

### QUESTÃO 1

a)

A imagem apresenta uma grande seleção de produtos e materiais provenientes das colônias: aves e frutas tropicais, metais preciosos, tecidos ricamente tingidos e trabalhados. São itens que não eram encontrados na natureza europeia, ou cuja produção dependia de matérias-primas vindas das colônias. Tais elementos sugerem a abundância resultante da exploração de terras distantes. A imagem do exotismo aparece, então, vinculada à ideia de comércio e circulação de mercadorias. Neste sentido, as colônias são valorizadas principalmente pela sua capacidade de fornecer de luxo e conforto ao “mundo civilizado”. Este inventário de produtos naturais e manufaturados pode ser entendido como uma metáfora da relação de poder entre a Europa, vista como centro, e o outro (não-europeu), visto como subordinado.

b)

Alguns aspectos semelhantes entre a experiência colonial portuguesa e holandesa são:

- Portugal e Holanda se envolveram diretamente com o tráfico de escravos.
- Ambos os países se dedicaram à produção açucareira no Brasil.

Quanto às diferenças, é possível destacar os seguintes pontos:

- O colonialismo português vinculou-se a uma grande expansão territorial, capitaneada pelos interesses centralizadores da Coroa. Já o colonialismo holandês, apesar de estabelecer alguns domínios territoriais em diferentes regiões do globo, concentrava-se no comércio e na criação de amplas redes de circulação de mercadorias provenientes de regiões fora da Europa.
- Os Países Baixos manifestaram uma maior tolerância religiosa com relação ao judaísmo, o que incentivou o estabelecimento de um grande número de comerciantes judeus em seus territórios. Já Portugal teve uma postura mais rígida, impondo o catolicismo romano como única religião aceitável.
- Enquanto Portugal era um país católico, a Holanda era predominantemente protestante, o que gerava experiências diversas. Enquanto a Inquisição e a catequização, por exemplo, foram um elemento marcante da experiência colonial portuguesa, o mesmo não ocorre no caso holandês.
- Os Países Baixos, ao longo de sua experiência colonial, desenvolveram uma indústria de produtos de luxo, baseada em produção trazida das colônias. Da distribuição de manufaturas raras, a região passou a produzir porcelanas, por exemplo. Portugal, por outro lado, concentrou-se na exploração e cultura de *commodities*.

### QUESTÃO 2

a)

A troca de presentes é um rito importante na história da diplomacia tanto europeia como africana. Os artefatos enviados para Dom João VI pelo rei Adandozan eram símbolos que traduziam, do lado africano, o poder político e o prestígio social das elites envolvidas no tráfico transatlântico com o Brasil. Eles assumem o papel de mediar as relações de reciprocidade entre os dois lados, esperando-se que o monarca português percebesse sua importância política, garantindo a manutenção dos interesses econômicos vinculados ao tráfico de pessoas escravizadas. Do lado luso-brasileiro, a circulação desses objetos de prestígio revela a centralidade da escravidão e do tráfico na formação da sociedade e do estado colonial, e seus desdobramentos na condução da política externa.

b)

No que toca à coleção mencionada no excerto, a destruição do Museu Nacional representa o apagamento de um importante registro material do passado comum compartilhado por Brasil e Benim em suas respectivas formações históricas, principalmente em razão do tráfico transatlântico. Muitas pessoas escravizadas trazidas da África para o território brasileiro eram da região que se tornaria o Benim, e foram deportadas principalmente pelas rotas que saíam de Ajudá e Porto Novo. Portanto, as peças tinham importância para a população negra brasileira e para a história do país de modo geral. Do lado africano, os vínculos entre os dois países são marcados também pelos “retornados”, os descendentes de libertos que regressaram para a África no início do século XIX e ficaram conhecidos no Benim como *agudás*. As marcas da vivência no Brasil foram deixadas na arquitetura, língua, tradições culturais diversas e nos sobrenomes portugueses, que muitos de seus descendentes ainda utilizam. Nesse sentido, a destruição do museu é uma perda também para essas comunidades *agudás*.

