

# Interdisciplinares de Ciências Humanas e de Ciências da Natureza Matemática | Biologia | Química

Ciências Biológicas / Saúde



## Instruções para a realização da prova

- Neste caderno, deverão ser respondidas as questões das seguintes provas:  
Interdisciplinar de **Ciências Humanas** (1 e 2);  
Interdisciplinar de **Ciências da Natureza** (3 e 4);  
**Matemática** (5 a 10);  
**Biologia** (11 a 16);  
**Química** (17 a 22).
- Atenção:** nas questões que exigem cálculo, não basta escrever apenas o resultado final. É necessário mostrar a resolução ou o raciocínio utilizado para responder às questões.
- A prova deve ser feita a caneta esferográfica preta. Utilize apenas o espaço reservado (pautado) para a resolução das questões.
- A duração total da prova é de cinco horas.

### ATENÇÃO

Os rascunhos **não** serão considerados na correção.

UNICAMP VESTIBULAR 2021 – 2ª FASE  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS / SAÚDE

ORDEM

INSCRIÇÃO

ESCOLA

SALA

LUGAR

NOME

ASSINATURA DO CANDIDATO

# Classificação Periódica dos Elementos Químicos

1 <b>H</b> Hidrogênio 1,0079																	18 <b>He</b> Hélio 4,0026
3 <b>Li</b> Lítio 6,941(2)	4 <b>Be</b> Berílio 9,0122											5 <b>B</b> Boro 10,811(5)	6 <b>C</b> Carbono 12,011	7 <b>N</b> Nitrogênio 14,007	8 <b>O</b> Oxigênio 15,999	9 <b>F</b> Fluor 18,998	10 <b>Ne</b> Neônio 20,180
11 <b>Na</b> Sódio 22,990	12 <b>Mg</b> Magnésio 24,305											13 <b>Al</b> Alumínio 26,982	14 <b>Si</b> Silício 28,086	15 <b>P</b> Fósforo 30,974	16 <b>S</b> Enxofre 32,066(6)	17 <b>Cl</b> Cloro 35,453	18 <b>Ar</b> Argônio 39,948
19 <b>K</b> Potássio 39,098	20 <b>Ca</b> Cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> Escândio 44,956	22 <b>Ti</b> Titânio 47,867	23 <b>V</b> Vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> Cromio 51,996	25 <b>Mn</b> Manganês 54,938	26 <b>Fe</b> Ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> Cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> Níquel 58,693	29 <b>Cu</b> Cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> Zinco 65,39(2)	31 <b>Ga</b> Gálio 69,723	32 <b>Ge</b> Germânio 72,61(2)	33 <b>As</b> Arsênio 74,922	34 <b>Se</b> Selênio 78,96(3)	35 <b>Br</b> Bromo 79,904	36 <b>Kr</b> Criptônio 83,80
37 <b>Rb</b> Rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> Estrôncio 87,62	39 <b>Y</b> Ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> Zircônio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> Níbio 92,906	42 <b>Mo</b> Molibdênio 95,94	43 <b>Tc</b> Tecnécio 98,906*	44 <b>Ru</b> Rutênio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> Ródio 102,91	46 <b>Pd</b> Paládio 106,42	47 <b>Ag</b> Prata 107,87	48 <b>Cd</b> Cádmio 112,41	49 <b>In</b> Índio 114,82	50 <b>Sn</b> Estanho 118,71	51 <b>Sb</b> Antimônio 121,76	52 <b>Te</b> Telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> Iodo 126,90	54 <b>Xe</b> Xenônio 131,29(2)
55 <b>Cs</b> Césio 132,91	56 <b>Ba</b> Bário 137,33	57 a 71 <b>La-Lu</b>	72 <b>Hf</b> Háfnio 178,49(2)	73 <b>Ta</b> Tântalo 180,95	74 <b>W</b> Tungstênio 183,84	75 <b>Re</b> Rênio 186,21	76 <b>Os</b> Ósmio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> Írídio 192,22	78 <b>Pt</b> Platina 195,08(3)	79 <b>Au</b> Ouro 196,97	80 <b>Hg</b> Mercúrio 200,59(2)	81 <b>Tl</b> Tálio 204,38	82 <b>Pb</b> Chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> Bismuto 208,98	84 <b>Po</b> Polônio 209,98*	85 <b>At</b> Astató 209,99*	86 <b>Rn</b> Radônio 222,02*
87 <b>Fr</b> Frâncio 223,02*	88 <b>Ra</b> Rádio 226,03*	89 a 103 <b>Ac-Lr</b>	104 <b>Rf</b> Rutherfordio 261*	105 <b>Db</b> Dúbnio 262*	106 <b>Sg</b> Seabórgio ---	107 <b>Bh</b> Bóhrnio ---	108 <b>Hs</b> Hássio ---	109 <b>Mt</b> Meitnério ---									

Número atômico →	25
Símbolo →	<b>Mn</b>
Nome →	Manganês
	54,938

Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é ±1, exceto quando indicado entre parêntesis. Os valores com \* referem-se ao isótopo mais estável.

