

ENEM 2002 - Prova resolvida
Química

01. A chuva em locais não poluídos é levemente ácida. Em locais onde os níveis de poluição são altos, os valores do pH da chuva podem ficar abaixo de 5,5, recebendo, então, a denominação de "chuva ácida". Este tipo de chuva causa prejuízos nas mais diversas áreas: construção civil, agricultura, monumentos históricos, entre outras.

A acidez da chuva está relacionada ao pH da seguinte forma: concentração de íons hidrogênio é igual a 10 elevado a -pH, sendo que o pH pode assumir valores entre 0 e 14.

Ao realizar o monitoramento do pH da chuva em Campinas (SP) nos meses de março, abril e maio de 1998, um centro de pesquisa coletou 21 amostras, das quais quatro têm seus valores mostrados na tabela:

Mês	Amostra	pH
Março	6 ^a	4
Abril	8 ^a	5
Abril	14 ^a	6
Maior	18 ^a	7

A análise da fórmula e da tabela permite afirmar que:

- I. da 6^a para a 14^a amostra ocorreu um aumento de 50 % na acidez.
- II. a 18^a amostra é a menos ácida dentre as expostas.
- III. a 8^a amostra é dez vezes mais ácida que a 14^a.
- IV. as únicas amostras de chuvas denominadas ácidas são a 6^a e a 8^a.

São corretas apenas as afirmativas

- a) I e II.
- b) II e IV.
- c) I, II e IV.
- d) I, III e IV.
- e) II, III e IV.

Resolução:
Alternativa E

I. Incorreta. Da 6^a para a 14^a amostra ocorreu uma diminuição na acidez.

$$\text{pH} = 4 \Rightarrow [\text{H}^+]_{6^a} = 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{H}^+]_{14^a} = 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\frac{10^{-4}}{10^{-6}} = 100 \Rightarrow [\text{H}^+]_{6^a} = 100 \times [\text{H}^+]_{14^a}$$

II. Correta. A 18^a amostra é a menos ácida dentre as expostas, pois apresenta o maior valor de pH.

III. Correta. A 8^a amostra é dez vezes mais ácida que a 14^a:

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}^+]_{8^a} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

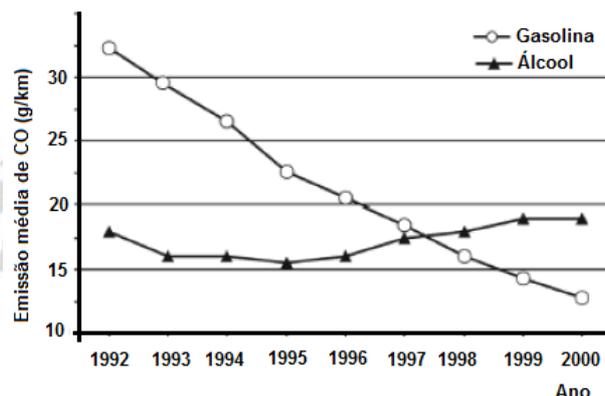
$$\text{pH} = 6 \Rightarrow [\text{H}^+]_{14^{\text{a}}} = 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\frac{10^{-4}}{10^{-6}} = 100 \Rightarrow [\text{H}^+]_{6^{\text{a}}} = 100 \times [\text{H}^+]_{14^{\text{a}}}$$

IV. Correta. Em locais onde os níveis de poluição são altos, os valores do pH da chuva podem ficar abaixo de 5,5, recebendo, então, a denominação de "chuva ácida". As únicas amostras de chuvas denominadas ácidas são a 6ª e a 8ª, pois apresentam pH inferior a 5,5.

02. A tabela mostra a evolução da frota de veículos leves, e o gráfico, a emissão média do poluente monóxido de carbono (em g/km) por veículo da frota, na região metropolitana de São Paulo, no período de 1992 a 2000.

Ano	Frota a álcool	Frota a gasolina
1992	1250	2500
1993	1300	2750
1994	1350	3000
1995	1400	3350
1996	1350	3700
1997	1250	3950
1998	1200	4100
1999	1100	4400
2000	1050	4800



Adaptado de Cetesb: relatório do ano de 2000.

