](https://gpg.geosci.xyz/content/physical_properties/seismic_velocity_duplicate.html)

[https://pburnley.faculty.unlv.edu/GEOL452\\_652/seismology/notes/SeismicNotes10RVel.html](https://pburnley.faculty.unlv.edu/GEOL452_652/seismology/notes/SeismicNotes10RVel.html)

Considere uma onda S harmônica de frequência 0,3Hz propagando-se através de uma interface entre duas camadas com composições diferentes.

- b) Se a camada 1 for predominantemente composta por basalto e a camada 2 por granito, qual será a variação no comprimento de onda,  $\lambda_2 - \lambda_1$ ?
- c) Em outra interface, são medidos  $\sin \theta_1 = 0,26$  e  $\sin \theta_2 = 0,52$ . Se a camada 1 for composta predominantemente de argila, qual será, dentre os materiais apresentados na tabela, aquele que melhor corresponderá à composição da camada 2? Justifique a sua resposta.

Note e adote:

Unidade de densidade (massa específica) no SI:  $\text{kg/m}^3$ .

### Resolução

a) Como foi informado:

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \Rightarrow \mu = v_s^2 \rho$$

Fórmula dimensional de  $v_s$  (velocidade):

$$[v_s] = \frac{L}{T} \Rightarrow [v_s] = LT^{-1}$$

Fórmula dimensional de  $\rho$  (densidade):

$$[\rho] = \frac{M}{L^3} \Rightarrow [\rho] = ML^{-3}$$

Fórmula dimensional de  $\mu$  (módulo de cisalhamento):

$$[\mu] = [v_s]^2 [\rho] \Rightarrow [\mu] = (LT^{-1})^2 (ML^{-3})$$

Da qual:  $[\mu] = M L^{-1} T^{-2}$

A unidade SI da grandeza  $\mu$  é:

$$\text{unid}(\mu) = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{pascal (Pa)}$$

Nota:

A grandeza  $\mu$  tem a mesma dimensão de pressão.

b) Equação fundamental da ondulatória:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

$$\text{Logo: } \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{v_2}{f_2} - \frac{v_1}{f_1}$$

Observando-se que na refração a frequência da onda não se altera, tem-se:

$$f_2 = f_1 = 0,3\text{Hz}$$

Logo:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2900}{0,3} \text{ m} - \frac{2600}{0,3} \text{ m}$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{300}{0,3} \text{ m}$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 1000\text{m}$$

c) Da Lei de Snell:

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{v_{S1}} = \frac{\text{sen } \theta_2}{v_{S2}}$$

Com  $\text{sen } \theta_1 = 0,26$ ,  $\text{sen } \theta_2 = 0,52$  e  $v_{S1} = 700\text{m/s}$ , determina-se a intensidade da velocidade de propagação da onda no meio 2.

$$\frac{0,26}{700} = \frac{0,52}{v_{S2}} \Rightarrow v_{S2} = \frac{700 \cdot 0,52}{0,26} \text{ (m/s)}$$

Da qual:

$$v_{S2} = 1400\text{m/s}$$

Da tabela:

O meio 2 é arenito.

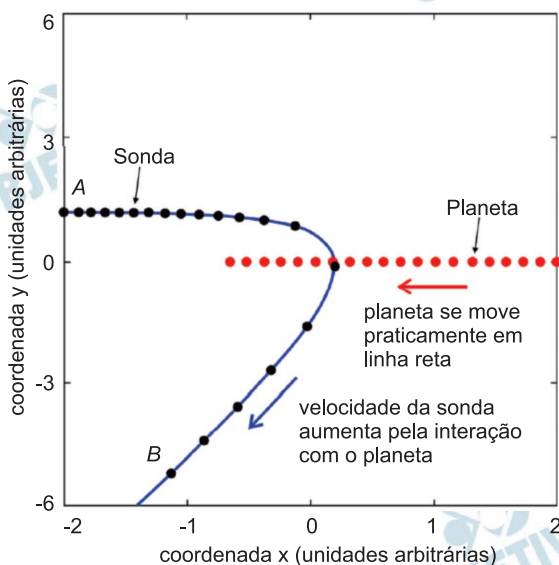
Respostas a)  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{pascal (Pa)}$

b)  $\lambda_2 - \lambda_1 = 1000\text{m}$

c) Arenito

## F. 05

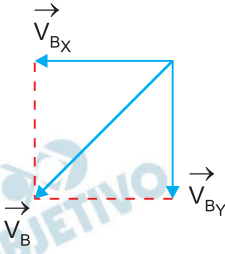
O “efeito estilingue” é o nome que se dá à modificação do módulo e da direção da velocidade de uma espaçonave quando ela passa nas imediações de um planeta. Ele foi utilizado, por exemplo, para encurtar em mais de 5 anos a duração da viagem da sonda New Horizons até Plutão, passando por Júpiter. A figura ao lado ilustra o efeito em uma situação na qual uma sonda de massa 500kg, viajando inicialmente para a direita, move-se em direção a um planeta de massa  $2,0 \times 10^{27}$  kg que viaja para a esquerda. Como a massa da sonda é desprezível frente à do planeta, a trajetória deste último praticamente não se altera, embora parte de sua energia cinética seja transferida para a sonda. Nos pontos A e B indicados na figura, as distâncias entre a sonda e o planeta são tais que a energia potencial gravitacional associada à interação entre eles pode ser desprezada.



- a) No ponto A, a velocidade  $\vec{v}_A$  da sonda em relação ao Sol tem apenas componente x, dada por 20 km/s, enquanto essa velocidade no ponto B é  $\vec{v}_B$ , com componente x igual a  $-7$  km/s e componente y igual a  $-24$  km/s. De quanto foi o aumento no módulo da velocidade da sonda entre esses dois pontos?
- b) Nas mesmas condições do item anterior, determine as componentes x e y do vetor variação da quantidade de movimento da sonda entre os pontos A e B, bem como a tangente do ângulo entre esse vetor e o eixo x.
- c) Nas mesmas condições dos itens anteriores, qual é a razão entre a variação da energia cinética do planeta e sua energia cinética inicial? Suponha que o módulo da velocidade inicial do planeta, em relação ao Sol, fosse de 5 km/s. Despreze a variação da energia potencial gravitacional associada à interação da sonda e do planeta com o Sol durante o processo.

## Resolução

a) No ponto B, temos:



$$|\vec{V}_B|^2 = |\vec{V}_{Bx}|^2 + |\vec{V}_{By}|^2$$

$$|\vec{V}_B|^2 = (7,0)^2 + (24)^2 \text{ (km/s)}^2$$

$$|\vec{V}_B|^2 = 49 + 576 = 625 \text{ (km/s)}^2$$

$$|\vec{V}_B| = 25 \text{ km/s}$$

Portanto:  $\Delta V = V_B - V_A = 25 \text{ km/s} - 20 \text{ km/s}$

$$\Delta V = 5,0 \text{ km/s}$$

b)  $\vec{V}_{0x}$  (20 km/s)



$\vec{V}_{Bx}$  (-7 km/s)

$$1) \Delta \vec{Q}_x = m \vec{V}_{Bx} - m \vec{V}_{0x} = m \Delta \vec{V}_{Bx}$$

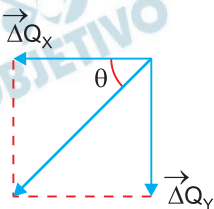
$$|\Delta \vec{Q}_x| = 500 \cdot 27 \text{ (kg} \cdot \text{km/s)}$$

$$|\Delta \vec{Q}_x| = 1,35 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$2) \Delta \vec{Q}_y = m \vec{V}_{By}$$

$$|\Delta \vec{Q}_y| = 500 \cdot 24 \text{ (kg} \cdot \text{km/s)}$$

$$|\Delta \vec{Q}_y| = 1,2 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$



$$\text{tg } \theta = \frac{|\Delta \vec{Q}_y|}{|\Delta \vec{Q}_x|} = \frac{1,2 \cdot 10^7}{1,35 \cdot 10^7}$$

$$\text{tg } \theta = \frac{8}{9} \cong 0,89$$

$$c) 1) \Delta E_{\text{cin}_{\text{planeta}}} = -\Delta E_{\text{cin}_{\text{sonda}}}$$

$$\Delta E_{\text{cin}_{\text{planeta}}} = -\frac{m}{2} (V_B^2 - V_A^2)$$

$$\Delta E_{\text{cin}_{\text{planeta}}} = -\frac{500}{2} (625 \cdot 10^6 - 400 \cdot 10^6) \text{ (J)}$$

$$\Delta E_{\text{cin}_{\text{planeta}}} = -250 \cdot 225 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Delta E_{\text{cin}_{\text{planeta}}} = -56250 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$2) E_{\text{cin}_0} = \frac{M V_0^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^{27} \cdot (5 \cdot 10^3)^2}{2} \text{ (J)}$$

$$E_{\text{cin}_0} = 25 \cdot 10^{33} \text{ J}$$

$$3) r = \frac{\Delta E_{\text{cin}}}{E_{\text{cin}_0}} = -\frac{56,25 \cdot 10^9}{25 \cdot 10^{33}}$$

$$r = -2,25 \cdot 10^{-24}$$

Respostas: a)  $\Delta V = 5,0 \text{ km/s}$

$$b) |\Delta \vec{Q}_x| = 1,35 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$|\Delta \vec{Q}_y| = 1,2 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\vec{\Delta Q}_x = -1,35 \cdot 10^7 \vec{x} \text{ (SI)}$$

$$\vec{\Delta Q}_y = -1,2 \cdot 10^7 \vec{y} \text{ (SI)}$$

$$\text{versores} \quad \text{tg } \theta = \frac{8}{9} \cong 0,89$$

$$c) r = -2,25 \cdot 10^{-24}$$

## F. 06

Diversos aparelhos, como painéis solares, televisões de LCD e plasma, iluminações urbanas e outros, têm seu funcionamento baseado no efeito fotoelétrico, no qual elétrons são arrancados de uma superfície metálica pela incidência de radiação eletromagnética. Para que ocorra efeito fotoelétrico, a energia de um fóton, dada por  $hf$ , sendo  $h$  a constante de Planck e  $f$  a frequência da radiação eletromagnética, deve ser superior a uma energia mínima, conhecida como função trabalho,  $\Phi$ , que é uma quantidade dependente do material. A tabela a seguir mostra a função trabalho de alguns materiais.

Material	$\Phi$ (eV)
Platina	5,8
Tungstênio	4,5
Alumínio	4,2
Bário	2,5
Potássio	2,3

- a) Considere uma placa de alumínio inicialmente carregada eletricamente. A fim de saber se a placa foi carregada positivamente ou negativamente, incide-se luz ultravioleta sobre sua superfície. Após certo tempo, verifica-se que a placa está neutra. Qual era o sinal da carga elétrica inicialmente na placa? Justifique a sua resposta.
- b) Deseja-se escolher um material para uma célula fotoelétrica que funcione com luz verde de frequência  $f = 6 \times 10^{14}$  Hz. Qual(is) dos materiais da tabela funcionaria(m) como uma célula fotoelétrica? Justifique a sua resposta.
- c) Caso a energia de um fóton seja superior à função trabalho, o elétron será emitido com energia cinética adicional. Determine a energia cinética (em eV) de um elétron quando uma luz de comprimento de onda 400 nm incide sobre uma superfície de bário.

Note e adote:

Constante de Planck:  $h = 4 \times 10^{-15}$  eV s.

Velocidade da luz no vácuo:  $c = 3 \times 10^8$  m/s.

## Resolução

a) No efeito fotoelétrico ocorre emissão de elétrons após a incidência de radiação eletromagnética com energia do fóton suficiente para tal.

Como a placa apresenta-se neutra ao final do processo descrito, faz-se necessária a existência prévia de um excesso de elétrons, para que estes possam ser arrancados.

Assim, a placa estava inicialmente carregada negativamente.

b)  $E_f = h \cdot f$

$$E_f = 4 \cdot 10^{-15} \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{ (eV)}$$

$$E_f = 2,4 \text{ eV}$$

Para ocorrer o efeito fotoelétrico, a energia do fóton precisa ser superior à função trabalho do material.

