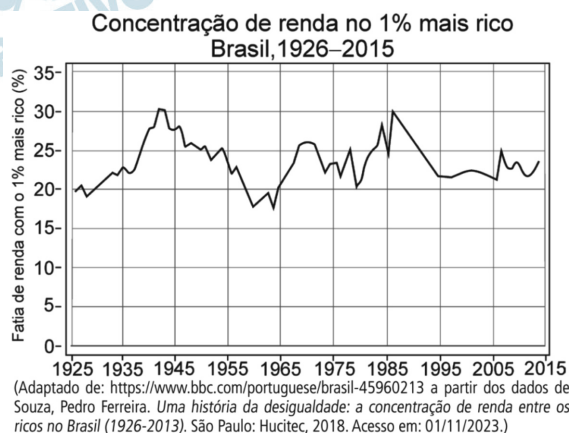
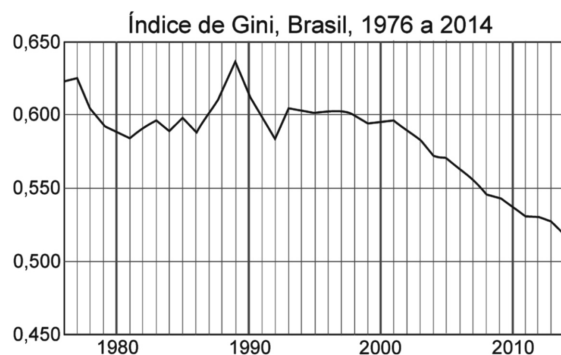


Texto 1



(Adaptado de: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45960213> a partir dos dados de Souza, Pedro Ferreira. *Uma história da desigualdade: a concentração de renda entre os ricos no Brasil (1926-2013)*. São Paulo: Hucitec, 2018. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 2



(Adaptado de: IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=37818&module=M>. Acesso em: 01/11/2023.)

(Adaptado de: IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=37818&module=M>. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 3

O **índice de Gini** é um instrumento para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e os rendimentos dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um. O valor zero representa a situação de igualdade, o que indica, na prática, que todos têm a mesma renda. O valor um está no extremo oposto, devendo ser entendido como representando a situação em que uma só pessoa detém toda a riqueza.

(Adaptado de: IPEA. *Desafios do desenvolvimento*. Ano 1. Edição 4. 2004).

Tendo em vista seus conhecimentos sobre o fenômeno da desigualdade e considerando os textos 1, 2 e 3, responda:

- a) Que relações podem ser identificadas entre a desigualdade e os respectivos períodos de democracia e de ruptura democrática no Brasil? Cite dois exemplos que justifiquem sua resposta.
- b) Cite duas políticas de Estado no período que vai desde a promulgação da Constituição de 1988 até 2014, políticas essas que expliquem a tendência observada no índice de Gini. Justifique sua resposta.

Resolução

- a) Os gráficos mostram que há mudanças na distribuição de renda de acordo com o comportamento da democracia no Brasil. Em períodos de ruptura da democracia houve avanço da concentração de renda; já em períodos democráticos, a distribuição de renda apresentou melhores resultados. Como exemplos, podemos citar o período do Estado Novo (1937-1945) e da Ditadura Militar (1964-1985), quando houve rupturas de democracia acompanhado de elevado Índice de Gini e de concentração de renda no 1% mais rico. Já, a partir da década de 2000, período democrático, observa-se uma acentuada queda do Índice de Gini, indicando melhoria na distribuição de renda.
- b) A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, conhecida como a “Constituição Cidadã”, houve redução no Índice de Gini devido à implantação de políticas de Estado que expandiram os direitos sociais no acesso à educação, como o Prouni; à saúde com a criação do SUS (Sistema Único de Saúde); distribuição de renda com o Bolsa Família; e o Plano Real que controlou a inflação e estabilizou a moeda brasileira.

Texto 1

Em Sevilha, no século XVI, havia um conceito de ordem social calcada nas relações entre os sexos masculino e feminino que eram, ao mesmo tempo, paralelas e assimétricas. Um provérbio comum (“Nem espada quebrada, nem mulher errante”) enfatizava tais relações na justaposição de dois símbolos de desordem: a espada quebrada – simbolizando homens desonrados – e as mulheres errantes – representando a vergonha feminina. A ordem social derivava justamente dessa justaposição que dependia, em primeiro lugar, da honra masculina que, por sua vez, dependia do controle imposto sobre a mulher.

(Adaptado de: PERRY, M. E. *Gender and Disorder in Early Modern Seville*. Princeton: Princeton University Press, p. 19, 1990.)

Texto 2

(MOÉS, G. Da reconfiguração dos papéis da mulher e da maternidade em narrativas gráficas presentes em Mafalda: feminino singular, de Quino. *Sociopoética*. jul.-dez./2021, n. 23, v. 2. p. 78.)

O texto 1 e o texto 2 analisam a interdependência dos papéis tradicionais de gênero: o primeiro, na Espanha do século XVI; o segundo, na Argentina dos anos 1960.

- a) Identifique pelo menos dois símbolos de controle social presentes nos textos. Explique como eles se relacionam com os ideais de masculinidade e feminilidade de cada período.
- b) Segundo os textos 1 e 2, qual é a relação entre os papéis de gênero e os espaços público e privado na Espanha do século XVI e na Argentina dos anos 1960? Justifique.

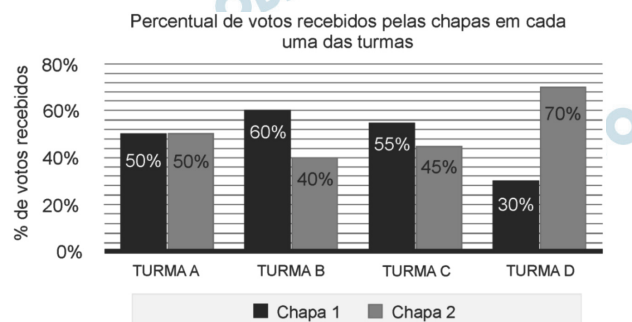
Resolução

- a) No primeiro texto, o controle social do homem sobre a mulher se estabelece pela manipulação do conceito de honra que, uma vez atingida, fere a moral masculina e provoca a quebra do ordenamento social. No segundo, esse controle se dá pelo casamento, visto que pode dificultar o acesso da mulher aos estudos e impossibilitar a sua emancipação na sociedade.
- b) No primeiro texto, remetendo à Espanha do século XVI, o controle do homem sobre a mulher se dá, primeiramente, no espaço privado e determina os papéis sociais que ambos devem desempenhar. Quando a mulher age de modo diferente do que dela se espera, como, por exemplo, “ferindo a honra do homem”, tal fato extrapolado para o espaço público traz a vergonha perante a sociedade, visto que é abalada a ordem social estabelecida – ou seja, o controle do homem sobre a mulher.

No segundo texto, na Argentina da década de 1960, a indignação da personagem Mafalda está relacionada ao fato de sua mãe, ao se casar, ter de cumprir um papel social esperado para mulheres nessa condição, impossibilitando-as de estudar e confinando-as ao espaço privado, dominado pelo masculino.

Uma escola tem 4 turmas: A, B, C e D. As turmas B e C têm, cada uma delas, uma quantidade x de alunos, e as turmas A e D têm, cada uma delas, uma quantidade $3x$ de alunos.

Em determinado momento do ano, foi realizada uma eleição para o Grêmio Estudantil, e havia duas candidaturas: a da Chapa 1 e a da Chapa 2. O gráfico abaixo mostra o resultado da votação, em percentual, em cada uma das turmas. Sabe-se que todos os alunos da escola votaram, e não houve nenhum voto branco ou nulo.



Há duas propostas sobre como definir a chapa vencedora da eleição:

- Proposta 1: vence a eleição a chapa que receber a maior quantidade de votos, considerando o total de votos da escola.
 - Proposta 2: vence a eleição a chapa que ficar em primeiro lugar (isto é, a que receber mais votos) no maior número de salas.
- a) Qual chapa seria a vencedora se fosse adotada a Proposta 1? Haverá alguma mudança se a Proposta 2 for adotada? Justifique suas respostas.
- b) Sabendo que a escola tem 160 alunos, informe, na tabela disposta no campo de resolução, quantos alunos cada uma das turmas tem, e justifique sua resposta.