### QUESTÃO 3

a)

A principal vantagem da panela de pressão é o cozimento mais rápido dos alimentos. Nela, a água do cozimento entra em ebulição em temperatura mais alta do que em uma panela comum, pois tem que vencer uma maior resistência à evaporação. Em temperatura mais alta os processos químicos do cozimento tornam-se mais rápidos, diminuindo-se o tempo.

b)

A maior resistência à evaporação que ocorre no ambiente fechado da panela de pressão (tampa encaixada, processo 3) faz com que a temperatura de ebulição nesse ambiente seja mais elevada, o que corresponde à curva A. Comparando o aquecimento da água com a tampa apenas apoiada e o aquecimento sem a tampa, há uma restrição maior na transferência de energia da água para o ambiente quando a tampa está apoiada; logo, a temperatura sobe mais rapidamente nesse caso. Portanto a curva B corresponde ao processo 2, e a curva C corresponde ao processo 1.

### QUESTÃO 4

a)

O tempo para queimar uma mesma área será maior na Amazônia. A vegetação é ali alta e densa, o que dificulta a entrada de ar (oxigênio), o qual faz parte da reação de combustão. Isso não ocorre no Pantanal, que apresenta uma vegetação muito menos densa.

b)

O enunciado informa que a intensidade da frente do fogo ( $I$ ), correspondendo ao eixo  $y$  da figura, é proporcional ao produto da quantidade ( $q$ ) de material que queima pela velocidade de propagação da frente ( $r$ ), sendo a constante de proporcionalidade ( $H$ ) o calor de combustão. Assim, tomando a inclinação da reta, ou qualquer par  $(x,y)$  da figura, pode-se calcular  $H$ . Como exemplo, para o par  $I=400$  kW/m,  $q.r= 0,03$  kg/m.s

$$I = H q r ; \quad 400 \text{ (kW/m)} = H \times 0,03 \text{ (kg/m.s)} ;$$

$$H = 13.300 \text{ (kW. s/kg)} \text{ ou } H = 13.300 \text{ (kJ/kg)}.$$

Observação: A energia de combustão tem, convencionalmente, sinal negativo, mas aqui isso não foi considerado.

### QUESTÃO 5

a)

Para calcular a média móvel do 18º dia, precisamos utilizar os dados dos dias 15, 16, 17 e 18. Calculando a média destes 4 dias, temos:

$$M = (28 + 28 + 26 + 30)/4 = 28$$

b)

Para calcular a quantidade de casos notificados nos dias 8, 10 e 11, é preciso utilizar os dados das médias móveis.

Vamos chamar de  $x_8$  a quantidade de casos notificados no dia 8,  $x_{10}$  a quantidade de casos notificados no dia 10 e  $x_{11}$  a quantidade de casos notificados no dia 11.

Devemos obter equações que envolvam as variáveis  $x_8, x_{10}, x_{11}$ .

Uma possibilidade é:

utilizar a média móvel do dia 12:  $128 = 32 + x_{10} + x_{11} + 28$

utilizar a média móvel do dia 11:  $124 = x_8 + 32 + x_{10} + x_{11}$

utilizar a média móvel do dia 10:  $112 = 22 + x_8 + 32 + x_{10}$ .

Obtemos, assim, um sistema de equações lineares. A solução deste sistema é  $x_8 = 24, x_{10} = 34, x_{11} = 34$ .

## QUESTÃO 6

a)

Existem 12 turmas com 3 canhotos, 8 turmas com 4 canhotos e 2 turmas com 5 canhotos. Portanto, das 30 turmas,  $12 + 8 + 2 = 22$  têm pelo menos 3 canhotos. Portanto, a probabilidade é de  $\frac{11}{15}$ .

b)

Para descobrir o número de canhotos na escola, devemos analisar a tabela.

- Existem 2 turmas com 1 cunhoto em cada uma delas; portanto, 2 alunos canhotos nestas turmas.
- Existem 5 turmas com 2 canhotos em cada uma delas; portanto, 10 alunos canhotos nestas turmas.
- Existem 12 turmas com 3 canhotos em cada uma delas; portanto, 36 alunos canhotos nestas turmas.
- Existem 8 turmas com 4 alunos canhotos em cada uma delas; portanto, 32 alunos canhotos nestas turmas.
- Existem 2 turmas com 5 canhotos em cada uma delas; portanto, 10 alunos canhotos nestas turmas.

Somando-se tudo, obtemos  $2 + 10 + 36 + 32 + 10 = 90$  alunos canhotos. A probabilidade de escolher um aluno cunhoto na escola é de  $90/960 = 3/32$ .

