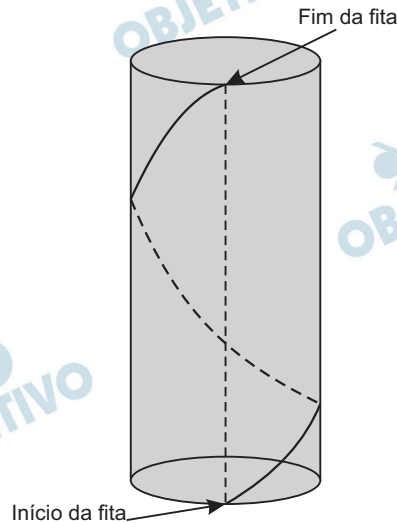


CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

1

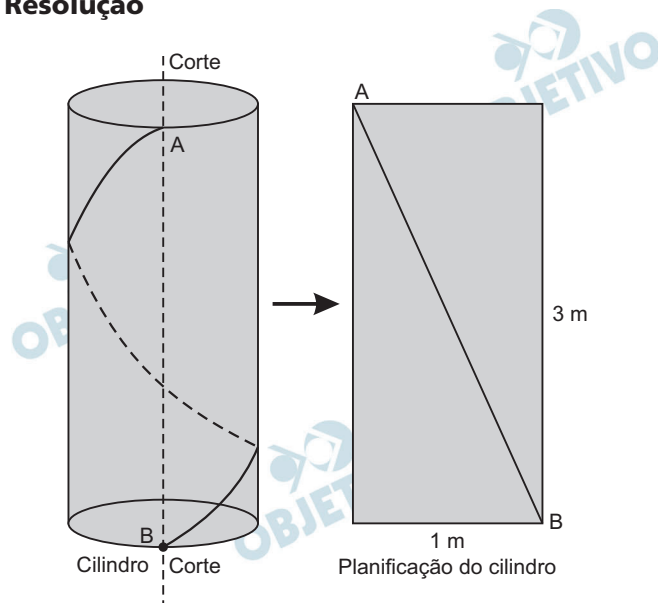
Márcia está decorando sua casa para o Natal e pretende cobrir uma pilastra com um papel de parede de temas natalinos e depois enrolar uma fita de lâmpadas de *led* na pilastra coberta, dando uma única volta, de modo que o ponto em que a fita começa a ser enrolada esteja exatamente embaixo do ponto onde ela termina, como ilustrado na figura a seguir.



A pilastra tem o formato de um cilindro circular reto com 3 m de altura; a medida do perímetro da circunferência da base é 1 m, e sua lateral será coberta completamente com papel de parede colado sem sobreposição.

- Sabendo que o metro quadrado do papel de parede custa R\$ 20,00, determine quanto Márcia terá que gastar em papel de parede para cobrir a pilastra como ela quer.
- Qual é o menor comprimento que a fita de led precisa ter para ser possível esta instalação?

Resolução



a) 1) A área lateral do cilindro é
 $1\text{ m} \cdot 3\text{ m} = 3\text{ m}^2$

2) O custo do material será:
 $3\text{ m}^2 \cdot \text{R\$ } 20,00/\text{m}^2 = \text{R\$ } 60,00$

b) O menor comprimento de fita é a medida do segmento \overline{AB} , diagonal do retângulo e seu valor, em metro, é $\sqrt{1^2 + 3^2} = \sqrt{10}$

Respostas: a) R\$ 60,00

b) $\sqrt{10}$ m

Considere o sistema

$$\begin{cases} x + py = q, \\ 2x - z = p, \\ x + y + z = 3. \end{cases}$$

- a) Para $p = q = 1$, resolva o sistema.
 b) Determine os valores de p, q para que o sistema tenha infinitas soluções.

Resolução

- a) Para $p = q = 1$, temos:

$$\begin{cases} x + 1 \cdot y = 1 & \textcircled{1} \\ 2x - z = 1 & \textcircled{2} \\ x + y + z = 3 & \textcircled{3} \end{cases}$$

1) De $\textcircled{1}$ e $\textcircled{3}$, temos $z = 2$.

2) Na equação $\textcircled{2}$

$$2x - 2 = 1 \Leftrightarrow x = \frac{3}{2}$$

3) Na equação $\textcircled{1}$

$$\frac{3}{2} + y = 1 \Leftrightarrow y = -\frac{1}{2}$$

4) Assim, a solução é:

$$(x, y, z) = \left(\frac{3}{2}; -\frac{1}{2}; 2 \right)$$

$$\text{b) } \begin{cases} x + py = q \cdot (-2) \cdot (-1) \\ 2x - z = p \cdot (-1) + \\ x + y + z = 3 \cdot (-1) + \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x + py = q \\ -2py - z = p - 2q \cdot (1) \Leftrightarrow \\ (1 - p)y + z = 3 - q \cdot (-1) + \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x + py = q \\ -2py - z = p - 2q \\ (1 - 3p)y = p - 3q + 3 \end{cases}$$

Para que o sistema tenha infinitas soluções, devemos ter:

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 1 - 3p = 0 \\ p - 3q + 3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p = \frac{1}{3} \\ q = \frac{10}{9} \end{cases}$$

Respostas: a) $\left(\frac{3}{2}; -\frac{1}{2}; 2\right)$

b) $p = \frac{1}{3}$ e $q = \frac{10}{9}$

Considere a função real $f(x) = \cos(2x) - 2\text{sen}(x)$, definida para $x \in [0, 2\pi]$.

a) Calcule $f\left(\frac{\pi}{4}\right)$.

b) Encontre todos os valores de $x \in [0, 2\pi]$ tais que $f(x) = -1/2$.

Resolução

a) $f\left(\frac{\pi}{4}\right) = \cos\left(2 \cdot \frac{\pi}{4}\right) - 2\text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow f\left(\frac{\pi}{4}\right) = \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - 2\text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow f\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0 - 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Leftrightarrow f\left(\frac{\pi}{4}\right) = -\sqrt{2}$$

b) $\cos(2x) - 2\text{sen}(x) = -\frac{1}{2} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow 1 - 2\text{sen}^2(x) - 2\text{sen}(x) = -\frac{1}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -2\text{sen}^2(x) - 2\text{sen}(x) + \frac{3}{2} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4\text{sen}^2(x) + 4\text{sen}(x) - 3 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{sen}(x) = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - 4 \cdot 4 \cdot (-3)}}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{sen}(x) = \frac{-4 \pm 8}{8} \Leftrightarrow \text{sen}(x) = \frac{1}{2} \text{ ou}$$

$$\text{sen}(x) = -\frac{3}{2} \text{ (não serve)}$$

Assim, para $x \in [0; 2\pi]$, temos:

$$x = \frac{\pi}{6} \text{ ou } x = \frac{5\pi}{6}$$

Respostas: a) $-\sqrt{2}$

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

Uma estudante está praticando suas habilidades de geometria. Para isso, lança simultaneamente dois dados, um amarelo e um branco, e desenha a reta r dada por $y = a_1x + b_1$, sendo a_1 o resultado obtido no lançamento do dado amarelo e b_1 o resultado obtido no lançamento do dado branco.

Ela repete este processo, lançando novamente ambos os dados, e desenha assim uma segunda reta s dada por $y = a_2x + b_2$, com a_2 sendo o resultado obtido no segundo lançamento do dado amarelo e b_2 o resultado obtido no segundo lançamento do dado branco.