Consultando a tabela, o único material onde pode ocorrer o efeito fotoelétrico, e que pode ser usado como célula fotoelétrica, com a luz verde fornecida, é o potássio.

c)  $E_{\text{cin}} = h \cdot f - \Phi$

Como  $c = \lambda \cdot f$ , e  $f = \frac{c}{\lambda}$ , tem-se:

$$E_{\text{cin}} = \frac{hc}{\lambda} - \Phi_{\text{bário}}$$

$$E_{\text{cin}} = \frac{4 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} \text{ eV} - 2,5 \text{ eV}$$

$$E_{\text{cin}} = 3,0 \text{ eV} - 2,5 \text{ eV}$$

$$E_{\text{cin}} = 0,5 \text{ eV}$$

Respostas: a) Placa inicialmente com carga negativa.

b) Potássio.

c) 0,5eV



## GEOGRAFIA

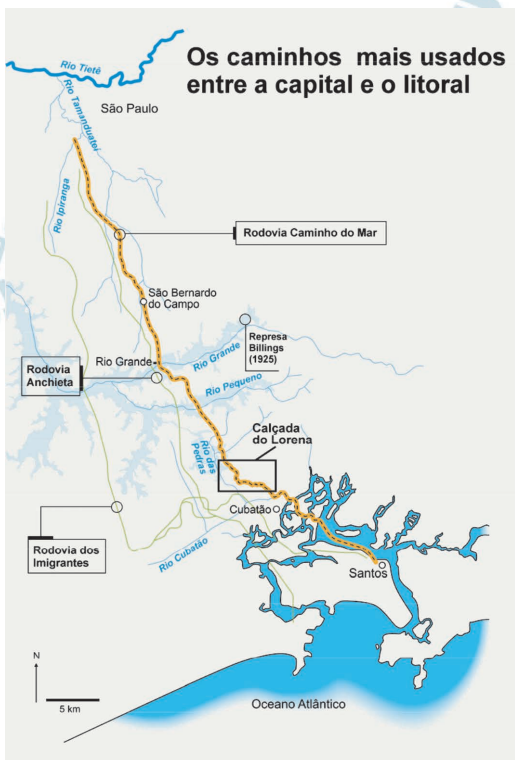
Homenagem visual à área de Geografia, com a rosa dos ventos e uma representação das estações do ano, simbolizando os recursos naturais do planeta e a sazonalidade.

### G. 01

Leia o texto e observe a imagem.

Resiste, ainda, em meio à densa vegetação do local, a Calçada construída em 1792, com curioso traçado em ziguezague e calçamento com laje de pedra, técnica de pavimentação que veio assegurar o trânsito permanente de tropas de muares. Situada entre o rio das Pedras e o rio Cubatão, trecho mais árduo da ligação de São Paulo com o Porto de Cubatão, essa estrada destinava-se a dar escoamento aos produtos das terras interiores. A iniciativa da sua construção coube ao governador da capitania de São Paulo, entre 1788 e 1798, tendo sua execução ficado a cargo do Real Corpo de Engenheiros. A obra ficou conhecida por Calçada do Lorena, empreendimento que assinalou o início da constituição de uma infraestrutura destinada a colocar São Paulo no comércio internacional. Essa Calçada veio romper o isolamento em que se encontravam os paulistas devido às péssimas ligações com o litoral.

Disponível em <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i8p150-167> (Adaptado).



A partir do texto e da figura, responda:

- Qual a principal estrutura do meio físico que teve de ser vencida durante a construção da Calçada do Lorena?
- Indique um produto e um destino quanto ao comércio internacional. Justifique a construção da obra do ponto de vista da formação territorial.
- Explique um fator da natureza que dificultou a construção da obra e um fator social que ajudou a viabilizá-la.

### **Resolução**

- A partir do texto e da figura, podemos afirmar que a principal estrutura do meio físico a ser vencida foi a Serra do Mar, devido ao elevado desnível topográfico.
- Um dos produtos transportados foi o açúcar com destino ao mercado europeu. Com base na figura, podemos afirmar que o principal objetivo dessa construção foi a interligação e a facilitação do transporte de mercadorias entre o litoral e o Planalto Paulista, promovendo desenvolvimento econômico na região.
- Um fator da natureza foi a presença de uma vegetação densa e heterogênea do bioma da Mata Atlântica, que dificultou o acesso dos trabalhadores, somada à grande declividade do terreno e a chuvas constantes. Já um fator social que ajudou a viabilizá-la foram as apropriações de conhecimentos e rotas já utilizados pelas

populações originárias, além da exploração da mão de obra africana e indígena escravizadas.



## G. 02

A rodovia Rio-Santos, trecho da BR-101, foi construída ao longo da região litorânea paulista e sul-fluminense como parte de um projeto nacional vigente e imposto naquele período. Desde então, uma série de empreendimentos foram instalados, como a Usina Nuclear de Angra dos Reis (RJ) e o Porto e Terminal Almirante Barroso da Petrobrás (SP). O discurso de que a Rio-Santos estaria favorecendo uma região praticamente desabitada também está presente nas publicações oficiais do Ministério dos Transportes. Na Biblioteca Nacional, é possível ter acesso a uma publicação, elaborada em 1973 na Escola Superior de Guerra, que caracteriza a Rio-Santos como rodovia com aspectos pioneiros de colonização.

FONTANELLI, Marina de Mello. Revista Tempos Históricos, vol. 22, 2018 (Adaptado).



Localização de comunidades Quilombolas em Ubatuba (SP), Paraty, Angra dos Reis e Rio de Janeiro (RJ).

Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/> (Adaptado).

Relacione o excerto e o mapa para responder:

- Cite um aspecto econômico atrativo no eixo considerado.
- Explique um impacto cultural negativo da construção da rodovia.
- Aponte e explique um aspecto do contexto histórico no qual ocorreu a construção da rodovia em questão.

### Resolução

- Um aspecto econômico atrativo é o potencial turístico e comercial do litoral brasileiro, com destaque para cidades que possuem indústrias, portos e atividades pesqueiras, além de praias, hotéis e centros históricos.
- Um impacto cultural negativo foi a descaracterização de comunidades tradicionais e povos indígenas. A construção da rodovia atravessou territórios ocupados por quilombolas,

indígenas e pescadores artesanais, muitas vezes desalojando essas populações ou impactando suas formas tradicionais de vida ao fragmentar seus territórios e limitar o acesso a recursos naturais essenciais para sua subsistência. Houve também perda de áreas de patrimônio cultural devido à modernização e à ocupação desordenada.

- c) A construção da rodovia ocorreu em grande parte durante o período do regime militar brasileiro (1964-1985), que priorizou grandes obras de infraestrutura para integrar o território nacional e estimular o desenvolvimento econômico. Esse contexto histórico refletia a política de integração nacional e modernização, mas muitas vezes ignorava os impactos ambientais e sociais, priorizando interesses econômicos e estratégicos.

## G. 03

Desde o período colonial, a exploração de minérios é o motor da economia da República Democrática do Congo (RDC). Atualmente, a mineração contribui com 80% das receitas de exportação e alimenta um forte crescimento do PIB, de acordo com o Banco Mundial.

No entanto, a RDC enfrenta problemas com a flutuação dos preços mundiais dos minérios, assim como outros países cuja economia é baseada no setor primário. Com um PIB *per capita* de 1.143 dólares em 2019, a população está entre as mais pobres do planeta.

A esperança de vida atinge pico aos 60 anos e apenas um terço das famílias tem acesso à água potável. Nas atividades de mineração, os trabalhadores recebem de 1 a 2 dólares por dia, havendo o risco de intoxicação e o trabalho infantil nas minas. Os problemas continuam com os mercados clandestinos de minérios, que financiam conflitos internos e o aumento da violência na região.

Atlas Géopolitique Mondial, 2022 (Adaptado).

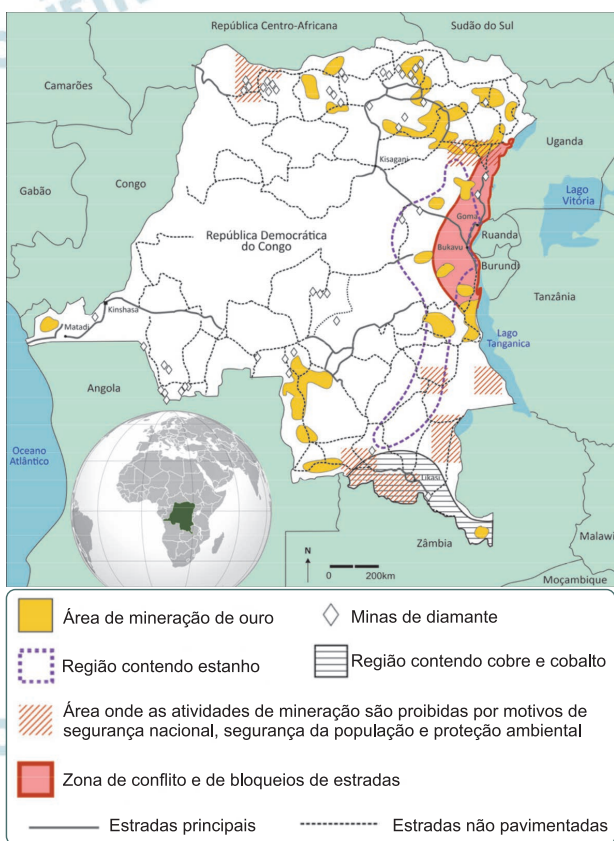


Figura 1. Exploração de minérios e conflitos na RDC, 2020 (Adaptado).

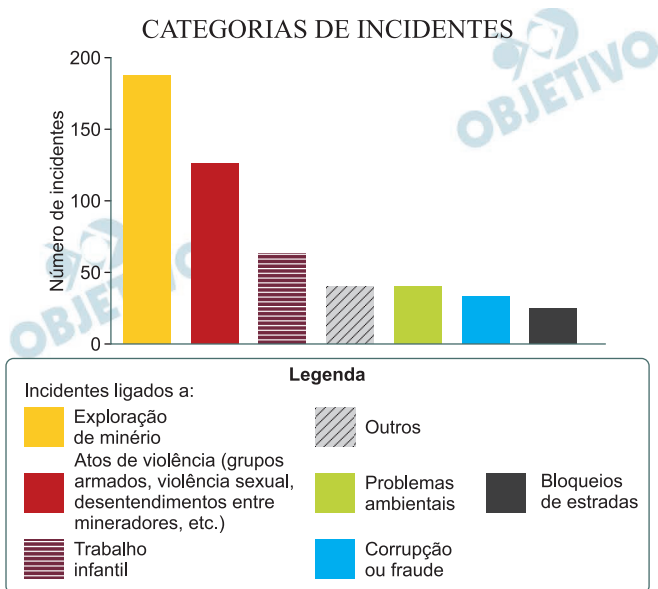


Figura 2. Incidentes notificados no leste da RDC entre novembro/2018 e dezembro/2019 (Adaptado).

Com base no texto, nas figuras e em seus conhecimentos, responda:

- Cite um dos recursos minerais cuja exploração está ligada a conflitos na RDC.
- Aponte duas razões para os incidentes indicados no gráfico.
- Explique duas razões pelas quais a RDC apresenta um baixo nível de desenvolvimento socioeconômico apesar das riquezas minerais encontradas.

### **Resolução**

- O aluno poderia citar ouro, ou estanho ou diamante.
- Entre as razões, é possível citar a estrutura econômica primária exportadora, a fragilidade institucional estatal, a atuação de grupos radicais, a debilidade da legislação ambiental e a exploração de pessoas em situação de vulnerabilidade social.
- Como razões para explicar o baixo nível de desenvolvimento socioeconômico da RDC, destacam-se:
  - Os conflitos armados decorrentes da instabilidade política que possibilita a presença de grupos radicais impossibilitando o fortalecimento das instituições democráticas.
  - O passado neocolonial que explorou muitas das riquezas da RDC sem que houvesse retorno econômico recompensador para o desenvolvimento do país.
  - Instabilidade étnica provocada pelas fronteiras artificiais que ignoraram a diversidade do país em seu território.

4) Fragilidade institucional, mesmo após a independência, que resultou em casos de corrupção e ingerência governamental.