Turmas	A	B	C	D
Quantidade de alunos				

Resolução

Turmas	A	B	C	D
Quantidade de alunos	$3x$	x	x	$3x$

a) 1) A quantidade de alunos de cada chapa:

$$\begin{aligned} \text{Chapa I} &= 50\% \cdot 3x + 60\% \cdot x + \\ &\quad + 55\% \cdot x + 30\% \cdot 3x = \\ &= 0,5 \cdot 3x + 0,6 \cdot x + \\ &\quad + 0,55 \cdot x + 0,30 \cdot 3x = \\ &= 1,5x + 0,6x + 0,55x + 0,9x = 3,55x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Chapa II} &= 50\% \cdot 3x + 40\% \cdot x + \\ &\quad + 45\% \cdot x + 70\% \cdot 3x = \\ &= 1,5x + 0,4x + 0,45x + 2,1x = 4,45x \end{aligned}$$

Logo, pela proposta (1) a chapa vencedora é a chapa (II) pois $4,45x > 3,55x$

2) Pela 2ª proposta a vencedora será a chapa I que foi vencedora em duas salas e empatou em uma sala.

b) Se a escola tem 160 alunos então

$$3x + x + x + 3x = 160 \Leftrightarrow x = 20.$$

Pela tabela disposta, temos:

	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
Quantidade de alunos	$3x = 60$	$x = 20$	$x = 20$	$3x = 60$

Considere a função

$$f(x) = \frac{ax - 1}{2x + 3}.$$

a) Para $a = 0$, calcule $f^{-1}(3/5)$.

b) Determine o(s) valor(es) de a para que $f(f(1)) = 1$.

Resolução

a) 1) Se $a = 0 \Rightarrow f(x) = \frac{0 \cdot x - 1}{2x + 3} = -\frac{1}{2x + 3}$

2) Fazendo $f(x) = \frac{3}{5}$, temos:

$$-\frac{1}{2x + 3} = \frac{3}{5} \Leftrightarrow 6x + 9 = -5 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 6x = -14 \Leftrightarrow x = -\frac{7}{3} \text{ que}$$

$$\text{significa que } f^{-1}\left(\frac{3}{5}\right) = -\frac{7}{3}$$

b) 1) $f(1) = \frac{a \cdot 1 - 1}{2 \cdot 1 + 3} = \frac{a - 1}{5}$

$$a \cdot \left(\frac{a - 1}{5}\right) - 1$$

$$2) f(f(1)) = 1 \Rightarrow \frac{a \cdot \left(\frac{a - 1}{5}\right) - 1}{2 \cdot \left(\frac{a - 1}{5}\right) + 3} = 1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{\frac{a^2 - a - 5}{5}}{\frac{2a - 2 + 15}{5}} = 1 \Leftrightarrow$$

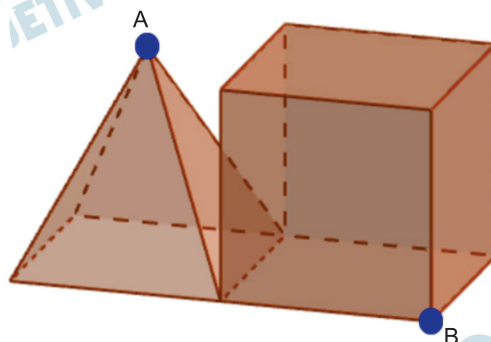
$$\Leftrightarrow a^2 - a - 5 = 2a + 13 \Leftrightarrow a^2 - 3a - 18 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow a = -3 \text{ ou } a = 6$$

Respostas: a) $-\frac{7}{3}$

b) -3 ou 6

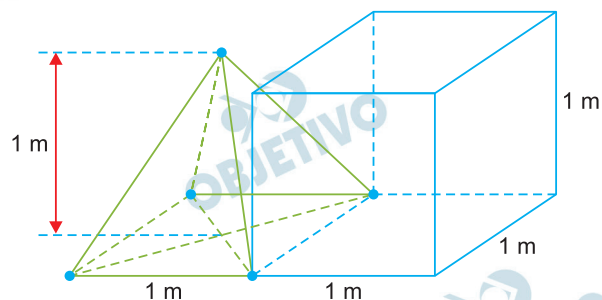
A figura abaixo mostra uma pirâmide e um cubo, que compartilham uma aresta da base da pirâmide. A pirâmide tem altura medindo 1m; sua base, bem como os lados do cubo, são quadrados de lados medindo 1m.



- a) Um sólido é formado pela união desses dois objetos. Qual é o seu volume?
- b) Determine a distância do ponto A (vértice superior da pirâmide) até o ponto B (vértice “frontal” da base do cubo que não está na aresta em comum com a pirâmide).

Resolução

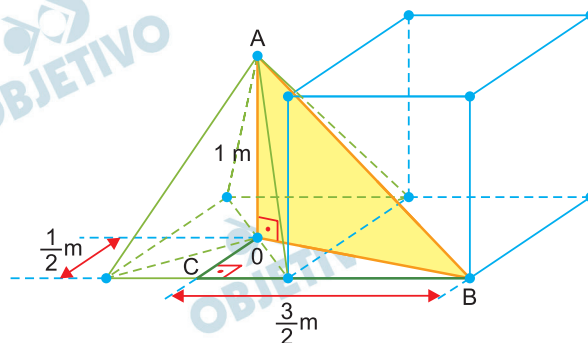
a)



O volume, em m^3 , desse sólido formado pela união desses dois objetos é

$$\frac{1}{3} \cdot 1^2 \cdot 1 + 1^3 = \frac{4}{3}$$

b)



1) No triângulo retângulo CBO, temos:

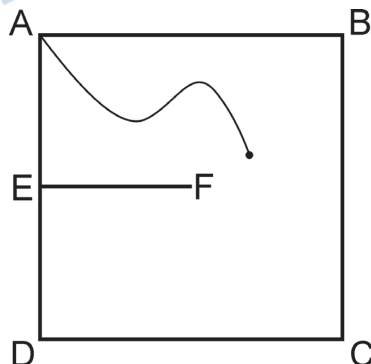
$$OB^2 = \left(\frac{1}{2} m\right)^2 + \left(\frac{3}{2} m\right)^2 \Rightarrow OB^2 = \frac{10}{4} m^2$$

2) No triângulo retângulo OBA, temos:

$$AB^2 = AO^2 + OB^2 \Rightarrow AB^2 = (1m)^2 + \frac{10}{4} m^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AB^2 = \frac{14}{4} m^2 \Rightarrow AB = \frac{\sqrt{14}}{2} m$$

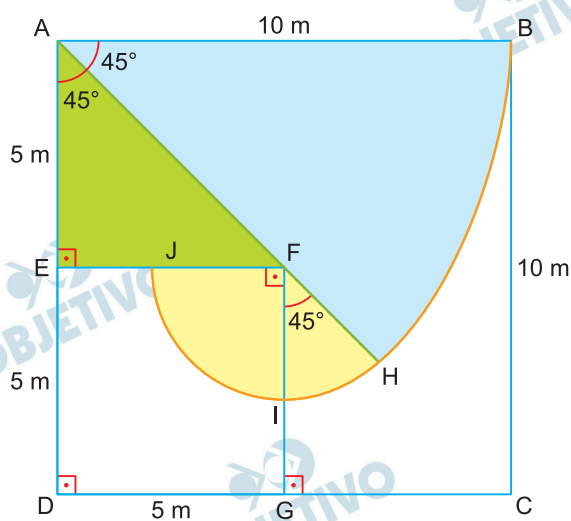
Na figura abaixo, ABCD representa um terreno quadrado cujos lados medem 10m, coberto por grama alta. O ponto E é o ponto médio do lado AD; o segmento EF, paralelo ao lado DC, representa um muro de 5m de comprimento e bem alto, sendo, portanto, intransponível.



Um cortador de grama robótico será usado para cortar a grama do terreno. Ele será ligado na energia no ponto A e seu cabo de energia tem comprimento de 10m. Para funcionar, ele tem que estar ligado todo o tempo na tomada.

