

ESTE CADERNO CONTÉM TODAS AS **36** QUESTÕES DO 2º DIA DE PROVA, OU SEJA, **06** QUESTÕES DE CADA UMA DAS DISCIPLINAS: BIOLOGIA (B), FÍSICA (F), GEOGRAFIA (G), HISTÓRIA (H), MATEMÁTICA (M) E QUÍMICA (Q), DE ACORDO COM A CARREIRA ESCOLHIDA, NO 2º DIA DE PROVA O CANDIDATO RECEBEU UM CADERNO CONTENDO SOMENTE **12** QUESTÕES: **06** QUESTÕES DE DUAS DISCIPLINAS OU **04** QUESTÕES DE TRÊS DISCIPLINAS (NESTE CASO, SEMPRE AS QUATRO PRIMEIRAS DE CADA DISCIPLINA) OU **03** QUESTÕES QUATRO DISCIPLINAS (NESTE CASO, SEMPRE AS TRÊS PRIMEIRAS DE CADA DISCIPLINA).



Universidade de São Paulo  
Brasil



**PROVA DE SEGUNDA FASE**  
**2º DIA**

**Instruções**

1. **Só abra este caderno quando o fiscal autorizar.**
2. Verifique se o seu nome está correto na capa deste caderno. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
3. Durante a prova, são **vedadas** a comunicação entre candidatos e a utilização de qualquer material de consulta e de aparelhos de telecomunicação.
4. Duração da prova: 4 horas. O(A) candidato(a) poderá retirar-se da sala definitivamente apenas a partir das 15 h. Não haverá tempo adicional para transcrição de respostas, que deverão ser redigidas em língua portuguesa.
5. O(A) candidato(a) deverá seguir as orientações estabelecidas pela FUVEST a respeito dos procedimentos adotados para a aplicação deste Concurso Vestibular.
6. Lembre-se de que a FUVEST se reserva ao direito de efetuar procedimentos adicionais de identificação e controle do processo, visando a garantir a plena integridade do exame.
7. Após a autorização do fiscal da sala, verifique se o caderno está completo. Informe ao fiscal de sala eventuais divergências.
8. Os espaços em branco nas páginas dos enunciados podem ser utilizados para rascunho. O que estiver escrito nesses espaços não será considerado na correção.
9. A resposta de cada questão deverá ser escrita exclusivamente no quadro a ela destinado, utilizando caneta esferográfica de **tinta azul** ou **preta**. Nas questões que exigem cálculo, é indispensável indicar a resolução na folha de respostas.
10. Ao final da prova, é **obrigatória** a devolução deste caderno de questões.

**Declaração**

Declaro que li e estou ciente das informações que constam na capa desta prova, bem como dos avisos que foram transmitidos pelo fiscal de sala.

\_\_\_\_\_  
ASSINATURA

O(a) candidato(a) que não assinar a capa da prova será considerado(a) ausente da prova.



# 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.



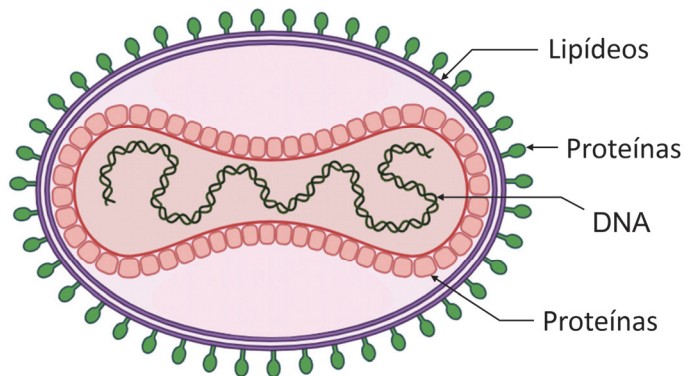
## B01

“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/>.



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


## B02

Leia a tirinha e responda:

- 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.



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

This image shows a completely blank white rectangular area enclosed within a thin black border. There are no markings, text, or illustrations present on the page.

<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—

<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—

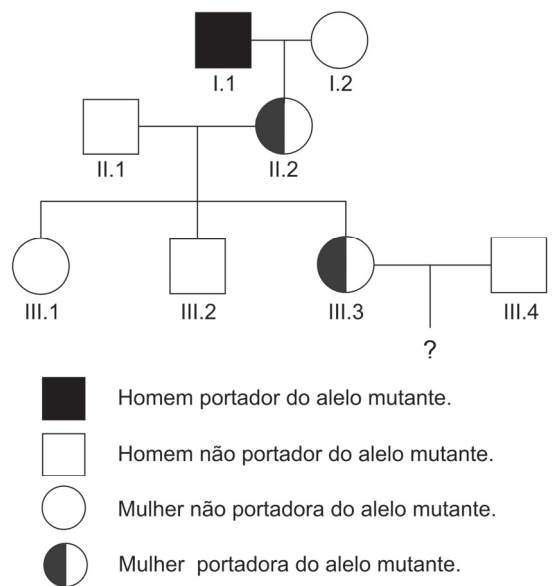
[illegible][illegible][illegible]



### B03

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 ao lado representa uma família em que ocorre hemofilia B.