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

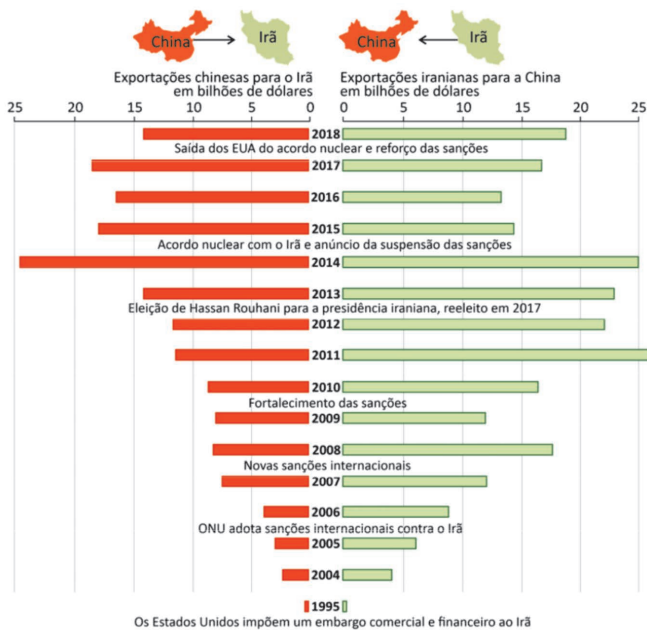
 OBJETIVO

 OBJETIVO

China e Irã estabeleceram acordos econômicos e estratégicos há um ano, reforçando compromissos comerciais em função da Nova Rota da Seda. Segundo o pacto, a China investiria bilhões de dólares no Irã, em setores de petróleo, gás e petroquímica, no sistema de transporte e na infraestrutura fabril. Em troca, a China seria favorecida na compra de petróleo, gás e petroquímicos do Irã, por meio de descontos e outras vantagens econômicas. O acordo permite contornar o sistema dolarizado de pagamentos bancários, controlado pelos Estados Unidos, bem como os embargos implementados contra o Irã. O pacto entre China e Irã também prevê a aproximação deste com a Arábia Saudita, mediada pela China. Em paralelo, cabe destacar o ingresso recente nos BRICS do Irã, Arábia Saudita, Emirados Árabes e Egito, que estabeleceram uma estratégia geopolítica em relação aos EUA e à União Europeia. Em conjunto, essas ações movimentam o eixo geopolítico para a porção mais oriental do globo.

Carto *Le monde en cartes*, n.63, 2021 (Adaptado).

### RELAÇÕES COMERCIAIS ENTRE CHINA E IRÃ



O infográfico anterior trata das relações comerciais entre China e Irã entre 1995 e 2018, além de apresentar a linha do tempo dos embargos e sanções econômicas.

Relacione o infográfico com o texto para responder:

- Por que o pacto entre China e Irã ameniza as sanções econômicas que ocorrem desde 1995?
- Considerando as relações comerciais entre China e Irã, cite uma razão para o fortalecimento das exportações

e uma razão para a diminuição destas entre os dois países.

- c) Para além do fornecimento de gás e petróleo do Irã, cite dois interesses geopolíticos da China em reforçar o acordo com o país iraniano.

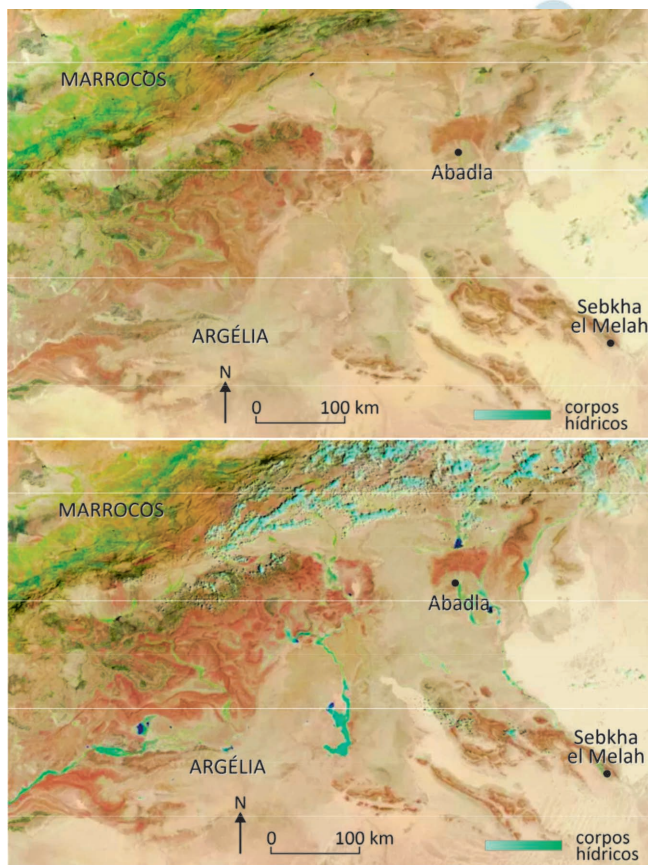
### **Resolução**

- a) O pacto é uma alternativa ao sistema financeiro ocidental, contornando as sanções financeiras dos EUA e facilitando as transações comerciais entre os dois países. Os investimentos chineses direcionam-se a setores estratégicos iranianos afetados pelas sanções permitindo impulsionar a economia local.
- b) Uma das razões para o fortalecimento das exportações é a forte dependência chinesa de petróleo e gás natural produzido pelo Irã, podendo-se também citar os preços competitivos em razão das sanções econômicas. Uma razão para a diminuição envolve os conflitos regionais no Oriente Médio, onde em alguns deles o Irã é um dos países envolvidos.
- c) Um dos interesses é contrapor a influência dos Estados Unidos no Oriente Médio, e um segundo seria a ampliação do mercado chinês, uma vez que o Irã apresenta uma das maiores populações da região.

## G. 05

Mais da metade do deserto do Saara recebe menos de 25 mm de precipitação ao longo do ano. Porém, devido a uma anomalia de precipitação, grande parte desse deserto apresentou neste ano (2024) chuvas muito acima do normal, potencialmente atingindo um máximo de 500% da média anual e mais de 1000% da precipitação normal nas regiões centrais. Embora essa quantidade possa não parecer alta, consideradas as médias históricas, o volume de chuvas de poucos dias em algumas áreas foi equivalente aos totais anuais.

Disponível em <https://metsul.com/> (Adaptado).



Área do deserto do Saara antes das chuvas, em 14 de agosto de 2024, e após as chuvas, em 10 de setembro de 2024.

Disponível em NASA, 2024.

Sobre as chuvas na região do deserto do Saara e as imagens de satélite, responda:

- Qual o principal sistema atmosférico responsável pela formação de chuva para essa região do deserto do Saara?
- Indique dois aspectos positivos resultantes desse aumento de precipitações.

c) Explique um impacto ambiental observado após a ocorrência anômala de chuvas nessa região do Saara.

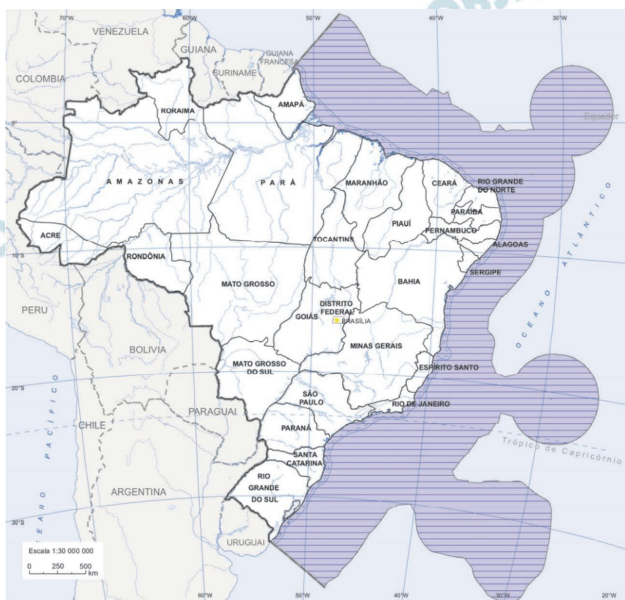
### **Resolução**

- a) Segundo alguns meteorologistas, o principal sistema atmosférico envolvido na alteração climática dessa porção norte do Deserto do Saara é o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), relacionado a uma excessiva evaporação causada pelo aquecimento global. Tais chuvas excessivas são chamadas tempestades extratropicais.
- b) O aumento de precipitações, se mantido, pode beneficiar as atividades agrícolas pelo aumento de áreas com solos umedecidos e pode também fazer crescer o volume de rios em condições de intermitência, aumentando a oferta de água a comunidades que vivem em áreas áridas ou semiáridas.
- c) As chuvas que ocorreram nessa região norte da África causaram inundações em inúmeras cidades ou zonas rurais de países como Argélia e Marrocos, provocando transtornos com perdas de bens materiais e produções agrícolas.

## G. 06

Perguntar qual a extensão do Brasil a quem frequentou uma escola e aprendeu noções básicas de nossa geografia levará à resposta de 8,5 milhões de quilômetros quadrados. Esse dado, porém, está bem abaixo do que se considera hoje o tamanho real do território nacional. Desde 16 de novembro de 1994, com a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), aos 8.514.877 km<sup>2</sup> indicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no mapa do Brasil, somam-se 3,5 milhões de km<sup>2</sup> de espaços marítimos, um vasto território ainda pouco considerado.

ASSAD, Leonor. *Revista Ciência e Cultura*, vol.62, n.3, 2010  
(Adaptado).



Estados e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. IBGE, 2024  
(Adaptado).

Em 27 de agosto de 2024, o IBGE apresentou o novo limite leste do Sistema Costeiro-Marinho do país.

Com base no texto e no mapa, responda:

- Qual é a denominação da área que compreende o limite marítimo em destaque?
- Cite dois aspectos que promoveram a necessidade para o novo mapeamento.
- Explique qual a razão para o acréscimo das áreas de cobertura territorial nos extremos leste e nordeste do litoral brasileiro e indique o nome de uma delas.

### Resolução

- Trata-se da Zona Econômica Exclusiva, também denominada como “Amazônia Azul”.

**b) Podem-se citar a:**

- **Necessidade de exploração, aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais.**
- **Manutenção da soberania nacional.**
- **Investigação científica marinha.**
- **Preservação e proteção do meio marítimo.**

**c) A razão para o acréscimo desta área é a necessidade de inclusão de ilhas oceânicas brasileiras nas áreas que compõem a ZEE a fim de assegurar a sua gestão marítima e a soberania territorial. No extremo nordeste, encontram-se o arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas. Já no extremo leste localizam-se as ilhas Trindade e Martim Vaz.**



# HISTÓRIA

Homenagem visual à área de História, composta pela arte rupestre de Cerro Azul, na Amazônia colombiana, cujas pinturas possuem aproximadamente 20 mil anos.

## H. 01

As coisas mudaram drasticamente logo que o controle das mulheres sobre a reprodução começou a ser percebido como uma ameaça à estabilidade econômica e social, tal como ocorreu no período subsequente à catástrofe demográfica produzida pela Peste Negra, a praga apocalíptica que, entre 1347 e 1352, destruiu mais de um terço da população europeia. Depois da disseminação da praga, os aspectos sexuais da heresia adquiriram maior importância em sua perseguição. Coincidindo com este processo, que marcou a transição da perseguição à heresia para a caça às bruxas, a figura do herege se tornou, cada vez mais, a de uma mulher, de forma que, no início do século XV, a bruxa se transformou no principal alvo de perseguição aos hereges.

FEDERICI, Silvia. *Calibã e a bruxa*. Mulheres, corpo e acumulação primitiva. São Paulo: Ed. Elefante, 2017. p.85-86 (Adaptado).

Considerando o texto, responda:

- O que fez com que as mulheres se tornassem os principais alvos da perseguição às heresias?
- Cite dois elementos da crise do século XIV mencionados no excerto.

- c) Indique qual foi a principal instituição responsável pela condenação das heresias e explique seu papel na chamada “caça às bruxas”.

### **Resolução**

- a) O texto de Silvia Federici aponta a mudança do caráter das perseguições, no contexto da recuperação do declínio demográfico decorrente, em grande medida, da Grande Peste. No período de transição feudo-capitalista, as mulheres assumiram um papel cada vez mais relevante no controle da reprodução da população. Assim, segundo a autora, a perseguição à heresia associou-se à caça às bruxas, como uma forma de controle dos corpos e do comportamento feminino.
- b) O texto menciona a Grande Peste e a crise demográfica que se abateu sobre a Europa. A disseminação da Peste, as guerras – principalmente a Guerra dos Cem Anos – e a fome são considerados os principais elementos explicativos da crise do século XIV e da desarticulação do sistema feudal.
- c) A principal responsável pela repressão às heresias foi a Igreja Católica, por intermédio da Santa Inquisição. Como promotora da unidade cristã no Ocidente e da pureza doutrinária na Baixa Idade Média, a Igreja pautou a conduta e os comportamentos de homens e mulheres. A caça às bruxas insere-se nesse contexto de normatização dos comportamentos, principalmente em relação às mulheres e a seu papel na família. Posteriormente, o advento da Reforma Protestante e a consequente Reforma Católica acirraram o fanatismo religioso e a misoginia dos padres, que viam na mulher uma figura do mal.



(I) Mulher Tupi, 1641.



(II) Mulher Tapuia, 1641.