57 <b>La</b> Lantânio 138,91	58 <b>Ce</b> Cério 140,12	59 <b>Pr</b> Praseodími 140,91	60 <b>Nd</b> Neodímio 144,24(3)	61 <b>Pm</b> Promécio 146,29	62 <b>Sm</b> Samário 150,36(3)	63 <b>Eu</b> Európio 151,96	64 <b>Gd</b> Gadolínio 157,25(3)	65 <b>Tb</b> Térbio 158,93	66 <b>Dy</b> Disprósio 162,50(3)	67 <b>Ho</b> Hólmio 164,93	68 <b>Er</b> Érbio 167,26(3)	69 <b>Tm</b> Túlio 168,93	70 <b>Yb</b> Ítérbio 173,04(3)	71 <b>Lu</b> Lutécio 174,97
89 <b>Ac</b> Actínio 227,03*	90 <b>Th</b> Tório 232,04*	91 <b>Pa</b> Protactínio 231,04*	92 <b>U</b> Urânio 238,03*	93 <b>Np</b> Netúnio 237,05*	94 <b>Pu</b> Plutônio 239,05*	95 <b>Am</b> Americio 241,06*	96 <b>Cm</b> Cúrio 244,06*	97 <b>Bk</b> Berquélio 249,06*	98 <b>Cf</b> Califórnio 252,08*	99 <b>Es</b> Einstênio 252,08*	100 <b>Fm</b> Férmio 257,10*	101 <b>Md</b> Mendelévio 258,10*	102 <b>No</b> Nobelio 259,10*	103 <b>Lr</b> Laurêncio 262,11

# RASCUNHO

1. As imagens produzidas por artistas europeus, tal como vemos na pintura do holandês Jan Davidsz de Heem, tiveram um papel importante na construção do conceito de *exótico* no imaginário da Europa na época moderna.



(Jan Davidsz de Heem. *Natureza Morta com Papagaios*. The Ringling Museum, fim da década de 1640.)

Naquele contexto, a pintura apresentava itens obtidos quando se exploravam e se colonizavam países em cantos distantes do mundo. A natureza (os elementos que a representam) é, assim, quase um estudo científico e, novamente, uma alusão à abundância obtida graças ao vitorioso comércio holandês.

(Adaptado de Rolf Winkes. *Natura Morta*. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 10: 145-161, 2000. p. 149.)

Os colonizadores exerceram diversas operações que levaram à configuração de um novo universo de relações intersubjetivas de dominação entre a Europa e as demais regiões e populações do mundo, às quais estavam sendo atribuídas, no mesmo processo, novas identidades geoculturais.

(Adaptado e traduzido de Anibal Quijano. *Colonialismo, eurocentrismo y América Latina*. In *Colonialidad del saber: eurocentrismos e ciencias sociales*. Buenos Aires, CLACSO. 2005, p. 209.)

- a) O exótico é estabelecido a partir de uma relação assimétrica entre universos diferentes. Justifique por que a imagem ao lado apresentaria características “exóticas” e relacione essa adjetivação ao pensamento colonial da época.
- b) Apresente uma semelhança e uma diferença entre a experiência colonial holandesa e a portuguesa.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

RASCUNHO

2. Em 10 de outubro de 1810, Adandozan (1797-1818), rei do Daomé, no atual Benim, enviou uma carta para o Brasil endereçada a Dom João, príncipe regente, acompanhada de uma lista de presentes contendo objetos de prestígio cujo uso era privilégio real. Uma parte dos artefatos descritos na carta integrava o acervo do Museu Nacional, que foi destruído em um grande incêndio no ano de 2018. Entre os objetos que Adandozan usou para presentear Dom João, destacavam-se o trono do rei daomeano (imagem ao lado), cetros, bengalas, bolsa, sandália e abanos.

(Adaptado de SOARES, Mariza de Carvalho. Trocando galanterias: a diplomacia do comércio de escravos, Brasil-Daomé, 1810-1812. *Afro-Ásia*, Salvador, n. 49, p. 229-271.)



Acervo do Museu Nacional, Rio de Janeiro, UFRJ

Com base no excerto e na imagem:

- a) cite e explique uma das funções assumidas pelos objetos no âmbito da diplomacia estabelecida entre Brasil e África no começo do século XIX;
- b) descreva o impacto da destruição destes objetos no incêndio do Museu Nacional para o Brasil e para o Benim.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

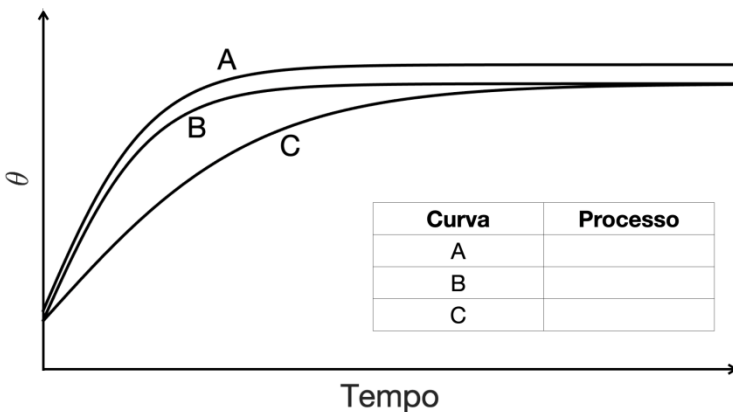
---

**3.** Quando colocada em um recipiente, a água sofre evaporação a partir da sua superfície, tendo como resistência física à evaporação a pressão sobre essa superfície. Se a pressão do vapor de água atinge o valor da pressão que age sobre sua superfície, a evaporação tende à formação de bolhas (ebulição). Nessa situação, a temperatura da água permanece constante até a evaporação total.

- a) O cozimento de alimentos é, de uma forma simplificada, uma coleção de processos (reações) químicos. Neste contexto, cite a principal vantagem do uso de uma panela de pressão e explique, do ponto de vista científico, a mudança que seu uso promove em relação a um cozimento em panela comum.
- b) Em uma panela de pressão foi colocado determinado volume de água. Considere os três seguintes processos, realizados separadamente, para ferver a água, até a evaporação completa:
1. Deixar a panela aberta, sem tampa; ligar o fogo e aquecer a água.
  2. Fechar a panela apenas apoiando a tampa na sua parte superior; ligar o fogo e aquecer a água.
  3. Fechar a panela encaixando a tampa conforme recomendado pelo fabricante; ligar o fogo e aquecer a água.