- Ao usar o aparelho para cortar a grama do terreno, uma pessoa tenta se aproximar, ao máximo, do lado CD. Nessa situação, calcule a distância que falta para o cortador de grama alcançar o lado CD. Justifique.
- O robô não conseguirá cortar a grama do terreno todo, já que seu fio é curto e o muro é um obstáculo. Qual a maior área do terreno que o robô conseguirá cortar a grama?

Resolução



a) 1) $AF^2 = 5^2 + 5^2 \Rightarrow AF = 5\sqrt{2}$

2) $FI = FH = AH - AF \Rightarrow$

$$\Rightarrow FI = 10 - 5\sqrt{2}$$

3) A menor distância GI à parede CD é dada por

$$GI = GF - FI \Rightarrow GI = 5 - (10 - 5\sqrt{2}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow GI = 5\sqrt{2} - 5 \Rightarrow GI = 5(\sqrt{2} - 1)\text{m}$$

b) A maior área do terreno que o robô conseguirá cortar a grama é dada por:

$$\frac{45^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot 10^2 + \frac{135^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot (10 - 5\sqrt{2})^2 + \frac{5 \cdot 5}{2} =$$

$$= \frac{100\pi}{8} + \frac{450\pi}{8} - \frac{300\pi\sqrt{2}}{8} + \frac{25}{2} =$$

$$= \frac{550\pi - 300\pi \cdot \sqrt{2} + 100}{8} =$$

$$= \frac{275\pi - 150\pi \cdot \sqrt{2} + 50}{4} \text{ m}^2$$

Para $\pi \approx 3$, temos:

$$\frac{25}{4} (35 - 18\sqrt{2})\text{m}^2$$

Embora os yanomami colem alimentos no solo, pesquem e cacem, sua sobrevivência vem sendo continuamente ameaçada pela prática do garimpo ilegal. Quadros graves de desnutrição e óbitos marcaram a crise humanitária nas comunidades indígenas que fazem parte da Reserva Yanomami. A maioria das crianças apresentava diminuição de massa muscular e da camada de gordura, pele ressecada e pálida, cabelos ralos, apatia e fraqueza.

(Adaptado de: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-64388465> e <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisadora-do-iff/fiocruz-analisa-o-quadro-de-desnutricao-das-criancas-yanomami>. Acesso em: 11/08/2023.)

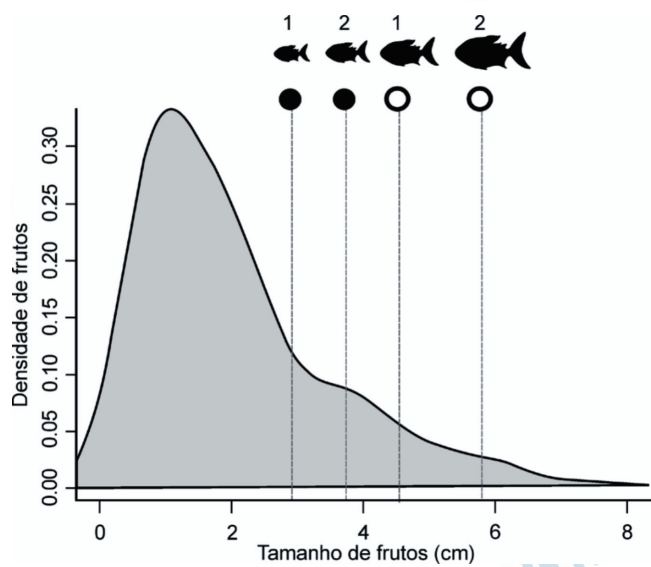
- a) A desnutrição de causa primária deve-se, basicamente, à falta de alimentos em quantidade e qualidade suficientes para atender à demanda nutricional. Além da contaminação pelo mercúrio, apresente duas possíveis justificativas para a escassez de alimentos causada pelo garimpo ilegal na Reserva Yanomami. A pesca e a caça são importantes fontes de proteínas; cite e explique uma função das proteínas.
- b) A digestão é de fundamental importância, pois permite que as grandes moléculas do alimento ingerido sejam separadas em suas unidades estruturais, unidades essas que podem ser absorvidas pelas células. Explique a função do fígado no processo de digestão dos lipídios. Que composto orgânico essencial será obtido desse processo e, por beta-oxidação, será utilizado para produção de energia nos seres humanos?

Resolução

- a) **O garimpo ilegal está ligado ao desmatamento e com isso à diminuição do extrativismo vegetal, além de a ocupação das terras prejudicar a produção agrícola para subsistência.**
As proteínas, conseguidas pela caça e pesca, são compostos orgânicos que possuem várias funções no organismo. São alimentos plásticos, pois fornecem aminoácidos usados na produção de proteínas estruturais da célula.
São energéticas, utilizadas na síntese de ATP.
São reguladoras, formando enzimas e hormônios que participam no controle do metabolismo celular.
- b) **O fígado produz bile, cujos sais biliares, glicolato e taurocolato de sódio, emulsificam os lipídeos, facilitando a ação das lipases: pancreática e entérica.**
A hidrólise enzimática dos lipídeos fornece ácidos graxos que, na β -oxidação, são usados como fonte energética.

No ecossistema amazônico, peixes grandes, que se movimentam por distâncias maiores e consomem frutos maiores, são os preferencialmente pescados. Pesquisadores compararam o tamanho dos peixes (indicados na figura abaixo) em áreas próximas a Manaus (1) e em áreas mais distantes (2). Usando modelagem, simularam a relação entre o tamanho do peixe e o do fruto do qual ele se alimenta. Na figura, os círculos pretos (●) indicam os tamanhos máximos dos frutos consumidos pelos tambaquis pescados recentemente; os círculos brancos (○), o tamanho máximo dos frutos consumidos pelo maior tambaqui já pescado em cada área do estudo. A área cinza indica a distribuição dos tamanhos dos frutos das 264 espécies vegetais encontradas na área do estudo.

(Adaptado de: COSTA-PEREIRA, R. et al. PNAS, Washington, v. 115, p. E2673-E2675, mar. 2018.)



- Com base nos dados apresentados, como a flora amazônica é influenciada pela pesca excessiva?
- As espécies vegetais citadas no texto pertencem a qual grupo de fanerógamas? Justifique a sua resposta. O consumo dos frutos por dispersores vertebrados, como os peixes, é uma pressão de seleção para características que aumentam a sua detecção pelos animais. Considerando a morfologia dos frutos, qual é a parte responsável por atrair os peixes?

Resolução

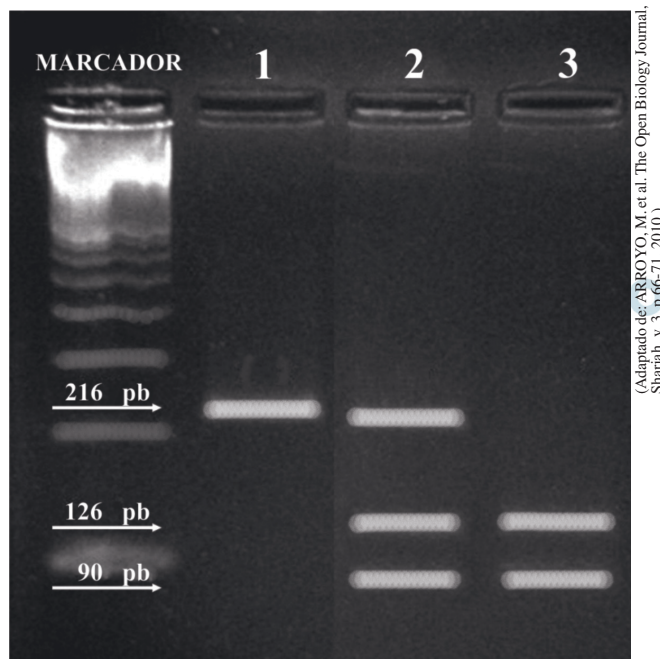
- Os peixes podem atuar como agentes de dispersão de sementes. Os indivíduos de maior porte distribuem sementes de frutos maiores e os peixes menores favorecem a dispersão de sementes de frutos menores. A pesca excessiva dos peixes de maior porte prejudica a dispersão das sementes dos frutos maiores. Logo, espera-se uma redução

dos frutos no decorrer do tempo.