As imagens são reproduções de pinturas de Albert Eckhout, um artista holandês que viveu no nordeste do Brasil no século XVII.

- a) Cite um fator que explique a presença de Eckhout no Brasil.
- b) Mencione dois elementos na imagem (I) que indiquem a presença de padrões europeus.
- c) Indique dois aspectos constantes na imagem (II) que caracterizem a mulher tapuia como “selvagem”.

### **Resolução**

- a) O pintor Albert Eckhout foi um importante retratista que permaneceu no Brasil (especialmente em Recife) entre os anos de 1637 e 1644. O artista foi membro da comitiva de estudiosos e intelectuais organizada por Maurício de Nassau, administrador do chamado “Brasil Holandês”, território invadido e dominado pelos flamengos entre os anos de 1630 e 1654.
- b) Podemos citar: o nariz afinado em um rosto com padrões europeus; e a exuberância da fauna e da flora, algo que encantava os colonizadores.
- c) Podemos citar: os restos humanos carregados pela indígena, evidenciando o estereótipo da antropofagia (canibalismo), que escandalizava a moral cristã europeia; e a nudez, tal como foi representada, considerada pecaminosa (ainda que parcial e em pose que remete aos cânones da representação artística europeia).

# H. 03

Analise a letra da canção “Pesadelo”, composta por Maurício Tapajós e Paulo César Pinheiro, que integrou o disco “Cicatrizes”, do grupo MPB4:

“Quando um muro separa uma ponte une  
Se a vingança encara o remorso pune  
Você vem me agarra, alguém vem me solta  
Você vai na marra, ela um dia volta  
E se a força é tua ela um dia é nossa  
Olha o muro, olha a ponte, olha o dia de ontem chegando  
Que medo você tem de nós, olha aí

Você corta um verso, eu escrevo outro  
Você me prende vivo, eu escapo morto  
De repente olha eu de novo  
Perturbando a paz, exigindo o troco  
Vamos por aí eu e meu cachorro  
Olha um verso, olha o outro  
Olha o velho, olha o moço chegando  
Que medo você tem de nós, olha aí!”

Considerando que a canção foi composta em 1972, durante a ditadura militar,

- identifique qual é o protagonista chamado de “você” na letra da canção.
- cite duas reivindicações apresentadas na letra da canção.
- justifique os títulos dados ao disco e à canção.

## Resolução

- Podemos entender que o termo “você”, na letra da canção, tanto pode referir-se ao Estado de exceção instituído após o golpe civil-militar de 1964, quanto à censura e à repressão impostas pelos órgãos estabelecidos pelo regime para esse fim.**
- A letra como um todo reivindica plena liberdade de expressão, a exemplo do trecho “Você corta um verso, eu escrevo outro”, que faz menção à existência da censura existente em todos os aspectos da produção cultural do País. Já no trecho “De repente, olha eu de novo/ Perturbando a paz, exigindo o troco”, os autores exprimem o desejo pelo término e pela punição das arbitrariedades cometidas durante a ditadura civil-militar.**

c) “Cicatrizes”, título do disco, remete às marcas da repressão, tanto nos corpos dos prisioneiros políticos, quanto na sociedade civil, durante os chamados “anos de chumbo”.

O título da canção, “Pesadelo”, remete a um confronto em que, na concepção do Estado vigente, aqueles que se insurgiam contra o sistema eram o “pesadelo”, pois persistiam na resistência e exigiam “o troco”. No entanto, para aqueles que sofriam com as violências perpetradas pelo Estado contra os valores democráticos e seus defensores, o “pesadelo” era a própria existência do regime autoritário.



A imagem apresentada é uma propaganda vitoriana de sabão (Pears' Soap). Ao analisá-la, Anne McClintock, historiadora zimbabuense-sul-africana, afirma que, no espelho do menino branco, “o menino negro testemunha seu destino predeterminado de metamorfose imperial, mas continua um híbrido racial passivo, parte branco, parte negro, levado à beira da civilização pelos fetiches mercantis gêmeos do sabão e do espelho”.

McCLINTOCK, Anne. *Couro imperial. Raça, gênero e sexualidade no embate colonial*. São Paulo: Editora da Unicamp, 2010. p.317.

A partir da análise da imagem e da leitura do excerto, responda:

- Qual o fundamento pseudo-científico usado para justificar a eficácia do produto propagandeado?
- Qual o significado das expressões “metamorfose imperial” e “híbrido racial passivo”?
- Cite e explique um fator de tensão entre duas nações europeias que participaram da colonização da África do Sul.

### Resolução

- O darwinismo social, com a defesa da pretensa superioridade do homem branco, a partir de distorções das ideias originais de Charles Darwin, está por detrás da hipotética capacidade do sabão de eliminar as “impurezas raciais”.
- A expressão “metamorfose imperial” evidencia as transformações impostas pelos europeus durante o Neocolonialismo, a exemplo da desarticulação das estruturas sociopolíticas africanas; “híbrido racial passivo”, por sua vez, refere-se às populações sob exploração imperialista, “civilizadas” pelo processo, porém ainda inferiorizadas pelo

colonizador (que, a partir das noções do racismo pseudocientífico, acreditava ser biológica e culturalmente superior aos colonizados). Assim, para a autora, o sabão oferece uma alegoria de transformação, como uma metáfora de “regeneração” imposta, daí o uso do termo “passivo”. Ao apresentar o garoto com a cabeça negra, a propaganda busca reforçar a ideia de uma pretensa inferioridade intelectual negra, que não poderia ser alterada, apesar dos esforços brancos.

c) A disputa pelo controle do território sul-africano deu-se pela intensa concentração de metais preciosos e diamantes na região, inicialmente ocupada por holandeses e seus descendentes (bôeres) e posteriormente dominada pelos britânicos.

Ao analisar as formas de dominação entre homens livres na zona rural do Vale do Paraíba no século XIX, a socióloga Maria Sylvia de Carvalho Franco afirmou:

“O compadrio é uma instituição que permite essa aparente quebra de barreiras sociais entre as pessoas por ela ligadas. (...) Para que se tenha presente o quanto esse recurso foi explorado, basta lembrar o significado que ‘apadrinhar’ adquiriu na vida pública e o suporte político representado pelos ‘afilhados’. Ampliando-se as trocas do compadrio para situações sociais, compreende-se como deriva dele toda uma intrincada rede de dívidas e obrigações, infundáveis porque sempre renovadas em cada uma de suas amortizações, num processo que se regenera em cada um dos momentos em que se consome.”

FRANCO, Maria Sylvia de Carvalho. *Homens livres na ordem escravocrata*. São Paulo: Ática, 1974, p.78-79.

- Qual era a principal atividade econômica desenvolvida no Vale do Paraíba no século XIX?
- Cite um exemplo de subordinação política e um exemplo de obrigação social derivados da relação de “apadrinhamento” analisada no excerto.
- Diferencie a dominação vigente sob o regime da escravidão da forma de dominação social exercida pelo “apadrinhamento”.

## **Resolução**

- A atividade econômica predominante desenvolvida no Vale do Paraíba do século XIX foi o cultivo do café.**
- O excerto coloca as relações de apadrinhamento como uma forma de quebra de barreiras sociais e, ao mesmo tempo, como reconhecimento do lugar dos atores sociais. Ao ser “apadrinhado”, o “afilhado” passava a desfrutar das redes sociais e políticas de quem o apadrinhou, o que lhe assegurava acesso a um círculo social e político alargado. Por outro lado, o apadrinhamento lhe trazia uma relação de dívida e obrigação: sua posição na sociedade era devida ao padrinho, formando uma rede de lealdade, que extrapolava o campo das relações pessoais.**
- Sob o regime de escravidão, as relações de trabalho passavam pela associação do trabalhador à mercadoria (ou à sua “coisificação”), sem direito de cidadania e/ou participação política. A**

transformação das relações de trabalho no final do século XIX, com o fim da escravidão, exigiram o estabelecimento de novos vínculos no mundo social. O apadrinhamento faz parte desse contexto de mudanças sociais e políticas, com o apadrinhado sendo, agora, parte do seio da família, ou seja, tratado de maneira mais humanizada.

“Assim como os Maias, os demais povos da Mesoamérica também cultivavam o cacau com duas finalidades; a primeira e provavelmente mais antiga, era produzir uma bebida tônica e refrescante, dissolvendo em água as amêndoas torradas e moídas e adicionando-lhes diversas especiarias, inclusive pimenta; a segunda, que iria encher de surpresa os europeus, era produzir as próprias amêndoas, uma vez que elas, como veremos a seguir, eram a moeda corrente na região. Não havia qualquer contradição entre esses valores de uso e de troca, pois o cacau-bebida era consumido exclusivamente pelas elites (nobres, guerreiros e ricos comerciantes). Um dos principais objetivos da expansão imperial dos Astecas na direção sudeste, durante o século XV, havia sido o de controlar as regiões produtoras de cacau no istmo de Tehuantepec e no litoral sul da Guatemala.”

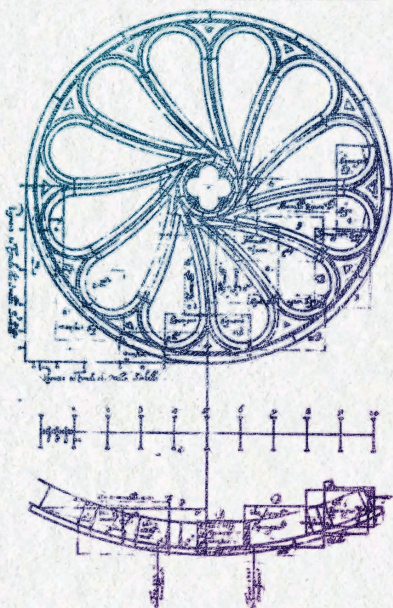
PORRO, Antonio. *Cacau e chocolate: dos hieróglifos maias à cozinha ocidental*. Anais do Museu Paulista. v. 5. Jan/Dez 1997. p.281.

Segundo o excerto,

- a) de que modo o cacau era consumido pelos povos mesoamericanos antes da chegada dos europeus à América?
- b) cite os dois usos do cacau mencionados no texto.
- c) explique o papel do cacau como fator de distinção social e como motivação para o expansionismo territorial asteca.

## **Resolução**

- a) **O cacau era consumido pelos povos meso-americanos na forma de uma bebida forte e refrescante, preparada com o pó das amêndoas torradas dissolvido em água, acrescido de especiarias.**
- b) **Os dois usos mencionados no texto são: a produção de uma bebida energizante; e o uso das amêndoas como moeda corrente na região.**
- c) **O cacau era um símbolo de distinção social, pois o consumo da bebida era uma exclusividade da elite, composta por nobres, guerreiros e comerciantes ricos. Além disso, a necessidade de controle das áreas produtoras de cacau estimulava a expansão imperialista dos astecas, visando assegurar o acesso a esse recurso valioso, tanto como alimento de prestígio quanto como instrumento de troca.**



## MATEMÁTICA

Homenagem visual à área de Matemática, representada por cálculos de vitrais utilizados na arquitetura.

### M. 01

Uma papelaria oferece três diferentes promoções:

	Composição	Valor total (R\$)
<b>Promoção I</b>	2 Cadernos de capa dura + 1 Caixa de lápis de cor + 1 Conjunto de canetas	86,00
<b>Promoção II</b>	3 Cadernos de capa dura + 3 Caixas de lápis de cor + 3 Conjuntos de canetas	174,00
<b>Promoção III</b>	3 Cadernos de capa dura + 2 Caixas de lápis de cor + 2 Conjuntos de canetas	142,00

Com base nessas informações, responda:

- a) Escreva um sistema de três equações cujas incógnitas C, L e N representam, respectivamente, os preços do caderno de capa dura, da caixa de lápis de cor e do conjunto de canetas.

- b) Considerando apenas as promoções II e III, qual é a soma dos preços da caixa de lápis de cor e do conjunto de canetas?
- c) A soma dos preços da caixa de lápis de cor e do conjunto de canetas é a mesma nas três promoções e o valor dessa soma depende do preço do caderno de capa dura. Suponha que, em apenas duas das promoções, o preço do caderno de capa dura seja o mesmo, sendo esse preço maior que a soma dos preços da caixa de lápis de cor e do conjunto de canetas. Nessas condições, quais promoções possuem o mesmo preço para o caderno de capa dura?