O gráfico abaixo (espaço de resposta) contém três curvas de temperatura da água,  $\theta$ , em função do tempo. Correlacione os processos 1, 2 e 3 acima com as correspondentes curvas A, B ou C no gráfico. Justifique sua resposta. Desconsidere a contribuição da massa da tampa da panela.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**



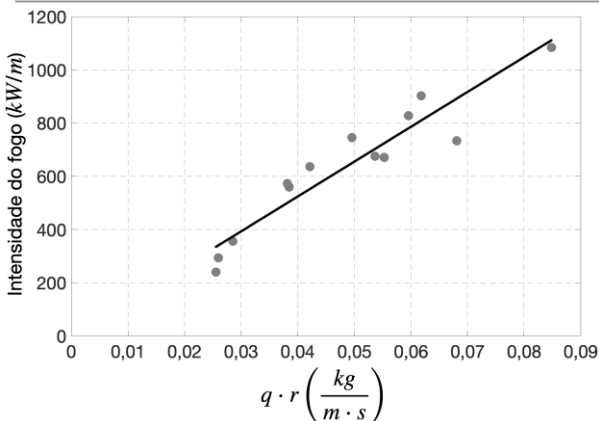
4. Estudos mostram que a taxa de desmatamento nos principais biomas brasileiros tem aumentado significativamente desde 2015, causando a fragmentação da paisagem e tornando esses biomas altamente propensos a incêndios. Apesar dos processos químicos envolvidos na combustão da madeira ocorrerem de forma similar nos diferentes biomas, as diferenças na vegetação fazem com que as queimadas tenham características e consequências distintas em cada bioma.

- a) A vegetação na Amazônia é caracterizada majoritariamente por florestas altas e densas, enquanto o Pantanal é coberto por vegetação predominantemente aberta. Supondo que todos os outros fatores sejam similares nos dois biomas, compare a velocidade de propagação das queimadas na Amazônia e no Pantanal. O tempo para queimar uma mesma área será maior em qual desses dois biomas? Justifique sua resposta.
- b) Um dos parâmetros mais importantes para entender o comportamento do fogo é a intensidade da linha de frente do fogo,  $I$ , que representa a quantidade de calor liberado por unidade de tempo por unidade de comprimento da frente do fogo. A intensidade pode ser modelada fisicamente como o produto do calor de combustão do combustível,  $H$ , pela quantidade do combustível disponível,  $q$  (medida em  $\text{kg}/\text{m}^2$ ), e pela velocidade de propagação do fogo,  $r$  (medida em  $\text{m}/\text{s}$ ):

$$I = H \cdot q \cdot r.$$

No gráfico abaixo (espaço de resposta), os pontos representam a intensidade de diferentes queimadas registradas no Cerrado em função do produto  $q \cdot r$ . A reta representa a curva de tendência que melhor ajusta os dados. A partir destas informações, estime o calor de combustão do combustível disponível para queima no Cerrado brasileiro.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**



RASCUNHO

5. Durante a pandemia de Covid-19, a imprensa tem utilizado a “média móvel” para divulgar a evolução do número de casos notificados da doença.

Para calcular a média móvel do dia  $d$  com respeito aos últimos  $k$  dias, somamos o número de casos do dia  $d$  com o número de casos registrados nos  $k - 1$  dias anteriores e dividimos por  $k$ .

Na tabela abaixo, indicamos, para uma dada cidade, a quantidade de casos notificados em cada dia de um determinado mês, e também a média móvel de cada dia com respeito aos últimos 4 dias. Alguns dados foram perdidos, e não constam na tabela.

Dia do mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Casos notificados	16	18	22	24	24	26	22		32			28	32	30	30	28	28	26	22	20	20
Média móvel				20	22	24	24			28	31	32			30	30	29		26	24	22

Analisando a tabela, calcule

- a média móvel do dia 18;
- a quantidade de casos notificados nos dias 8, 10 e 11.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





7. Considere um número real  $t \in [0, 2\pi)$  e defina a matriz

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - 2 \begin{pmatrix} \cos^2(t) & \cos(t)\sin(t) \\ \cos(t)\sin(t) & \sin^2(t) \end{pmatrix}.$$

- a) Mostre que a matriz  $H$  é invertível.
- b) Determine valores de  $t$  tais que  $H \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ .

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

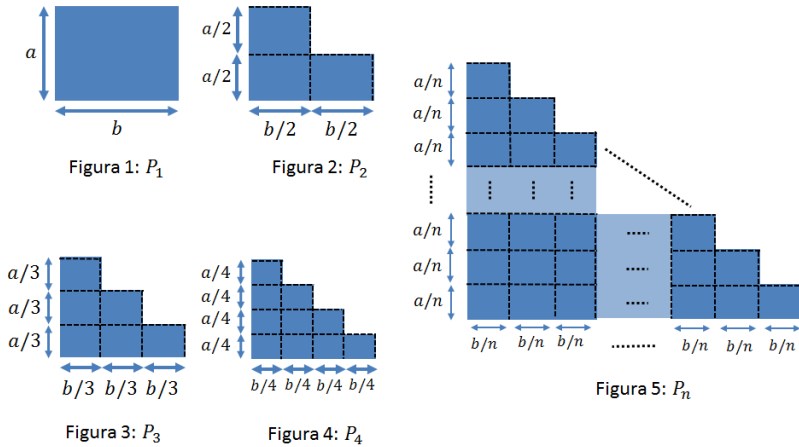
---

---

**RASCUNHO**

8. Sejam  $a, b$  números reais positivos. Considere a sequência de polígonos  $P_1, P_2, \dots, P_n, \dots$  construídos da seguinte forma:

- $P_1$  é um retângulo de lados  $a$  e  $b$ , como mostra a figura 1;
- $P_2$  é obtido de  $P_1$ , retirando dele um retângulo de lados medindo  $a/2$  e  $b/2$ , como mostra a figura 2;
- $P_3$  é obtido de  $P_1$ , retirando dele 3 retângulos de lados medindo  $a/3$  e  $b/3$ , como mostra a figura 3;
- $P_4$  é obtido de  $P_1$ , retirando dele 6 retângulos de lados medindo  $a/4$  e  $b/4$ , como mostra a figura 4;
- E assim, sucessivamente,  $P_n$  é obtido de  $P_1$ , como mostra a figura 5.