## QUESTÃO 7

a)

Usando as fórmulas de arco duplo podemos reescrever a matriz  $H$  como sendo

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

Para mostrar que a matriz é invertível, podemos calcular seu determinante e mostrar que ele é diferente de zero. Assim:

$$\det(H) = -\cos^2(2t) - \sin^2(2t) = -1.$$

Logo, a matriz é invertível.

b)

Devemos resolver o sistema

$$\begin{pmatrix} -\cos(2t) & -\sin(2t) \\ -\sin(2t) & \cos(2t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix},$$

que pode ser reescrito como

$$\begin{cases} 3(-\cos(2t)) + 2(-\sin(2t)) = 2, \\ 3(-\sin(2t)) + 2(\cos(2t)) = 3, \end{cases}$$

que é equivalente ao sistema

$$\begin{cases} -3\cos(2t) - 2\sin(2t) = 2, \\ -3\sin(2t) + 2\cos(2t) = 3. \end{cases}$$

Multiplicando-se a primeira linha por 2 e a segunda por 3, e somando-se as equações, obtemos

$$\sin(2t) = -1$$

ou seja,  $t = \frac{3\pi}{4}$  ou  $t = \frac{7\pi}{4}$ .

## QUESTÃO 8

a)

O perímetro de  $P_n$  não depende de  $n$ , e é igual a  $2(a + b)$ .

O polígono  $P_n$  tem  $2 + 2n$  lados, o que pode ser percebido pela regra de construção. Assim,  $P_{2021}$  tem 4044 lados.

b)

A área do triângulo retângulo de catetos  $a$  e  $b$  é  $A = ab/2$ .

Para calcular a área de  $P_n$ , observe que  $P_n$  pode ser dividido em

$S = n + (n - 1) + (n - 2) + \dots + 3 + 2 + 1$  retângulos de área  $\frac{ab}{n^2}$

A soma anterior é a soma de uma progressão aritmética e resulta em

$$S = \frac{n(n+1)}{2}$$

Portanto,

$$A_n = \frac{ab}{n^2} \cdot \frac{n(n+1)}{2} = \frac{ab}{n} \cdot \frac{(n+1)}{2}$$

Logo,

$$\frac{A_n}{A} = \frac{n(n+1)}{n^2} = 1 + \frac{1}{n}$$

## QUESTÃO 9

a)

Para calcularmos o valor da ordenada  $h$  do ponto  $E$ , podemos decompor a figura em um trapézio de vértices  $BCDE$  e em um triângulo de vértices  $ABE$ .

Neste caso, a área do triângulo é igual a  $A_{ABE} = 3(h-5)/2$  e a área do trapézio é  $A_{BCDE} = (h+1) \cdot 5/2$ . Portanto,

$$\frac{3(h-5)}{2} + \frac{5(h+1)}{2} = 63,$$

o que nos dá  $h = 17$ .

b)

O enunciado nos diz que o ponto  $(x, y)$  dista 12.000 km do ponto  $A = (8, 14)$  e 18.000 km do ponto  $B = (8, -4)$ . Portanto, o ponto  $(x, y)$  satisfaz às equações

$$(x-8)^2 + (y-14)^2 = 12^2, \quad (x-8)^2 + (y+4)^2 = 18^2.$$

Desenvolvendo as equações, temos

$$x^2 - 16x + y^2 - 28y = -116, \quad x^2 - 16x + y^2 + 8y = 244.$$

Subtraindo a segunda equação da primeira, obtemos  $-36y = -360$ ; portanto,  $y = 10$ . Substituindo este valor em qualquer uma das equações (usaremos a equação que dá a distância até o ponto  $B$ ), temos que

$$x^2 - 16x - 64 = 0.$$

Resolvendo esta equação e descartando a solução que corresponde a um ponto no continente, obtemos a resposta  $(x, y) = (8 + 8\sqrt{2}, 10)$ .

## QUESTÃO 10

a)

A reta  $x - y = 0$  pode ser escrita da forma  $y = x$ . Portanto, seu coeficiente angular é  $m = 1$ . Para que uma reta tangente ao gráfico seja paralela à reta  $y = x$ , seu coeficiente angular precisará ser igual a 1. Como o coeficiente angular é dado por  $m = g(a) = 3a^2 - 2$ , devemos resolver  $3a^2 - 2 = 1$ , o que nos dá  $a = \pm 1$ .