- a) Qual a probabilidade de as retas r e s terem apenas um ponto em comum?
- b) Numa rodada do jogo, os resultados dos dados foram $a_1 = 2$, $b_1 = 3$, $a_2 = 5$ e $b_2 = 6$. Determine o ponto de interseção das retas encontradas.

Resolução

- a) 1) A equação da reta r é

$$y = a_1x + b_1 \text{ e a da reta } s \text{ é } y = a_2x + b_2.$$

- 2) Em ambos os casos, supondo um dado equilibrado de seis faces, os números a_1, a_2, b_1, b_2 são elementos do conjunto $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

- 3) As retas r e s terão um único ponto em comum, ou seja serão concorrentes se, e somente se $a_1 \neq a_2$.

- 4) Existem 36 pares ordenados $(a_1; a_2)$ com a_1 e a_2 pertencentes a $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

- 5) Seis desses pares ordenados são tais que $a_1 = a_2$. São eles: $(1;1), (2;2), (3;3), (4;4), (5;5), (6;6)$.

- 6) Existem, pois, 30 pares ordenados $(a_1; a_2)$ com $a_1 \neq a_2$.

- 7) A probabilidade pedida é, pois,

$$\frac{30}{36} = \frac{5}{6} \cong 83,3\%$$

b) 1) Se $a_1 = 2$ e $b_1 = 3$, então a equação da reta r será $y = 2x + 3$

2) Se $a_2 = 5$ e $b_2 = 6$, então a equação da reta s será $y = 5x + 6$.

3) O ponto P , intersecção das retas r e s , é a solução do sistema

$$\begin{cases} y = 2x + 3 \\ y = 5x + 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 2x + 3 \\ 2x + 3 = 5x + 6 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 3x = -3 \\ y = 2x + 3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = -1 \\ y = 1 \end{cases} \Leftrightarrow P(-1; 1)$$

Respostas: a) 83,3%

b) $(-1; 1)$

Uma pesquisadora está testando o efeito de um medicamento em uma bactéria. Sabe-se que a função que descreve a quantidade de bactérias vivas na amostra em um tempo t , dado em minutos, é $Q(t) = C \cdot 10^{-bt}$, com b e C dependendo de características da bactéria e do medicamento.

- a) Para uma certa amostra com 5 milhões de bactérias, verificou-se que, nos primeiros 10 minutos, $9/10$ da quantidade de bactérias na amostra morreram. Qual é a quantidade de bactérias vivas que restaram após 20 minutos?
- b) Numa outra amostra, onde foi descoberto experimentalmente que $b = 3$, quanto tempo levará para que a quantidade de bactérias fique reduzida à metade?

Dados: $\log_{10} 2 \approx 0,3$.

Resolução

- a) 1) Se inicialmente a quantidade de bactérias na amostra for 5 milhões, então temos:

$$Q(0) = 5\,000\,000 \Leftrightarrow C \cdot 10^{-b \cdot 0} = 5 \cdot 10^6 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow C = 5 \cdot 10^6 \quad (I)$$

2) 10 minutos depois, $\frac{9}{10}$ das bactérias

morreram, ou seja, $\frac{1}{10}$ das bactérias

continua viva. Assim, temos:

$$Q(10) = \frac{1}{10} \cdot Q(0) \Leftrightarrow Q(10) = \frac{1}{10} \cdot 5 \cdot 10^6 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-10b} = \frac{1}{10} \cdot 5 \cdot 10^6 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 10^{-10b} = 10^{-1} \Leftrightarrow 10b = 1 \Leftrightarrow b = \frac{1}{10}$$

3) 20 minutos após, temos:

$$Q(20) = 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-0,1 \cdot 20} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Q(20) = 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 5 \cdot 10^4 = 50\,000 \text{ bactérias.}$$

- b) $Q(t) = C \cdot 10^{-bt}$

1) Para $b = 3$, temos:

$$Q(t) = C \cdot 10^{-3t}$$

2) Para $Q(t) = \frac{C}{2}$, temos:

$$C \cdot 10^{-3t} = \frac{C}{2} \Leftrightarrow 10^{-3t} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log 10^{-3t} = \log 2^{-1} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -3t \cdot \log 10 = -1 \cdot \log 2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -3t \cdot 1 = -1 \cdot 0,30 \Leftrightarrow t = 0,10 \text{ minuto} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \boxed{t = 6 \text{ segundos}}$$

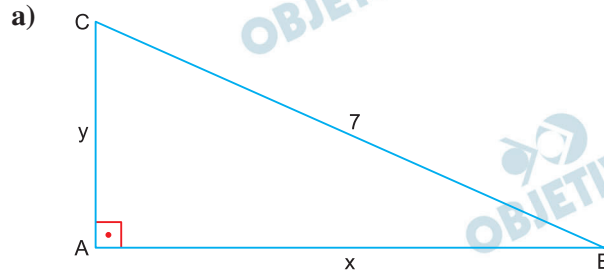
Respostas: a) 50 000 bactérias

b) $t = 6$ segundos

Considere um triângulo ABC.

- a) Supondo que ABC é um triângulo retângulo com perímetro igual a 16 cm e hipotenusa de comprimento 7 cm, calcule sua área.
- b) Sabendo que em um triângulo qualquer a soma dos comprimentos de quaisquer dois lados é sempre maior que o comprimento do terceiro lado e assumindo que as medidas dos lados de um certo triângulo são a , a^2 , a^3 , calcule os possíveis valores de a .

Resolução



$$\text{I) } x + y + 7 = 16 \Rightarrow x + y = 9$$

II) Do Teorema de Pitágoras, temos:

$$x^2 + y^2 = 7^2 \Rightarrow x^2 + y^2 = 49$$

$$\text{III) } \begin{cases} x + y = 9 \\ x^2 + y^2 = 49 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (x + y)^2 = 9^2 \\ x^2 + y^2 = 49 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x^2 + 2xy + y^2 = 81 \\ -x^2 - y^2 = -49 \end{cases} \oplus$$

$$2xy = 32 \Rightarrow xy = 16$$

Assim, a área do triângulo, em centímetros quadrados, é dada por:

$$\frac{x \cdot y}{2} = \frac{16}{2} = 8$$

- b) Dizer que em um triângulo qualquer, a soma dos comprimentos de quaisquer dois lados é sempre maior que o comprimento do terceiro lado, é equivalente a dizer que em um triângulo qualquer, o maior lado é sempre menor que a soma dos outros dois. Assim,

I) Para $0 < a < 1$, o maior lado é a e, portanto:

$$a < a^2 + a^3 \Rightarrow a - a^2 - a^3 < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a \cdot (1 - a - a^2) < 0 \Rightarrow 1 - a - a^2 < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} < a < 1$$

II) Para $a \geq 1$, o maior lado é a^3 e, portanto:

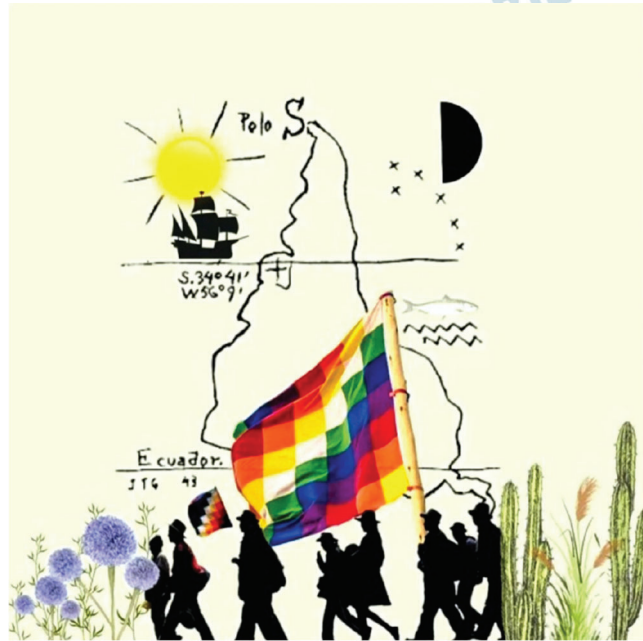
$$a^3 < a + a^2 \Rightarrow a^3 - a^2 - a < 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a \cdot (a^2 - a - 1) < 0 \Rightarrow 1 \leq a < \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$\text{Logo, } \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} < a < \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Respostas: a) 8 cm^2

$$\text{b) } \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} < a < \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$



Texto 2

Eu sou apenas um rapaz latino-americano / Sem dinheiro no banco, / Sem parentes importantes, e vindo do interior / Mas sei que tudo é proibido, / aliás, eu queria dizer / Que tudo é permitido (...)