Comparando-se a emissão média de monóxido de carbono dos veículos a gasolina e a álcool, pode-se afirmar que

- I. no transcorrer do período 1992-2000, a frota a álcool emitiu menos monóxido de carbono.
- II. em meados de 1997, o veículo a gasolina passou a poluir menos que o veículo a álcool.
- III. o veículo a álcool passou por um aprimoramento tecnológico.

É correto o que se afirma apenas em

- a) I.
- b) I e II.
- c) II.
- d) III.
- e) II e III.

Resolução:
Alternativa B

I. Correto.

No transcorrer do período 1992-2000, a frota a álcool emitiu menos monóxido de carbono.

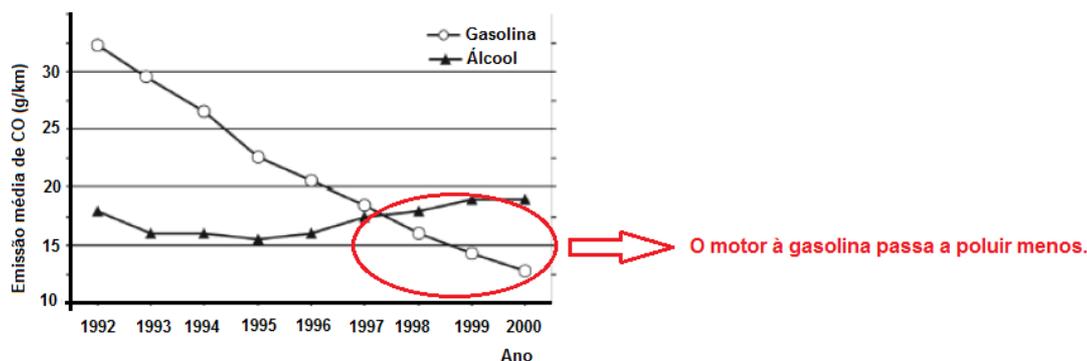
Ano	Frota a álcool (aproximadamente)	Frota a gasolina (aproximadamente)
1992	1250 × 17,5 g/km	2500 × 35
1993	1300 × 16 g/km	2750 × 30
1994	1350 × 16 g/km	3000 × 26
1995	1400 × 15,5 g/km	3350 × 22,5
1996	1350 × 16 g/km	3700 × 21
1997	1250 × 17,5 g/km	3950 × 18
1998	1200 × 18 g/km	4100 × 16
1999	1100 × 19 g/km	4400 × 14
2000	1050 × 19 g/km	4800 × 12,5
Total de CO emitido	191.900 g/km	659.375 g/km

II. Correta.

Em meados de 1997, o veículo a gasolina passou a poluir menos que o veículo a álcool devido à melhoria dos projetos e utilização de catalisadores automotivos no Brasil.

III. Incorreta.

Percebe-se um aprimoramento tecnológico no veículo à gasolina a partir de 1997.



03. O milho verde recém-colhido tem um sabor adocicado. Já o milho verde comprado na feira, um ou dois dias depois de colhido, não é mais tão doce, pois cerca de 50 % dos carboidratos responsáveis pelo sabor adocicado são convertidos em amido nas primeiras 24 horas.

Para preservar o sabor do milho verde pode-se usar o seguinte procedimento em três etapas:

- 1º descascar e mergulhar as espigas em água fervente por alguns minutos;
- 2º resfriá-las em água corrente;
- 3º conservá-las na geladeira.

A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo seguinte argumento:

- a) O choque térmico converte as proteínas do milho em amido até a saturação; este ocupa o lugar do amido que seria formado espontaneamente.
- b) A água fervente e o resfriamento impermeabilizam a casca dos grãos de milho, impedindo a difusão de oxigênio e a oxidação da glicose.
- c) As enzimas responsáveis pela conversão desses carboidratos em amido são desnaturadas pelo tratamento com água quente.
- d) Microrganismos que, ao retirarem nutrientes dos grãos, convertem esses carboidratos em amido, são destruídos pelo aquecimento.
- e) O aquecimento desidrata os grãos de milho, alterando o meio de dissolução onde ocorreria espontaneamente a transformação desses carboidratos em amido.