- Determine o perímetro e o número de lados de  $P_{2021}$ .
- Seja  $A_n$  a área do polígono  $P_n$ , e seja  $A$  a área do triângulo retângulo de catetos com medidas  $a$  e  $b$ . Encontre a razão  $R_n = \frac{A_n}{A}$ , para  $n$  arbitrário.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

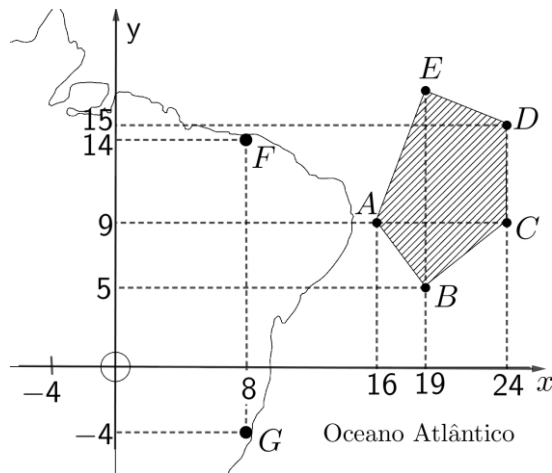
---

---

---

RASCUNHO

9. Em 2019, diversas praias brasileiras foram atingidas por manchas de óleo. Pesquisadores concentraram esforços na tentativa de localizar o ponto provável da emissão do óleo. Na figura abaixo, a origem do plano cartesiano está localizada no Distrito Federal e cada unidade equivale a 1.000 km.



- a) Numa primeira investigação sobre a origem do óleo, um navio fez uma sondagem numa área poligonal de  $63.000.000 \text{ km}^2$ , com vértices  $A, B, C, D$  e  $E$ , conforme indica a figura acima. Calcule o valor da ordenada  $h$  do ponto  $E = (19, h)$ .
- b) Após a investigação dos resíduos encontrados nas praias indicadas pelos pontos  $F$  e  $G$ , descobriu-se que a fonte provável do óleo encontrava-se no Oceano Atlântico, a uma distância de  $12.000 \text{ km}$  do ponto  $F$  e  $18.000 \text{ km}$  do ponto  $G$ . Encontre as coordenadas  $(x, y)$  da provável fonte do óleo.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

RASCUNHO

**10.** Seja  $f(x) = x^3 - 2x + 1$  uma função polinomial real. A reta tangente ao gráfico de  $y = f(x)$  no ponto  $(a, f(a))$  é definida pela equação  $y = mx + f(a) - ma$ , onde  $m = 3a^2 - 2$ .

- a) Encontre os pontos do gráfico de  $y = f(x)$  cuja reta tangente é paralela à reta definida por  $x - y = 0$ .
- b) Sabendo que  $a > 0$  e que o coeficiente angular da reta tangente ao gráfico de  $y = f(x)$  no ponto  $(a, f(a))$  é 10, determine os pontos de interseção da reta tangente com o gráfico de  $y = f(x)$ .

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

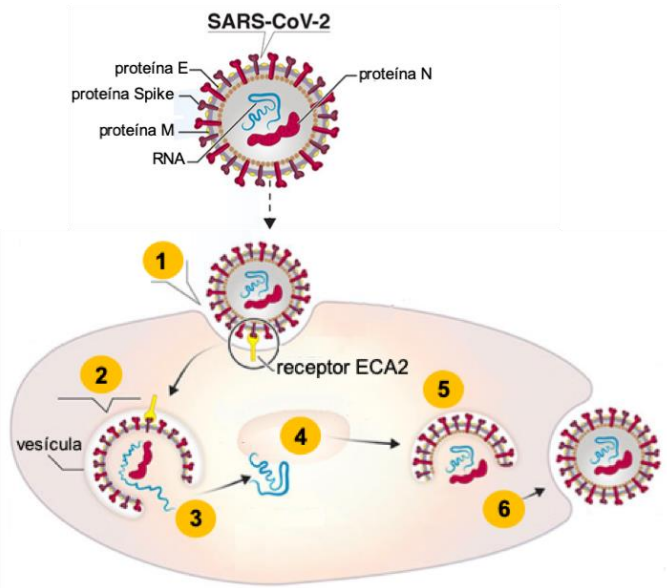
---

**RASCUNHO**

**11.** Em 11 de março de 2020 a Organização Mundial de Saúde declarou a pandemia da Covid-19, uma doença causada pela infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). No mundo, até 22/01/2021, mais de 97 milhões de casos foram confirmados em 192 países e regiões, contabilizando mais de 2 milhões de mortes.

(Fonte: WHO director-general's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 mar 2020; COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering at Johns Hopkins University. Acessado em 22/01/2021.)

- a) Defina pandemia. O vírus SARS-CoV-2 usa a proteína *Spike*, presente em sua superfície, para se ligar ao receptor ECA2 na superfície das células humanas. Com base na figura ao lado, descreva as etapas 3 e 4 indicadas no ciclo de replicação do SARS-CoV-2.
- b) Vários laboratórios estão envolvidos no desenvolvimento de vacinas para a Covid-19, com a utilização de diferentes estratégias. Explique como ocorre a imunização ativa pela vacinação no indivíduo.



(Adaptado de C. D. Funk, C. Laferrière e A. Ardakani. *Frontiers in Pharmacology*, Lausanne, v. 11, 937, jun. 2020.)