### Resolução

$$a) \begin{cases} 2C + L + N = 86 \\ 3C + 3L + 3N = 174 \\ 3C + 2L + 2N = 142 \end{cases}$$

$$b) \begin{cases} 3C + 3L + 3N = 174 \\ 3C + 2L + 2N = 142 \end{cases} \Rightarrow L + N = 32$$

- c) 1) Se  $L + N = y$  e  $C_1, C_2, C_3$  os preços do caderno de capa dura nas três promoções, então:

$$\begin{cases} 2C_1 + L + N = 86 \\ 3C_2 + 3L + 3N = 174 \\ 3C_3 + 2L + 2N = 142 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_1 = 43 - \frac{y}{2} \\ C_2 = 58 - y \\ C_3 = \frac{142 - 2y}{3} \end{cases}$$

$$2) \text{ Se } C_1 = C_2 \text{ então } 43 - \frac{y}{2} = 58 - y \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 86 - y = 116 - 2y \Leftrightarrow y = 30 \text{ e } C_1 = C_2 = 28 < y.$$

$$\text{Logo } C_1 \neq C_2$$

$$3) \text{ Se } C_1 = C_3 \text{ então: } 43 - \frac{y}{2} = \frac{142 - 2y}{3} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y = 26 \text{ e } C_1 = C_3 = 30 > y. \text{ Logo: } C_1 = C_3$$

$$4) \text{ Se } C_2 = C_3, \text{ de acordo com o item(b)}$$

$$y = 32 \text{ e } C_2 = C_3 = 26 < y. \text{ Logo: } C_2 \neq C_3$$

Resposta: a) Sistema

$$b) L + N = 32$$

c) A promoção I e promoção III

# M. 02

O risco relativo (RR) é um termo estatístico utilizado para comparar as probabilidades condicionais de um determinado evento ocorrer, dado que um grupo está exposto a determinado fenômeno, enquanto outro não está exposto a esse mesmo fenômeno. Em termos matemáticos, tem-se que:

$$RR = \frac{P(\text{evento} | \text{exposto})}{P(\text{evento} | \text{não exposto})}$$

Um grupo de pessoas foi exposto, durante um longo período de tempo, a um determinado agente químico que pode representar um fator de risco para uma determinada doença. Outro grupo de pessoas não sofreu essa exposição. Em ambos os grupos, houve indivíduos que desenvolveram essa doença e outros não, como mostra a tabela a seguir.

Pessoas	Com a doença	Sem a doença	Total
Expostas	500	300	800
Não expostas	100	23.100	23.200
Total	600	23.400	24.000

Com base nesses dados, qual é a estimativa para

- a probabilidade de que um indivíduo qualquer desenvolva a doença?
- a probabilidade de que um indivíduo tenha sido exposto, dado que desenvolveu a doença?
- o risco relativo de que um indivíduo desenvolva a doença, dado que foi exposto ao agente químico?

## Resolução

Pessoas	Com a doença	Sem a doença	Total
Expostas	500	300	800
Não expostas	100	23.100	23.200
Total	600	23.400	24.000

- a) A partir da tabela, temos:

$$p(\text{doente}) = \frac{600}{24000} = \frac{1}{40}$$

b) A partir da tabela, temos:

$$p(\text{exposto}|\text{doente}) = \frac{500}{600} = \frac{5}{6}$$

c) Calculando RR, temos:

$$\begin{aligned} \text{RR} &= \frac{P(\text{doente}|\text{exposto})}{P(\text{doente}|\text{n\~{a}o exposto})} = \\ &= \frac{\frac{500}{800}}{\frac{100}{23200}} = \frac{5}{8} \cdot 232 = \frac{145}{1} = 145 \end{aligned}$$

Resposta: a)  $\frac{1}{40}$

b)  $\frac{5}{6}$

c) 145

# M. 03

Após uma proposta de atividade de uma professora que incentivava estudantes de sua turma a explorar, em uma tabela numérica, o pensamento matemático por meio de atividades investigativas, a turma percebeu diversos padrões interessantes.

Considere uma tabela com 10 colunas, em que os números naturais estão dispostos sequencialmente a partir da primeira linha.

Nessa tabela, a professora destacou um retângulo, como mostra a figura:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Posteriormente, definiu como  $S$  a soma dos elementos do retângulo e como  $D$  o módulo da diferença do produto dos elementos das diagonais. Para o retângulo destacado, temos:

$$S = 6 + 7 + 16 + 17 = 46.$$

$$D = |7 \times 16 - 6 \times 17| = |112 - 102| = 10.$$

Se esse retângulo for deslocado uma coluna para a direita, teremos  $S = 50$ , e se for deslocado uma linha para baixo, teremos  $S = 86$ .

A partir das informações apresentadas, responda:

- Se o retângulo destacado da tabela for deslocado  $n$  linhas para baixo, qual será o valor de  $S$ ?
- Se o retângulo destacado da tabela for deslocado  $n$  linhas para baixo, qual será o valor de  $D$ ?
- Considere agora que a tabela foi construída com  $n$  colunas, sendo  $n \geq 2$ . Qual é o valor de  $D$  para um retângulo cujo menor elemento é  $k$ , com  $k \neq pn$  ( $p \in \mathbb{N}$ )?

## Resolução

a) Deslocando  $n$  linhas para baixo, temos:

$6 + 10n$	$7 + 10n$
$16 + 10n$	$17 + 10n$

$$S = 6 + 10n + 7 + 10n + 16 + 10n + 17 + 10n = 46 + 40n$$

b) O cálculo de  $D$  é equivalente a calcular o módulo do determinante de uma matriz

$$D = \begin{vmatrix} 6 + 10n & 7 + 10n \\ 16 + 10n & 17 + 10n \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} 6 + 10n & 1 \\ 16 + 10n & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} \xrightarrow{x(-1)} \\ \leftarrow + \end{matrix} = \begin{vmatrix} 6 + 10n & 1 \\ 10 & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= |(6 + 10 \cdot n) \cdot 0 - 10 \cdot 1| = |-10| = 10$$

c) Considerando uma tabela com  $n$  colunas, temos:

1	2	3	...	$n$
$1 + n$	$2 + n$	$3 + n$	...	$2n$
$1 + 2n$	$2 + 2n$	$3 + 2n$	...	$3n$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Destacando um retângulo cujo menor elemento é  $k$ , temos:

$k$	$k + 1$
$k + n$	$k + n + 1$

Calculando o valor de  $D$ , temos:

$$D = \begin{vmatrix} k & k + 1 \\ k + n & k + n + 1 \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} k & 1 \\ k + n & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} \xrightarrow{x(-1)} \\ \leftarrow + \end{matrix} = \begin{vmatrix} k & 1 \\ n & 0 \end{vmatrix} =$$

$$= |k \cdot 0 - 1 \cdot n| = |-n| = n$$

Respostas: a)  $46 + 40n$

b) 10

c)  $n$

# M. 04

O sistema *Price*, também conhecido como Sistema Francês de Amortização, é um modelo muito utilizado para financiamentos, como os de celulares e veículos. A principal característica desse sistema é que as parcelas são fixas durante todo o período do financiamento, ou seja, o valor que se paga periodicamente é o mesmo do início ao fim. A parcela do financiamento no sistema *Price* é composta por duas partes: amortização e juros. Nesse sistema, ao longo do tempo, o valor pago a título de juros diminui à medida que o valor pago a título de amortização aumenta, mantendo o valor total da parcela constante, conforme o modelo matemático:

$$V = \frac{P}{(1+j)} + \frac{P}{(1+j)^2} + \frac{P}{(1+j)^3} + \dots + \frac{P}{(1+j)^n} =$$
$$= \frac{P}{(1+j)} \left[ 1 + \frac{1}{(1+j)} + \frac{1}{(1+j)^2} + \dots + \frac{1}{(1+j)^{n-1}} \right]$$

em que  $V$  corresponde ao valor total financiado,  $j$  representa a taxa de juros cobrada mensalmente,  $n$  é o número de parcelas mensais a serem pagas e  $P$  é o valor de cada uma das parcelas.

O valor de  $n$  é um número inteiro, dado que é o número de parcelas do financiamento. Contudo, ao modelar matematicamente tal problema, pode-se deparar com valores não inteiros. Existem calculadoras que, por exemplo, mesmo que o valor modelado matematicamente para  $n$  não seja inteiro, apresentam como resposta padrão  $n$  como sendo o menor inteiro maior que o valor obtido com o modelo matemático. Por exemplo, considerando um valor financiado de R\$ 19.000,00, que será cobrado a uma taxa de juros de 1% ao mês, com parcelas fixas de R\$500,00, a calculadora apresenta como solução  $n = 49$ .

- Supondo a ausência de juros, ou seja, uma taxa de juros de 0% ao mês, em quantas parcelas de R\$500,00 poderia ser quitado o financiamento de R\$19.000,00?
- Considerando uma taxa de juros de 1% ao mês, parcelas fixas de R\$500,00 e  $n = 49$ , calcule o valor financiado  $V$  obtido por meio do modelo matemático apresentado.
- Assumindo que  $n$  não precisa ser inteiro no modelo matemático apresentado, encontre  $n$  para um valor financiado de R\$ 19.000,00 que será pago em parcelas fixas de R\$ 500,00 a uma taxa de juros de 1% ao mês.

**Note e adote:**

No item (b), utilize, se necessário:  $(1,01)^{-48} = 0,620260$ ;  $(1,01)^{-49} = 0,614119$ ;  $(1,01)^{-50} = 0,608039$ .

No item (c), a resposta pode ser apresentada em função de logaritmo.

**Resolução**

- a) Supondo a ausência de juros, o número de parcelas de R\$ 500,00 para quitar o financiamento de R\$ 19.000,00 será dado por

$$\frac{19000}{500} = 38 \text{ parcelas}$$

- b) O valor financiado  $V$ , por meio do modelo apresentado, com juros de 1% ao mês e parcelas fixas de R\$ 500,00, será

$$V = \frac{500}{1,01} \cdot \left[ 1 + \frac{1}{1,01} + \frac{1}{1,01^2} + \dots + \frac{1}{1,01^{48}} \right]$$

soma de PG com  $q = \frac{1}{1,01}$

$$\Leftrightarrow V = \frac{500}{1,01} \cdot \frac{1 \left[ 1 - \left( \frac{1}{1,01} \right)^{49} \right]}{1 - \frac{1}{1,01}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V = \frac{500}{1,01} \cdot \frac{1 - 1,01^{-49}}{\frac{0,01}{1,01}} = \frac{500 \cdot (1 - 0,614119)}{0,01} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V = \frac{500 \cdot 0,385881}{0,01} = 19.294,05 \text{ reais}$$

- c) Para um valor financiado  $V$  de R\$ 19.000,00, taxa de 1% ao mês e parcelas fixas de R\$ 500,00 temos, usando o modelo dado:

$$V = \frac{500}{1,01} \cdot \frac{1 \left[ 1 - \left( \frac{1}{1,01} \right)^n \right]}{1 - \frac{1}{1,01}} = 19.000 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{1 - \left( \frac{1}{1,01} \right)^n}{0,01} = 38 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1 - \left( \frac{1}{1,01} \right)^n = 0,38 \Leftrightarrow \left( \frac{1}{1,01} \right)^n = 0,62 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow n = \log_{\frac{1}{1,01}} 0,62 = \frac{\log 0,62}{\log 1,01^{-1}} = - \frac{\log 0,62}{\log 1,01}$$

Respostas:

a) 38 parcelas

b) R\$ 19.294,05

c)  $n = \log_{\frac{1}{1,01}} 0,62 = \frac{\log 0,62}{\log 1,01^{-1}} = - \frac{\log 0,62}{\log 1,01}$

# M. 05

Considere o quociente  $(k_n) = \frac{n}{2^b}$ , em que  $n, b \in \mathbb{N}^*$ .

- a) a) Para  $b = 3$ ,  $(k_n)$  forma uma progressão. Indique se a progressão formada é aritmética ou geométrica e forneça o valor da razão.
- b) Se  $n$  é um número par e  $b \leq 3$ , qual é o número máximo de casas decimais de  $k_n$ ?
- c) Qual é o menor  $n$ , em função de  $b$ , tal que  $k_1 + k_2 + \dots + k_n$  é um número inteiro?