Resolução:
Alternativa C

A preservação do sabor original do milho verde pelo procedimento descrito pode ser explicada pelo fato das enzimas (catalisadores) serem desnaturadas pela água quente, daí a necessidade de diminuição da temperatura.

04. Quando definem moléculas, os livros geralmente apresentam conceitos como: "a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades". A partir de definições desse tipo, a ideia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (moléculas) contém os atributos do todo.

É como dizer que uma molécula de água possui densidade, pressão de vapor, tensão superficial, ponto de fusão, ponto de ebulição, etc. Tais propriedades pertencem ao conjunto, isto é, manifestam-se nas relações que as moléculas mantêm entre si.

(Adaptado de OLIVEIRA, R. J. "O Mito da Substância". Química Nova na Escola, nº 1, 1995.)

O texto evidencia a chamada visão substancialista que ainda se encontra presente no ensino da Química. A seguir estão relacionadas algumas afirmativas pertinentes ao assunto.

I. O ouro é dourado, pois seus átomos são dourados.

II. Uma substância "macia" não pode ser feita de moléculas "rígidas".

III. Uma substância pura possui pontos de ebulição e fusão constantes, em virtude das interações entre suas moléculas.

IV. A expansão dos objetos com a temperatura ocorre porque os átomos se expandem.

Dessas afirmativas, estão apoiadas na visão substancialista criticada pelo autor apenas

- a) I e II.
- b) III e IV.
- c) I, II e III.
- d) I, II e IV.
- e) II, III e IV.

**Resolução:
Alternativa D**

Análise das afirmativas:

I. Apoiada na visão substancialista. O ouro é dourado, pois seus átomos são dourados (a ideia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (átomo de ouro) contém os atributos do todo).

II. Apoiada na visão substancialista. Uma substância "macia" não pode ser feita de moléculas "rígidas" (a ideia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (molécula) contém os atributos do todo).

III. Não apoiada na visão substancialista. Uma substância pura possui pontos de ebulição e fusão constantes, em virtude das interações existentes entre suas moléculas (forças intermoleculares).

IV. Apoiada na visão substancialista. A expansão dos objetos com a temperatura ocorre porque os átomos se expandem (a ideia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (átomos) contém os atributos do todo, se expandem individualmente, o que não é verdade).

05. Segundo matéria publicada em um jornal brasileiro, "Todo o lixo (orgânico) produzido pelo Brasil hoje - cerca de 20 milhões de toneladas por ano - seria capaz de aumentar em 15% a oferta de energia elétrica. Isso representa a metade da energia produzida pela hidrelétrica de Itaipu. O segredo está na celulignina, combustível sólido gerado a partir de um processo químico a que são submetidos os resíduos orgânicos".

("O Estado de São Paulo", 01/01/2001.)

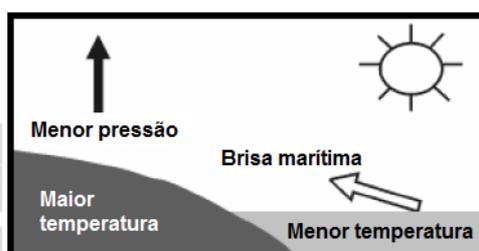
Independentemente da viabilidade econômica desse processo, ainda em fase de pesquisa, na produção de energia pela técnica citada nessa matéria, a celulignina faria o mesmo papel

- a) do gás natural em uma usina termoeétrica.
- b) do vapor d'água em uma usina termoeétrica.
- c) da queda d'água em uma usina hidrelétrica.
- d) das pás das turbinas em uma usina eólica.
- e) do reator nuclear em uma usina termonuclear.