- b) As espécies vegetais pertencem ao grupo das angiospermas, pois apresentam ovário que, após a fecundação, origina o fruto.

O fruto contém o epicarpo, que pode ser vistoso, e o mesocarpo e o endocarpo carnosos com reserva nutritiva que pode ser utilizada como alimento pelos peixes.

A enzima lactase tem capacidade de hidrolisar lactose em galactose e glicose. A presença de lactase ativa na vida adulta é uma característica autossômica dominante. Alelos diferentes do gene MCM6 determinam a alta ou a baixa expressão de lactase ativa: o alelo T determina alta quantidade de lactase ativa, enquanto o alelo C determina baixa quantidade de lactase ativa.



- a) Um experimento de reação em cadeia da polimerase (PCR) foi realizado para a identificação dos alelos do gene MCM6 em três indivíduos (1, 2 e 3). Neste experimento, uma região do gene é amplificada; na sequência, os pedaços do DNA resultantes são avaliados em um aparato de eletroforese, conforme figura ao lado. Na figura, são avaliados os indivíduos 1, 2 e 3, sendo que os pedaços de DNA de cada um deles são indicados pelos traços mais claros nas canaletas verticais da figura. Se o indivíduo possui um alelo C, é verificado um pedaço de DNA de 216 pares de bases (pb). Se um alelo T está presente, são verificados dois pedaços de DNA, sendo um de 126 pb e outro de 90 pb, respectivamente. Considerando um casal formado pelos indivíduos 1 e 3, qual é a probabilidade de o(a) filho(a) desse casal apresentar alta expressão de lactase ativa? Justifique sua resposta.
- b) A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que os bebês sejam alimentados exclusivamente com leite materno até os 6 meses de idade. Explique a importância da amamentação para a imunidade dos bebês.

Resolução

- a) Segundo a imagem do experimento o indivíduo 1 é homozigoto CC e o indivíduo 3 é homozigoto TT, assim o cruzamento entre os dois irá gerar 100%

de descendentes heterozigotos TC que manifestarão alta quantidade de lactase ativa. Observe o cruzamento abaixo:

	1 CC	x	3 TT	
		C	C	
T		TC	TC	
T		TC	TC	

100% descendentes TC

- b) A amamentação consiste em um processo de imunização passiva natural, na qual os bebês recebem, via leite materno, anticorpos produzidos no organismo da mãe.

(Adaptado de: HERNÁNDEZ-MONTALVO, V. et al. *Biotechnology and Bioengineering*, Nova Jersey, v. 83, p. 687-694, 2003.)

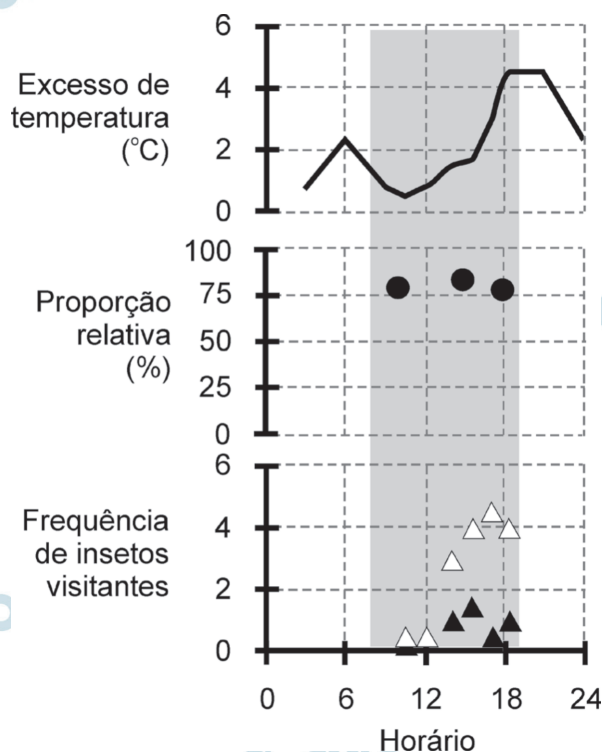
- GLU-1 → 2 → 3 → 4 → GLU-6P → ...

b) *Zymomonas mobilis* e *Saccharomyces* produzem etanol e CO₂ por uma rota que usa duas enzimas, a piruvato descarboxilase e a álcool desidrogenase. Todavia, *Z. mobilis* produz mais etanol do que a *Saccharomyces*, e ambas metabolizam uma variedade limitada de açúcares. Com base em seu conhecimento sobre engenharia genética e tendo em vista o texto apresentado, proponha uma estratégia biotecnológica para aumentar a produção de etanol por microrganismos.

a) Promotores são regiões localizadas anteriormente à região codificante e que são responsáveis pela regulação da transcrição. Plasmídeos são pequenos DNAs circulares bacterianos com capacidade de autorreplicação e que podem conter alguns genes de resistência. A proteína GalP atua no transporte de açúcar pela membrana, logo, corresponde a 1, enquanto a proteína Glk atua na fosforilação de substratos, logo, corresponde a 4.

b) A estratégia biotecnológica para aumentar a produção de etanol pode ser a transgenia dos genes citados, utilizando principalmente os genes de *Z. mobilis* em outros organismos. Pode-se sugerir também a transgenia de genes que permitam a utilização de outros tipos de açúcares como substrato para a fermentação alcoólica.

As mitocôndrias têm papel fundamental na respiração celular e na produção de energia. A cadeia de transporte de elétrons nas cristas mitocondriais é possível graças à presença de proteínas que oxidam compostos e permitem a criação de um gradiente de prótons transmembranas, usado na síntese de adenosina trifosfato (ATP).

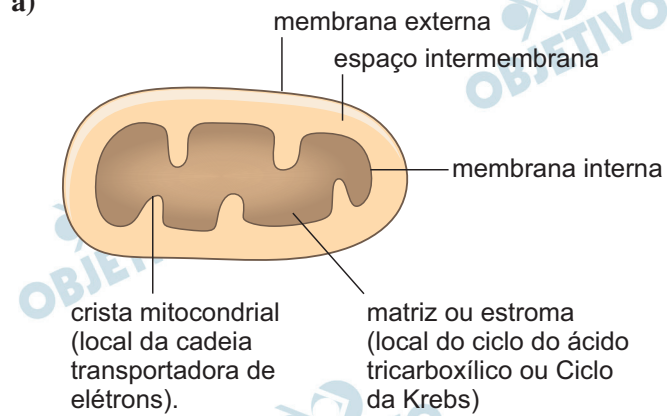


(Adaptado de: WANG, R. et al. Plos One, São Francisco, v. 9, n. 6, p. e99356, jun. 2014.)

- Desenhe a estrutura de uma mitocôndria e indique onde ocorre o ciclo do ácido tricarboxílico e onde ocorre a cadeia de transporte de elétrons. Cite dois compostos com poder redutor, oriundos das fases iniciais da respiração celular, que são oxidados na cadeia transportadora de elétrons na mitocôndria.
- Em plantas, ocorre uma rota alternativa de oxidação, sendo produzido calor devido à energia liberada durante o transporte de elétrons. A termogênese aumenta a temperatura das flores de algumas espécies. Os gráficos ao lado representam: o excesso da temperatura da flor em relação à temperatura do ar; a proporção relativa de compostos voláteis (●); e a frequência de visitação das flores por abelhas (△) e por besouros sugadores (▲) durante a floração da magnólia. As áreas em cinza indicam os momentos em que as flores estão abertas. Estabeleça uma associação entre as variáveis apresentadas nos gráficos. Cite uma importância ecológica da termogênese para as plantas e uma para os insetos.

Resolução

a)



Os dois compostos com poder redutor seriam o NADH^+ e o FADH_2 .

- b) O aumento da temperatura apontada no gráfico acelera a volatilização de compostos, levando assim a maior percepção pelos insetos, que intensificam suas visitas às flores. Desta forma, a termogênese favorece a polinização cruzada e maior variabilidade para plantas. Para o inseto, a disponibilidade de alimentos é maior.