## Resolução

a) Para  $b = 3$ , temos:

$$k_1 = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$$

$$k_2 = \frac{2}{2^3} = \frac{2}{8}$$

$$k_3 = \frac{3}{2^3} = \frac{3}{8}$$

$\vdots$

A progressão formada é uma aritmética de razão

$$\frac{2}{8} - \frac{1}{8} = \frac{1}{8}$$

b) 1) Para  $b = 1$

$$k_2 = \frac{2}{2} = 1$$

$$k_4 = \frac{4}{2} = 2$$

$$k_6 = \frac{6}{2} = 3$$

$\vdots$

Progressão aritmética de razão 1

2) Para  $b = 2$

$$k_2 = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$k_4 = \frac{4}{4} = 1$$

$$k_6 = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

$\vdots$

Progressão aritmética de razão de razão  $\frac{1}{2} = 0,5$

3) Para  $b = 3$

$$\left. \begin{aligned} k_2 &= \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \\ k_4 &= \frac{4}{8} = \frac{1}{2} \\ k_6 &= \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Progressão aritmética de} \\ \text{razão de razão } \frac{1}{4} = 0,25 \end{array}$$

Assim, o número máximo de casas decimais são duas.

c) 1)  $k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n =$

$$= \frac{1}{2^b} + \frac{2}{2^b} + \frac{3}{2^b} + \dots + \frac{n}{2^b} =$$

$$= \frac{1}{2^b} \cdot (1 + 2 + 3 + \dots + n) =$$

$$= \frac{(n+1) \cdot n}{2^b \cdot 2} = \frac{n \cdot (n+1)}{2^{b+1}} = \alpha \text{ e } \alpha \in \mathbb{N}^*$$

2) Para que  $n$  seja o menor, devemos ter

$$n + 1 = 2^{b+1} \Leftrightarrow n = 2^{b+1} - 1$$

Respostas: a) É uma progressão aritmética de razão

$$\frac{1}{8}$$

b) Duas casas decimais

c)  $n = 2^{b+1} - 1$

# M. 06

A partir do recorte de um quadrado cujo lado mede 10 m, um artista plástico fez uma obra em metal representada na Figura 1, cuja planificação é mostrada na Figura 2.

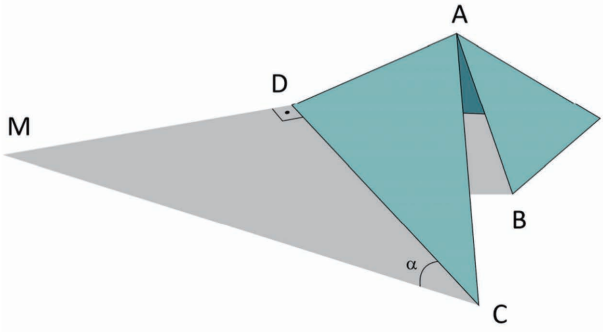


Figura 1

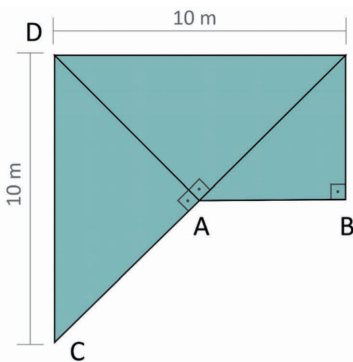


Figura 2

Observe as Figuras 1 e 2 para responder:

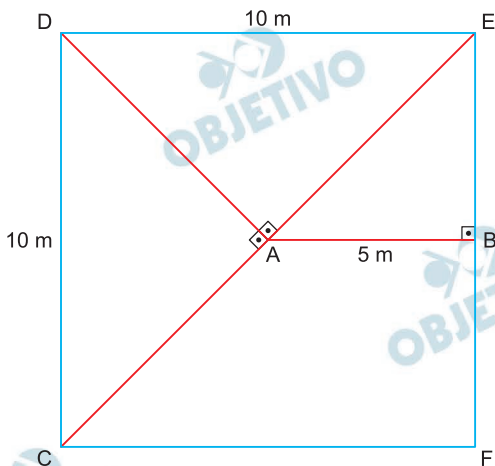
- Supondo que a medida da área da sombra externa da escultura, representada pelo triângulo DMC, seja o dobro da medida da área do triângulo DAC, qual é a medida do ângulo  $\alpha$ , indicado na Figura 1?
- Supondo que a medida da área do triângulo DMC seja  $k$  vezes a medida da área do triângulo DAC, determine o valor de  $k$  em função de  $\alpha$ .
- Qual é a medida da projeção ortogonal do segmento AB no solo, supondo que o ângulo desse segmento em relação ao solo seja  $60^\circ$ ?

Note e adote:

$$\text{sen}(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{cos}(60^\circ) = \frac{1}{2}$$

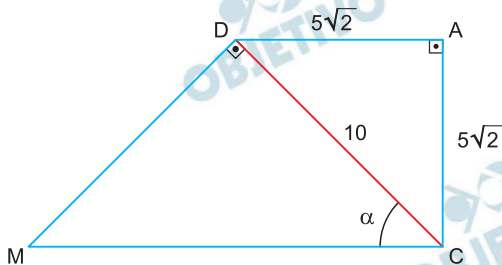
### Resolução



CE é diagonal do quadrado, e portanto,  $CE = 10\sqrt{2}$  m

Assim,  $AE = AD = AC = 5\sqrt{2}$  m

a)



Como a área do triângulo DMC é o dobro da área do triângulo DAC, temos:

$$\frac{10 \cdot DM}{2} = \frac{2 \cdot 5\sqrt{2} \cdot 5\sqrt{2}}{2} \Rightarrow DM = 10\text{m}$$

$$\text{Assim, } \text{tg } \alpha = \frac{DM}{DC} = \frac{10}{10} = 1, \text{ e, portanto, } \alpha = 45^\circ$$

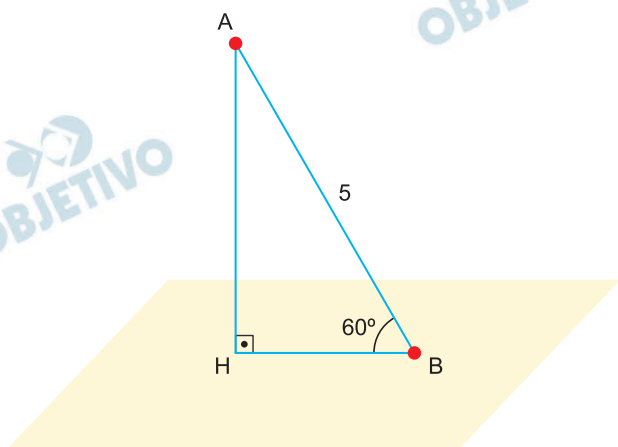
b) Como a área do triângulo DMC é  $k$  vezes a área do triângulo DAC, temos:

$$\frac{10 \cdot DM}{2} = \frac{k \cdot 5\sqrt{2} \cdot 5\sqrt{2}}{2} \Rightarrow DM = 5k$$

$$\text{Assim, } \text{tg } \alpha = \frac{DM}{DC} = \frac{5k}{10} = \frac{k}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow k = 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ com } 0^\circ < \alpha < 90^\circ$$

c)



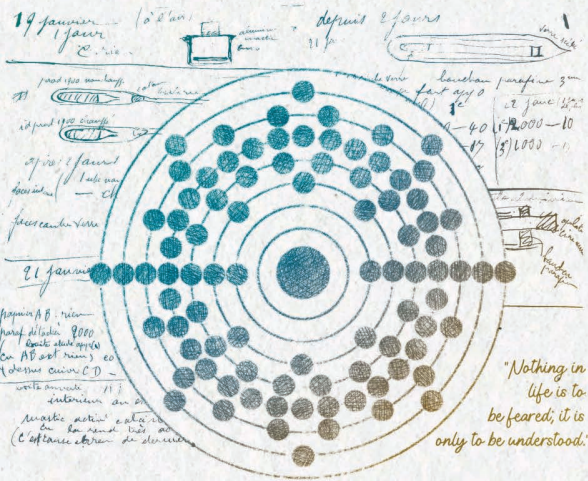
Sendo  $\overline{BH}$  a projeção ortogonal da  $\overline{AB}$  em relação ao solo, temos:

$$\cos 60^\circ = \frac{BH}{AB} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{BH}{5} \Rightarrow BH = 2,5\text{m}$$

Respostas: a)  $45^\circ$

b)  $2 \operatorname{tg} \alpha$ , com  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$

c) 2,5m



# QUÍMICA

Homenagem visual à área de Química, com ilustrações representando o elemento polônio e anotações do caderno preservado de Marie Skłodowska-Curie.

## Q. 01



Os hexágonos cravados nas medalhas com o símbolo olímpico são feitos de ferro. Para a resolução da questão, assuma que eles foram retirados das medalhas.

A massa dos hexágonos não está considerada na massa das medalhas.

Figura 1

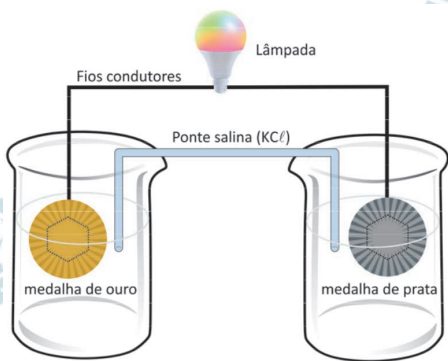


Figura 2

**Note e adote:**

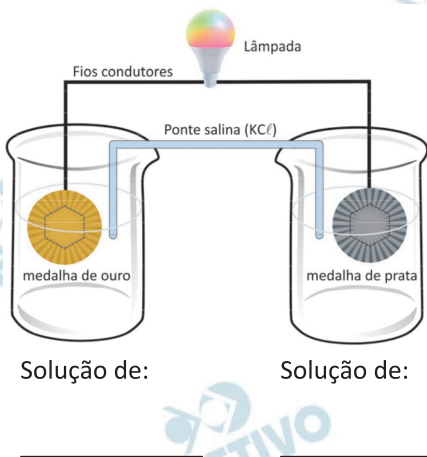


Em competições esportivas, os atletas que alcançam as três primeiras posições são condecorados com medalhas denominadas ouro, prata e bronze. Contudo, na Olimpíada e na Paralimpíada de Paris, a composição das medalhas de ouro e de bronze entregues aos atletas, descrita na Figura 1, não corresponde ao que seus nomes sugerem. A medalha de ouro é apenas revestida com esse metal. A medalha de bronze, que deveria ser composta por 67% em massa de cobre e 33% em massa de estanho, possui outra composição.

a) Preencha, no quadro da folha de respostas, qual deveria ser a massa de cada um desses metais, Cu e Sn, em uma medalha olímpica de 437 g para que ela fosse de fato de bronze?

Metal	Massa (g)
Cu	
Sn	

b) Considere que a ginasta Rebeca Andrade, condecorada com medalhas de ouro e de prata em Paris, decida utilizá-las para construir uma pilha. Para isso, ela retirou o hexágono de ferro das medalhas e esquematizou a pilha representada na Figura 2. Sabendo que a atleta dispõe de duas soluções,  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ , ambas de concentração 1 mol/L, complete, na folha de respostas, em qual compartimento cada solução deve ser adicionada para que a pilha funcione. Com a pilha funcionando, indique qual metal se deposita sobre qual medalha.



- c) Um dos problemas da obtenção de Au é o uso indiscriminado de Hg pelo garimpo. Nesse processo, 3g de Hg dissolvem 1 g de Au para formar um amálgama. O Au é purificado aquecendo o amálgama e evaporando o Hg. Considerando que cada tonelada de sedimento de determinado rio contenha 8g de Au, qual a massa de sedimento necessária para extrair os 6g de Au presentes na medalha de Au? Assumindo que 60% do Hg evaporado para a produção dessa medalha alcancem um corpo d'água de 6 milhões de litros e que a legislação brasileira adota a concentração de  $1 \times 10^{-6}$  g de Hg/L como limite, esse corpo d'água seria considerado próprio para consumo em relação ao Hg? Apresente os cálculos.