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

### B04

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.

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—

---

## B05

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.

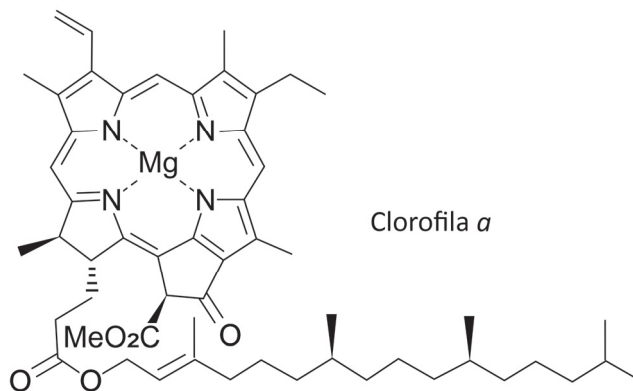
- Quantos filos de animais são mencionados na notícia?
- Qual é o aspecto fisiológico que explica a proibição ocorrer apenas para os mariscos, ostras e mexilhões? Justifique a sua resposta.
- Cite uma causa para o aumento da quantidade de microalgas no ambiente aquático e uma consequência de tal aumento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

---

## B06

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.





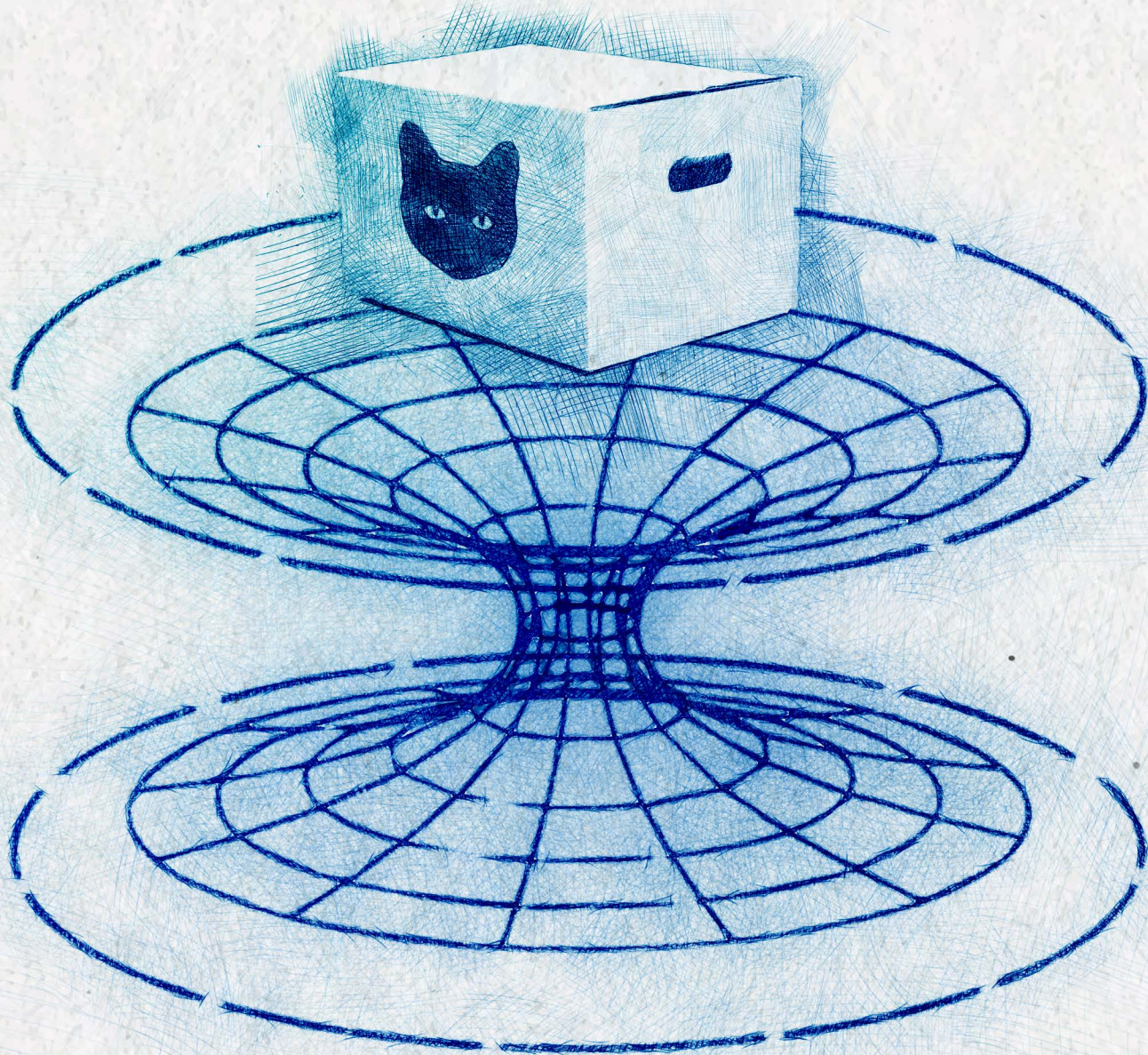
[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—