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

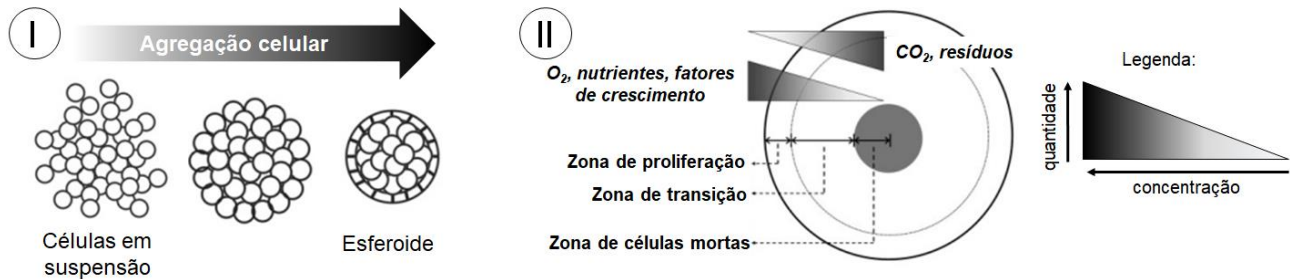
---

---

---

**RASCUNHO**

**12.** Muitas células do corpo humano interagem entre si e com os componentes da matriz extracelular para estabelecerem uma organização tridimensional (3D). O processo de agregação celular permite a realização de experimentos em um modelo 3D de esferoides. A figura I representa, em plano 2D, a agregação celular 3D no esferoide. Conforme crescem, os esferoides exibem geometria esférica com organização concêntrica de células nas zonas de proliferação, de transição, e de células mortas. As concentrações de gases e outras moléculas diferem entre essas zonas, como representado na figura II em plano 2D.



(Adaptado de R-Z. Lin e H-Y. Chang. *Biotechnology Journal*, Weinheim, v. 3, p. 1172-84, out. 2008.)

- a) Explique a razão da organização dos esferoides com células proliferativas na região externa e células mortas na região interna, como mostra a figura II. Como o corpo humano, em situações fisiológicas, evita o surgimento de zona de células mortas representadas na figura II?
- b) Os enteroides são esferoides originados das células de revestimento do intestino humano e apresentam similaridade com as células epiteliais que os originaram. Cite duas características morfológicas das células de revestimento interno do intestino humano e suas respectivas funções.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**13.** Um estudo monitorou o impacto das medidas de isolamento social na qualidade do ar em áreas urbanas da cidade de São Paulo (Marginal Tietê, Marginal Pinheiros e Centro). O monitoramento diário da composição do ar entre 24 de março e 20 de abril de 2020 detectou uma redução das concentrações de monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) de aproximadamente 53%, 66% e 44%, respectivamente, em comparação com os valores médios registrados no mês de abril nos anos de 2015 a 2019.

(Adaptado de L. Y. K. Nakada e R. C. Urban. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 730, 139087, ago. 2020.)

- a) Explique a relação entre a produção de CO e a utilização de veículos automotores movidos a combustível de origem fóssil. Descreva um benefício ambiental do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) para o Brasil.
- b) A água da chuva é uma combinação da composição química das gotículas que formam as nuvens e das substâncias que se incorporam às gotas de chuva durante a precipitação. Explique como um dos poluentes citados no enunciado pode levar à formação de precipitação ácida. Indique e explique um prejuízo da precipitação ácida para o ecossistema aquático.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

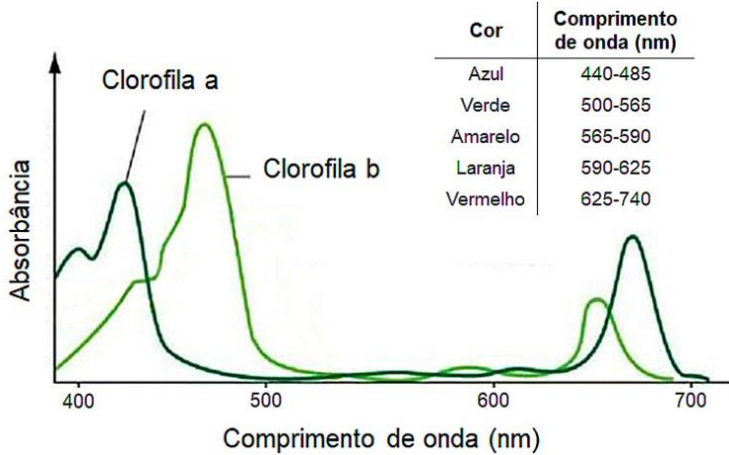
---

---

---

# RASCUNHO

**14.** O avanço da tecnologia torna possível a análise das coberturas vegetais com sensores remotos. O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) usa bandas do espectro eletromagnético captadas por satélite que são modificadas pela presença da vegetação, devido aos pigmentos das plantas que absorvem energia luminosa. Com base no padrão de energia refletida pelas plantas, é possível avaliar o vigor vegetativo em grandes extensões, tanto em campos agrícolas como em florestas. Especificamente, o NDVI considera a refletância das folhas nas bandas do vermelho (RED, faixa de comprimento de onda de 625 a 740 nm) e infravermelho próximo (NIR, faixa de comprimento de onda de 740 a 2500 nm). Os valores de NDVI de vegetações variam de 0 a 1, sendo calculados de acordo com a equação abaixo:



$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

a) O espectro de absorção de luz pelas plantas é apresentado na figura ao lado. O NDVI seria maior em uma planta saudável ou doente? Justifique sua resposta. Considere a refletância no NIR igual entre plantas saudáveis e doentes, e que a doença causa o amarelecimento das folhas.

(Adaptado de <http://www.c2o.pro.br/hackaguas/apk.html>. Acessado em 28/08/2020.)

b) Explique como a energia luminosa absorvida pelos pigmentos das plantas é transformada em energia química. Por que é possível associar o NDVI ao vigor da comunidade de plantas estudadas?