(Belchior, Apenas um rapaz latino-americano.

Alucinações, 1976.)

Texto 3

A América Latina padece da falta de uma expressão unânime que compreenda a todas as nações situadas ao sul do Rio Bravo e que se estendem pelo vasto continente até a Patagônia e a Terra do Fogo.

(Adaptado de DE LA TORRE, Víctor Raúl Haya. El problema histórico de Nuestra América. *Amauta*, Lima, p. 20, fevereiro de 1928.)

- a) “O Brasil faz parte da identidade latino-americana”. A partir da leitura dos textos e de seus conhecimentos, justifique essa afirmação, apresentando um aspecto econômico e outro cultural como parte de sua resposta.
- b) O texto 1 é uma releitura da obra “América invertida”, de 1943, criada pelo uruguaio Joaquín Torres García. A obra original é o mapa ao fundo. Como a obra original dialoga com a produção de certo imaginário latino-americano das décadas de 1960-1970? Como a releitura proposta na imagem de 2022 ressignifica a identidade latino-americana?

Resolução

- a) Assim como os demais países latino-americanos, a economia brasileira mantém sua base estrutural oriunda de um passado colonial de exploração

latifundiária, agroexportadora e dependente do mercado externo, elementos ainda prevalentes na contemporaneidade.

No aspecto cultural podemos citar uma população majoritariamente cristã, legado do processo de aculturação imposto durante a colonização.

- b) A obra de Torres García evidencia que a produção identitária da América Latina pretendia afastar-se da visão hegemônica imperialista (típica do Hemisfério Norte), destacando a América Latina como um espaço autônomo que discutia nas décadas de 1960 e 1970 caminhos para solução de suas mazelas históricas, como as desigualdades sociais.

A releitura dessa obra busca enfatizar os aspectos originários do continente, procurando desconstruir a história colonial e ressignificando o lugar dos grupos historicamente excluídos, colocando-os como protagonistas e em luta na defesa de sua sobrevivência e de uma efetiva cidadania plena.

“Acontece, porém, que a verdade sobre a fome incomoda os governos e fere as suscetibilidades patrióticas e, por isso mesmo, são frequentemente vedadas ao grande público, pelas respectivas censuras políticas.

(...) Será a calamidade da fome um fenômeno natural, inerente à própria vida, uma contingência irremovível como a morte? Ou será a fome uma praga social criada pelo próprio homem?”

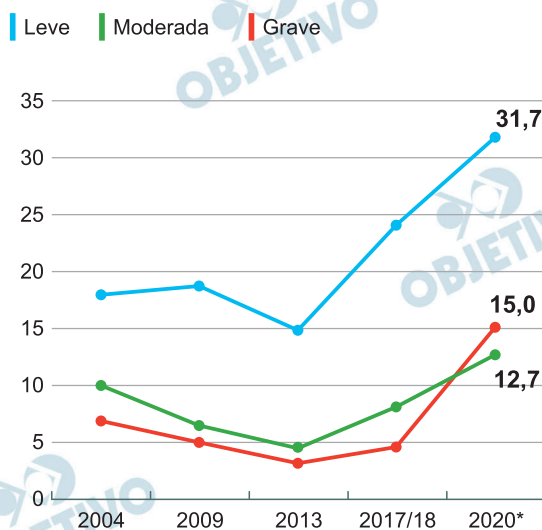
(CASTRO, Josué de. *Geopolítica da Fome*. Rio de Janeiro: Casa do Estudante do Brasil, 2ª ed., 1953.)

“Vivemos em um país que produz muito alimento e tem muita gente passando fome. Para além do escândalo ético, isso é uma aberração em termos de organização econômica e social. No plano moral, beira o criminoso: são 33 milhões de pessoas famintas, enquanto exportamos e produzimos mais de três quilos, só de grãos, por pessoa por dia.”

(DOWBOR, Ladislau. Fome, uma decisão política e corporativa. In: CAMPELLO, Tereza; BORTOLETTO, Ana Paula (orgs.). *Da fome à fome: diálogos com Josué de Castro*. São Paulo: Elefante, 2022, p. 181.)

INSEGURANÇA ALIMENTAR NO BRASIL

% da população



Fonte: IBGE. *Pesquisa "Alimento para Justiça"

- a) Para Josué de Castro, há poucos debates sobre a fome. Por que a questão da fome é ocultada dos debates contemporâneos? A insegurança alimentar é uma questão moral e política? A partir dos textos, justifique suas respostas.
- b) Cite um aspecto histórico e um social que explicam a existência da fome no Brasil. Analise, a partir do gráfico, o que houve com a questão da insegurança alimentar no país, desde o início do século XXI.

Resolução

- a) A questão da fome é ocultada dos debates contemporâneos por contrariar os interesses da produção agrícola moderna empresarial, que não está voltada à resolução da questão da fome, mas visa, principalmente, ao aumento do grau de lucratividade. A insegurança alimentar pode ser considerada uma questão moral, porque a fome diz respeito ao sofrimento humano. Também é uma questão política porque favorece os interesses de uma parcela restrita da população em detrimento de outra, que passa fome, quando seria um dever do Estado prover as necessidades básicas de sua população, incluindo a segurança alimentar.
- b) Um aspecto histórico está na condição colonial do desenvolvimento econômico brasileiro, que esteve baseado na concentração de renda e fundiária, atendendo aos interesses da metrópole. Um aspecto social está na reprodução das desigualdades, a partir de mecanismos de acesso restrito à educação, além de fragilidade das políticas públicas do Estado brasileiro, o que explica a existência da fome no País de forma acentuada.

O gráfico demonstra que a insegurança alimentar “moderada” e “grave” diminuiu desde 2004 até 2013 e a “leve” teve queda desde 2009 até 2013. A partir de 2013, verifica-se a elevação de todos os níveis de insegurança alimentar, momento em que as consequências da crise econômica internacional de 2008 se aprofundaram no território brasileiro. Entre 2017 e 2018, quando políticas sociais foram interrompidas, a insegurança alimentar “grave” teve elevação acentuada, superando todos os patamares verificados (para os padrões “moderada” e “grave”) desde 2004.

Retirado ilegalmente do Brasil em 1995, o fóssil do dinossauro *Ubirajara jubatus*, descoberto na Bacia do Araripe – na divisa dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco –, será repatriado da Alemanha. O fóssil – datado do período Cretáceo – serviu de base para a descrição da espécie, que viveu entre 110 e 115 milhões de anos atrás, tornando-se o dinossauro mais antigo da Bacia do Araripe.

(Adaptado de <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/museu-alemao-tera-de-devolver-fossil-de-dinossauro-levado-ilegalmente-do-brasil/>. Acesso em 8/8/2022.)