A destruição dos habitats e o aumento da fragmentação ambiental com redução das interações populacionais têm aumentado a necessidade de intervenções para a conservação de espécies de animais. A miopatia da captura é a principal responsável pela morte de animais em intervenções que visam à sua preservação, sendo ocasionada pelo estresse induzido e pelo esforço físico que tipicamente ocorrem durante a perseguição, captura, contenção e transporte dos animais. Como sinais da miopatia da captura, os animais apresentam rigidez muscular, fraqueza, falta de coordenação motora, acidose metabólica e presença de mioglobina na urina.

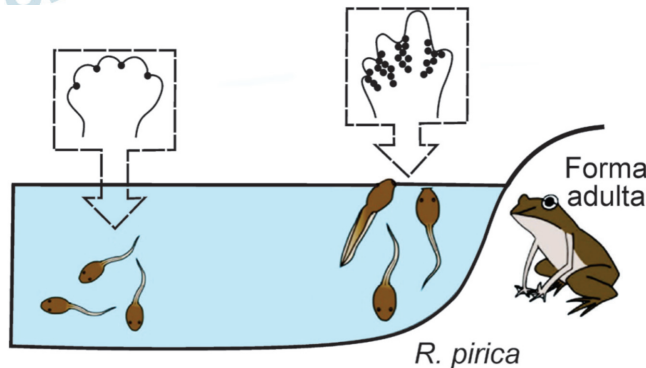
(Adaptado de: BREED, D. et al. *Conservation Physiology*. Oxford, v. 7, p. coz027, jul. 2019.)

- a) Foi proposto que a miopatia da captura poderia ser compreendida como um mecanismo inerente aos animais e que os levaria a morrer mais rápido quando capturados por um predador, o que auxiliaria o predador a conservar energia. Essa proposta está de acordo com a teoria da seleção natural? Justifique a sua resposta.
- b) A condição da miopatia da captura é frequentemente fatal, e a degeneração do tecido muscular estriado esquelético é induzida por estresse ou esforço. Cite as duas proteínas que compõem os filamentos de uma miofibrila e que são responsáveis pela capacidade de contração do músculo estriado esquelético. Na placa motora, qual é a interação que determina a contração muscular?

Resolução

- a) **Não está de acordo com a seleção natural, pois o animal que apresenta miopatia da captura não apresenta vantagem em tal comportamento. A seleção natural postula que uma característica vantajosa deve ser transferida às demais gerações, graças à vantagem de sobrevivência dada por tal característica.**
- b) **Os miofilamentos são compostos por filamentos de actina e miosina. Na placa motora a interação entre o neurônio e o músculo estriado esquelético é feita pela liberação de acetilcolina na fenda sináptica.**

Os anfíbios moldam seus membros pelo desenvolvimento diferencial de dedos e regiões interdigitais. Foi demonstrado que a disponibilidade de oxigênio regula a formação dos membros em girinos de *Rana pirica*, sendo essa formação representada esquematicamente na figura a seguir.



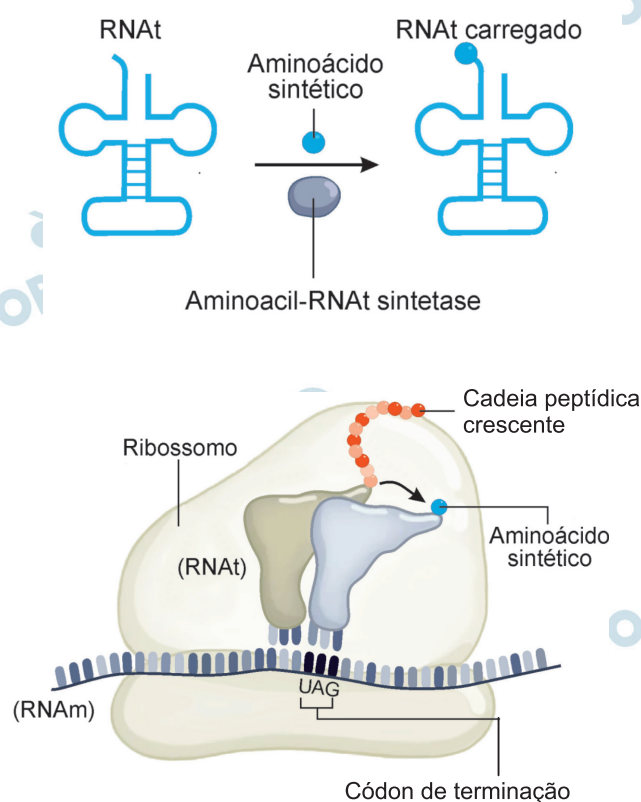
(Adaptado de: S. F. Ono et al. *Zoological Letters*,
Londres, v. 9, art. 2, jan. 2023.)

- Na figura, qual processo celular – que ocorre nas regiões indicadas pelos círculos pretos (•) – é responsável por moldar os membros dos girinos? Justifique a importância desse processo para a formação dos membros desses animais na forma adulta.
- Cite e explique a principal modificação respiratória para a conquista do ambiente terrestre que ocorre no processo de transformação do girino para a forma adulta em anuros.

Resolução

- O processo indicado é a apoptose celular. Tal fenômeno é importante para a remodelação da pata ao meio terrestre, promovendo uma locomoção mais eficaz do anfíbio.
- A principal modificação respiratória na metamorfose do anfíbio é a transição da respiração branquial do girino (funcional no meio aquático) à respiração cutânea e pulmonar, eficiente no meio terrestre.

O RNA transportador (RNAt) atua como uma ponte entre RNA mensageiro (RNAm) e os aminoácidos, sendo incorporados nas proteínas produzidas pelo ribossomo. Neste processo, o RNAt lê um códon no RNAm e traz para o ribossomo o aminoácido correspondente (um dos 20 tipos de aminoácidos normalmente encontrados em proteínas). Na tentativa de expandir artificialmente o código genético de um organismo, pesquisadores induziram-no a fabricar um RNAt reprogramado, capaz de acoplar um aminoácido sintético a um RNAt, como representado na figura. Nesse caso, o ribossomo insere o aminoácido sintético na cadeia peptídica crescente sempre que um dos códons de terminação é encontrado no RNAm.



(Adaptado de: KWON, D. *Nature*, Londres, v. 618, p.874-876, jun. 2023.)

- Defina o que é código genético e explique por que ele é considerado degenerado (ou redundante).
- Ao expandirem o código genético da forma apresentada, o que os pesquisadores estão permitindo que aconteça com as proteínas? Considerando o código genético universal e as informações apresentadas, por que a técnica pode se limitar à incorporação de até três diferentes aminoácidos sintéticos simultaneamente?

Resolução

- a) Código genético é o conjunto de três nucleotídeos no RNAm ou no DNA que determinam a colocação de um aminoácido específico na proteína que está sendo sintetizada pelo ribossomo, processo este denominado tradução. É considerado degenerado, pois alguns códons diferentes determinam a colocação de um mesmo aminoácido específico na proteína que está sendo produzida.
- b) A técnica apresentada permite a expansão da cadeia peptídica ao inserir um aminoácido no lugar do códon de terminação. Com isso, é possível aumentar o tamanho da proteína permitindo a formação de proteínas maiores e até proteínas acopladas a outras proteínas, ou até mesmo adicionar novas funções. A técnica pode limitar-se à incorporação de até três diferentes aminoácidos simultâneos, pois existem no código genético três códons de terminação (UGA, UAG, UAA).