# FÍSICA

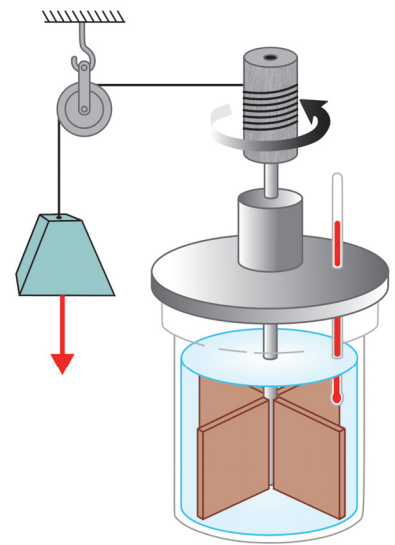
Homenagem visual à área de Física, com o esboço de um buraco de minhoca e uma representação do gato de Schrödinger.



## F01

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 ao lado. 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.
- 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.

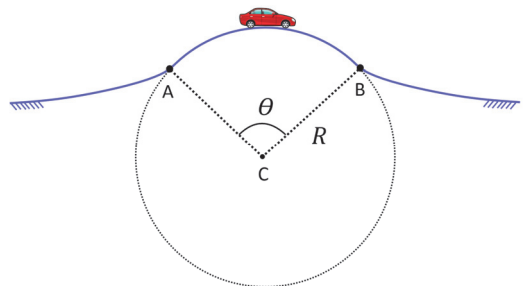
Despreze todos os atritos, exceto a resistência do líquido ao movimento das pás.

Despreze as dimensões do bloco.

## F02

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  $R = 90 \text{ m}$ .

- 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:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



[illegible]

### F03

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  $\pi \approx 3$ .

### F04

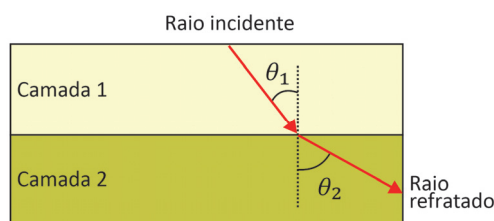
Ondas sísmicas são ondas que se propagam em camadas de rochas no interior do manto da Terra. Essas ondas podem ser longitudinais (como o som, por exemplo) ou transversais (como as ondas que se propagam em uma corda). Um tipo de onda sísmica transversal é a chamada *onda secundária* (ou “onda S” ou “onda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

- 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.



$$\frac{\sin \theta_1}{v_{S1}} = \frac{\sin \theta_2}{v_{S2}}$$

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 0,3 Hz propagando-se através de uma interface entre duas camadas com composições diferentes.

- Se a camada 1 for predominantemente composta por basalto e a camada 2 por granito, qual será a variação no comprimento de onda,  $\lambda_2 - \lambda_1$ ?
- 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:

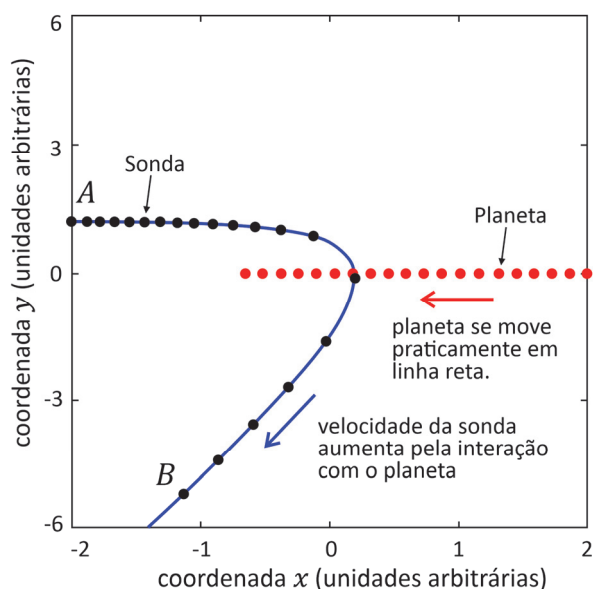
Unidade de densidade (massa específica) no SI:  $\text{kg/m}^3$ .





## F05

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 500 kg, 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.



- 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?
- 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  $x$ .
- 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.

## F06

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

- 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.
- 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.
- 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.