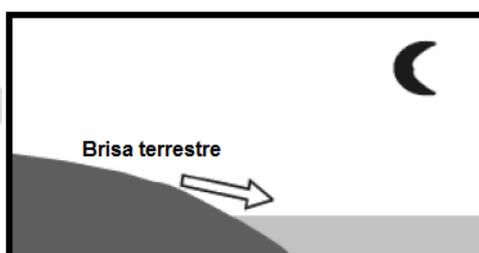
Resolução:
Alternativa A

A celulignina faria o mesmo papel do gás natural em uma usina termoeétrica, ou seja, sofreria combustão.

06. Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia



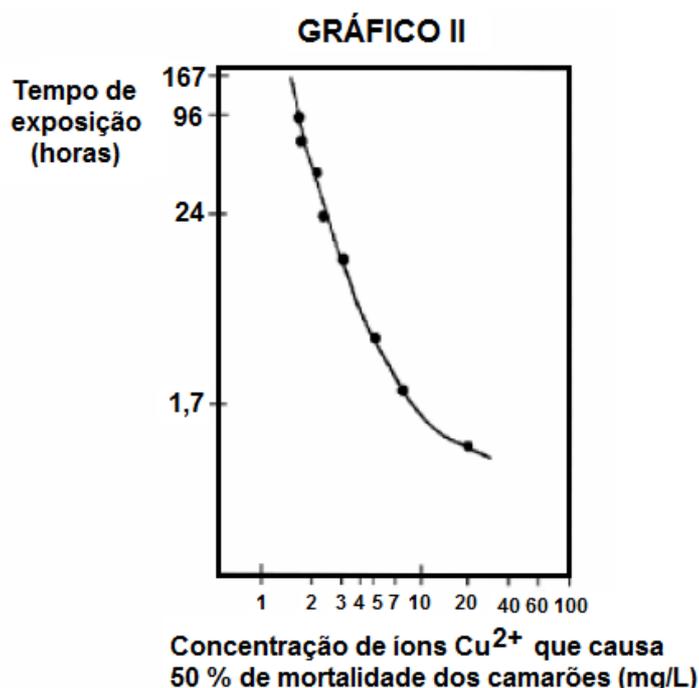
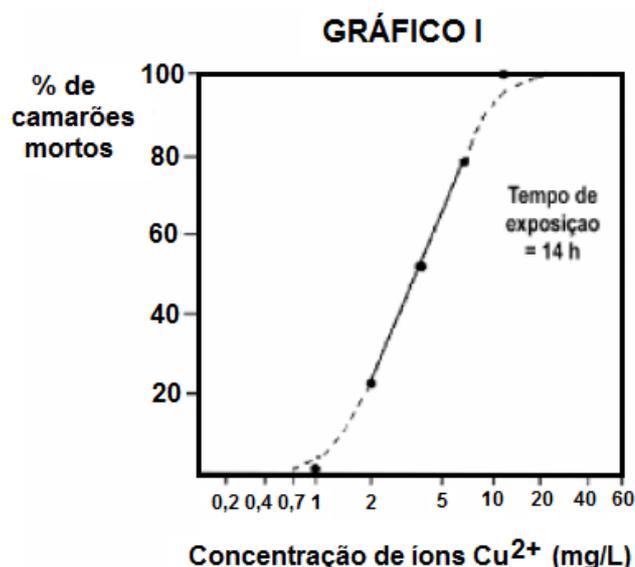
Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- a) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- b) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- c) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- d) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- e) O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

Resolução:
Alternativa A

O ar que está sobre a água se aquece devido à absorção do calor liberado pelo oceano (energia absorvida durante o dia); ao subir, deixa uma área mais rarefeita, ou seja, de baixa pressão, causando um deslocamento de ar mais denso e mais frio do continente para o mar.

07. Para testar o uso do algicida sulfato de cobre em tanques para criação de camarões, estudou-se, em aquário, a resistência desses organismos a diferentes concentrações de íons cobre (representados por Cu^{2+}). Os gráficos relacionam a mortalidade de camarões com a concentração de Cu^{2+} e com o tempo de exposição a esses íons.



(Adaptado de VOWLES, P.D. & CONNELL, D.W. "Experiments in environmental chemistry -a laboratory manual". Oxford: Pergamon Press, 1980.)