As fórmulas para a resolução de algumas questões são fornecidas no próprio enunciado. Quando necessário, use as aproximações:

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$\pi \approx 3$$

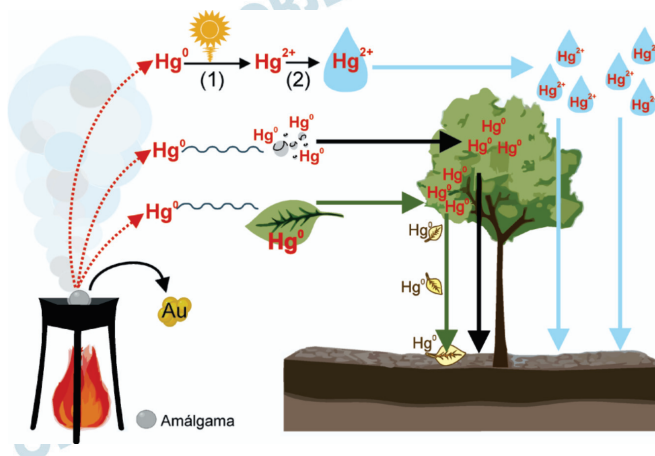
Classificação Periódica dos Elementos Químicos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hidrogênio 1,0079	2 He Hélio 4,0026																
3 Li Lítio 6,941(2)	4 Be Berílio 9,0122	5 B Boro 10,811(5)	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180										
11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,06(6)	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948										
19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078(4)	21 Sc Escândio 44,956(1)	22 Ti Titânio 47,887	23 V Vanádio 50,942	24 Cr Cromo 51,996	25 Mn Manganês 54,938	26 Fe Ferro 55,845(2)	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546(3)	30 Zn Zinco 65,38(2)	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germano 72,63(1)	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,96(3)	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,80
37 Rb Rúbio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224(2)	41 Nb Níquel 92,906	42 Mo Molibdênio 95,94	43 Tc Técnetio 98,906	44 Ru Ródio 101,07(2)	45 Rh Ródio 102,91	46 Pd Paládio 106,32	47 Ag Prata 107,87	48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60(3)	53 I Iodo 126,90	54 Xe Xenônio 131,29(2)
55 Cs Césio 132,91	56 Ba Bário 137,33	57 a 71 La-Lu Lantanídeos e Actinídeos	72 Hf Háfnio 178,49(2)	73 Ta Tântalo 180,95	74 W Volfrâmio 183,84	75 Re Rênio 186,21	76 Os Osmínio 190,23(3)	77 Ir Írídio 192,22	78 Pt Platina 195,08(3)	79 Au Ouro 196,97	80 Hg Mercúrio 200,59(2)	81 Tl Telúrio 204,38	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polônio 209	85 At Astato 210	86 Rn Radônio 222
87 Fr Francium 223,02*	88 Ra Rádium 226,025*	89 a 103 Ac-Lr Actinídeos e Lantanídeos	104 Rf Rênio-férmio 261*	105 Db Dubnium 262*	106 Sg Seaborgio 266*	107 Bh Bohrólio 264	108 Hs Háscio 277	109 Mt Meitnerio 268									
71 Lu Lutécio 174,967	72 Hf Háfnio 178,49(2)	73 Ta Tântalo 180,95	74 W Volfrâmio 183,84	75 Re Rênio 186,21	76 Os Osmínio 190,23(3)	77 Ir Írídio 192,22	78 Pt Platina 195,08(3)	79 Au Ouro 196,97	80 Hg Mercúrio 200,59(2)	81 Tl Telúrio 204,38	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polônio 209	85 At Astato 210	86 Rn Radônio 222	87 Fr Francium 223,02*	88 Ra Rádium 226,025*
89 Ac Actínio 227,033*	90 Th Tório 232,0376*	91 Pa Protactínio 231,036*	92 U Urânio 238,0289*	93 Np Neptúlio 237,048*	94 Pu Plutônio 244,0642*	95 Am Americônio 243,0613*	96 Cm Curúlio 247,0743*	97 Bk Berkelídeo 247,07125*	98 Cf Califórnio 251,0833*	99 Es Einsteinídeo 252,083*	100 Fm Férmio 257,10*	101 Md Mendelevídeo 258,10*	102 No Nobelídeo 259,10*	103 Lr Lawrêncio 262,11			

25	Mn
26	Fe
27	Co
28	Ni
29	Cu
30	Zn
31	Ga
32	Ge
33	As
34	Se
35	Br
36	Kr
37	Rb
38	Sr
39	Y
40	Zr
41	Nb
42	Mo
43	Tc
44	Ru
45	Rh
46	Pd
47	Ag
48	Cd
49	In
50	Sn
51	Sb
52	Te
53	I
54	Xe
55	Cs
56	Ba
57	La
58	Ce
59	Pr
60	Nd
61	Pm
62	Sm
63	Eu
64	Gd
65	Tb
66	Dy
67	Ho
68	Er
69	Tm
70	Yb
71	Lu

Massa atômica média. A isotopia no último dígito é ± 1 , exceto quando indicado, em que caso é a isotopia mais abundante.

O garimpo artesanal de ouro é responsável por 37% da emissão global antropogênica de mercúrio, mercúrio este proveniente do processo de recuperação do ouro a partir do aquecimento da amálgama (liga metálica entre o Hg e o Au) usada para separar o ouro do solo. Conforme representado na figura abaixo, em um dos processos de contaminação do meio ambiente, o mercúrio metálico reage com o gás ozônio, formando gás oxigênio e óxido de mercúrio (processo 1). Esse óxido formado reage com a água, gerando hidróxido de mercúrio (processo 2), o qual se deposita em ambientes aquáticos e no solo, atingindo o ser humano.



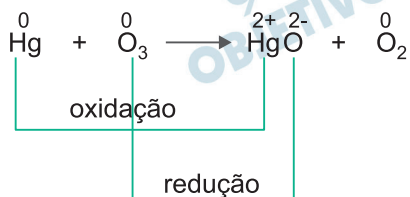
- Nomeie o tipo de reação que ocorre nos processos 1 e 2 identificados na figura acima e escreva as respectivas equações químicas balanceadas.
- A política, a ciência e a sociedade civil têm seu papel na preservação ambiental. Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro passam pelo desenvolvimento de: (1) filtros de ar e máscaras para prevenção de inalação de vapores de mercúrio; (2) ajustes do solo para evitar a absorção de mercúrio nas culturas; (3) processos químicos específicos para extrair ouro de rejeitos e (4) diagnósticos pontuais para exposição e envenenamento por mercúrio.

Preencha a tabela no campo de resposta, associando o número de cada desenvolvimento à correspondente oportunidade de pesquisa. Justifique sua escolha para o desenvolvimento atribuído somente à oportunidade “Mitigação de riscos”.

	Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro			
	Detecção de mercúrio	Mitigação de riscos	Remediação	Mineração sem mercúrio
Desenvolvimento de:	()	()	()	()

Resolução

a) Processo 1



Reação de oxidorredução (variação nos números de oxidação dos elementos)

Processo 2



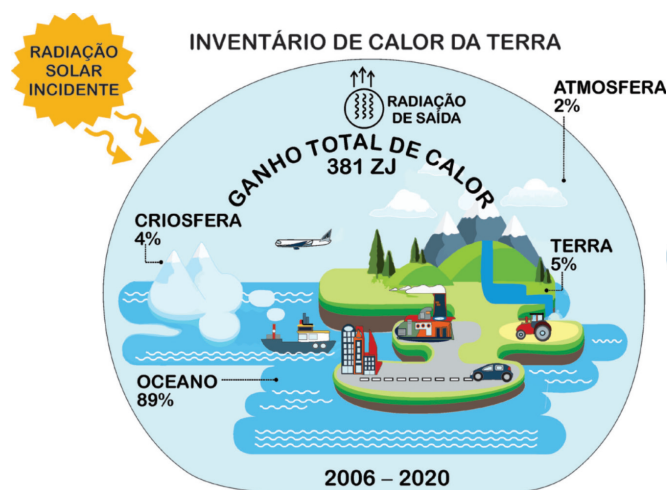
Reação de síntese (2 ou mais reagentes formando um único produto), ou hidrólise de óxido básico.

b)

Detecção de Hg	Mitigação de risco	Remediação	Mineração sem Hg
(4)	(1)	(2)	(3)

(1) Mitigação de risco: filtro de ar e máscara previnem inalação de vapores tóxicos de Hg diminuindo o risco de contaminação por Hg.

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, a temperatura média global para julho de 2023 foi a mais alta já registrada, e este ano poderá ser o mais quente da história. Alguns cientistas afirmam que o sistema climático da Terra está fora do seu balanço energético, com um contínuo acúmulo de calor observado nas últimas décadas.