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—





# 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.



## G01

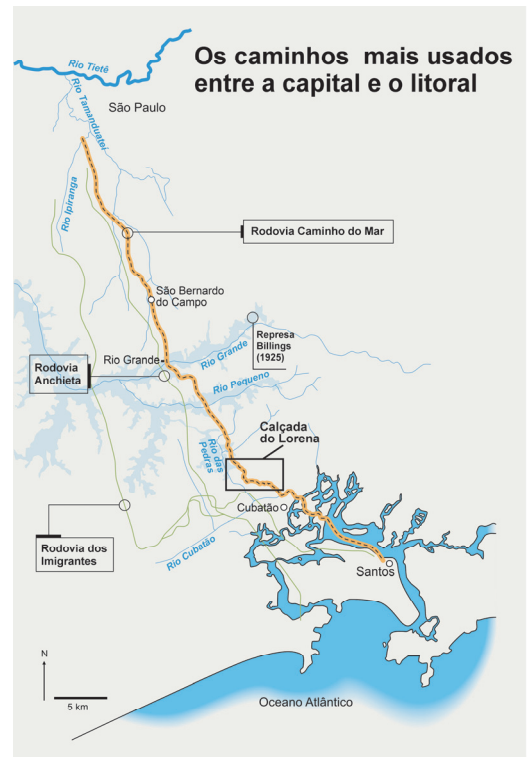
Leia o texto e observe a imagem.

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 muars. 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.

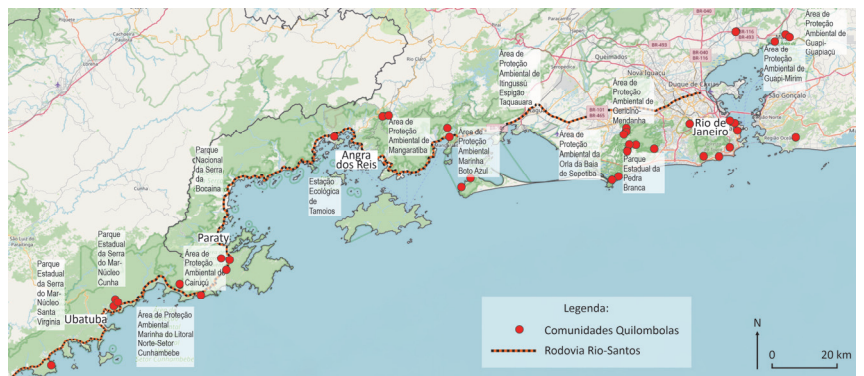


Disponível em <https://revistaspesquisa.fapesp.br/> (Adaptado).

## G02

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.

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—

## G03

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).

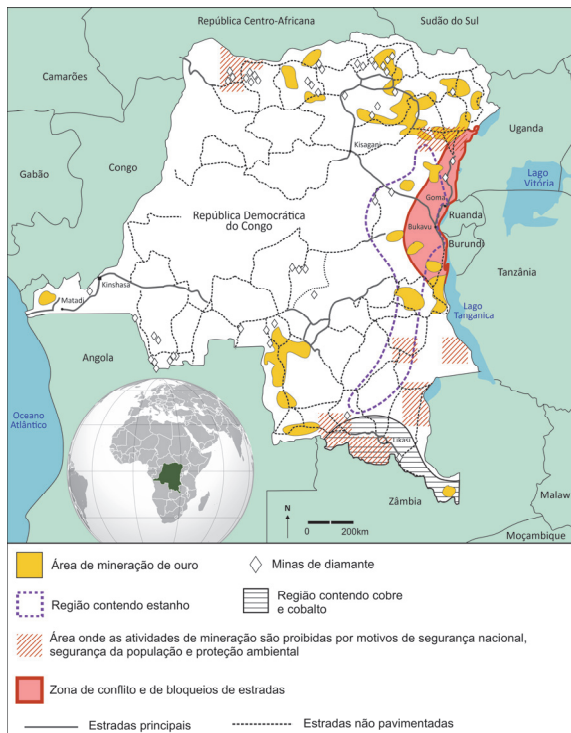


Figura 1. Exploração de minérios e conflitos na RDC, 2020 (Adaptado).

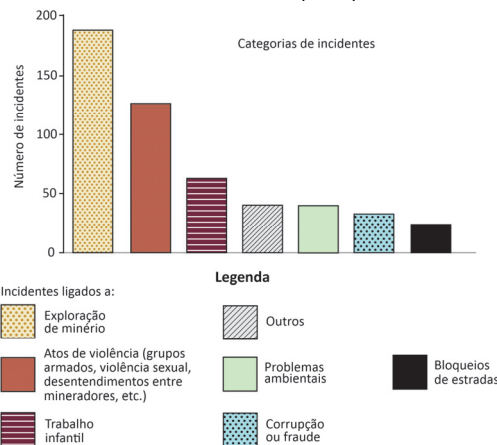


Figura 2. Incidentes notificados no leste da RDC entre novembro/2018 e dezembro/2019 (Adaptado).