(Representação do dinossauro *Ubirajara jubatus*, Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ubirajara_jubatus. Acesso em 8/8/2022.)

- a) O *Ubirajara jubatus* é um dinossauro que se destacava por seus adornos com elaboradas estruturas tegumentares. A espécie possuía monofilamentos delgados (uma forma rudimentar de penas) associados à base do pescoço – que aumentavam em comprimento ao longo da região dorsal – bem como prolongamentos semelhantes a fitas que presumivelmente emergiam dos ombros. Cite e explique uma possível importância dessas estruturas que possa ser associada ao sucesso evolutivo da espécie.
- b) A história da Bacia do Araripe começa durante a fragmentação do supercontinente Gondwana. A Bacia do Araripe representa um dos principais afloramentos que permite o estudo dos fósseis do Cretáceo. Defina a deriva continental. Explique como fósseis encontrados na Bacia do Araripe podem auxiliar na comprovação da existência do supercontinente Gondwana.

Resolução

- a) As estruturas citadas no texto presentes no *Ubirajara jubatus*, poderiam servir na intimidação perante espécies predadoras possibilitando maiores chances de sobrevivência e melhor sucesso evolutivos de *U. jubatus*.
- b) A deriva continental - teoria elaborada pelo geólogo alemão Alfred Wegener – corresponde ao deslocamento de massas continentais decorrente de movimentos tectônicos. A deriva continental foi responsável que fragmentação da PANGEA – continente surgido na Era Proterozóica e que fragmentou, ao final da era Mesozóica em Laurásia e Gondwana, este supercontinente que abrange praticamente as terras do hemisfério austral.

Os fósseis encontrados na Bacia do Araripe – semelhantes a ocorrências fósseis encontradas em outros sítios – localizados em porções continentais de localização austral, sugerem a existência do supercontinente Gondwana ou Gondwanaland.

Considerando os trechos selecionados da música “Alma” de Zélia Duncan, responda às perguntas.

Alma
Deixa eu ver sua alma
A epiderme da alma
Superfície

Alma
Deixa eu tocar sua alma
Com a superfície da palma
Da minha mão
Superfície
[...]

Alma
Como um reflexo na água
Sobre a última camada
Que fica na
Superfície
[...]

Lisa, que me alisa
Seu suor, o sal que sai do Sol
Da superfície
Simples, devagar, simples

- a) Do ponto de vista morfológico ou funcional, cite dois termos associados à pele que constam nos trechos da música. Justifique sua resposta.
- b) A radiação ultravioleta emitida pelo Sol (RUV) é um dos fatores ambientais que influenciam na função e na sobrevivência de muitos tipos celulares. Há evidências crescentes de que a exposição à RUV durante o dia – particularmente pela manhã – é benéfica para a saúde. Explique como a exposição à RUV participa da formação do tecido ósseo. Considerando esse processo, cite uma possível consequência da baixa exposição à RUV para a saúde humana.

Resolução

- a) A epiderme (ponto de vista morfológico) e o suor (ponto de vista funcional) estão associados à pele. A epiderme é um componente da estrutura do tegumento. O suor é o produto da eliminação da glândula sudorípara, que auxilia na endotermia.
- b) A exposição à RUV de manhã é benéfica para a saúde porque permite a formação do calciferol (vitamina D). O calciferol auxilia o paratormônio na absorção de cálcio no intestino. Já com a calcitonina, contribui na calcificação óssea, fortalecendo o esqueleto. A deficiência da vitamina D pode ocasionar raquitismo e osteoporose.

Sancionada em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) previa eliminar lixões a céu aberto no país, aumentar os índices de reaproveitamento dos resíduos recicláveis e responsabilizar os grandes produtores de lixo. Porém, em 2019, dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil relevaram que 40% do lixo foi descartado incorretamente em aterros controlados ou lixões a céu aberto.

(Fonte: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 10/10/2022.)

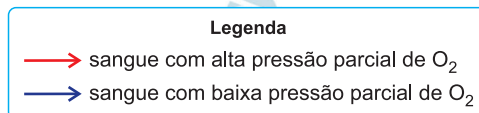
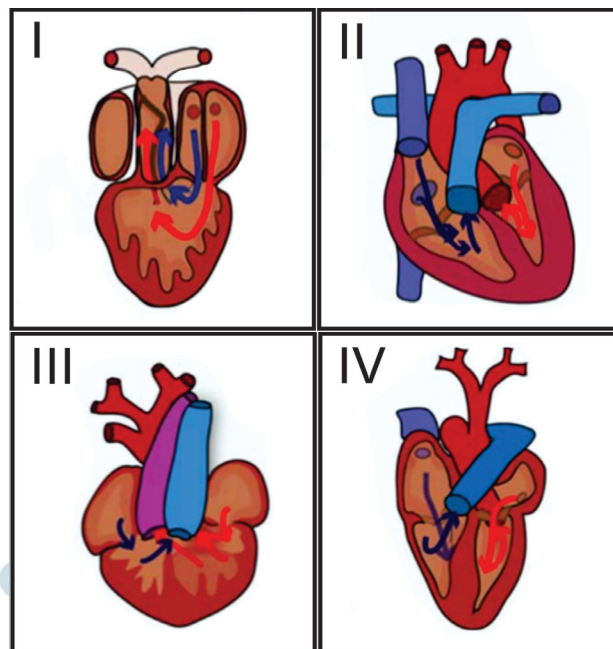
- a) Cite e explique dois benefícios para o meio ambiente e/ou para a saúde humana que tornam mais adequados para o descarte de resíduos sólidos os aterros sanitários do que os aterros controlados e lixões a céu aberto.
- b) O Protocolo de Kyoto foi um marco no compromisso mundial sobre as alterações climáticas, sendo substituído pelo Acordo de Paris, em vigor desde 2016. Indique o principal gás produzido pela decomposição do lixo orgânico e explique uma forma de utilizá-lo favoravelmente aos compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris. Indique o nome do processo realizado pelas bactérias para a decomposição da matéria orgânica e obtenção de energia na ausência de oxigênio.

Resolução

- a) **Um dos benefícios ao meio ambiente com o uso dos aterros sanitários é o impedimento da contaminação do lençol freático pelo chorume liberado pelo lixo. Outro aspecto positivo, sob uma perspectiva de saúde pública, é a maior dificuldade de proliferação de vetores de diversas doenças humanas (roedores e insetos) quando comparado aos aterros controlados e lixões a céu aberto.**
- b) **O metano é o principal gás produzido pela decomposição do lixo orgânico. Tal composto pode ser utilizado como biogás, fornecendo energia limpa e renovável em compromisso como o acordo de Paris. Por fim, as bactérias decompositoras realizam o processo anaeróbico de fermentação na degradação da matéria orgânica do lixo.**

O primeiro órgão semelhante ao coração surgiu em nossa história biológica há mais de 500 milhões de anos e passou por muitas mudanças.

- a) Complete a tabela do quadro de resolução com a indicação da classe de animal vertebrado que apresenta a estrutura do coração correspondente ao esquematizado pelas figuras de I a IV.



(Fonte: KLEYTE, A. L. et al. Birth Defects Res Part C-Embryo Today-Rev. Hoboken, 102 (3), p. 319–323, set. 2014.)

- b) O surgimento do coração de quatro câmaras e suas subestruturas subjacentes foi um evento crítico na evolução dos vertebrados.

Indique um benefício do coração com ventrículos totalmente divididos e associe esse benefício com a rápida expansão e sucesso dos mamíferos.