Portanto, os pontos do gráfico em que a reta tangente ao gráfico é paralela à reta  $y = x$  são os pontos  $(1, f(1)) = (1, 0)$  e  $(-1, f(-1)) = (-1, 2)$ .

b)

Se a inclinação no ponto  $(a, f(a))$  vale 10, então  $3a^2 - 2 = 10$ ; ou seja,  $a = \pm 2$ . Como o enunciado diz que  $a > 0$ , a única opção é  $a = 2$ , e o ponto tem coordenadas  $(2, 5)$ . A equação da reta tangente é dada por  $y = 10x - 15$ .

Para encontrar os pontos de interseção desta reta com o gráfico da função, devemos resolver a equação  $x^3 - 2x + 1 = 10x - 15$ , ou  $x^3 - 12x + 16 = 0$ .

Já conhecemos uma das soluções:  $x = 2$  satisfaz à equação, pois a reta é tangente ao gráfico de  $y = x^3 - 2x + 1$ . Portanto, o polinômio  $q(x) = x^3 - 12x + 16$  é divisível por  $x - 2$ . Efetuando a divisão polinomial, obtemos

$$x^3 - 12x + 16 = (x - 2)(x^2 + 2x - 8),$$

e as outras soluções são as raízes de  $x^2 + 2x - 8 = 0$ , que são  $x = -4$  e  $x = 2$ . O outro ponto de interseção da reta tangente com o gráfico de  $y = f(x)$  é  $(-4, -55)$ .

Assim, a resposta é  $(2,5)$  e  $(-4, -55)$ .

## BIOLOGIA

### QUESTÃO 11

a)

Pandemia é a disseminação mundial de uma doença. Na etapa 3 ocorrem a fusão do envelope viral com a membrana da vesícula e a liberação do RNA viral no citosol. Na etapa 4 ocorrem a tradução do RNA viral e a síntese de proteínas virais.

b)

Na imunização ativa pela vacinação ocorrerá a exposição do organismo a um determinado antígeno, sem causar a doença, mas capaz de desencadear uma resposta imune primária, com a produção de anticorpos específicos e células de memória. Ao entrar em contato novamente com esse antígeno, o organismo desencadeará uma resposta imunológica secundária adequada, de forma rápida e específica, permitindo a defesa.

### QUESTÃO 12

a)

Conforme os esferoides crescem, a organização em multicamadas de células leva ao aumento da distância entre as camadas interna e externa, e assim é dificultada a difusão de gases, nutrientes, fatores de crescimento e resíduos. Dessa forma, há maior concentração de  $O_2$ , de nutrientes e de fatores de crescimento na região externa, favorecendo a proliferação celular; e maior concentração de  $CO_2$  e de resíduos no interior do esferoide, ocasionando a morte de células. O corpo humano, evita o surgimento da zona de células mortas com o desenvolvimento de vasos sanguíneos, os quais são responsáveis pelo adequado transporte de gases e nutrientes para as células e tecidos.

b)

As células de revestimento interno do intestino possuem microvilosidades capazes de aumentar a área de superfície apical e, conseqüentemente, a absorção. São células cilíndricas (colunares) justapostas, que funcionam como uma barreira física capaz de delimitar o ambiente externo do interno.

### QUESTÃO 13

a)

Os veículos automotores são responsáveis pela emissão de vários poluentes, incluindo o CO produzido pela combustão incompleta de combustíveis fósseis (gasolina e óleo diesel), fontes de energia não-renováveis. O Programa Nacional do Alcool foi uma iniciativa do governo brasileiro para promover a produção e o uso de etanol a partir da cana-de-açúcar, uma fonte de energia renovável com balanço energético favorável nos processos de obtenção e queima. Tal processo libera menos poluentes no ambiente em relação à gasolina e ao óleo diesel.

b)

A reação do dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) com o vapor d'água na atmosfera forma o ácido nítrico ( $HNO_3$ ), que contribui para a formação de precipitação ácida. Um prejuízo causado pelo aumento da acidez no meio aquático seria a alteração do ciclo reprodutivo de espécies deste ecossistema, pois os gametas são sensíveis a redução do pH.