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

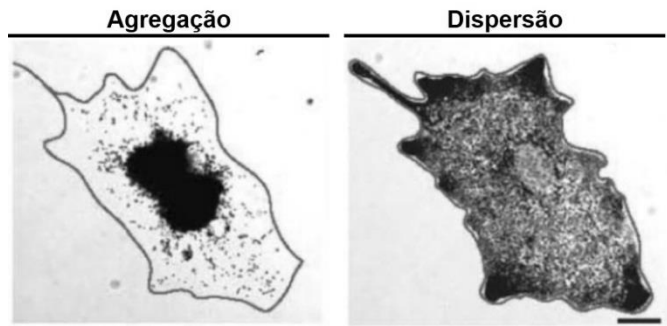
---

---



**15.** A capacidade de mudança de cor existe em algumas espécies de peixes, anfíbios e répteis. As mudanças envolvem a mobilização de grânulos de pigmentos em células especializadas, originadas da crista neural, chamadas cromatóforos. A depender da coloração e do mecanismo de atuação, os cromatóforos recebem diferentes denominações.

a) Qual é o folheto embrionário de origem dos cromatóforos? A mobilização dos pigmentos é realizada por proteínas motoras associadas a componentes do citoplasma celular. Qual componente celular permite os padrões de agregação e de dispersão apresentados nos cromatóforos da figura ao lado?



(Adaptado de L. Sheets e outros. *Current Biology*, Amsterdam, v. 17, n. 20, p. 1721-34, out. 2007.)

b) Os xantóforos, cromatóforos preenchidos por pigmentos amarelos, são encontrados em animais não venenosos como a falsa cobra coral. Já os iridóforos, cromatóforos reflexivos, são encontrados no camaleão. Explique um comportamento ou hábito associado à cor em cada um desses dois animais. Cite uma característica associada à reprodução desses vertebrados que os diferencia dos anfíbios.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

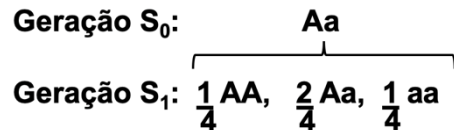
---

---

16. A endogamia promove o aumento de homozigose nos descendentes. Os primeiros estudos sobre os efeitos da endogamia em plantas foram realizados por Charles Darwin. O estudo da endogamia teve seu interesse inicial em sistemas reprodutivos de plantas, para explicar por que as numerosas espécies de plantas têm sistemas que impedem a autofecundação, e por que a reprodução por cruzamento prevalece na natureza.

(Adaptado de G. Álvarez, F. C. Ceballos e T. M. Berra. *Biological Journal of the Linnean Society*, Londres, v. 114, p. 474-83, fev. 2015.)

- a) Defina homozigose. A partir de uma planta com genótipo  $Aa$  (geração  $S_0$ ), representada ao lado, qual é a porcentagem de homozigose na terceira geração (geração  $S_3$ ) de autofecundação? Considere que as plantas de genótipo  $AA$ ,  $Aa$  e  $aa$  apresentam igual probabilidade de sobrevivência, a ocorrência exclusiva de autofecundação, e que os tamanhos das progênes das gerações  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  são infinitos.



- b) Plantas autógammas autofecundam-se e plantas alógamas dependem da polinização cruzada para o sucesso do processo reprodutivo. A cleistogamia, principal mecanismo de autofecundação, é um fenômeno observado em flores hermafroditas, em que a polinização ocorre antes mesmo da abertura floral. Como as flores e a polinização devem ser manipuladas pelo pesquisador em um programa de melhoramento genético que visa a aumentar a heterozigose em plantas com cleistogamia?

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

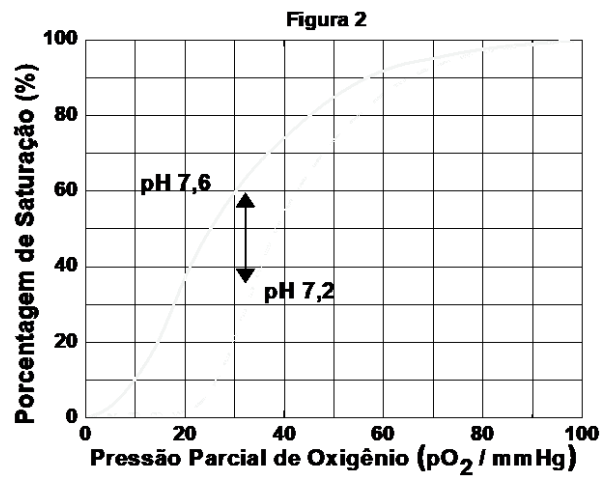
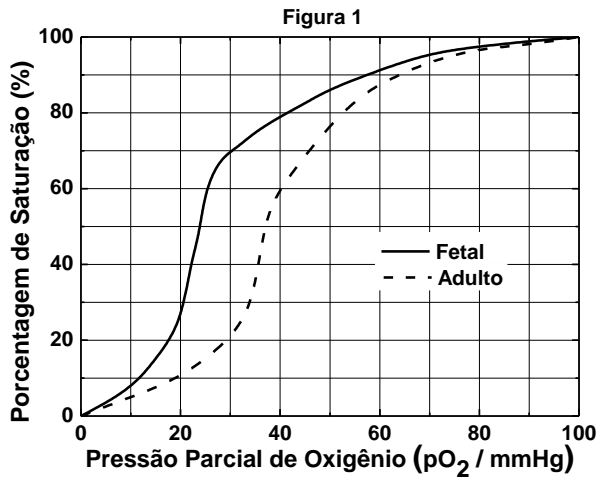
---

---

---

---

17. A hemoglobina é uma proteína composta por quatro cadeias polipeptídicas. Cada cadeia está associada a um grupo heme que contém ferro, capaz de se ligar reversivelmente ao oxigênio, permitindo assim sua função primária, que é a do transporte de oxigênio dos pulmões aos tecidos periféricos.