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.

## G04

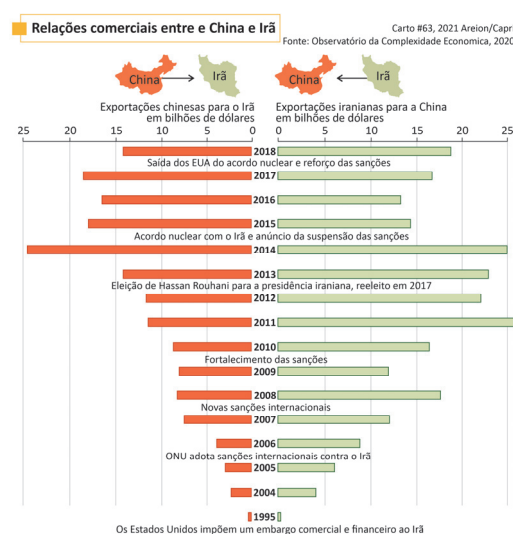
China e Irã estabeleceram acordos econômicos e estratégicos há um ano, reforçando compromissos comerciais em função da Nova Rota da Seda. Segundo o pacto, a China investiria bilhões de dólares no Irã, em setores de petróleo, gás e petroquímica, no sistema de transporte e na infraestrutura fabril. Em 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).

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



<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—

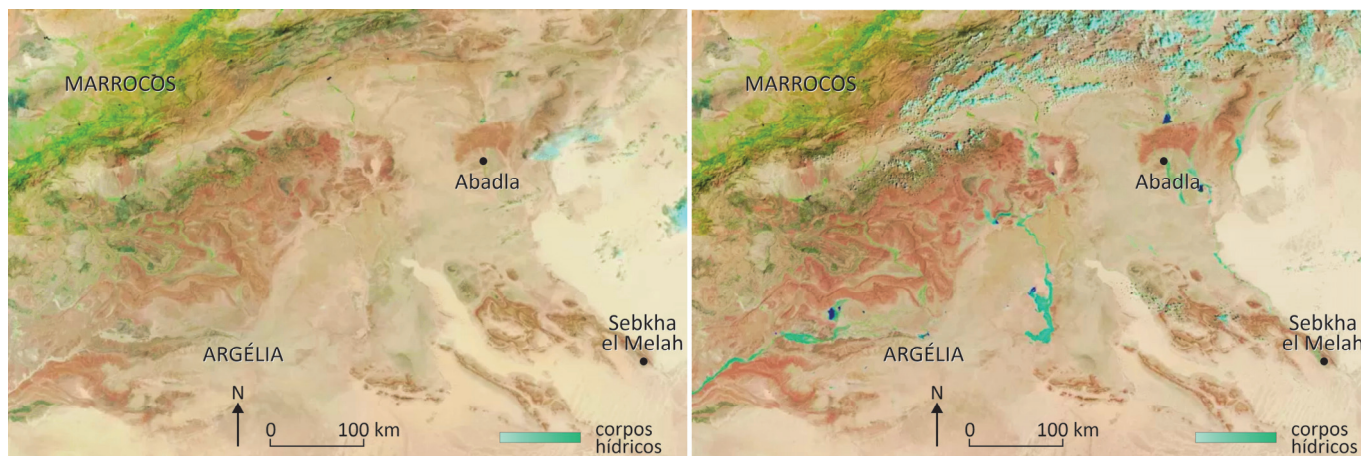
<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—
<input checked="" type="checkbox"/>	—

[illegible][illegible]

## G05

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

## G06

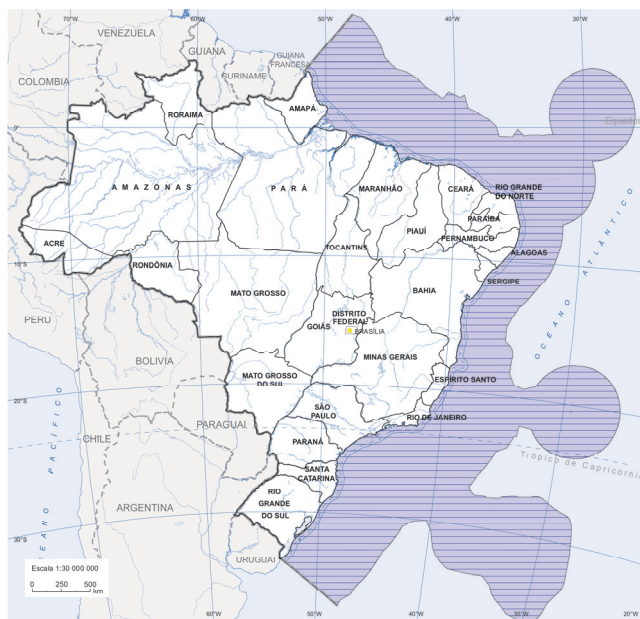
Perguntar qual a extensão do Brasil a quem frequentou uma escola e aprendeu noções básicas de nossa geografia levará à resposta de 8,5 milhões de quilômetros quadrados. Esse dado, porém, está bem abaixo do que se considera hoje o tamanho real do território nacional. Desde 16 de novembro de 1994, com 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).