### QUESTÃO 14

a)

O NDVI seria maior em plantas saudáveis. Plantas saudáveis têm mais clorofila em suas folhas e absorvem mais luz na faixa do vermelho (RED), se comparadas às plantas doentes. Como consequência, haveria baixa refletância de luz RED, e o NDVI se aproximaria a 1 nas plantas saudáveis.

b)

A energia luminosa é absorvida pelas clorofilas. O conseqüente transporte de elétrons nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos leva à síntese de ATP e NADPH. Estes, por sua vez, são utilizados na incorporação do CO<sub>2</sub> atmosférico no Ciclo de Calvin. Espera-se que maiores valores de NDVI estejam associados ao maior conteúdo de clorofila nas folhas, e, assim, a maior atividade fotossintética, processo que determina a produção de biomassa e o vigor vegetativo das plantas.

## QUESTÃO 15

a)

O folheto embrionário de origem dos cromatóforos é a ectoderma. O componente celular que permite os padrões de agregação e dispersão é o microtúbulo.

b)

No caso da falsa coral, a coloração imita a dos animais genuinamente venenosos (mimetismo), pela coloração de advertência (aposematismo), a qual afasta possíveis predadores. No caso do camaleão, a coloração reflexiva favorece a camuflagem em diferentes ambientes, dificultando sua identificação por predadores. As características associadas à reprodução dos répteis que os diferenciam dos anfíbios são a fecundação interna, o desenvolvimento direto e os ovos com casca e com membranas extraembrionárias (âmnion, córion e alantoide).

## QUESTÃO 16

a)

Homozigose é a presença de dois alelos idênticos para o mesmo gene. A porcentagem de homozigose na terceira geração de autofecundação será de 87,5%. Sabendo que a cada geração de autofecundação a porcentagem de heterozigose é reduzida pela metade é possível calcular a porcentagem de homozigose na terceira geração. Assim,

S<sub>1</sub> = heterozigose de 50% e homozigose de 50%;

S<sub>2</sub> = heterozigose de 25% e homozigose de 75%;

S<sub>3</sub> = heterozigose de 12,5% e homozigose de 87,5%.

b)

Deve-se remover o androceu (aparelho reprodutor masculino) antes da maturação do gineceu (aparelho reprodutor feminino), isto é, antes que o estigma esteja apto ao recebimento do pólen. A polinização cruzada com pólen de plantas heterozigotas deve então ser realizada.

## QUÍMICA

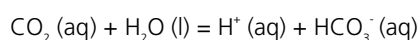
## QUESTÃO 17

a)

A hemoglobina fetal tem maior afinidade pelo oxigênio. A porcentagem de saturação para a hemoglobina fetal é maior que a da hemoglobina de adultos em qualquer valor de pressão parcial de oxigênio. Isso indica que a constante de associação para a hemoglobina fetal é maior.

b)

A curva tracejada representa o resultado final do efeito Bohr. O CO<sub>2</sub> é um óxido ácido e o aumento da sua concentração diminui o pH do sangue, segundo a equação:



Pela tendência da curva tracejada, em pH mais baixo ocorre uma redução na saturação de oxigênio.

QUESTÃO 18

(a) ENERGÉTICO	
MELHOR FONTE: UTHMANIYAH	PIOR FONTE: UCH
<p><b>Justificativa:</b> Considerando que a composição do gás é dada em V/V%, e é fornecida a eficiência energética relativa em MJ/m<sup>3</sup>, calcula-se a energia gerada por cada fonte levando-se em consideração a composição percentual na fonte:</p> <p><math>Laeq = 0,69 \times 37 + 0,03 \times 65 + 0,009 \times 92 + 0,005 \times 120 + 0,153 \times 22 = 33 \text{ MJ/m}^3</math>.</p> <p><math>Uch = 0,273 \times 37 + 0,007 \times 65 + 0,003 \times 92 + 0,003 \times 120 = 11 \text{ MJ/m}^3</math>.</p> <p><math>Uthmaniyah = 0,555 \times 37 + 0,18 \times 65 + 0,098 \times 92 + 0,045 \times 120 + 0,016 \times 147 + 0,015 \times 22 = 49 \text{ MJ/m}^3</math>.</p> <p>Assim, a fonte mais energética é Uthmaniyah e a fonte menos energética é Uch.</p>	
(b) AMBIENTAL	
MELHOR FONTE: UCH	PIOR FONTE: LAEQ
<p><b>Justificativa:</b> Por volume de gás queimado, Laeq é a pior fonte do ponto de vista ambiental, pois apresenta um alto teor de H<sub>2</sub>S, cuja queima produz SO<sub>2</sub>, um dos principais gases responsáveis pela chuva ácida. Uch é a melhor fonte, por volume queimado, pois é isenta de H<sub>2</sub>S.</p>	

QUESTÃO 19

a)  
A farinha de pena deve estar disponível em maior quantidade para a produção de biodiesel. Apesar do teor percentual de óleo ser comparativamente maior no resíduo de café, as estimativas para produção mundial de biodiesel apontam que haveria uma produção maior a partir do uso da farinha de pena. Essa maior produção só seria possível se a farinha de pena estivesse disponível em maior quantidade.