Se os camarões utilizados na experiência fossem introduzidos num tanque de criação contendo 20.000L de água tratada com sulfato de cobre, em quantidade suficiente para fornecer 50 g de íons cobre, estariam vivos, após 24 horas, cerca de

- $\frac{1}{5}$.
- $\frac{1}{4}$.
- $\frac{1}{2}$.
- $\frac{2}{3}$.
- $\frac{3}{4}$.

**Resolução:
Alternativa C**

Temos 20.000L de água tratada com sulfato de cobre, em quantidade suficiente para fornecer 50 g, então:

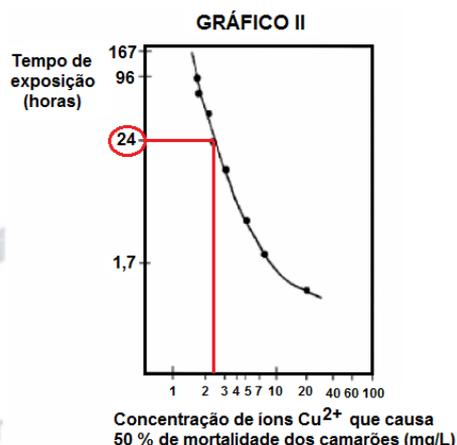
$$50 \text{ g} \text{ — } 20.000 \text{ L}$$

$$m \text{ — } 1 \text{ L}$$

$$m = 2,5 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$C_{(\text{Cu}^{2+})} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ g/L} = 2,5 \text{ mg/L}$$

A partir do gráfico II descobrimos o tempo de exposição (24 horas):

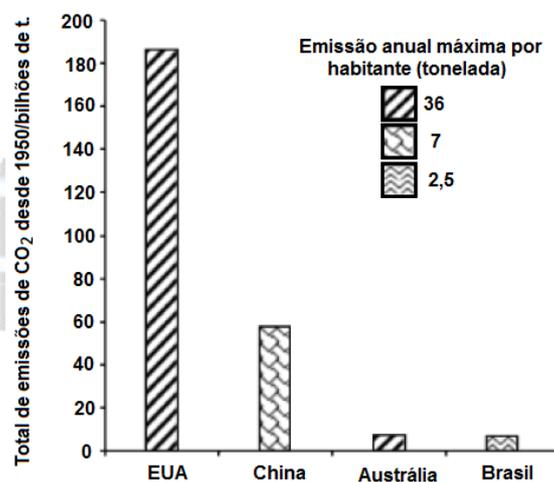


Após 24 horas estariam vivos, cerca de metade dos camarões.

08. Em março de 2001, o presidente dos Estados Unidos da América, George W. Bush, causou polêmica ao contestar o pacto de Kyoto, dizendo que o acordo é prejudicial à economia norte-americana em um momento em que o país passa por uma crise de energia (...). O protocolo de Kyoto prevê que os países industrializados reduzam suas emissões de CO_2 até 2012 em 5,2 %, em relação aos níveis de 1990.

Adaptado da Folha de São Paulo, 11/04/2001.

O gráfico mostra o total de CO_2 emitido nos últimos 50 anos por alguns países, juntamente com os valores de emissão máxima de CO_2 por habitante no ano de 1999.



Adaptado da revista Veja, Edição 1696, 18/04/2001.