- a) A **Figura 1** apresenta a curva de dissociação para duas hemoglobinas humanas: em adultos (linha tracejada) e fetais (linha sólida). Considerando elementos de equilíbrio químico e esse gráfico, indique qual hemoglobina tem maior afinidade com o oxigênio: a do **adulto** ou a **fetal**? Justifique sua resposta.
- b) O efeito Bohr, representado na **Figura 2**, ocorre quando células com metabolismo aumentado liberam maiores quantidades de CO<sub>2</sub> no sangue. Entre as curvas do gráfico (linhas **sólida** ou **tracejada**), identifique aquela que representa o **resultado final** do efeito Bohr. Explique, do ponto de vista químico, como você chegou a esta conclusão.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

RASCUNHO

**18.** O gás natural (GN) é uma fonte de energia eficiente e limpa, considerando-se uma queima completa desse gás na sua forma purificada. No entanto, o metano, na origem, vem misturado com muitas outras substâncias que precisam ser retiradas no processo de purificação, pois, na queima, teriam baixa ou nenhuma eficiência energética, ou então gerariam produtos com características indesejáveis. A tabela abaixo mostra a composição aproximada (V/V %) de algumas fontes de gás natural, o que pode ilustrar as afirmações anteriores.

Componente	Eficiência Energética Relativa (MJ/m <sup>3</sup> )	Fontes		
		Laeq	Uch	Uthmaniyah
CH <sub>4</sub>	37	69	27,3	55,5
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	65	3	0,7	18
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	92	0,9	0,3	9,8
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	120	0,5	0,3	4,5
C <sub>5+</sub>	147	0,5	-	1,6
N <sub>2</sub>	0	1,5	25,2	0,2
H <sub>2</sub> S	22	15,3	-	1,5
CO <sub>2</sub>	0	9,3	46,2	8,9

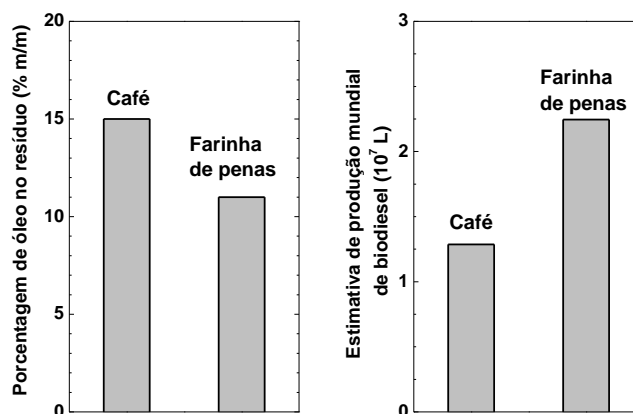
Considere a queima de gases naturais (GN) na composição em que se apresentam nas fontes, em condições idênticas de temperatura e pressão e considerando tais gases como ideais.

- Do ponto de vista **energético**, qual seria a melhor e a pior fonte, por volume de gás queimado? Justifique sua resposta.
- Do ponto de vista **ambiental**, qual seria a melhor e a pior fonte, por volume de gás queimado? Justifique sua resposta.

(a) ENERGÉTICO	
<b>MELHOR FONTE:</b>	<b>PIOR FONTE:</b>
Justificativa:	
(b) AMBIENTAL	
<b>MELHOR FONTE:</b>	<b>PIOR FONTE:</b>
Justificativa:	

19. Pesquisadores da Universidade de Nevada estudaram a utilização de pó de café e farinha de penas de galinha, fontes baratas de matéria prima, abundantes e ambientalmente amigáveis, na produção de biodiesel. Num dos estudos, os cientistas coletaram o pó de café e separaram o óleo nele contido. No processo de extração do óleo, o pó passou por um processo de secagem por 12 horas. Em seguida, foi aquecido por 1 hora com um solvente orgânico em ebulição e então filtrado para remover o sólido. O solvente foi separado do óleo por destilação. Em seguida, os cientistas usaram um processo barato de transesterificação para converter 100% do óleo em biodiesel.

(Adaptado de A. King, *Journal of Chemical Education* 87, 2010, p. 243-244.)



- a) Considerando o estudo e os dados que constam nos gráficos acima, qual seria o material disponível em maior quantidade no mundo para a produção de biodiesel: **pó de café** ou **farinha de penas**? Justifique.
- b) Considerando o texto apresentado, aponte e comente, nos espaços indicados, um **aspecto positivo** e um **aspecto negativo** da proposta dos autores da pesquisa.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

(b) Aspecto Positivo:

Aspecto Negativo:

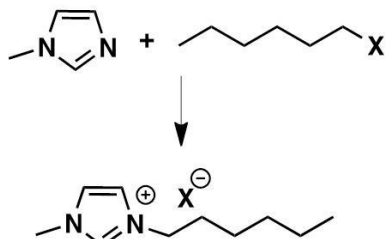
RASCUNHO

20. Métricas simples, como o **Fator-E** e a **Eficiência Mássica Reacional (EMR)**, são úteis para avaliar o impacto ambiental e econômico de um dado processo químico.

$$\text{Fator-E} = \text{massa de resíduos} / \text{massa de produto}$$

$$\text{EMR} = \text{massa de produto} / \text{massa de reagentes}$$

Uma indústria pretende produzir um dos sais imidazólicos (sal 1 ou sal 2) sintetizados em seu laboratório de desenvolvimento. Ambos os sais teriam a mesma finalidade e serviriam para os mesmos propósitos. Considere os dados para a reação de produção dos sais citados empregando-se dois haletos de alquila distintos, conforme a equação abaixo.