### Resolução

- a) massa da medalha de bronze = 437g

$$\text{Cu: } 100\% \text{ ————— } 437\text{g}$$

$$67\% \text{ ————— } x$$

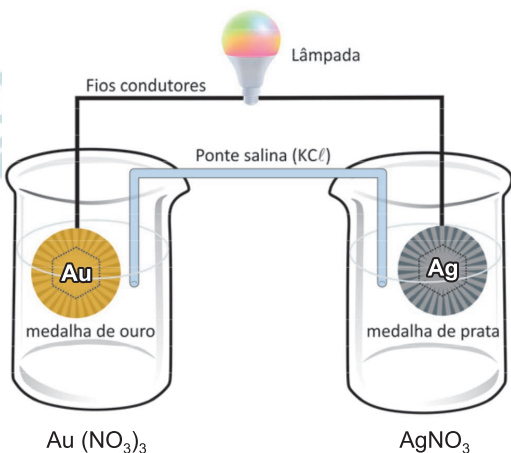
$$x = 292,79\text{g}$$

$$\text{Sn: } 100\% \text{ ————— } 437\text{g}$$

$$33\% \text{ ————— } y$$

$$y = 144,21\text{g}$$

- b)



Cátion  $\text{Au}^{3+}$  tem maior  $E_{\text{red}}^0$  que o cátion  $\text{Ag}^+$ , portanto, o cátion  $\text{Au}^{3+}$  sofre redução e o metal

prata sofre oxidação (corrosão) de acordo com as semirreações:



**Conclusão:** Na medalha de Au ocorre a deposição do Au e na medalha de Ag ocorre a corrosão diminuindo a sua massa.

- c) Cálculo da massa do sedimento para extrair 6g de Au sabendo que 1t de sedimento contém 8g de Au:

$$8\text{g} \text{ ————— } 1\text{t}$$

$$6\text{g} \text{ ————— } x$$

$$\therefore x = 0,75\text{t}$$

Cálculo da massa de Hg, que dissolve 6g de Au sabendo que 3g de Hg dissolvem 1g de Au:

$$\text{Hg} \qquad \qquad \text{Au}$$

$$3\text{g} \text{ ————— } 1\text{g}$$

$$y \text{ ————— } 6\text{g}$$

$$\therefore y = 18\text{g de Hg}$$

Cálculo da massa de Hg, que é evaporada (60%):

$$100\% \text{ ————— } 18\text{g}$$

$$60\% \text{ ————— } z$$

$$\therefore z = 10,8\text{g}$$

Admitindo que 10,8g de Hg dissolvem-se em  $6 \cdot 10^6\text{L}$  de água, verificar se esse corpo de água é adequado ou não para consumo (limite  $1 \cdot 10^{-6}\text{g/L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$ )

$$1\text{L} \text{ ————— } 1 \cdot 10^{-6}\text{g}$$

$$6 \cdot 10^6\text{L} \text{ ————— } t$$

$$\therefore t = 6\text{g}$$

**Conclusão:** não é adequada para consumo, pois 10,8g de Hg dissolvido é maior que 6g (limite).

## Q. 02

Água contendo concentrações superiores a 150 mg/L de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  é chamada de água dura, que é imprópria para algumas aplicações domésticas e industriais, pois esses íons reagem com sabão formando sais insolúveis. Para evitar esse contratempo, alguns processos de tratamento de água envolvem adição de reagentes químicos para precipitação dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Avaliando as três situações distintas a seguir, responda:

- a) Para o tratamento da água dura, dispõe-se dos seguintes compostos:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Qual deles seria utilizado em menor quantidade, em mol, para o tratamento de água dura?
- b) Um possível procedimento usado para a retirada dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  da água consiste em adicionar cal apagada [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] até saturar a solução. Posteriormente, adiciona-se  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Com esse procedimento, qual íon será o primeiro a ser retirado? Escreva as fórmulas químicas dos precipitados formados.
- c) Considere uma caixa d'água com 10.000 L de água contendo 150 mg/L de  $\text{Ca}^{2+}$ . Qual a massa de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , em quilograma, que deve ser adicionada para que a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  seja reduzida a 70 mg/L?

Note e adote:

Composto	Kps	Composto	Kps
Fosfato de cálcio	$2,0 \times 10^{-29}$	Hidróxido de cálcio	$5,5 \times 10^{-6}$
Fosfato de magnésio	$1,0 \times 10^{-25}$	Hidróxido de magnésio	$1,8 \times 10^{-11}$
Carbonato de cálcio	$2,8 \times 10^{-9}$	Sulfato de cálcio	$9,1 \times 10^{-6}$
Carbonato de magnésio	$3,5 \times 10^{-8}$	Sulfato de magnésio	$3,6 \times 10^{-2}$

Massas molares (g/mol): C = 12; O = 16; Na = 23; Ca = 40.

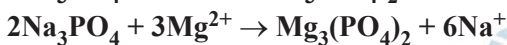
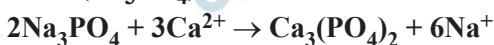
### Resolução

- a) Para retirar os íons cálcio (2+) e magnésio (2+), devemos precipitá-los na forma de compostos insolúveis.

Quanto menor o valor de  $K_{PS}$  de um composto, menor a sua solubilidade.

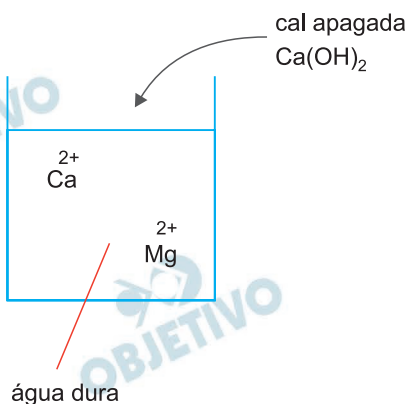
Devemos, portanto, adicionar um ânion de tal forma a produzir um composto que apresenta menor valor de  $K_{PS}$ .

Esse composto escolhido deveria ser fosfato de sódio ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ).



Ocorreria a precipitação de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  e  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ , que são os sais de menor solubilidade (menor  $K_{\text{PS}}$ ) dentre os fornecidos.

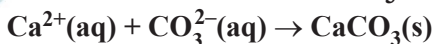
b)



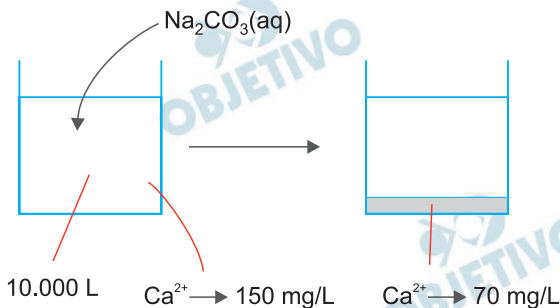
Como o  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  apresenta um valor de  $K_{\text{PS}}$  menor que o do  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , com a adição de íons  $\text{OH}^-$  na água dura, haverá um momento em que o valor de  $K_{\text{PS}}$  de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  será atingido e a partir daí, ocorre a consequente precipitação, dos íons  $\text{Mg}^{2+}$  na forma de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ :

A partir daí iremos acrescentar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , na solução que agora contém  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Haverá precipitação de  $\text{CaCO}_3$ .



c)



Massa de íons cálcio (+2) que devem ser precipitados por litro.

$$m = 150\text{mg} - 70\text{mg} = 80\text{mg}$$

No tanque de 10 000L, teremos:

$$80\text{mg} \text{ ——— } 1\text{L}$$

$$x \text{ ——— } 10\ 000\text{L}$$

$$x = 800\ 000\text{mg} = 800\text{g de íons cálcio precipitado}$$



$$1\ \text{mol} \quad 1\ \text{mol}$$

↓

↓

$$40\text{g} \text{ ——— } 106\text{g}$$

$$800\text{g} \text{ ——— } x$$

$$x = 2120\text{g} = 2,12\text{kg de Na}_2\text{CO}_3$$

## Q. 03

O frasco Erlenmeyer tem esse nome por ter sido criado por um químico alemão chamado de Emil Erlenmeyer. As características do frasco Erlenmeyer, como fundo chato para não tombar, corpo cônico que permite agitação sem risco de respingos ou vazamentos, e pescoço cilíndrico, que permite a inserção de uma rolha ou tampa para sua vedação, tornaram o frasco popular.

Emil Erlenmeyer foi também a primeira pessoa a sugerir a formação de ligações duplas e triplas entre átomos de carbono. Além disso, ele descreveu a regra Erlenmeyer, segundo a qual todos os álcoois nos quais o grupo OH esteja ligado a um carbono insaturado convertem-se em seus isômeros constitucionais de função, aldeídos ou cetonas, uma vez que eles são mais estáveis.

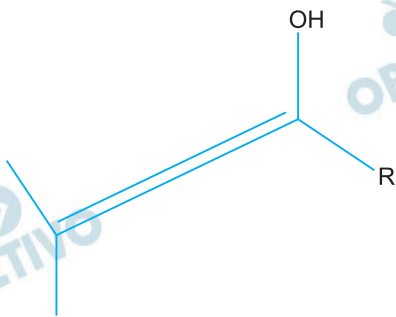
a) Desenhe, no espaço indicado da folha de respostas, um frasco Erlenmeyer.



b) Desenhe, no quadro da folha de respostas, as fórmulas eletrônicas de Lewis dos hidrocarbonetos com duplas e triplas ligações com a menor massa molar possíveis.

Hidrocarboneto com ligação dupla	Hidrocarboneto com ligação tripla

c) Desenhe, na folha de respostas, os isômeros constitucionais de função, cetona e aldeído, da molécula a seguir.

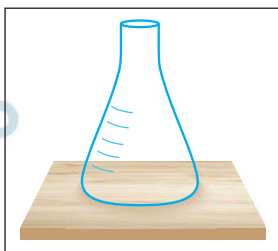


R = cadeia carbônica para o isômero da cetona  
R = hidrogênio para o isômero do aldeído

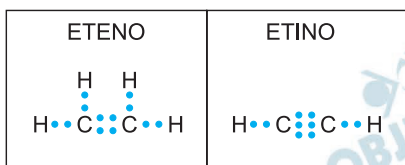
Cetona	Aldeído

### Resolução

a) Desenho de um frasco erlenmeyer:



b) As fórmulas eletrônicas de Lewis dos hidrocarbonetos com duplas e triplas ligações com a menor massa molar são, respectivamente:

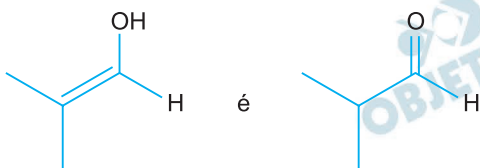


c) O isômero constitucional de função cetona da molécula



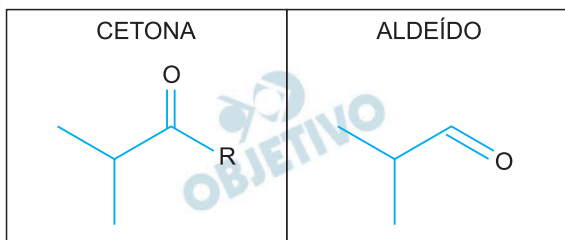
onde R é uma cadeia de átomos de carbono.

O isômero constitucional de função aldeído da molécula



Onde R é um átomo de H.

Completando o quadro, teremos:



**Observação:** O composto fornecido pertence à função enol. O enol sofre tautomeria. Quando o R é cadeia carbônica ocorre equilíbrio entre enol e cetona. Quando o R é o átomo de H, ocorre o equilíbrio enol e aldeído.

## Q. 04

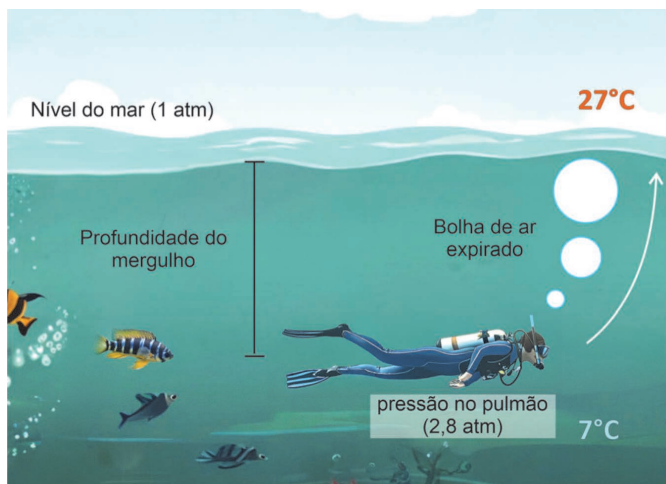
No mergulho autônomo, usa-se cilindro contendo uma mistura de gases comprimidos que são inspirados pelo mergulhador e expirados para o ambiente, na forma de bolhas. Um risco associado a essa prática é a embolia causada pelo acúmulo de  $N_2$  nos tecidos do corpo quando esse gás é respirado em pressões parciais elevadas por longos períodos. A embolia pode ser evitada planejando-se a profundidade e o tempo do mergulho. Respirar  $N_2$  a uma pressão parcial de 1,58 atm por até 10 minutos não é prejudicial à saúde. O tempo de mergulho pode ser aumentado empobrecendo a mistura gasosa do cilindro em  $N_2$  e enriquecendo em  $O_2$  até pressão parcial de 1,4atm, pois, acima desse valor, passa a apresentar caráter tóxico.