**(b) Aspecto Positivo:**

Os aspectos positivos em relação a esta proposta para a produção de biodiesel estão relacionados com: 1) o baixo custo das matérias-primas, 2) sua abundância, 3) o fato de serem amigáveis ao meio-ambiente e 4) o reaproveitamento de resíduos da indústria alimentícia.

Obs.: Para a resposta, basta apontar apenas um dos aspectos listados acima.

**Aspecto Negativo:**

Um aspecto negativo seria a dificuldade no processo de separação do óleo, o que, embora factível, envolve um grande número de etapas: secagem, aquecimento com solvente orgânico em ebulição, filtragem e destilação). E quase todas estas etapas envolvem consumo de energia.

QUESTÃO 20

a)  
O sal 2 seria recomendado para produção considerando-se as métricas Fator-E e EMR. O Fator-E relaciona a massa de resíduos com a massa de produto gerado. Assim, valores menores de Fator-E indicam menor geração de resíduos e maior eficiência do processo. A EMR relaciona a massa do produto com a massa dos reagentes. Assim, valores maiores de EMR indicam melhor rendimento da reação e maior incorporação de reagentes no produto desejado.

b)  
A reação de formação dos sais imidazólicos (X = Cl ou Br) tem um reagente comum, que é o 1-metil-imidazol. Assim, é necessário analisar os efeitos toxico-ambientais do reagente alquilante: 1-cloro-hexano e 1-bromo-hexano. Com base nos dados apresentados no quadro, seria recomendada a produção do sal 1, usando o 1-cloro-hexano, que é o que apresenta os menores efeitos de toxicidade e de persistência.

## QUESTÃO 21

a)

Metabolismo	Curva 1	Curva 2	Curva 3
	Acelerado	Normal	Lento

No metabolismo acelerado, a taxa de metabolização é rápida e não permite que a concentração atinja a janela terapêutica. Já no metabolismo normal, a taxa de metabolização permite que a concentração do fármaco se mantenha dentro da janela terapêutica. Por outro lado, no metabolismo lento, a taxa de metabolização é lenta e faz com que a concentração do fármaco aumente continuamente.

b)

Para o indivíduo com metabolismo lento, seria possível administrar as doses de fármaco em intervalos de tempo maiores (menor frequência de administração) ou diminuir a concentração da dose administrada. Para o indivíduo com metabolismo acelerado, as doses devem ser administradas em intervalos de tempo mais curtos (maior frequência de administração) ou em doses mais concentradas para atingir a janela terapêutica.

## QUESTÃO 22

a)

A curva B representa o melhor material para se armazenar hidrogênio. Esta curva apresenta, simultaneamente, uma capacidade de armazenamento máxima em pressão constante e uma boa reversibilidade.

b)

Para a gasolina, temos que:

$$V_{\text{gasolina}} = m_{\text{gasolina}} / d_{\text{gasolina}} = 24 \text{ kg} / 700 \text{ kg m}^{-3} = 0,034 \text{ m}^3.$$

Para o hidrogênio, temos que:

$$m_{\text{Mg}_2\text{Ni}} = 8 \text{ kg} / 0,036 = 222,2 \text{ kg}.$$

$$V_{\text{Mg}_2\text{Ni}} = m_{\text{Mg}_2\text{Ni}} / d_{\text{Mg}_2\text{Ni}} = 222,2 \text{ kg} / 3.400 \text{ kg m}^{-3} = 0,065 \text{ m}^3.$$

Em termos de volume, o percentual ocupado pelo tanque de hidrogênio ou de gasolina em relação ao volume total do carro é pequeno, assim como o percentual em massa para a gasolina. Por outro lado, o percentual em massa devido ao material  $\text{Mg}_2\text{Ni}$  provoca um aumento de 22% na massa do carro, sendo uma possível desvantagem dessa tecnologia.