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.



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

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—





# HISTÓRIA

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



---

## H01

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

---

## H02



(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.

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

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—

---

### H03

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,

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

---

### H04



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:

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

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—

---

## H05

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, infindáveis 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.

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

---

## H06

“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.
-

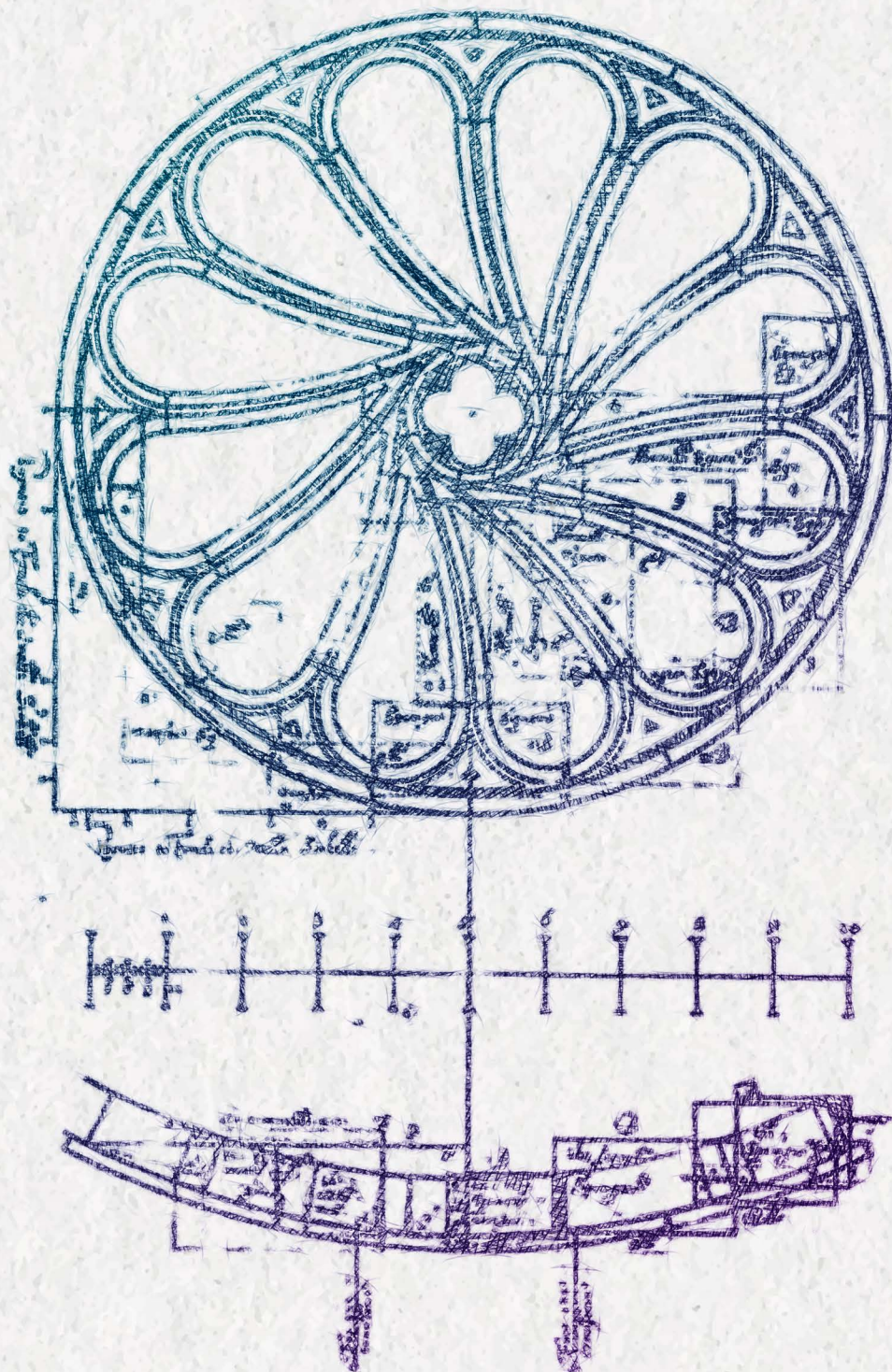


[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—



# MATEMÁTICA

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

---

## M01

Uma papelaria oferece três diferentes promoções:

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

---

## M02

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

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—



### M03

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  $k \neq pn$  ( $p \in \mathbb{N}$ )?