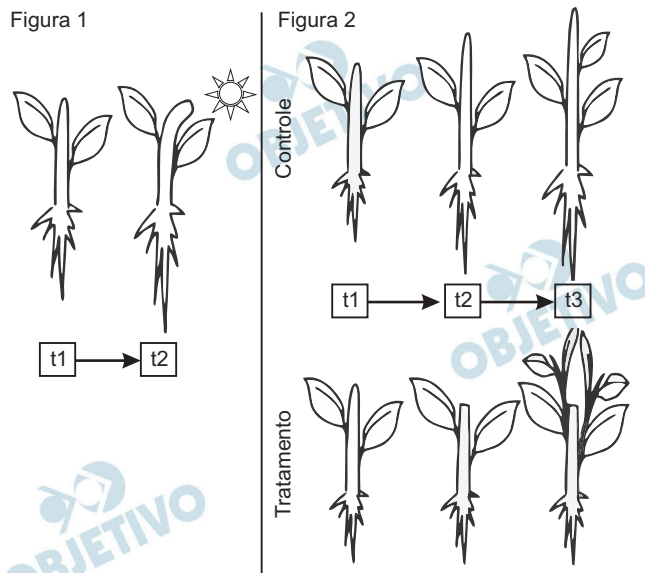
Resolução

a)

Classe
I – Anfíbios
II – Mamíferos
III – Répteis (não crocodilianos)
IV – Aves

- b) A presença de ventrículos totalmente divididos dificulta a mistura do sangue venoso com o arterial, maximizando a saturação da oxiemoglobina, permitindo uma melhor oxigenação celular. Esse benefício contribuiu para uma elevada taxa metabólica, facilitando a expansão e o sucesso dos mamíferos.

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são dependentes dos hormônios vegetais. A seguir, situações dependentes da presença e da localização de hormônios vegetais são apresentadas nas figuras 1 e 2. Na figura 2, plantas dos grupos controle e tratamento são idênticas no tempo t1 e houve a remoção do ápice caulinar entre t1 e t2 no grupo tratamento.



- Em relação à figura 1, explique o fenômeno observado e indique o hormônio vegetal envolvido. Em relação à figura 2, considerando as plantas no tempo t2, explique o efeito do tratamento.
- Uma vez que o balanço hormonal determina o padrão de ramificação das plantas da figura 2, explique o fenômeno representado no grupo tratamento no tempo t3.

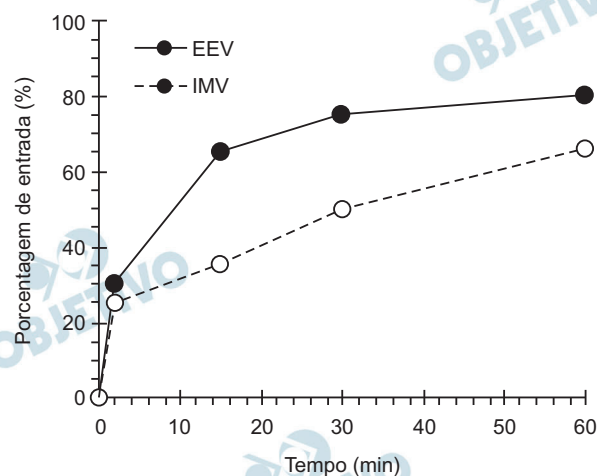
Resolução

- Na figura 1, observa-se o **fototropismo positivo do caule, induzido pela iluminação unilateral do vegetal com deposição em excesso do hormônio vegetal auxina na porção não iluminada que estimula o alongamento das células do caule promovendo sua curvatura em direção à luz. Em relação a figura 2, comparando o vegetal controle com o tratamento em t2 nota-se um aumento do tamanho da raiz na planta controle. Logo, é possível inferir que a retirada da gema apical da planta tratamento inibiu o crescimento radicular.**
- Na figura 2, no tempo t3 é possível observar a **quebra da dominância apical devido à remoção da gema apical levando ao desenvolvimento das gemas laterais com formação de novos ramos.**

A varíola dos macacos é uma zoonose transmitida pelo vírus *monkeypox*, um vírus de DNA de fita dupla. A transmissão ocorre por contato próximo com lesões, fluidos corporais, gotículas respiratórias e materiais contaminados. O diagnóstico da varíola dos macacos é feito por exames moleculares que confirmam a presença do DNA viral em amostras humanas de lesões cutâneas ou mucosas.

(Adaptado de <https://bvsm.s.saude.gov.br/02-6-variola-dos-macacos/>. Acesso em 28/8/2022).

- a) O exame de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) convencional baseia-se na amplificação do DNA em três etapas sequenciais: desnaturação, anelamento ou hibridização, e extensão ou polimerização. Explique as três etapas do exame de PCR convencional para a detecção do DNA viral.
- b) Durante a formação dos vírus da família do *monkeypox*, duas formas infectantes com o mesmo DNA de fita dupla são produzidas pela célula hospedeira: o vírus maduro intracelular (IMV) e o vírus envelopado extracelular (EEV). A membrana das cisternas do complexo de Golgi faz parte apenas do envoltório do EEV. A figura ao lado apresenta os resultados de um experimento de infecção de células em que foi adicionado o mesmo número de partículas virais, e foi analisada a porcentagem de entrada, em função do tempo, das formas IMV e EEV. Considerando os dados apresentados, indique a forma viral com maior capacidade de infecção. Justifique a sua resposta. Cite um mecanismo de liberação para cada forma viral da célula hospedeira.



(Adaptado de LOCKER, J. K. et al. Mol Biol Cell. Bethesda, 11, p. 2497-2511, jul. 2000.)

Resolução

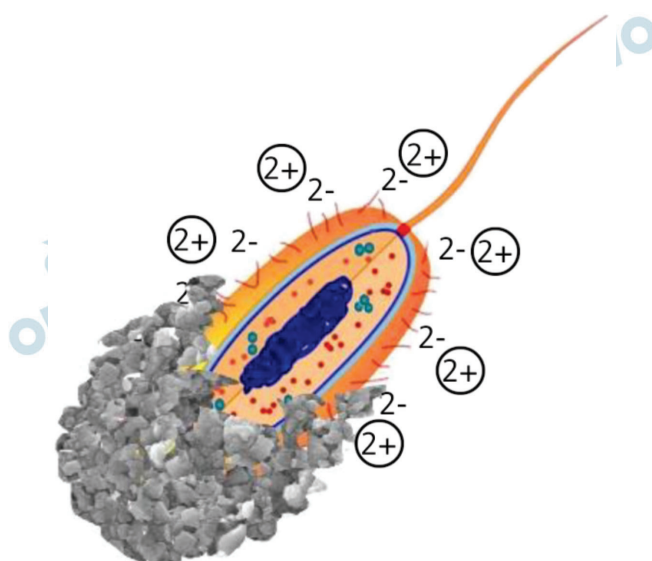
- a) As três etapas do exame de PCR são
- 1) **desnaturação: quebra das ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas em temperatura alta (cerca de 95°C) para a**

- separação da dupla fita de DNA;
- 2) Anelamento ou hibridização: ligação de sequências curtas de DNA (*primers*) em regiões específicas, as quais pretende-se amplificar (cópias em escala de milhares/milhões);
 - 3) Extensão ou polimerização: a atuação de DNA polimerase específica para (*Taq* polimerase), a partir da sequências curtas do passo anterior, iniciar a cópia das fitas do DNA, duplicando a quantidade do material genético a cada ciclo da PCR.