Com base no texto e nas informações apresentadas na figura, responda às questões a seguir:

- Para o período de 2006-2020, calcule quantas toneladas de água foram acrescentadas aos oceanos por conta do derretimento do gelo, considerando que este tenha sido o único evento térmico ocorrido na criosfera. Calcule o aumento da temperatura média dos oceanos, desconsiderando a água proveniente do derretimento do gelo e considerando a água do mar como sendo água pura.
- Observando a figura, explique o mecanismo e as causas que levaram ao ganho total extra de energia (381 ZJ) da Terra no período considerado.

Dados: Massa de água dos oceanos: $1,4 \times 10^{21}$ kg; calor específico da água: $4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$; entalpia de fusão da água: $3,3 \times 10^5 \text{ J/kg}$; $\text{ZJ} = 1 \times 10^{21} \text{ J}$.

Resolução

- a) Cálculo da energia usada no derretimento do gelo:

$$381 \cdot 10^{21} \text{ J} \text{ ————— } 100\%$$

$$x \text{ ————— } 4\%$$

$$x = 15,24 \cdot 10^{21} \text{ J}$$

Cálculo da massa de água líquida formada:

$$1 \text{ kg ————— } 3,3 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$y \text{ ————— } 15,24 \cdot 10^{21} \text{ J}$$

$$y = \frac{15,24 \cdot 10^{21}}{3,3 \cdot 10^5} = 4,62 \cdot 10^{16} \text{kg}$$

$$y \cong 4,62 \cdot 10^{13} \text{t de água líquida}$$

Cálculo da energia absorvida pelo oceano:

$$381 \cdot 10^{21} \text{J} \text{ ————— } 100\%$$

$$z \text{ ————— } 89\%$$

$$z = 339,1 \cdot 10^{21} \text{J}$$

Cálculo da energia necessária para variar 1K na temperatura dos oceanos:

$$4180 \text{J} \text{ — } 1 \text{kg de água}$$

$$w \text{ — } 1,4 \cdot 10^{21} \text{kg (massa de água do oceano)}$$

$$w = 5852 \cdot 10^{21} \text{J}$$

Cálculo do aumento da temperatura dos oceanos:

$$5852 \cdot 10^{21} \text{J} \text{ ————— } 1 \text{K}$$

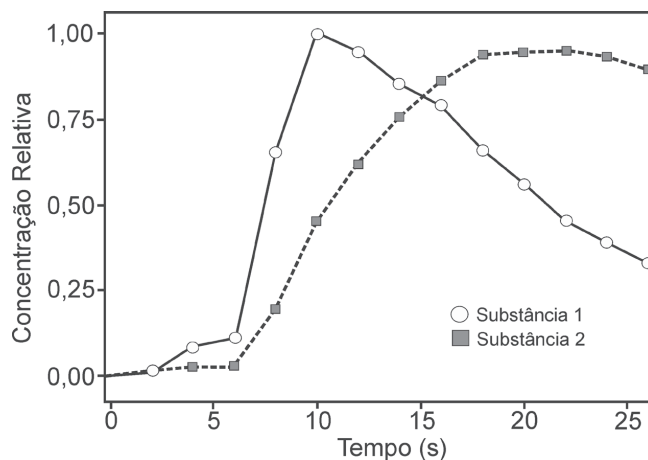
$$339,1 \cdot 10^{21} \text{J} \text{ ————— } t$$

$$t = \frac{339,1 \cdot 10^{21}}{5852 \cdot 10^{21}} = 0,058 \text{K de aumento na temperatura dos oceanos.}$$

- b) O ganho de energia se deve principalmente aos gases causadores do efeito estufa (que são emitidos pela atividade industrial e pela queima de combustíveis fósseis por automóveis) que retêm parte do calor irradiado pelo Sol que chega à Terra.

Uma reportagem afirma: “Se você der o mesmo grão de café a 10 baristas, você vai terminar com 10 diferentes sabores da bebida”. Mesmo que a origem dos grãos seja única, são vários os aromas (substâncias voláteis) e sabores (substâncias pouco voláteis) distintos para esta bebida. Além da composição química da matéria-prima, há outras variáveis que influenciam o processo de extração sólido-líquido na preparação do café: a temperatura, a pressão de extração, a qualidade da água, a relação entre quantidades de pó e água, o tempo de contato e o tamanho dos grãos de pó (moagem) e a vazão de água.

- a) Explique as alterações na intensidade do aroma e do sabor do café, quando da sua ingestão imediatamente após o preparo, em cada um dos casos a seguir: (1) utilizando água a 86 °C e 98 °C, e mantendo-se as demais variáveis constantes; e (2) variando o grau de moagem (fino e grosso). Considere que o grão de café torrado apresenta poros.
- b) A figura abaixo mostra como, durante a extração para preparar um café espresso, a concentração de duas substâncias voláteis varia em função do tempo. O tempo de máxima extração se relaciona diretamente com a solubilidade em água e consequentemente com atributos da substância, como polaridade da molécula e coeficiente de partição, K_{ow} . A partir dessas informações, complete a tabela no campo de resposta, com as palavras **maior** ou **menor**, de modo a comparar, entre as substâncias, os atributos citados. Justifique sua escolha.



Dado: $K_{ow} = [\text{solute em fase orgânica}] / [\text{solute em água}]$

	Atributo da substância		
	Polaridade	Solubilidade em água	K_{ow}
Substância 1			
Substância 2			

Resolução

- a) 1) Os aromas do café são constituídos por substâncias voláteis, portanto, com menor aquecimento, a 86°C, volatiliza essas substâncias com maior facilidade.

Os sabores do café são constituídos por substâncias pouco voláteis, portanto, com maior aquecimento, a 98°C, os sabores prevalecerão no café.

Temperatura	Intensidade
86°C	aroma
98°C	sabor

- 2) Quando os tamanhos das partículas do café são uniformes, extração ocorre de maneira consistente, o que dá mais aroma e sabor. É o caso do grão fino.

Quando fazemos a extração do café com grãos torrados com poros, alguns grãos sofrem extração mais rapidamente que os outros e o café pode ficar muito forte ou muito fraco.

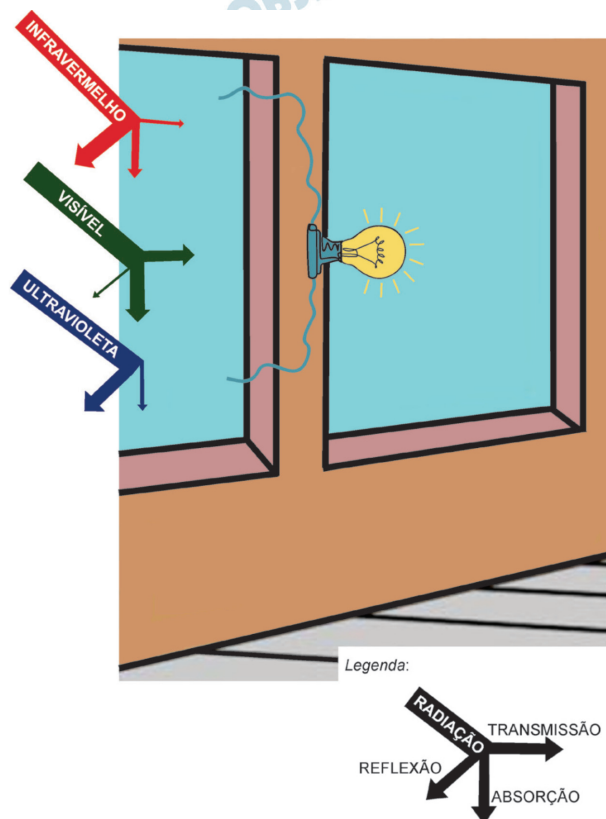
- b) Pela análise do gráfico, o tempo de máxima extração se relaciona diretamente com a solubilidade em água. As substâncias polares são mais solúveis em água e possuem menor K_{ow} .

Considerando que $K_{ow} = \frac{[\text{solute na fase orgânica}]}{[\text{solute na água}]}$

mede a hidrofobicidade do composto, como as substâncias polares são solúveis em água, o K_{ow} diminui.