### M04

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:

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

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.

[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—

## M05

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

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

## M06

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.

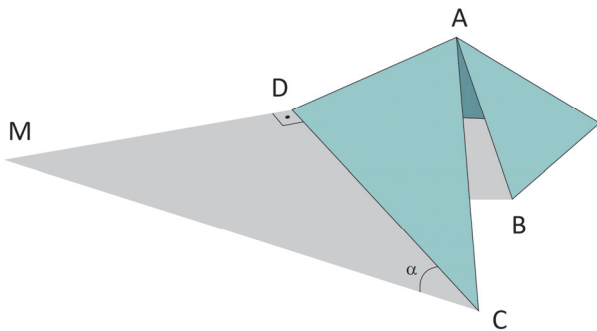


Figura 1

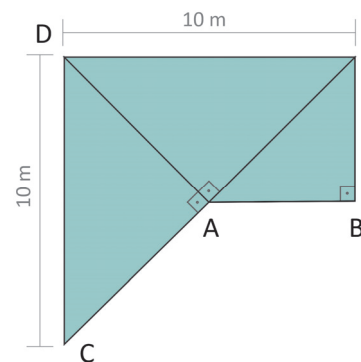


Figura 2

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:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen}(60^\circ) &= \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos(60^\circ) &= \frac{1}{2}\end{aligned}$$

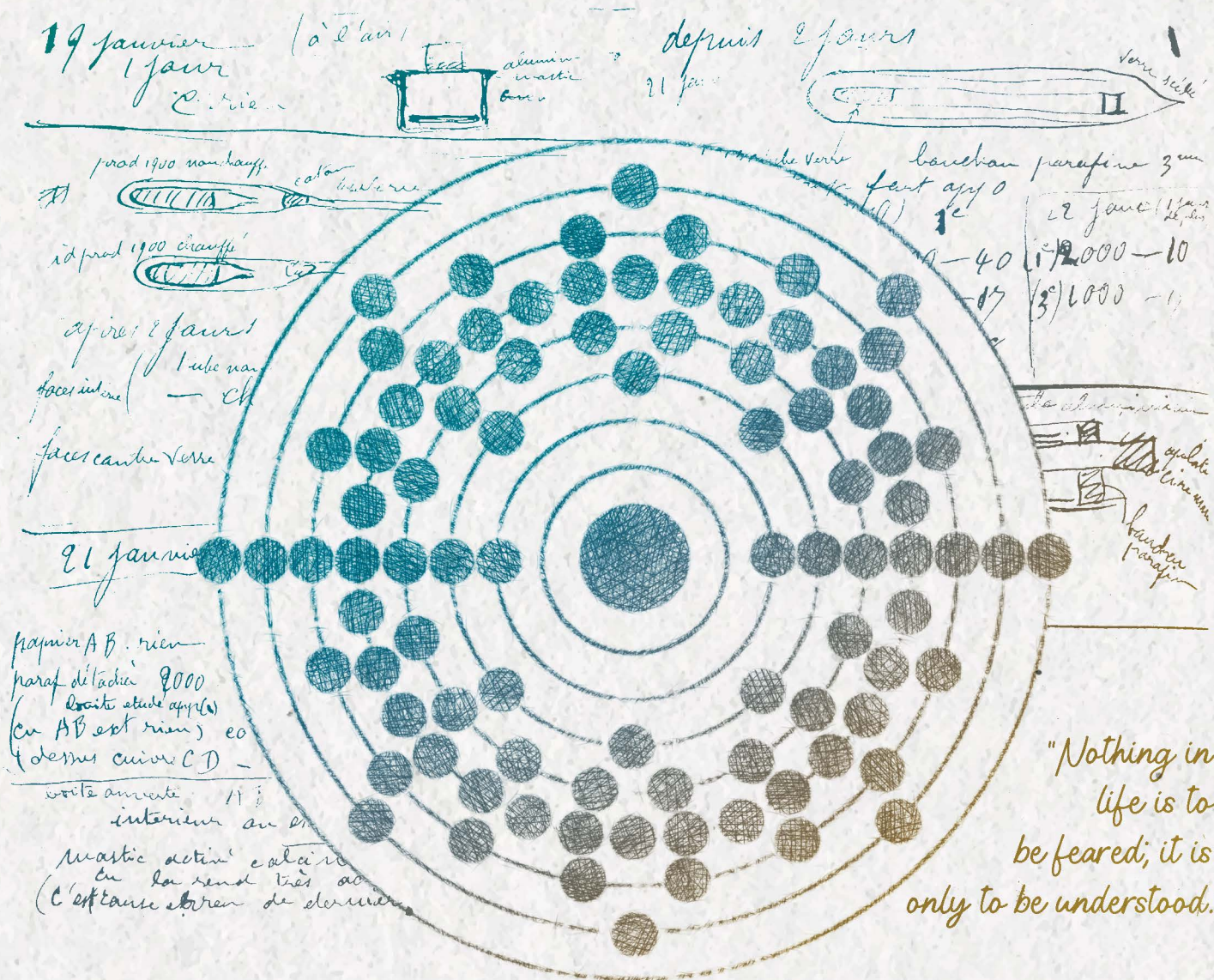
[illegible]

☐ 0  
☐ 1  
☐ 2  
☐ 3  
☐ 4  
☐ 5  
☒ —  
☒ —  
☒ —  
☒ —

[illegible]

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	—
	—
	—
	—





# QUÍMICA

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



## Q01

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.