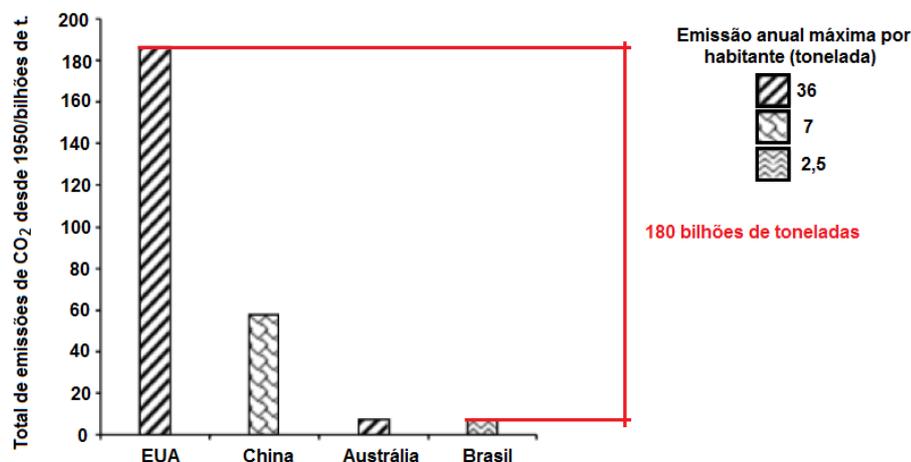
Dados populacionais aproximados (nº de habitantes):

- EUA: 240 milhões
- BRASIL: 160 milhões

Se o Brasil mantivesse constante a sua população e o seu índice anual máximo de emissão de CO_2 , o tempo necessário para o Brasil atingir o acumulado atual dos EUA seria, aproximadamente, igual a

- a) 60 anos. b) 230 anos. c) 460 anos. d) 850 anos. e) 1340 anos.

**Resolução:
Alternativa C**



- EUA: 240 milhões de habitantes \times 36 = $5.760 \times 10^6 \times t$ por ano
- BRASIL: 160 milhões de habitantes \times 2,5 = $400 \times 10^6 t$ por ano

180 bilhões de toneladas = $180 \times 10^9 t$

$400 \times 10^6 t$ ——— 1 ano

$180 \times 10^9 t$ ——— n

$$n = \frac{180 \times 10^9 t \times 1 \text{ ano}}{400 \times 10^6 t} = 450 \text{ anos}$$

09. Nas discussões sobre a existência de vida fora da Terra, Marte tem sido um forte candidato a hospedar vida. No entanto, há ainda uma enorme variação de critérios e considerações sobre a habitabilidade de Marte, especialmente no que diz respeito à existência ou não de água líquida. Alguns dados comparativos entre a Terra e Marte estão apresentados na tabela.

PLANETA	Distância ao Sol (km)	Massa (em relação à terrestre)	Aceleração da gravidade (m/s ²)	Composição da atmosfera	Temperatura média
TERRA	149 milhões	1,00	9,8	Gases predominantes: Nitrogênio (N ₂) e Oxigênio (O ₂)	288 K (+ 15 °C)
MARTE	228 milhões	0,18	3,7	Gás predominante: Dióxido de carbono (CO ₂)	218 K (-55 °C)

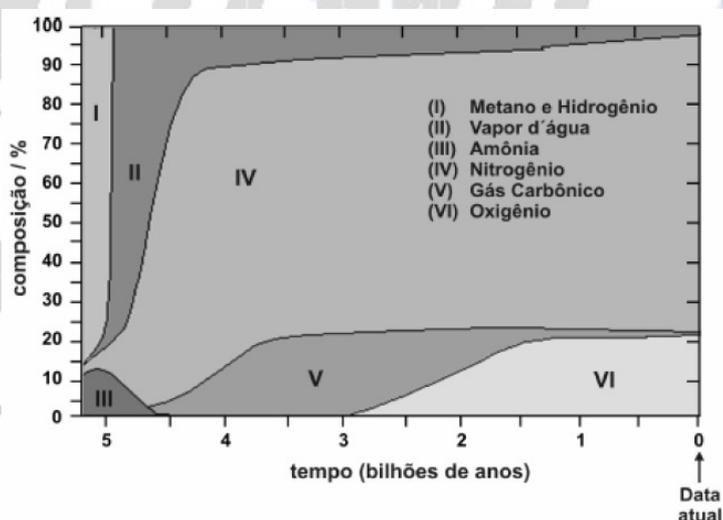
Com base nesses dados, é possível afirmar que, dentre os fatores abaixo, aquele mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua

- a) grande distância ao Sol.
- b) massa pequena.
- c) aceleração da gravidade pequena.
- d) atmosfera rica em CO_2 .
- e) temperatura média muito baixa.