- b) De acordo com o gráfico, a forma viral EEV apresenta maior capacidade de infecção, uma vez que sendo um vírus envelopado, isto é, com a presença de membrana lipídica, teria maior facilidade de entrada na célula por fusão com a membrana plasmática, também de estrutura lipídica.

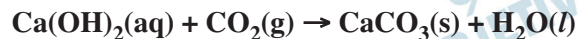
Um mecanismo de liberação para cada forma viral seria: para o vírus envelopado EEV a partir do complexo de Golgi através de mecanismo de secreção celular (exocitose) mediante vesículas secretórias. Já para o vírus maduro IMV a liberação poderia ocorrer através da lise celular.

O concreto tem alta tendência a formar fissuras que reduzem sua vida útil e elevam custos de reposição. A autocura do concreto convencional é o preenchimento de suas fissuras, o que ocorre a partir da hidratação do óxido de cálcio presente na composição do próprio concreto. A hidratação produz hidróxido de cálcio, que reage com o dióxido de carbono presente na atmosfera ambiente. O bioconcreto, um novo produto no mercado, é caracterizado pela presença de bactérias cujas cargas negativas em sua superfície atraem íons metálicos positivos que precipitam com ânions do ambiente do concreto; forma-se, com isso, um sólido pouco solúvel, responsável por fechar as fissuras (figura abaixo).



- A partir do texto acima, equacione os processos químicos descritos na autocura do concreto convencional. Forneça o nome do produto que promove a reparação das fissuras e comente sobre sua solubilidade em água.
- Em relação aos ânions do ambiente na autocura do bioconcreto, um texto científico relata: “Em pH mais alto, as espécies carbonatadas estão desprotonadas. Como resultado, mais carbonato (CO_3^{2-}) está disponível para precipitação. Da mesma forma, o grupo fosfato (PO_4^{3-}) estará sujeito a mudanças na protonação, dependendo do pH do meio. O grupo sulfato (SO_4^{2-}) normalmente estará desprotonado devido aos seus baixos valores de pKa. Assim, a precipitação em pH baixo é possível, mas se aplica, no ambiente do concreto, principalmente ao fosfato e ao sulfato.” Equacione os equilíbrios ácido-base em que, necessariamente, apareçam esses ânions. Comente comparativamente os valores de pKa do ácido associado ao carbonato com os ácidos associados ao sulfato e ao fosfato.

Resolução



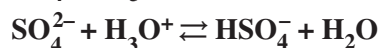
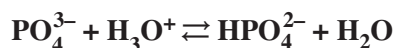
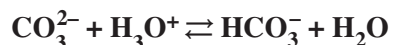
carbonato de cálcio
pouco solúvel em água

O sal carbonato de cálcio vai preencher as fissuras promovendo a autocura do concreto convencional.

b) $\text{pK}_a = -\log K_a$

Quanto maior o valor de K_a , menor será o valor de pK_a (mais forte o ácido).

Os equilíbrios ácido-base associados aos ânions são:



De acordo com o texto, o ânion carbonato (CO_3^{2-}) está disponível em valores de pH mais elevados enquanto os ânions sulfato (SO_4^{2-}) e fosfato (PO_4^{3-}) estão disponíveis em valores de pH menores. Portanto, pode se concluir que o ácido HSO_4^- e o ácido HPO_4^{2-} são ácidos mais fortes (apresentam maiores valores de K_a) que o ácido HCO_3^- . Deste modo, o pK_a do ácido HCO_3^- tende a ser maior do que dos ácidos HPO_4^{2-} e HSO_4^- .

Em um artigo científico, os autores apresentam a figura A com o objetivo de resumir os aspectos mais importantes de um estudo realizado.

- A partir da figura A, indique a finalidade do experimento, nomeie o processo de transformação e descreva como o experimento foi conduzido. Não deixe de citar aspectos químicos representados pelos elementos gráficos da figura.
- A figura B mostra alguns resultados obtidos no referido trabalho. Tendo em vista os dados apresentados, proponha a pressão que deve ser escolhida para a produção com maior proporção de hidrocarbonetos mais leves. Justifique sua escolha.

Figura A

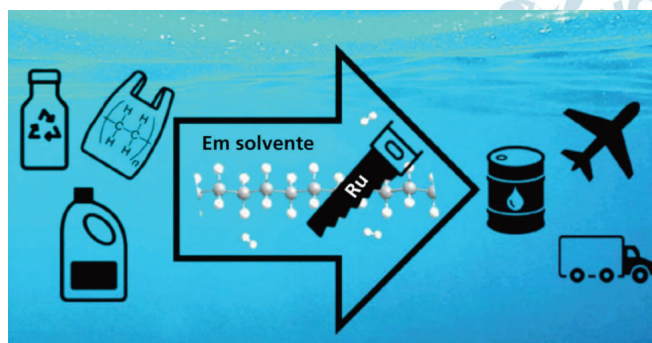
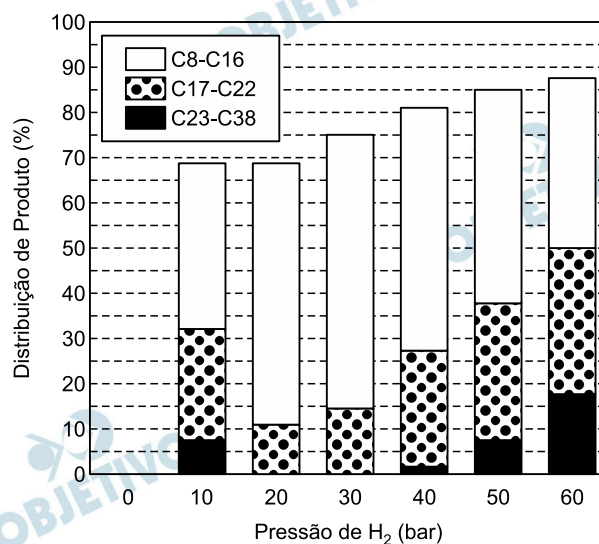


Figura B



Resolução

- O experimento tem como finalidade transformar o polímero polietileno, um hidrocarboneto presente nas sacolas plásticas e embalagens, em combustíveis. O processo é denominado craqueamento catalítico, que utiliza solvente apolar permitindo a dissolução do hidrocarboneto apolar. O processo utiliza Rutênio (Ru) como catalisador que acelera a quebra do polímero gerando combustíveis de cadeias menores.

b) Observando o gráfico, temos maiores distribuições de produtos de hidrocarbonetos mais leves à pressão de 20 bar e 30 bar.

I) Cálculo da proporção de hidrocarbonetos mais leves a 20 bar:

Quantidade total de produtos: 69%; quantidade de hidrocarbonetos leves (C8 – C16):

$$69 - 11 = 58\%$$

$$\begin{array}{l} 69\% \text{ de produto} \text{ --- } 100\% \\ 58\% \text{ de produto} \text{ --- } x \end{array} \Rightarrow x \cong 84\%$$

II) Cálculo da proporção de hidrocarbonetos leves a 30 bar:

Quantidade total de produtos: 75%; quantidade de hidrocarbonetos leves (C8 – C16):

$$75 - 15 = 60\%$$

$$\begin{array}{l} 75\% \text{ de produto} \text{ --- } 100\% \\ 60\% \text{ de produto} \text{ --- } y \end{array} \Rightarrow y = 80\%$$

Portanto, a pressão que apresenta *maior proporção* de hidrocarbonetos mais leves é de 20 bar.

No entanto, ambas as pressões de 20 ou 30 bar podem ser escolhidas, pois nos dois casos, não se observa a produção da fração mais pesada (C23 a C28) e a proporção de hidrocarbonetos leves (C₈ a C₁₆) está em torno de 80%.