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

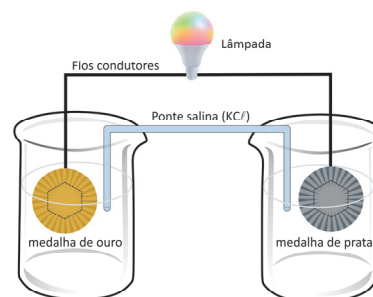
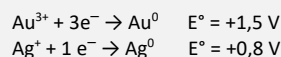


Figura 2

Note e adote:



- 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?
- 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.
- Um dos problemas da obtenção de Au é o uso indiscriminado de Hg pelo garimpo. Nesse processo, 3 g 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 8 g de Au, qual a massa de sedimento necessária para extrair os 6 g 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.

## Q02

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:

- Para o tratamento da água dura, dispõe-se dos seguintes compostos:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , NaOH e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Qual deles seria utilizado em menor quantidade, em mol, para o tratamento de água dura?
- 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.
- 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.

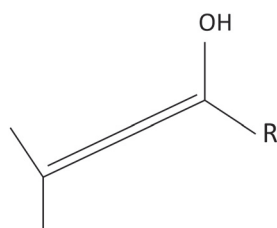


### Q03

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.

- Desenhe, no espaço indicado da folha de respostas, um frasco Erlenmeyer.
- 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.
- Desenhe, na folha de respostas, os isômeros constitucionais de função, cetona e aldeído, da molécula a seguir.



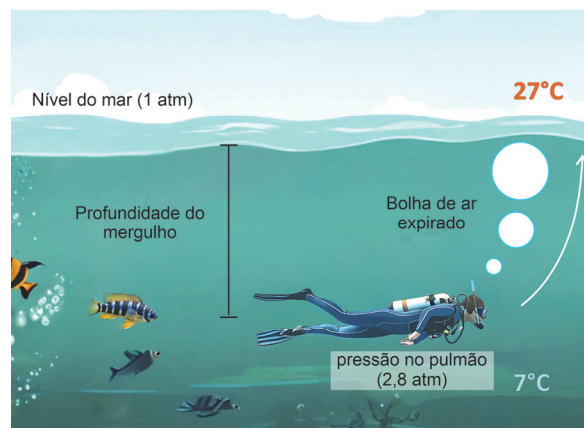
R = cadeia carbônica para o isômero da cetona  
R = hidrogênio para o isômero do aldeído

### Q04

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 1,4 atm, 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:

- 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?
- 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.
- Considere o mergulho descrito na figura ao lado, no qual a pressão nos pulmões do mergulhador é de 2,8 atm 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  $7^\circ C$ . Qual o volume da bolha de ar expirado quando ela atinge a superfície, onde a pressão é de 1 atm e a temperatura de  $27^\circ C$ ?



Note e adote:

Constante dos gases ideais:  $R = 0,082$  atm L / K mol

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

Massa molar (g/mol):  $O_2 = 32$





## Q05

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.

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?

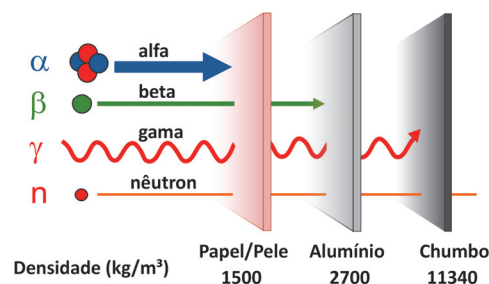


Figura 2

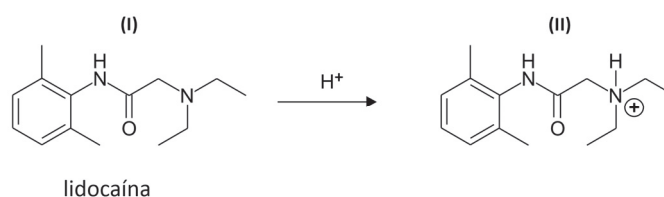
Note e adote:

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

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

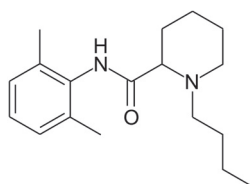
## Q06

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.



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.

[illegible]