Considerando que a pressão atmosférica ao nível do mar é 1 atm e que, a cada 10 m de coluna de água, a pressão aumenta em 1 atm, responda:

- a) Um cilindro de mergulho de 12,3 litros de capacidade foi preenchido apenas com  $O_2$  a 140 atm a  $27^\circ C$ . Qual a massa de  $O_2$  contida no cilindro?
- b) Considere um mergulho de 10 minutos a uma profundidade constante utilizando um cilindro contendo apenas  $N_2$  e  $O_2$ .

Sabendo que o mergulho foi realizado no limite imposto pela toxicidade do  $O_2$  ( $PO_2 = 1,4$  atm) e pelo risco de embolia por  $N_2$  ( $PN_2 = 1,58$  atm), qual a profundidade do mergulho? Qual a composição porcentual, em mol, da mistura gasosa no cilindro do mergulhador? Desconsidere o tempo de descida e subida do mergulho.

- c) Considere o mergulho descrito na figura abaixo, no qual a pressão nos pulmões do mergulhador é de 2,8atm e a temperatura é de  $7^\circ C$ .



Sabendo que o cilindro está preenchido com uma pressão de 140 atm e que o volume inspirado pelo mergulhador é de 0,5 L e é igual ao volume expirado, qual será o volume de ar consumido do cilindro a cada inspiração? Assuma que, nesse processo, a temperatura do gás se mantém constante a 7°C. Qual o volume da bolha de ar expirado quando ela atinge a superfície, onde a pressão é de 1 atm e a temperatura de 27°C?

**Note e adote:**

**Constante dos gases ideais:  $R = 0,082 \text{ atm L/K mol}$**

**$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$**

**Massa molar (g/mol):  $\text{O}_2 = 32$**

### Resolução

a) Cálculo da massa de  $\text{O}_2$  no cilindro:

$$\begin{array}{l}
 P \cdot V = n \cdot R \cdot T \\
 140 \text{ atm} \cdot 12,3 \text{ L} = \frac{m}{32} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 300 \text{ K} \\
 m = 2240 \text{ g}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 P = 140 \text{ atm} \\
 V = 12,3 \text{ L} \\
 n = \frac{m}{M} = \frac{m}{32 \text{ g/mol}} \\
 R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \\
 T = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}
 \end{array}
 \right.$$

b) I) Cálculo da profundidade do mergulho:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

Como a  $P_{\text{total}} = P_{\text{O}_2} + P_{\text{N}_2}$  e  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$ ,

temos:

$$P_{\text{O}_2} + P_{\text{N}_2} = 1 + P_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow 1,58 + 1,40 = 1 + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 1,98 \text{ atm}$$

$$10\text{m} \text{ ————— } 1 \text{ atm}$$

$$x \text{ ————— } 1,98 \text{ atm}$$

$$x = 19,8\text{m}$$

II) Cálculo da composição porcentual, em mol, da mistura gasosa:

$$P_{\text{total}} = 1,58 \text{ atm} + 1,40 \text{ atm} = 2,98 \text{ atm}$$

$$\text{Para o } \text{N}_2: 2,98 \text{ atm} \text{ ————— } 100\%$$

$$1,58 \text{ atm} \text{ ————— } x$$

$$x \cong 53\%$$

$$\text{Para o } \text{O}_2: 2,98 \text{ atm} \text{ ————— } 100\%$$

$$1,40 \text{ atm} \text{ ————— } y$$

$$y \cong 47\%$$

Como a pressão parcial é proporcional à quantidade em mols de cada gás, essas porcentagens coincidem com as porcentagens em mols.

- c) I) Cálculo do volume de ar consumido do cilindro:  
Como a temperatura se mantém constante, temos:

$$\frac{P_i V_i}{X_i} = \frac{P_f V_f}{X_f}$$

$$P_i = 2,8 \text{ atm}; P_f = 140 \text{ atm}; V_i = 0,5\text{L}; V_f = x$$

$$2,8 \text{ atm} \cdot 0,5\text{L} = 140 \text{ atm} \cdot x \Rightarrow x = 0,01\text{L}$$

- II) Cálculo do volume da bolha de ar expirado quando atinge a superfície:

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

$$P_i = 2,8 \text{ atm}; P_f = 1 \text{ atm}; V_i = 0,5\text{L}; V_f = x; T_i = 280\text{K}; T_f = 300\text{K}$$

$$\frac{2,8 \text{ atm} \cdot 0,5\text{L}}{280\text{K}} = \frac{1 \text{ atm} \cdot X}{300\text{K}} \Rightarrow x = 1,5\text{L}$$

## Q. 05

A geração de eletricidade limpa, barata e constante é algo essencial para o desenvolvimento sustentável. Dispositivos eletrônicos portáteis funcionam, em geral, com baterias químicas, que precisam ser constantemente recarregadas e têm vida útil limitada. Uma alternativa promissora para a substituição de baterias químicas em dispositivos portáteis vem surgindo com o desenvolvimento de baterias nucleares, como a mostrada na Figura 1, constituídas por emissor de radiação beta ( $\beta$ ), como o  $^{63}\text{Ni}$ , e um semicondutor.



Figura 1

A energia da radiação beta excita os elétrons do semicondutor, criando lacunas onde antes havia elétrons. Esses pares de lacunas-elétrons geram uma diferença de potencial que pode ser aproveitada na forma de eletricidade.

a) Sabendo que a capacidade de blindar a radiação de um material está relacionada à sua densidade, como mostrado na Figura 2, e que o revestimento da bateria é feito de aço inoxidável, cuja densidade é de  $7500 \text{ kg/m}^3$ , explique se a utilização dessa bateria deixará o usuário exposto a algum risco radiológico.

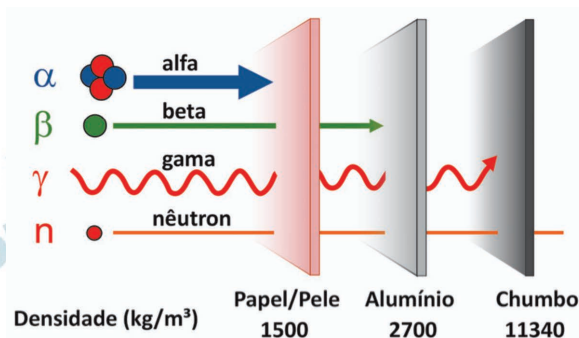
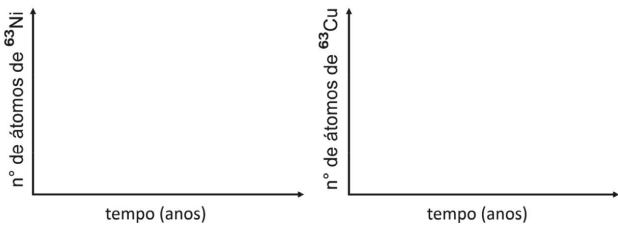


Figura 2

b) Desenhe, na folha de respostas, a evolução, ao longo do tempo, do número de átomos de  $^{63}\text{Ni}$  e de  $^{63}\text{Cu}$  presentes em uma bateria nuclear de  $^{63}\text{Ni}$ , sabendo que o  $^{63}\text{Cu}$  é um isótopo estável.



- c) Assuma que essa bateria é operacional até que 75% da quantidade  $^{63}\text{Ni}$  sejam consumidos. Qual a vida útil da bateria em anos, sabendo que o tempo de meia-vida do  $^{63}\text{Ni}$  é de 100 anos? A massa da bateria aumenta, diminui ou se mantém ao longo do seu tempo de uso?

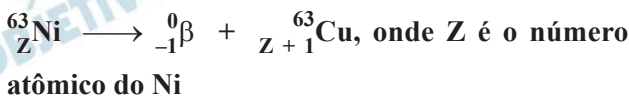
**Note e adote:**

No item a), considere que as placas têm a mesma espessura.

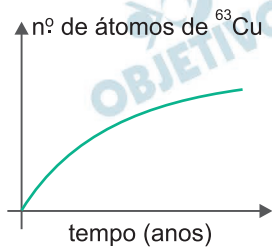
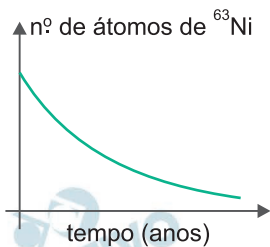
Massa do elétron:  $10^{-30}\text{kg}$  e, portanto, pode ser desprezada.

### Resolução

- a) A bateria é revestida por aço, cuja densidade é de  $7500\text{kg/m}^3$ . Desta forma, qualquer radiação que consiga atravessar este valor poderá expor o usuário ao risco radiológico. Como a radiação gama somente é barrada pelo chumbo, que possui densidade maior que  $7500\text{kg/m}^3$ , o usuário ficará exposto a este tipo de radiação. Já a partícula beta, por ter um menor poder de penetração, não representará nenhum risco radiológico ao usuário. Nota: Nas Respostas Esperadas, a banca examinadora não considerou a radiação gama. Frequentemente, as radiações  $\alpha$  e  $\beta$  são acompanhadas pela radiação gama. A banca admitiu que o novo núcleo (de cobre) apresenta os núcleons (prótons e nêutrons) em um arranjo de baixa energia e, portanto, estável.
- b) Como o  $^{63}\text{Ni}$  é um emissor beta, ocorrerá a seguinte transmutação nuclear:



Desta forma, o número de átomos de Ni vai diminuindo em função do tempo, enquanto o número de átomos de Cu vai aumentando:



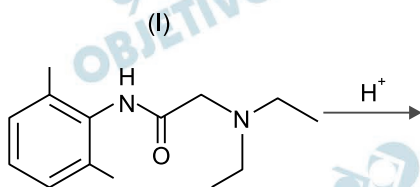
- c) Como a bateria fica operacional em até 75% da quantidade de níquel consumido, restarão 25% deste metal, o que corresponde a dois períodos de meia-vida (p):



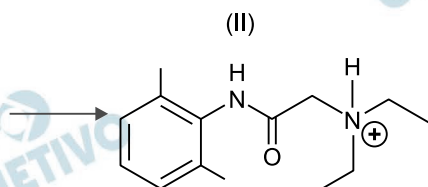
Como cada período de meia-vida equivale a 100 anos, bateria terá uma vida útil de  $2 \times 100 \text{ anos} = 200 \text{ anos}$ . Considerando que a massa do elétron é desprezível, e que todo o Ni se transforma em Cu, a massa da bateria permanecerá constante.

## Q. 06

A lidocaína é um anestésico local muito utilizado por dentistas. Ela atua a partir de sua passagem através da membrana lipídica que envolve os neurônios, que são as células responsáveis pela transmissão do sinal da dor. A eficácia de um anestésico depende da sua capacidade de permear a membrana lipídica, sendo que o efeito anestésico é tanto maior quanto maior a permeação. Em meio ácido, a lidocaína é protonada conforme equação química a seguir.

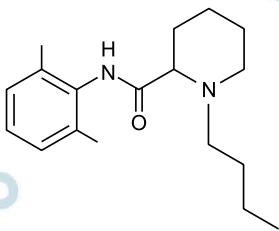


lidocaína



Considerando as informações apresentadas, responda:

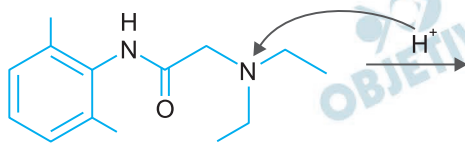
- Qual o nome da função orgânica que é protonada na molécula de lidocaína?
- Sabendo que processos inflamatórios geram produtos ácidos, a lidocaína, quando aplicada em regiões com inflamação, tem seu efeito reduzido, amplificado ou inalterado? Justifique a sua resposta.
- Outro anestésico local muito utilizado é a bupivacaína, cuja estrutura química é apresentada a seguir.



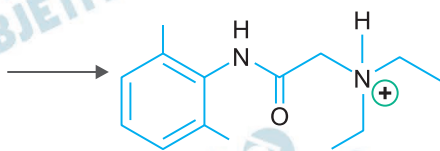
Comparando essa molécula com a molécula da lidocaína (I), e considerando apenas a capacidade de penetrar a membrana lipídica dos neurônios, qual das duas deve ter um maior efeito anestésico? Justifique a sua resposta com base na estrutura das moléculas.

### Resolução

- A função amina (terciária) sofre protonação (recebe  $H^+$ ), conforme esquema:



forma neutra



forma protonada

- b) Em processo inflamatório (meio ácido) predomina a forma protonada da lidocaína. Por apresentar maior caráter polar, a forma protonada não é permeável na membrana lipídica (de caráter apolar). Sendo assim, seu efeito será reduzido.
- c) Por possuir maior cadeia hidrocarbônica (maior caráter apolar), a bupivacaína é mais permeável na membrana lipídica. Logo, possui maior efeito anestésico que a lidocaína.