Nos últimos tempos, os consumidores observaram que, nas gôndolas dos supermercados, apareceram vários produtos alternativos derivados de leite, como as bebidas lácteas. Matéria veiculada recentemente em portal de notícias questiona: “Essas bebidas lácteas são saudáveis?”. O entrevistado responde: “O soro de leite pode ser consumido como leite sem problema, já que é similar ao leite desnatado, porém sem gordura”. A reportagem traz ainda uma série de informações sobre a composição do leite, do soro e de uma bebida láctea, conforme apresentado na tabela 1.

Comparação entre leite, soro e bebida láctea para 1 copo de 200 mL.				
Tabela 1			Tabela 2	
	Leite integral	Soro	Bebida láctea*	Leite desnatado**
Proteínas / g	6,6	1,5	2,4	5,8
Gorduras / g	8,0	0,5	4,0	1,0
Lactose / g	9,8	9,8	9,8	10
Cálcio / mg	280	70	95	260

*A composição da bebida láctea foi calculada considerando uma mistura de 60% de soro de leite e 40% de leite integral.

**Dados obtidos a partir do rótulo de um produto comercializado.

- a) Com base nas informações das duas tabelas, você concorda totalmente, concorda parcialmente ou discorda da declaração atribuída ao entrevistado? Justifique sua resposta.
- b) Considerando que os dados da bebida láctea tenham sido calculados em conformidade com o que se informa no rodapé da tabela 1, e que os outros dados dessa tabela estejam corretos, há algum erro nos dados da bebida láctea? Justifique.

Resolução

- a) Devemos concordar parcialmente da declaração atribuída ao entrevistado. Comparando o leite desnatado com o soro de leite, nota-se que o leite desnatado tem quantidades elevadas de cálcio e proteínas quando comparado ao soro. No entanto, o soro é similar ao leite desnatado quanto ao teor da lactose (9,8 g e 10 g) e ambos possuem baixa quantidade de gordura (0,5 g e 1,0 g).
- b) Cálculo das quantidades de proteínas, gorduras, lactose e cálcio na mistura que compõe a bebida láctea.

Proteínas

Leite integral

6,6g ——— 100%

x ——— 40%

x = 2,64g

Total: 2,64g + 0,9g = 3,54g

Soro

1,5g ——— 100%

y ——— 60%

y = 0,9g

Gorduras

Leite integral

8,0g ——— 100%

x ——— 40%

x = 3,2g

Total: 3,2g + 0,3g = 3,5g

Soro

0,5g ——— 100%

y ——— 60%

y = 0,3g

Lactose

Leite integral

9,8g ——— 100%

x ——— 40%

x = 3,92g

Total: 3,92g + 5,88g = 9,8g

Soro

9,8g ——— 100%

y ——— 60%

y = 5,88g

Cálcio

Leite integral

280mg ——— 100%

x ——— 40%

x = 112mg

Total: 112mg + 42mg = 154mg

Soro

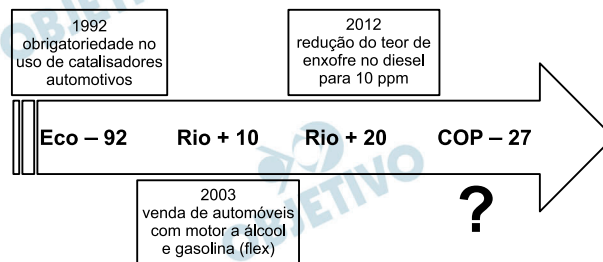
70mg ——— 100%

y ——— 60%

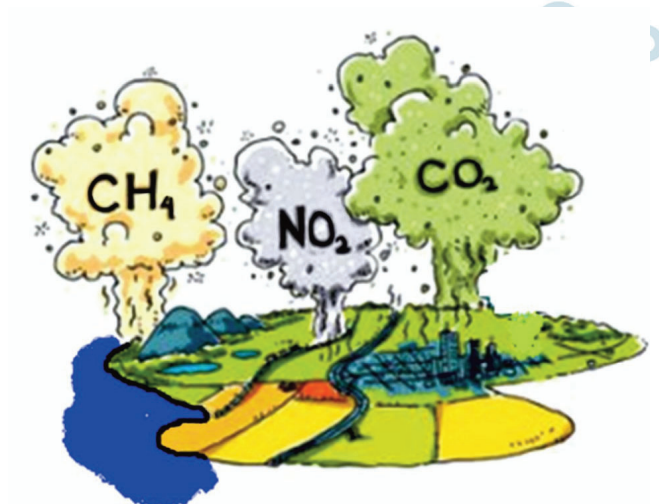
y = 42mg

Sim, há erro, pois as quantidades de proteínas, gorduras e cálcio não estão coincidentes com os dados da bebida láctea apresentados na tabela.

A linha do tempo abaixo apresenta eventos que ocorreram mundialmente com o objetivo comum de tentar estabelecer acordos entre os diferentes países para a mitigação de problemas ambientais – e algumas normativas (ações) adotadas no âmbito brasileiro (caixas de texto).



- a) Cite um benefício, do ponto de vista da diminuição de problemas ambientais, obtido com cada uma das ações apontadas na linha do tempo. Proponha uma ação na mesma direção das ações adotadas anteriormente e justifique seu benefício no contexto atual.
- b) Já em 1828, o cientista José Bonifácio de Andrada e Silva, conhecido como Patriarca da Independência, escreveu: “*Nossas preciosas matas desaparecem, vítimas do fogo e do machado, da ignorância e do egoísmo. Sem vegetação, nosso belo Brasil ficará reduzido aos desertos áridos da Líbia. Virá então o dia em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos crimes*”. Associe a visão de José Bonifácio a exemplos de atividades humanas e aponte, para cada atividade, o(s) gás(es) gerado(s), em conformidade com a figura abaixo.



Resolução

- a) **Eco-92:** o uso de catalisadores automotivos diminui a emissão de gases nocivos, entre eles o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (N_xO_y) e hidrocarbonetos voláteis (C_xH_y), que são transformados em substâncias menos prejudiciais

(H₂O, CO₂ e N₂)

Rio + 10: a substituição da utilização da gasolina (combustível de origem fóssil) pelo álcool (combustível de carbono neutro produzido a partir da biomassa) contribui para a redução no aumento da concentração de gás carbônico (CO₂), o principal gás de efeito estufa na atmosfera.

Rio + 20: diminuição na produção de óxidos de enxofre (SO₂ e SO₃), causadores da chuva ácida, provenientes da queima do diesel.

Na mesma direção das ações adotadas nos eventos mundiais, podemos propor a substituição de motores à combustão por motores elétricos em veículos, uma vez que os mesmos emitem quantidade menor de gases poluentes; uso de H₂ verde como combustível; células a combustível.

- b) José Bonifácio, em seu texto, menciona as queimadas (“...vítimas do fogo...”) e o desmatamento (“...machado...”). A redução da cobertura vegetal, juntamente com a atividade industrial apresentada na figura contribuem para o aumento da concentração de gás carbônico (CO₂) atmosférico.