	Polar	Solubilidade em H ₂ O	K_{ow}
(1)	maior	maior	menor
(2)	menor	menor	maior

À medida que as evidências da origem antropogênica do aquecimento global ficam mais claras, o desenvolvimento de tecnologias capazes de produzir trabalho sem gerar CO_2 , ou que diminuam essa emissão, torna-se cada vez mais urgente. Dentro deste contexto, em 2018, pesquisadores desenvolveram uma janela inteligente que interage com a radiação eletromagnética conforme figura ao lado. A figura evidencia, de forma simplificada, como essa janela interage com as radiações eletromagnéticas incidentes. As espessuras das setas são proporcionais às intensidades dos fenômenos que ocorrem com essas radiações.



- Considerando que a figura represente quantitativamente o comportamento do material da janela diante das radiações incidentes, descreva esse comportamento.
- Como desenvolvedor dessa janela inteligente, você precisa apresentá-la a potenciais compradores. Levando em conta as características da janela, apresente duas aplicações e os benefícios advindos dessas aplicações, que serviriam de argumento para justificar o investimento na compra da janela inteligente.

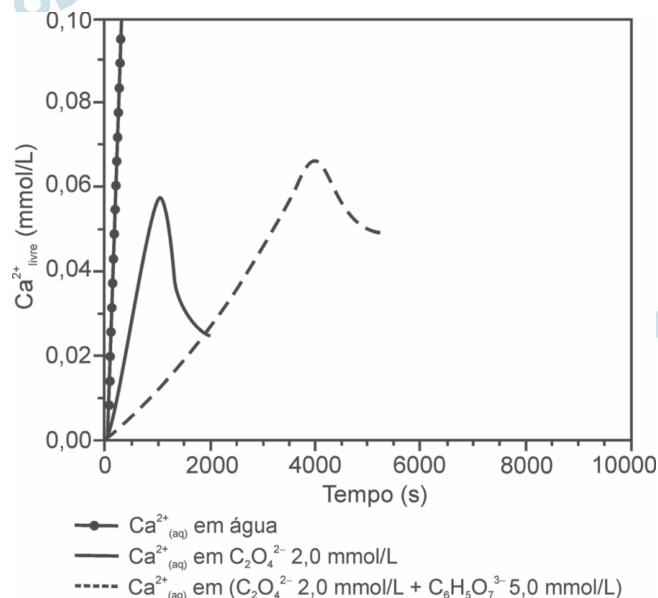
Resolução

- Observando a figura, nota-se que dentre as radiações eletromagnéticas incidentes, a ultravioleta e a infravermelha são, em grande parte, refletidas pelo material constituinte da janela.

A radiação eletromagnética visível é absorvida em grande parte pelo material constituinte da janela e boa parte é utilizada na transmissão que resulta na geração de energia elétrica (Efeito Fotoelétrico).

- b) A janela pode ser utilizada para produzir energia elétrica utilizando-se da interação com a radiação eletromagnética. Nesse processo gera-se energia sem emissão de CO_2 (gás estufa). A janela inteligente pode ser usada também para bloquear raios ultravioleta, o que confere uma proteção contra o câncer de pele.

O oxalato de cálcio em humanos está associado a calcificações benignas do tecido mamário e a pedras nos rins. Em indivíduos saudáveis, a urina é tipicamente supersaturada em oxalato de cálcio. O desenvolvimento de pedras nos rins, por outro lado, é prevenido por proteínas e pequenas moléculas contendo grupos carboxilatos.

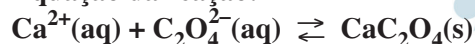


- a) Considerando o que se informa no texto, escreva uma equação química e a expressão da constante de equilíbrio associada, que representam a formação da pedra no rim. O texto informa que a urina é supersaturada em oxalato de cálcio; o que isso significa conceitualmente, isto é, do ponto de vista do equilíbrio químico?
- b) Pesquisadores avaliaram como a concentração de cálcio livre (Ca^{2+}) em solução varia quando se adiciona $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ em soluções contendo oxalato de concentração 2 mmol/L e diferentes concentrações de citrato, conforme a figura. Os dados permitem inferir que o citrato pode ser um agente terapêutico na prevenção de pedra no rim. Faça uma descrição quantitativa de modo a justificar, do ponto de vista do equilíbrio químico, a afirmação sobre a função do citrato na prevenção de pedra no rim.

Dados: Oxalato: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; citrato: $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$.

Resolução

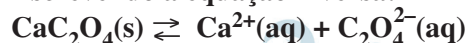
a) Equação da reação:



$$K = \frac{1}{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}$$

Quanto maior a concentração de íons $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (solução supersaturada em $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) na solução, maior a quantidade de $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ produzido (deslocamento de equilíbrio para a direita).

Escrevendo a equação inversa:



A constante desse equilíbrio (K_{PS}) é expressa por:

$$K_{\text{PS}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

Uma solução supersaturada de CaC_2O_4 é aquela em que o produto das concentrações de íons Ca^{2+} e íons $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ é maior que o valor de K_{PS} .

b) As três curvas indicam o efeito da adição de solução contendo íons Ca^{2+} e, portanto, nota-se o aumento da concentração de $\text{Ca}^{2+}_{\text{livre}}$.

Na curva —●— simplesmente adiciona-se Ca^{2+} em água.

Na curva — onde se adicionaram íons Ca^{2+} em solução contendo oxalato ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$), verifica-se um aumento da concentração de $\text{Ca}^{2+}_{\text{livre}}$ até a sua saturação com formação de $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ e, consequente formação de “pedras nos rins”, conforme a equação do item a.

A curva indica que a presença dos íons citrato ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$) associado ao oxalato permite maior concentração de íons $\text{Ca}^{2+}_{\text{livre}}$ quando comparados ao comportamento da solução que contém apenas o oxalato (curva —). Isso se deve à complexação dos íons Ca^{2+} pela ação do citrato, permitindo maior concentração de $\text{Ca}^{2+}_{\text{livre}}$ e por mais tempo. Assim, a formação do precipitado (“pedras nos rins” composta por $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ descrito no item a) ocorrerá após o consumo dos íons citrato ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$).

“Explosão em silo no Paraná acende alerta para prevenção de acidentes em armazéns” (notícia veiculada na mídia em julho de 2023). As estatísticas para esse tipo de desastre são alarmantes no mundo todo, e não se trata apenas de negligência. Há parâmetros intrínsecos da silagem que a tornam potencialmente perigosa; portanto, devem ser muito bem controlados. Segundo um profissional que atua no controle de incêndios em silos: “Este ano a silagem pode estar muito seca, havendo maior possibilidade de fogo no silo. A combustão interna do material da silagem pode ocorrer se ele for colocado muito seco no silo.

Para qualquer coisa pegar fogo são necessários três ingredientes: ...”

- a) Por que a baixa umidade favorece o incêndio num silo? Quais os três ingredientes que completariam a fala do profissional ao final do texto e qual o papel de cada um deles no fenômeno em questão?
- b) No silo, a fermentação dos grãos pode levar à ignição, combustão e explosão. Considerando a fermentação e a combustão, qual delas é a causa e qual delas é a consequência? Ainda considerando a fermentação e a combustão, no caso da silagem de grãos, por que é necessário usar sensores de umidade, de dióxido de carbono e de temperatura dentro do silo?

Resolução

- a) **A baixa umidade (baixa concentração de vapor de água no ar) favorece o incêndio em um silo, pois a ausência de vapor de água diminui a absorção de calor o que promove aumento da temperatura facilitando a combustão.**
Os três ingredientes que completam a fala do profissional no texto são: combustível, comburente e calor.
- b) **A causa é a fermentação, pois produz etanol, que funciona como combustível.**
A consequência é a combustão (queima do combustível gerado na fermentação).
Dentro do silo, o sensor de umidade é útil para alertar a baixa umidade do ar de dentro do silo que pode favorecer a combustão. O sensor de temperatura é útil para monitorar a alta temperatura que pode favorecer a combustão.
O sensor de CO₂ é útil, pois a alta concentração de CO₂ pode indicar alta taxa de fermentação (geradora de etanol, combustível para a combustão).