Sal	Fator-E (kg/kg)	EMR (kg/kg)
1, X = Cl	1,0	0,5
2, X = Br	0,5	0,6

REAGENTES	1-metil-imidazol	1-cloro-hexano (X = Cl)	1-bromo-hexano (X = Br)		
<b>Efeitos Toxicológicos / Ambientais</b>					
Toxicidade para humanos	<input type="checkbox"/>	●	<input type="checkbox"/>		
Toxicidade para organismos aquáticos	●	<input type="checkbox"/>	○		
Persistência no ambiente	◆	●	◆		
Bioacumulação	★	○	○		
<b>Avaliação qualitativa relativa entre todas as substâncias:</b>					
★	Baixo	<input type="checkbox"/>	Médio	◆	Alto
●	Baixo a Médio	○	Médio a Alto		

- a) Considerando as métricas **Fator-E** e **EMR**, indique qual desses sais (1 ou 2) você recomendaria para a produção. Justifique considerando valores e definições.
- b) Considerando os efeitos tóxico-ambientais apresentados no quadro, indique qual desses sais (1 ou 2) você recomendaria para a produção. Explique.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

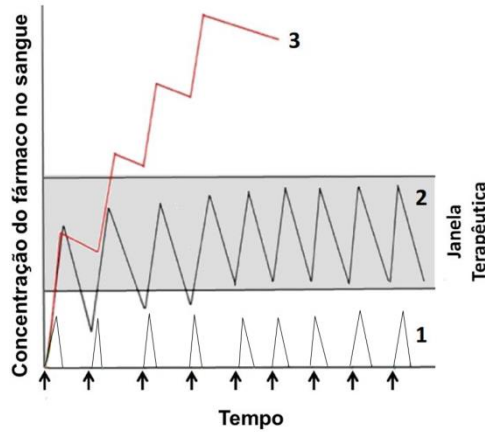
---

---

---

RASCUNHO

21. A Farmacocinética estuda a absorção de um fármaco, sua distribuição nos líquidos corporais e tecidos, sua metabolização e eliminação. Saber o que acontece com um fármaco no interior de um organismo vivo é crucial para garantir sua biodisponibilidade e, conseqüentemente, sua eficácia e segurança, considerando possíveis efeitos tóxicos. Para que um fármaco seja eficaz, ou seja, exerça a ação desejada, sua concentração no sangue deve estar dentro da "janela terapêutica". Assim, conhecendo-se o perfil de absorção e de metabolização de um fármaco, essa faixa de concentração pode ser assegurada levando-se em consideração a concentração da dose aplicada, bem como a frequência de administração do fármaco, indicada pelas setas na figura abaixo. A figura apresenta as curvas de concentração-tempo de certo fármaco no sangue.



- a) Considerando o enunciado, complete a tabela no espaço de resposta, associando as curvas do gráfico com os tipos de metabolismos: **normal, lento e acelerado**. Justifique.
- b) Considerando o perfil apresentado pelo fármaco, como os parâmetros poderiam ser alterados para garantir **segurança e eficácia** na administração do fármaco em duas situações: **(S1)** indivíduo com **metabolismo lento** e **(S2)** indivíduo com **metabolismo acelerado**. Explique.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).**

Metabolismo	Curva 1	Curva 2	Curva 3

---

---

---

---

---

---

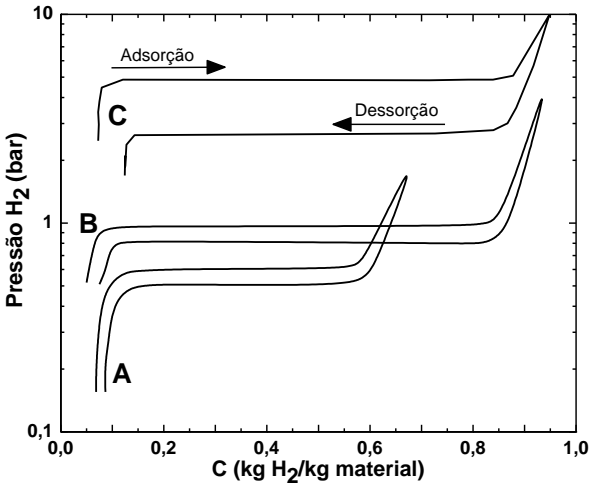
---

---

(b) S1 - Lento:

S2 - Acelerado:

22. Um dos grandes desafios para a consolidação de uso do hidrogênio como combustível é seu armazenamento seguro e em grande quantidade. O hidrogênio pode ser armazenado puro, como gás ou líquido. Atualmente, parece mais adequado armazenar o hidrogênio na forma de hidretos metálicos ou adsorvido em materiais porosos nanoestruturados. Para que o armazenamento seja considerado eficiente, o material deve apresentar capacidade de armazenamento máxima em pressão constante e boa reversibilidade; ou seja, o armazenamento (adsorção) e a liberação (dessorção) devem ocorrer em condições similares. Essas características do armazenamento podem ser observadas em um gráfico denominado “isoterma de adsorção”, que é uma curva de composição de hidrogênio no material (C, kg de H<sub>2</sub>/kg de material) em função da pressão.



a) A figura ao lado mostra a isoterma de três materiais que poderiam ser empregados para armazenar H<sub>2</sub>. Qual curva (A, B ou C) representa o melhor material para se armazenar o hidrogênio? Justifique sua escolha.

b) Um carro com motor a combustão interna consome 24 kg de gasolina ( $d = 700 \text{ kg m}^{-3}$ ) ou 8 kg de hidrogênio para percorrer uma distância de 400 km, adsorvido em um material intermetálico do tipo Mg<sub>2</sub>Ni. Considerando que a massa e o volume de um carro médio são aproximadamente de 6 m<sup>3</sup> e 1.000 kg, respectivamente, uma possível **desvantagem** desta tecnologia alternativa estaria relacionada à **massa** ou ao **volume** relativamente ocupado pelo Mg<sub>2</sub>Ni? Justifique.

Dados do Mg<sub>2</sub>Ni: capacidade de armazenamento de H<sub>2</sub> = 3,6 kg de H<sub>2</sub> por 100 kg de Mg<sub>2</sub>Ni; densidade = 3.400 kg m<sup>-3</sup>.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**RASCUNHO**