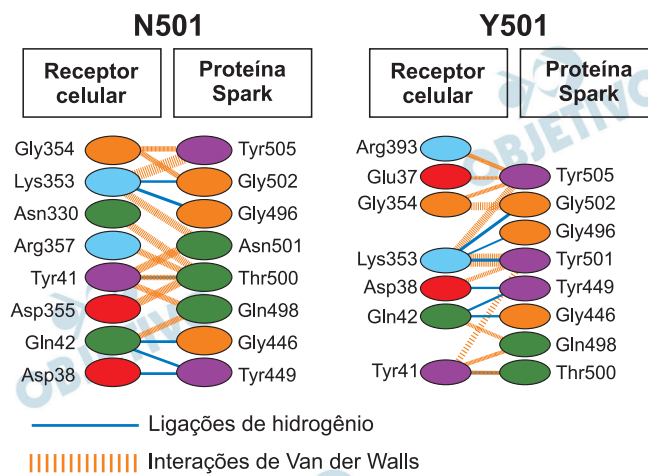
O represamento de água para construção de barragens contribui para emissão de gás metano (CH₄), liberado na decomposição anaeróbica da vegetação alagada.

A queima de combustíveis em veículos de transporte (carros, caminhões e trens), contribui para emissão de óxidos de nitrogênio (NO₂), tal como representado na figura.

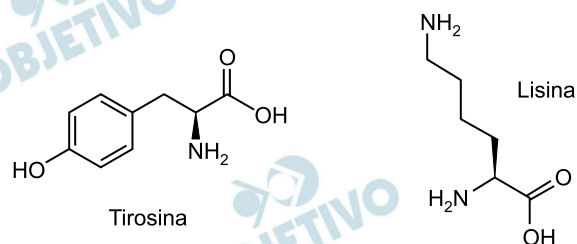
Resumindo:

- produção de carvão vegetal (gera CO₂)
- ocupação do solo (gera CO₂)
- hidrelétrica (gera CH₄)
- agropecuária, produção de alimentos e biocombustíveis (emissão de CH₄ e NO₂ e não captura de CO₂).

Um estudo realizado em 2021 identificou que a troca de um dos aminoácidos da proteína Spark do novo coronavírus pode ser um dos fatores que influencia uma maior taxa de contágio em uma de suas mutações. Na troca, o aminoácido asparagina (Asn) da posição 501 é substituído por tirosina (Tyr). Essa troca faz com que a cadeia da proteína Spark alterada (Y501) interaja com a cadeia proteica das células receptoras diferentemente de como interage a cadeia da proteína original (N501). A figura abaixo ilustra parte das interações intermoleculares entre os receptores celulares e a proteína do vírus original (N501) e a da mutação (Y501).



- a) Identifique as diferenças nas interações intermoleculares entre os aminoácidos citados na troca e os aminoácidos do receptor celular. Justifique a alteração na taxa de contágio, considerando apenas mudanças nas energias das interações intermoleculares.
- b) Considerando apenas a tirosina (Tyr501), explique e represente como esse aminoácido se liga ao seu vizinho (Tyr449) na proteína *Spark*. Escolha **um** dos tipos de interações que ocorrem entre a (Tyr501) e a (Lys353) do receptor celular e explique e represente como essa interação se estabelece.



Resolução

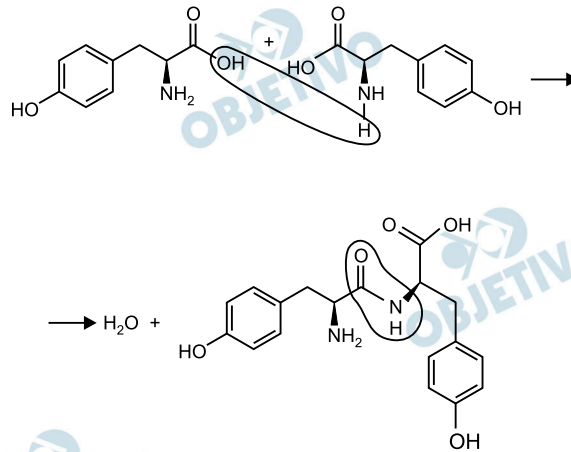
- a) O aminoácido asparagina (Asn501) da proteína Spark estabelece interações de van der Waals com os aminoácidos do receptor celular.

Na troca da asparagina por tirosina (Tyr501), esta

estabelecerá ligações de hidrogênio com a lisina (Lys353) do receptor celular.

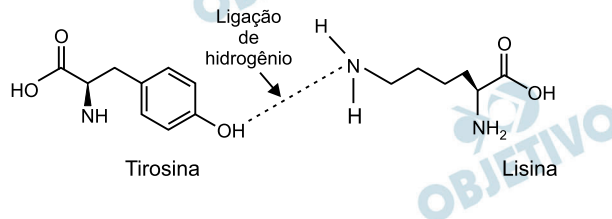
Como as ligações de hidrogênio são mais intensas, aumenta a energia das interações intermoleculares entre o receptor celular e a proteína Spark alterada, aumentando a taxa de contágio.

- b) As duas moléculas de tirosina reagem em uma condensação, formando a ligação peptídica (ligação entre o N do grupo amina e o C do grupo carboxila).



A tirosina e a lisina estabelecem interações de van der Waals e ligações de hidrogênio.

Um dos tipos de interações que ocorre entre (Tyr501) e a (Lys353) do receptor celular é a ligação de hidrogênio (a hidroxila da tirosina estabelece ligação de hidrogênio com a amina da lisina).



Apesar dos benefícios de proteção que o uso de cosméticos e bloqueadores solares traz à pele, sua presença também se conecta a problemas ambientais e de saúde. Para evitar reaplicações desnecessárias de bloqueadores de UV, a permeabilidade do princípio ativo na pele deve ser relativamente baixa. Essa permeabilidade pode ser descrita quantitativamente pelo coeficiente de permeabilidade, K_p (cm/s), que pode ser calculado a partir da massa molar M do produto químico e de seu coeficiente de partição $K_{ow} = [\text{soluto em octanol}] / [\text{soluto em água}]$. A relação empírica entre essas grandezas é dada pela equação

$$\log K_p = 0,71 \log K_{ow} - 0,0061 M - 6,3$$

- De acordo com esse modelo matemático, discuta, do ponto de vista quantitativo, como a massa molar e a hidrofobicidade do princípio ativo se correlacionam com o tempo de reaplicação do protetor.
- Acredita-se que a presença de compostos per- e poli-fluoroalquilis (PFAS) em cosméticos pode aumentar o conforto de uso, a durabilidade e a capacidade de espalhamento do cosmético. Sua presença em cosméticos, no entanto, pode vir de transformações de outros componentes presentes e não da adição intencional. A figura abaixo ilustra um trabalho sobre a presença dos PFAS em cosméticos. Interprete a figura levando em conta as informações dadas.



Resolução

- A permeabilidade de princípio ativo (K_p) deve ser relativamente baixa.

Utilizando o modelo matemático proposto, quanto maior o valor de massa molar (M), menor o valor de K_p . Portanto maior o tempo de reaplicação.

Como o K_{ow} é a relação entre o soluto em octanol (apolar) e o soluto em água (polar), para que o valor de K_{ow} seja baixo, o princípio ativo deve ser mais solúvel em água (hidrossolúvel), a fim de que o tempo de reaplicação seja maior (menor hidrofobicidade, maior hidrofiliabilidade).

- O PFAS causa irritação nos olhos (canal lacrimal), aplicação próximo ao nariz provoca a entrada no sistema respiratório, e a aplicação nos lábios provoca a ingestão da substância no sistema

digestório.

O descarte das embalagens no lixo contendo PFAS, provoca a contaminação do lençol freático, e essa água retorna ao ser humano.

Resumindo:

- contaminação direta (aplicação nos olhos, respiração e ingestão)
- contaminação indireta (ingestão da água contaminada pelo descarte dos produtos no ambiente).