Resolução:
Alternativa E

A pressão atmosférica em Marte é menor do que a da Terra, por esse motivo concluímos que a temperatura de fusão da água fica acima de $0\text{ }^\circ\text{C}$. Nestas condições o fator mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua temperatura média que é muito baixa ($-55\text{ }^\circ\text{C}$).

10. As áreas numeradas no gráfico mostram a composição em volume, aproximada, dos gases na atmosfera terrestre, desde a sua formação até os dias atuais.



Adaptado de The Random House Encyclopedias, 3rd ed., 1990.

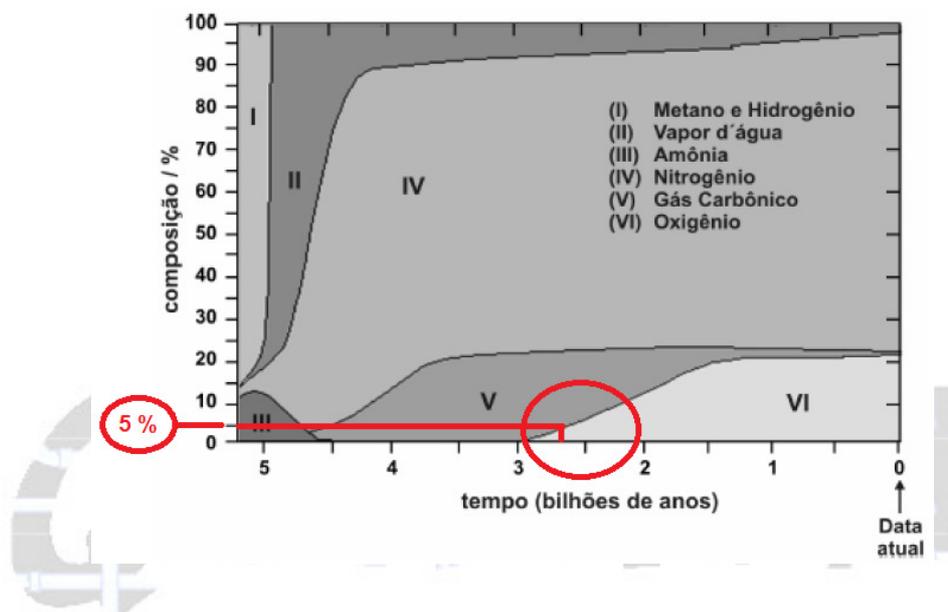
- (I) Metano e Hidrogênio
- (II) Vapor d'água
- (III) Amônia
- (IV) Nitrogênio
- (V) Gás Carbônico
- (VI) Oxigênio

No que se refere à composição em volume da atmosfera terrestre há 2,5 bilhões de anos, pode-se afirmar que o volume de oxigênio, em valores percentuais, era de, aproximadamente,

- a) 95 %.
- b) 77 %.
- c) 45 %.
- d) 21 %.
- e) 5 %.

Resolução:
Alternativa E

De acordo com o gráfico, teremos:



11. “A idade da pedra chegou ao fim, não porque faltassem pedras; a era do petróleo chegará igualmente ao fim, mas não por falta de petróleo”.

Xeque Yamani, Ex-ministro do Petróleo da Arábia Saudita. O Estado de S. Paulo, 20/08/2001.

Considerando as características que envolvem a utilização das matérias-primas citadas no texto em diferentes contextos histórico-geográficos, é correto afirmar que, de acordo com o autor, a exemplo do que aconteceu na Idade da Pedra, o fim da era do Petróleo estaria relacionado

- a) à redução e esgotamento das reservas de petróleo.
- b) ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia.
- c) ao desenvolvimento dos transportes e conseqüente aumento do consumo de energia.
- d) ao excesso de produção e conseqüente desvalorização do barril de petróleo.
- e) à diminuição das ações humanas sobre o meio ambiente.

Resolução:
Alternativa B

O fim da era do Petróleo estaria relacionado ao desenvolvimento tecnológico e à utilização de novas fontes de energia como a energia eólica, termonuclear, luz solar, etc..